UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

INSTITUTO DE BIOCIÊNCIAS

INSTITUTO DE FÍSICA

INSTITUTO DE QUÍMICA

FACULDADE DE EDUCAÇÃO

MARIANA PEÃO LORENZIN

Sistemas de Atividade, tensões e transformações em movimento na construção de um currículo orientado pela abordagem STEAM.

São Paulo

2019

MARIANA PEÃO LORENZIN

Sistemas de Atividade, tensões e transformações em movimento na construção de um currículo orientado pela abordagem STEAM.

Versão Corrigida

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação Interunidades em Ensino de Ciências da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências.

Área de Concentração: Ensino de Biologia

Orientadora: Profa. Dra. Alessandra Fernandes Bizerra

São Paulo

2019

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

FICHA CATALOGRÁFICA
Serviço de Biblioteca e Informação
Instituto de Física da Universidade de São Paulo

Lorenzin, Mariana Peão

Sistemas de atividade, tensões e transformações em movimento na construção de um currículo orientado pela abordagem STEAM.
São Paulo, 2019.

Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo. Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências.

Orientador: Profa. Dra. Alessandra Fernandes Bizerra
Área de Concentração: Ensino de Biologia.

Unitermos: 1. Biologia – Estudo e ensino; 2. Currículo; 3. Ensino médio; 4. Formação de professores.

USP/IF/SBI-104/2018

LORENZIN, M.P. **Sistemas de Atividade, tensões e transformações em movimento na construção de um currículo orientado pela abordagem STEAM**. 2019. 174 f. Dissertação (Mestrado) – Programa Interunidades de Ensino de Ciências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019.

Aprovada em: 02 de maio de 2019.

Banca Examinadora

Profa. Dra. _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

Assinatura: _____

Profa. Dra. _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

Assinatura: _____

AGRADECIMENTOS

À Universidade de São Paulo e ao Programa Interunidades no Ensino de Ciências por todo apoio e oportunidades de aprendizagem.

À CPGI pela organização e suporte em todo processo de construção desta dissertação.

À minha orientadora, Profa. Dra. Alessandra F. Bizerra que, de modo sereno, ofereceu apoio em todos os momentos dessa jornada; ensinando, nos pequenos gestos e palavras sinceras, a ser professora, a ser pesquisadora, a ser uma pessoa melhor. Obrigada por ser assim!

Ao grupo de pesquisa CHOICES – IB, que dedica tempo e esforço em um grande trabalho de transformação da Educação e que se manteve por perto nesse trajeto de pesquisa.

À banca que, gentilmente, aceitou fazer a arguição desta dissertação e, por meio desta, de modo tão competente, contribuiu para a minha formação. Obrigada, professores Ori e Magda! As marcas desse momento são eternas.

À Direção do Colégio Bandeirantes, que permitiu, apoiou e ofereceu as condições necessárias para a realização desse trabalho de pesquisa, abrindo as portas para uma investigação transformadora.

Aos queridos colegas de profissão do Colégio Bandeirantes, que participaram desse trabalho e caminham nessa jornada da Educação com profissionalismo e gentileza.

À minha família, pelo apoio e amparo de sempre, mostrando que a formação acontece constantemente e que é mais robusta quando se tem afeto.

Ao Ivan, que ao seguir comigo nas mais diversas trajetórias e, agora, em nossa mais nova aventura, torna o caminho mais suave e infinitamente mais colorido.

Ao João, que gerou o maior motivo para a melhor e mais encantadora *atividade* que se pode viver, e a cada minuto transforma a minha existência.

RESUMO

LORENZIN, M.P. **Sistemas de Atividade, tensões e transformações em movimento na construção de um currículo orientado pela abordagem STEAM**. 2019. 173 f. Dissertação (Mestrado) – Programa Interunidades de Ensino de Ciências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019.

Com ênfase em resultados que descrevem a realidade e organizado de modo fragmentado, o Ensino de Ciências, atualmente, trilha caminhos previamente estabelecidos que conduzem a uma visão simplificadora das múltiplas dimensões que intervém nas situações educativas. Resultante dessa forma de organização do ensino, percebe-se conflitos no uso do raciocínio e dificuldade dos estudantes na compreensão e na argumentação do conhecimento científico, bem como na tomada de decisões em situações que implicam em análises amplas e contextualizadas. Diante dessa situação, a abordagem STEAM é apresentada como uma possibilidade para orientação e organização do currículo da área de Ciências, que propõe, por meio do trabalho por projetos, a integração das Ciências Naturais a Tecnologias, Engenharias, Artes, Design e Matemática. No entanto, uma proposta de reorganização do Ensino de Ciências, partindo da concepção tradicional do ensino para um currículo orientado pela abordagem STEAM, pode ser fonte de tensões nas diversas esferas do contexto escolar. Por se tratar de uma abordagem complexa, a pesquisa realizada contou com o suporte teórico da Teoria da Atividade, referencial que permite leitura do fenômeno a partir da perspectiva histórico cultural, e, em uma abordagem sistêmica, teve como objetivo investigar os níveis e os tipos de tensões emergentes e as transformações ocorridas nos sistemas de atividade durante o desenvolvimento de um novo currículo orientado pela abordagem STEAM. Os dados coletados com a aplicação de questionários e entrevistas à equipe de professores, coordenação e direção da escola, diretamente envolvidas na transformação curricular, tiveram análise pautada na identificação e na sistematização das atividades dos sujeitos, além da localização das tensões e das contradições emergentes nesse processo, fundamentais para a inauguração de ciclos expansivos de aprendizagem. A análise dos dados permitiu identificar cinco atividades que compõem um sistema que, de acordo com o foco de observação da pesquisa, apresentou como atividade central a atividade de transformação curricular. Assim como as atividades de ensino e aprendizagem, motivadas pela transformação do currículo, esta atividade configurou-se como atividade para os professores. No entanto, diante da natureza de sua atuação na escola, essa mesma atividade apresentou-se como ação nas atividades da direção e da coordenação. Emergentes do processo de reorganização do Ensino de ciências, foram localizadas tensões correspondentes aos diversos níveis hierárquicos da análise. Essas tensões foram organizadas em quatro categorias que contemplam a contradição entre o valor de uso e o valor de troca da atividade; a oposição sobre a manutenção das estruturas e a sua transformação em um novo modelo; a contradição sobre os aspectos individuais e a percepção coletiva; e, a dualidade entre a escolha sobre a profundidade e a abrangência do conteúdo. Com indícios de superação no que diz respeito à produção coletiva de novos significados sobre o currículo orientado pela abordagem STEAM, a resolução das tensões possibilita transformações nas atividades, a incorporação de novos elementos à realidade e indica alguns atributos para a sua recontextualização.

Palavras-chave: Ensino de Ciências. Currículo. STEAM. Teoria da Atividade.

ABSTRACT

LORENZIN, M.P. **Activity Systems, tensions and continuous transformations in the construction of a curriculum guided by the STEAM approach**. 2019. 173 f. Dissertation (Master degree) - Interunit Program of Science Teaching, University of São Paulo, São Paulo, 2019.

Focusing on results that describe reality and, organized in a fragmented way, Science Education currently tracks previously established paths that lead to a simplified visualization of the multiple dimensions that intervene in educational situations. Because of this type of teaching organization, conflicts can be seen in students' logics and difficulty in understanding and arguing of the scientific knowledge, as well as in decision-making in situations that imply broad and contextualized analysis. In view of this situation, the STEAM approach is presented as a possibility for orientation and organization of the science educational curriculum, which proposes, through project based learning the integration of Natural Sciences with Technologies, Engineering, Arts, Design and Mathematics. However, a proposed reorganization of Science Education from the traditional conception of education to a STEAM curriculum can be source of tensions in several grounds of the school context. Considering the complex approach, the research had the theoretical support of the Theory of Activity, which allows the reading of the phenomenon, from the cultural historical perspective. The data was collected with the application of questionnaires and interviews with teachers, school's coordinators and principals that are directly involved in the curricular transformation. The data analysis was based on the identification and systematization of the activities of the subjects, along with the location of tensions and contradictions in this process that are emergent and fundamental for the inauguration of expansive cycles of learning. The analysis allowed the identification of five activities that make up a system that, according to the focus of observation of the research, presented as the central theme the activity of curricular transformation. As well as teaching and learning activities, motivated by the transformation of the curriculum, this activity was configured as an activity for teachers. However, in view of the nature of its routine in school, this same activity was presented as an action in the activities of coordinators and principals. Emerging from the process of reorganization of Science Education, tensions corresponding to the different hierarchical levels of the analysis were found. These tensions were organized in four categories that contemplate the contradiction between the value of use and the exchange value of the activity, the opposition on the maintenance of the structures and their transformation into a new model, the contradiction about the individual aspects and the collective perception and the duality between choice over the depth and width of content. With indications of overcoming the collective production of new meanings on the STEAM curriculum, the resolution of the tensions allows the transformation in activities, the incorporation of new elements into reality, and indicates some attributes for its recontextualization.

Keywords: Science Education. Curriculum. STEAM. Activity theory.

LISTA DE ABREVIAÇÕES E SIGLAS

ABC	Academia Brasileira de Ciências
CHOICES	*Culture and Historicity in Out of School Innovations for Communication and Education in Science*
DO	Diretor de Operações
DP	Diretor-Presidente
GPE	Gerente de Planejamento Estratégico
IB	Instituto de Biociências
KOFAC	Fundação Coreana para o Avanço da Criatividade e da Ciência
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação
MIT	*Massachusetts Institute of Technology*
ODS	Objetivos do Desenvolvimento Sustentável
ONU	Organização das Nações Unidas
STEAM	*Science, Technology, Engineering, Arts & Design and Mathematics*
STEM	*Science, Technology, Engineering and Mathematics*
USP	Universidade de São Paulo
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Diagrama do STEAM 42

Figura 2 – Modelo de Referência do STEAM 44

Figura 3 – Representação sobre o Conceito da Abordagem STEAM 45

Figura 4 – Níveis Estruturais da Atividade Humana 58

Figura 5 – Estrutura da Atividade 60

Figura 6 – Níveis de Contradição em um Sistema de Atividade 62

Figura 7 – Funções de Internalização e Externalização em Ciclos Expansivos de Aprendizagem 64

Figura 8 – Ciclo Expansivo de Aprendizagem. 67

Figura 9 – Histórico das Mudanças Curriculares na Instituição Pesquisada 77

Figura 10 – Apresentação Ampla do Currículo da Disciplina STEAM para a 1ª Série do Ensino Médio 79

Figura 11 – Apresentação Ampla da Disciplina STEAM para as turmas de 2ª e 3ª Séries do Ensino Médio 79

Figura 12 – Metodologia Utilizada para o Planejamento do Currículo Pautado no STEAM 80

Figura 13 – Desenvolvimento do Currículo pautado na Abordagem STEAM para o Ensino Médio 81

Figura 14 – Studio 268, Espaço onde são realizadas as Aulas STEAM 82

Figura 15 – Studio 268, Espaço onde são realizadas as Aulas STEAM 82

Figura 16 – Produção de Dados da Pesquisa, considerando suas Fases, em relação ao Tempo e aos Sujeitos Envolvidos 85

Figura 17 – *Atividades* Identificadas no Processo de Reorganização Curricular 99

Figura 18 – Nuvem de Palavras obtida a partir do Questionário 1, em Questão sobre Concepções acerca do STEAM, em Junho de 2015 115

Figura 19 – Nuvem de Palavras sobre as Concepções do STEAM, construída a partir do Questionário 2 (partes 2a e 2b), em Maio de 2016 118

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Nova Matriz Curricular do Ensino Médio, com vigência a partir de 2016 76

Quadro 2 – Categorias de Tensões e Contradições utilizadas na Análise dos Dados..... 92

Quadro 3 – Perfil dos Participantes da Pesquisa: Gênero 94

Quadro 4 – Perfil dos Participantes da Pesquisa: Formação Acadêmica 95

Quadro 5 – Perfil dos Participantes da Pesquisa: Tempo de Experiência Docente 95

Quadro 6 – *Atividade* de Direção 101

Quadro 7 – *Atividade* de Coordenação 105

Quadro 8 – *Atividade* de Transformação do Currículo 109

Quadro 9 – *Atividades* dos Professores no STEAM 113

SUMÁRIO

TECENDO UMA TRAMA: A FORMAÇÃO EM MOVIMENTO 12

INTRODUÇÃO 16

CAPÍTULO I – O ENSINO DE CIÊNCIAS, A INTERDISCIPLINARIDADE E O TRABALHO POR PROJETOS 19

1.1 – O Ensino de Ciências – a Organização e a Necessidade de Reorganização 19

1.2 – Em busca de uma Nova Organização para o Ensino de Ciências na Interdisciplinaridade 22

1.3 – O Trabalho por Projetos como proposta para a Organização Interdisciplinar do Currículo 29

CAPÍTULO II – STEAM: UMA ABORDAGEM INTEGRADA PARA A ORGANIZAÇÃO DO ENSINO DE CIÊNCIAS 31

2.1 – A Origem no STEM 31

2.2 – Do STEM para o STEAM: o Movimento de Incorporação das Artes e do Design 36

2.3 – O Conceito STEAM 38

2.4 – O Conceito de Integração no STEAM 46

2.5 – O STEAM na Prática: Aplicações, Limites e Possibilidades 47

CAPÍTULO III – TEORIA DA ATIVIDADE 53

3.1 – Ser Humano e Sociedade: uma relação Dialética de Constituição 53

3.2 – Teoria da Atividade 56

3.3 – As Contradições, os Ciclos Expansivos de Aprendizagem e a Atividade de Aprendizagem 61

3.4 – Contribuições da Teoria da Atividade para a Organização do Ensino 68

CAPÍTULO IV – PERCURSO METODOLÓGICO 72

4.1 – Contexto da Pesquisa: Caminhos que conduziram ao STEAM no Ensino Médio 72

4.2 – O STEAM como Disciplina no Ensino Médio, Planejamento e Desenho Geral do Currículo 77

4.3 – O Planejamento da 1ª Série da Disciplina STEAM 83

4.4 – A Produção e os Modos de Análise dos Dados 84

4.5 – Breve Perfil dos Sujeitos Participantes de Pesquisa 93

CAPÍTULO V – O SISTEMA DE ATIVIDADES NA CONSTRUÇÃO DE UM CURRÍCULO PAUTADO PELA ABORDAGEM STEAM, TENSÕES E NEGOCIAÇÕES ENVOLVIDAS 97

5.1 – A Reorganização do Currículo do Ensino de Ciências como Sistema de Atividade 98

5.1.1 – *Atividade* de Direção 100

5.1.2 – *Atividade* de Coordenação 104
5.1.3 – A *Atividade* de Transformação do Currículo 106
5.1.4 – A *Atividade* dos Professores: Ensino e Aprendizagem 110
5.2 – Os Conflitos e as Negociações no Sistema de Atividades 124
5.2.1 – Valor de Uso x Valor de Troca: a Primeira Contradição da Atividade 125
5.2.2 – Manutenção x Transformação 126
5.2.3 – Individual x Coletivo 130
5.2.4 – Abrangência x Profundidade 132
5.3 – As Transformações na Atividade 135
5.4 – A Reorganização Curricular a partir da Abordagem STEAM: Atributos de uma Experiência Localizada 139

ALGUMAS CONSIDERAÇÕES E PERSPECTIVAS FUTURAS 143

REFERÊNCIAS 148

APÊNDICES 154
Apêndice A – Concepções sobre Projetos e STEAM (Questionário 1) 154
Apêndice B – Formulário Professores 1/2016: Sistemas de Atividade e STEAM (Questionário 2 / parte 2a) 158
Apêndice C – Formulário Professores 2/2016: Sistemas de Atividade e STEAM (Questionário 2 / parte 2b) 163
Apêndice D – Estrutura da Entrevista STEAM – Direção e Coordenação 165
Apêndice E – Estrutura da Entrevista STEAM – Professores 168
Apêndice F – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE): Direção e Professores 172

TECENDO UMA TRAMA: A FORMAÇÃO EM MOVIMENTO

Com fios que se embaralham, linhas de cores e texturas diversas, pontos frouxos, costuras firmes e presas, em um constante compor, desmanchar e refazer, comecei a tecer, por meio de escolhas, caminhos e experiências, a trama que me constitui e se entrelaça com o meu fazer diário – ser professora.

Não se trata de uma composição perfeita e tão pouco uniforme.

Em alguns trechos, o tecido é esticado e até esgarça; em outros, se estreita de modo que parece ser constituído por um único e largo ponto, embora possa ser formado por inúmeros e minúsculos pontos que, de tão próximos, não conseguem expandir sua largura.

Nesse entrelaçar das linhas, imagens se formam e, dependendo do olhar e de sua posição na trama, é possível percebê-las. Constituídas por linhas com cores e espessuras diversas, as imagens representam fases e momentos com duração temporal variável; e algumas delas sobrepostas, entrelaçando-se entre si e com outros tecidos constituídos em paralelo.

O ritmo do fiar também não é único. Em alguns momentos, o tecido se forma rapidamente e logo apresenta seu desenho; em outros, a imagem demora a se formar como se fosse tecida ponto a ponto. Nesse tecer constante, a escola, seja na minha formação como estudante ou em minha vida profissional, ocupa a maior parte de meu tecido.

Pautada em um modelo de educação tradicional, em que o conhecimento era transmissional, durante a minha formação como estudante, a escola apresentava os professores como os detentores do saber e de suas verdades, e estes me encantavam por um fazer impregnado de sensibilidade.

Esse é um trecho longo de meu tecido que, certamente, marcou com cores fortes e pontos firmes a minha constituição, de modo que essa admiração pelo fazer docente e o desejo em conhecer me levaram a optar pela graduação – licenciatura – em Biologia, com a intenção de ser professora.

O fio condutor da trama inteira estava posto e era preciso continuar a tecê-la. A cada ponto o tecido se mantinha rígido, construindo imagens precisas e, nem sempre, coloridas.

Na universidade, o encanto pelo conhecimento aumentava, porém, se reduzia à transmissão de informações distantes e neutras, compreendidas como acabadas. Durante essa graduação, o desenvolvimento de um projeto de pesquisa de Iniciação Científica, em um laboratório de virologia, aproximou-me da rotina das Ciências e da realidade de seu fazer.

Passava, agora, a colocar outras texturas nessa trama.

Essa experiência de pesquisa contribuiu para ampliar a visão sobre as Ciências ao considerar seus imprevistos e erros. A composição estreita do tecido era alargada e os pontos frouxos e soltos, sobre a visão exata e restrita das Ciências e do seu fazer, passaram a compor a trama desmanchada e refeita, por tantas vezes, em um constante ir e vir.

Apesar de todas as contribuições à formação profissional e pessoal, o trabalho com essa forma de pesquisa não seria a minha escolha de vida, pois, para essa escolha, aqueles pontos que ficaram frouxos, passavam a ser questionados no curso de Licenciatura em Biologia. Nos vazios deixados pela frouxidão característica, a leitura de textos e o espaço aberto às discussões e à reflexão com o outro trouxeram novas ideias que consideravam um contexto social, histórico e cultural, as diversas perspectivas sobre um fato, o processo de construção do conhecimento, o sentido de aprender e ensinar e, também, muitos de seus fatores.

Nesse momento, o modelo de ensino vivenciado desde a educação básica até o ensino superior não era mais compatível com a minha percepção sobre a realidade, agora vista em constante movimento de transformação. De fato, a experiência da formação inicial como professora me levou a acreditar que a Educação e o Ensino de Ciências precisavam e poderiam seguir caminhos diferentes, no entanto, não foi preciso desfazer partes do tecido. O tecer anterior serviu de suporte para a escolha de novas linhas que seriam incorporadas na trama.

A partir daí, de diversos tamanhos, com origens, cores, perfumes e texturas diferentes, as novas linhas teceram um longo trecho.

Da formação inicial de professores, marcando com firmeza e, ao mesmo tempo, deixando o tecido fluido, foram tecidas as concepções de ensino e aprendizagem que, como uma produção colaborativa e contextualizada, embasam a minha prática docente. E diante dessas concepções, mais uma vez, o tecido se alargaria.

Contando com o suporte da trama tecida na graduação, o ingresso como professora na escola pública me mostrava, rotineiramente, a complexidade da profissão, seus limites e as inúmeras possibilidades que a Educação permite.

O dia a dia da sala de aula e da sala dos professores trazia à tona numerosos elementos que, com base na minha formação inicial, foram alvo de reflexões sobre a prática e sua reconstrução.

A cada experiência vivida, pontos foram colocados, desmanchados e refeitos, até serem incorporados e tornarem-se uma nova trama, cada vez mais colorida e complexa; novas imagens foram construídas, aliando a experiência docente à formação contínua em

cursos de extensão e de especialização, que trouxeram a teoria sociocultural, em especial, a perspectiva histórico-cultural com suas contribuições nas múltiplas dimensões da Educação.

Nesse momento, o Ensino e as Ciências faziam parte de um tecido conectado e interdependente e que foi reforçado com o meu ingresso na docência na rede privada de ensino, e assim novas linhas seriam incorporadas à trama; essas constituídas por uma realidade distinta da escola pública, na qual eu continuava a lecionar.

A escola particular abria um novo leque de possibilidades e no diálogo entre essas realidades, cujas diferenças não são maiores do que as semelhanças que aproximam os sujeitos que atuam na Educação, a formação pessoal e profissional ganhava um novo espaço. Nesse momento o tecer se tornou cada vez mais intenso.

O diálogo entre as realidades da escola pública e da escola privada ampliava as percepções e, diante de suportes teóricos robustos, acrescentava cores e constituía novas imagens a partir de aproximações e distanciamentos. Durante esse diálogo, a prática profissional era inundada com as subjetividades, as escolhas e as experiências vivenciadas, deixando a trama cada vez mais rica e colorida.

Apesar da reflexão mais ampla e da experiência em diferentes realidades, ainda havia pontos com espaços que precisavam ser melhor costurados. A sensação era de que o conhecimento ensinado continuava sendo constituído por informações estáticas, fragmentadas e restritas às disciplinas. Dessa forma, ao não ser compreendido em seu processo de construção e nas múltiplas dimensões, esse conhecimento apresentava poucos sentidos e significados aos envolvidos nos processos de ensino e aprendizagem.

As pequenas interações entre conceitos e a atribuição de sentido a esses eram percebidas em situações específicas, sem dialogar com a história de sua produção e o seu contexto atual.

Essa sensação deixava fragmentos no tecido. Era preciso que as partes se integrassem para que a trama contasse uma história contínua. Esse era o ponto do tecido que precisava ser alinhavado. E felizmente tal incômodo não era isolado e tão pouco único. Diante de tantas mudanças na sociedade e da velocidade de sua ocorrência, a fragmentação do conhecimento era alvo das discussões sobre a organização do ensino e da escola, assim como as suas implicações na formação dos alunos.

Fruto dessas discussões e do desejo de uma formação mais humanizada e integral do estudante, uma nova proposta de organização curricular para o Ensino Médio era apresentada na escola da rede privada; uma nova concepção para o Ensino de Ciências – pautada na integração entre disciplinas e no trabalho baseado em projetos, inspirada em uma abordagem que envolve as Ciências, as Tecnologias, as Engenharias, as Artes e o Design e a Matemática

(STEAM) – começava a despontar e, com isso, a oportunidade de tecer novos trechos para essa trama em constante produção.

Diante desse novo contexto de trabalho, que se encontrava com as inquietações e os questionamentos que me colocavam em movimento desde a formação inicial, novas linhas eram acrescentadas ao tecido e novas imagens começavam a ser formadas. Com essas, surgia a necessidade de investigar, pela perspectiva histórico-cultural, especificamente pela Teoria da Atividade, o desenvolvimento da nova proposta de organização do currículo das aulas práticas de Ciências, considerando diversos aspectos e níveis da instituição, bem como as tensões envolvidas e as transformações dos sujeitos e de sua prática.

Inaugurava-se um novo trecho do tecido, que durante o tecer se entrelaçava às tramas antigas e incorporava linhas de outros encontros e trechos que acompanham essa trama.

Com a perspectiva de expandir essa experiência localizada para além do Ensino de Ciências, rompendo barreiras e permeando outras disciplinas, e para a realidade de outras escolas, públicas e privadas, fica o motivo de ampliar a integração entre os conceitos e as áreas para que, a partir de diferentes olhares e reflexões, outras histórias possam ser tecidas e o conhecimento possa ser construído e compreendido de modo integral, gerando imagens que carreguem – em sua expressão – o fazer para a constituição de uma sociedade pautada em valores de solidariedade e justiça.

INTRODUÇÃO

Inserida em um contexto pautado por constantes mudanças, incorporação de tecnologias e rápida velocidade da informação, a Educação Básica passa por reflexões sobre o seu papel na formação dos estudantes e discute a organização do ensino, uma vez que, em um mundo em que a complexidade é o tom, compreender o conhecimento compartimentado e linear significa representar a realidade em fragmentos.

Sem considerar as numerosas possibilidades e experiências de aprendizagem, o ensino fragmentado dificulta a formação de pensamentos mais complexos e necessários nesse contexto de múltiplas interações.

Apesar de certa coerência acadêmica no agrupamento de conteúdos, a organização tradicional do ensino em matérias, como disciplinas separadas, é incompatível com a sociedade da informação e, portanto, a organização dos conteúdos, os papéis de alunos e professores, o uso da tecnologia e o planejamento do ambiente, entre outros aspectos, devem ser revisitados (MASETTO, 2000).

Ao tratar de apropriações complexas e imersas em uma cultura em transformação, questionar, discutir e refletir sobre a organização do currículo e das práticas se fazem necessárias no processo de elaboração do modo como os professores percebem o ensino e as suas opções educacionais, bem como sua prática em sala de aula.

A preocupação com a formação da autonomia no processo de aprendizagem e a preparação de indivíduos para uma atuação responsável, criativa, comunicativa e inovadora demandam a convergência de conhecimentos, seleção e conexão entre fontes de informação diversificadas, superando os limites entre disciplinas e estabelecendo relações que geram novas convergências (HERNANDEZ; VENTURA, 1998), e que permitem compreender as diferentes dimensões da realidade, captar e expressar a totalidade de forma mais ampla e integral (MORAN, 2003).

Para além da informação lógica, sequencial, estruturada e estática, na sociedade da informação e da comunicação é preciso aprender novas formas de conhecer, comunicar e integrar aspectos humanos, tecnológicos, individuais e sociais (MAURI, 2009).

Nessa expectativa e com base em concepções que ultrapassem a transmissão de conhecimento e caracterizem-se pela dinamicidade e interatividade, é que a organização dos conteúdos e os ambientes de aprendizagem precisam ser intencionalmente planejados para favorecer a articulação de conceitos e tornar o conhecimento plural, interdependente e interligado.

Partindo de questões que abordam as tensões emergentes e suas negociações durante o desenvolvimento da proposta para o currículo do Ensino de Ciências pautado pela abordagem STEAM, para a 1ª série do Ensino Médio, em uma escola da Rede de Ensino particular da cidade de São Paulo, este trabalho teve como objetivo, em uma análise sistêmica, e sob a perspectiva histórico-cultural, investigar os níveis e os tipos de tensões emergentes e as transformações ocorridas nos sistemas de atividade durante o desenvolvimento do novo currículo.

Para tanto, em diálogo com o referencial teórico apresentado, foi preciso conhecer as concepções que professores, coordenação e direção – participantes da reorganização curricular – possuem sobre essa proposta para o Ensino de Ciências, assim como compreender se, participando desse processo, os sujeitos estão em atividade, o que os motiva e qual a atividade que emerge do grupo.

Na busca pela superação da dificuldade de demonstrar o movimento das transformações, esta dissertação tenta estabelecer o diálogo entre os capítulos, de modo que o capítulo I apresenta algumas considerações sobre a organização do Ensino de Ciências, trata de questões sobre o currículo disciplinar, contrapondo-o às propostas integradas, bem como enfatizando a interdisciplinaridade e o trabalho por projetos como possíveis caminhos para sua reorganização.

A partir da necessidade de reorganização do Ensino de Ciências e como forma de superação da situação atual, o capítulo II apresenta a abordagem STEAM para o Ensino de Ciências, sua origem, aplicação em diferentes contextos, implicações na formação do aluno, bem como na prática docente.

O capítulo III, a partir da Teoria da Atividade, contém uma leitura sobre a constituição do ser humano no social, apresentando seus pressupostos, as transformações e a ideia da expansão da aprendizagem. Considerando as motivações, as ações e as transformações dos sujeitos, a Teoria da Atividade atua como referencial teórico para a análise das tensões, bem como de suas possíveis resoluções. O texto finaliza com as contribuições dessa teoria para a organização do ensino.

O capítulo IV refere-se ao contexto de investigação e ao percurso metodológico da pesquisa. Neste capítulo são apresentados: o local de realização da pesquisa, os sujeitos envolvidos na investigação, os métodos e os instrumentos utilizados para a coleta de dados, bem como sua validação. Os resultados e as análises dos dados são apresentadas no capítulo V, em uma proposta de diálogo com o referencial teórico selecionado.

Ao final, são colocadas algumas considerações que, ao apontarem atributos dessa experiência localizada para a expansão de um currículo integrado de Ciências para outros contextos escolares, encerram esse estudo.

CAPÍTULO I – O ENSINO DE CIÊNCIAS, A INTERDISCIPLINARIDADE E O TRABALHO POR PROJETOS

Partindo da organização do Ensino de Ciências e suas implicações para a Educação, este capítulo apresenta alguns aspectos relativos ao cenário atual dessa área, considerando a interdisciplinaridade e o trabalho por projetos como possíveis caminhos para sua reorganização.

1.1 – O Ensino de Ciências – a Organização e a Necessidade de Reorganização

Tradicionalmente estruturado pela relação entre os processos científicos e a produção da Ciência, com ênfase nos produtos e nos resultados que apenas descrevem a realidade em caminhos previamente estabelecidos (CAMILLO; MATTOS, 2014), o Ensino de Ciências tem sido considerado como reduzido à apresentação de conteúdos e ao uso de termos, esquemas e conceitos.

Permeado por uma série de tensões polarizadas quanto a suas finalidades e seus métodos, ao tratar de currículo, Fourez (2003) explica que a polarização se localiza entre a quantidade de conteúdo e a qualidade da formação; a alfabetização científica voltada para a ampla formação com temas transversais; e as proezas para a formação centrada em especializações com o acúmulo de resultados são decorrentes da percepção dos professores sobre o ensino.

Dessa forma, com modelos e conteúdos afastados da realidade, cada vez mais o Ensino de Ciências perde seu sentido no que diz respeito à compreensão do mundo, acentuando uma crise dessa área do ensino e levando os jovens ao desinteresse pela carreira científica.

Ao desconsiderar o processo histórico, a criação e a investigação inerentes ao ensino e apoiadas em um método científico entendido como a única forma de desenvolvimento, as Ciências são vistas de forma fragmentada e linear, descontextualizada, socialmente neutra e acumulativa (CACHAPUZ et al., 2011), valorizando exclusivamente o conteúdo científico de modo descritivo na elaboração de currículos escolares (DAVIDOV, 1988).

Ao apresentar os conhecimentos já elaborados sem se referir aos problemas e às necessidades humanas que estão na origem da Ciência, perde-se a dimensão da evolução dos conhecimentos, a racionalidade do processo científico, os obstáculos enfrentados e o confronto entre teorias (CACHAPUZ et al., 2011).

Para Fourez (2003, p.116), ao perder essas dimensões, “as ciências ‘desencantam’ o mundo ao separar os objetos da sua história e do tecido relacional e afetivo que lhes dá uma alma”.

Priorizando a apresentação de resultados científicos com a maior quantidade de conteúdo e centrando a aprendizagem nas especializações escolares, o ensino organizado em fragmentos, embora possibilite a organização da realidade, ao não explicar as suas interações, conduz para uma análise de conceitos sem conexão com elementos de diferentes contextos.

Ao abordar a perda da dimensão da evolução dos conhecimentos e a fragmentação do Ensino de Ciências, Bastos (2011) coloca como consequência o desenvolvimento de conflitos no uso do raciocínio científico e as dificuldades dos estudantes na argumentação e na elaboração de justificativas, bem como na tomada de decisões em situações que dependem de uma análise ampla e recontextualizada.

Nessa perspectiva, Park et al. (2006) e Land (2013) acrescentam que essa organização ensina a executar tarefas, mas, dificilmente, fomenta a curiosidade e motiva a aprendizagem. Do mesmo modo e apesar de resultados que indiquem bom desempenho, Park et al. (2006) ainda considera que o baixo interesse dos alunos e a baixa motivação para aprender Ciências e Matemática se devem ao foco do ensino residir na preparação para os exames, por meio de práticas tradicionais – memorização do conteúdo e repetição de exercícios – sem promover a reflexão e o desenvolvimento da criatividade.

Tais colocações se justificam, pois, quando as Ciências não são compreendida como produção humana e, portanto, não apropriada pelos sujeitos, demonstram ser uma realidade independente da cultura, sem promover o desenvolvimento humano, a consciência e a transformação social, o que, atualmente, não atende às necessidades de um contexto pautado na lógica das múltiplas dimensões da sociedade.

Nesse sentido, para a constituição do indivíduo, as Ciências devem ser entendidas como atividade “capaz de objetivar formas especificamente humanas, que podem ser apropriadas pelos indivíduos a fim de que se humanizem” (CAMILLO; MATTOS, 2014, p.225) superando a reprodução de estruturas e promovendo o desenvolvimento de potencialidades humanas pelo engajamento na relação entre objetivação e apropriação.

É a partir da complexificação das relações com o mundo que a realidade é transformada em problemas significativos, em que o conhecimento estabelecido é apropriado e atua como elemento para a produção de conceitos que, ao mesmo tempo, conservam o gênero humano e permitem a transformação para lidar com uma realidade complexa que considera as dimensões valorativa, ética e política.

A fim de atribuir o nível multidimensional às Ciências é preciso incluir a história das ideias científicas, a natureza destas e o uso da tecnologia como parte da cultura e da vida pessoal e social (BYBEE, 1997, apud CACHAPUZ et al., 2011).

Ao interpretar as Ciências como atividade humana conectada às aplicações tecnológicas e o contexto social em que conhecimentos científicos e cotidianos se interpenetram, Yakman (2008) defende dispor de mais elementos para motivar a aprendizagem e desenvolver valores na Educação, superando as visões ingênuas e características de concepções empiristas típicas de uma compreensão do ensino afastada das concepções contemporâneas sobre a produção científica (CACHAPUZ et al., 2011).

Para tanto,

> [...] a instituição educacional precisa proporcionar um conhecimento reflexivo e crítico da arte, da ciência, da tecnologia e da história cultural não só como produtos do desenvolvimento alcançado pela humanidade em seu dever sócio-histórico, mas principalmente como instrumentos, procedimentos de análises, de transformação e criação de uma realidade natural e social concreta (SANTOMÉ, 1998, p.95).

Sendo interpretado como parte do contexto, o Ensino de Ciências, que também enfatiza os processos do conhecer e os exercícios de construção de novos conhecimentos, explora a existência de diferentes pontos de vista e amplia as possibilidades de criação de novas ideias, do trabalho experimental e da interdisciplinaridade.

Por meio da formação inicial e contínua, Cachapuz et al. (2011) sugere que a renovação do Ensino de Ciências aborde a renovação epistemológica de professores, com base na investigação e na pesquisa dos processos de ensino e aprendizagem, para uma vivência de propostas inovadoras.

Além disso, para o autor é fundamental uma renovação didático-metodológica que reflita, por meio do currículo, um novo posicionamento do professor e a coerência entre a concepção manifestada pelo discurso e a ação executada em sala de aula.

Dessa forma, ao reorganizar o currículo é preciso que sejam consideradas as dimensões epistemológica e ontológica, incluindo a dimensão axiológica, para diminuir o reducionismo e favorecer a aprendizagem, no que se refere ao desenvolvimento de atitudes científicas para a tomada de decisões e à realização de escolhas diante dos valores (BASTOS; MATTOS, 2009).

Somente a partir de contextos particulares que se ampliam em uma abordagem mais complexa, que superam a transmissão do conhecimento e que permitam o desenvolvimento

de competências, é que a aprendizagem em Ciências pode ser transformada em uma experiência com significado, possibilitando o desenvolvimento do sujeito integral.

Tal abordagem pode promover conexões que permitam a compreensão da realidade de modo mais complexo, alterando, significativamente, o formato de organização das escolas a fim de que, ao refletirem as conexões globais, se tornem compatíveis com o momento atual (RILEY, 2012).

Distante de uma concepção redutora, essa nova concepção sobre o Ensino de Ciências – baseada em situações-problema de interesse relevante, com aproximações qualitativas e construção de soluções que são colocadas à prova – permite a incorporação e a transformação dos conhecimentos.

Ao motivar os estudantes pela vivência de situações-problema e suscitar a compreensão mais complexa dos múltiplos aspectos do conhecimento que se apresentam na situação em estudo e " [...] no contexto de descoberta, não tratado por falta de espaço, estão presentes os processos de origem e evolução (contínua e descontínua) das ideias, o seu percurso e interpretação ao longo da história da ciência" (PRAIA; CACHAPUZ; GIL-PÉREZ, 2002, p. 141).

Assim, o conhecimento deixa de ser concebido como uma abstração descontextualizada e independente e, nesse processo, um conceito concreto, material e imediato transforma-se em um conceito abstrato, geral e primário que, por sua vez, atua como elo para deduzir outras abstrações particulares e as unir a um assunto integral. É pela articulação entre o cotidiano e o teórico, que se torna possível subsidiar o conhecimento concreto e complexificado, que emerge com elementos significativos para a compreensão dos fenômenos, construídos na relação entre o conteúdo e as múltiplas condições da realidade (DAVIDOV, 1988).

Nesse sentido, a educação precisa encontrar um caminho para promover nos alunos o desenvolvimento de ações que envolvem o pensar entre disciplinas, o que inclui a busca e a explicitação de conexões naturais entre elas para fomentar o pensamento que atravessa as diferentes áreas, considerar problemas e situações reais para atribuir sentido às informações e tornar a aprendizagem mais próxima da realidade.

1.2 – Em busca de uma Nova Organização para o Ensino de Ciências na Interdisciplinaridade

O dinamismo da cultura e do conhecimento na atualidade, a preocupação com a qualidade da Educação e a crescente pressão do mundo do trabalho exigem mudanças qualitativas dos conteúdos e das formas de ensinar (SACRISTÁN, 2013).

Considerando que é possível buscar múltiplas soluções para problemas complexos e que cada disciplina acadêmica, como construção pedagógica com função social, foca em conceitos e habilidades específicas, é fundamental uma revisão dos conteúdos e métodos das instituições educacionais, especialmente com relação uma nova forma de organizar o ensino a fim de estabelecer relações entre áreas do conhecimento.

Não se trata apenas de rever a organização do currículo escolar e propor novas formas de pensar o ensino, mas compreender o significado das propostas curriculares integradas, o que nos obriga também a levar em conta as dimensões globais da sociedade e do mundo em que vivemos (SANTOMÉ, 1998).

Do mesmo modo, de acordo com Sacristán (2000), antes de um objeto estático, o currículo deve ser visto como uma construção social com múltiplas expressões, resultando, portanto, de um processo de equilíbrio de interesses que emerge de um modelo de pensar a Educação e se dá sob determinadas condições.

Nessa perspectiva, o autor ressalta que o currículo não se esgota como seleção cultural e tão pouco na parte de socialização cultural, mas torna-se uma expressão da função socializadora e cultural da escola, agrupando as funções e o fazer entre diversas práticas do ensino. “O currículo não é apenas um conceito teórico, útil para explicar esse mundo englobado, mas também se constitui em uma ferramenta de regulação das práticas pedagógicas” (SACRISTÁN, 2013, p.9).

Apesar disso, Lopes e Macedo (2011) enfatizam que o currículo se expressa por meio de um conjunto de conteúdos, orientações e objetivos, refletindo a herança cultural do contexto em que se localiza e que, concordando com Sacristán (2013), como processo e práxis, as experiências curriculares passam por diversas interpretações e transcendem as atividades planejadas e projetadas nos planos.

Nessa concepção de âmbito prático, assume significado e se constrói em função do contexto, manifestando-se em práticas de múltiplas significações como algo que se constrói na interação.

Não sendo indiferente ao contexto e às condições concretas, “o currículo pode ser descrito como um projeto educacional planejado e desenvolvido a partir de uma seleção da cultura e das experiências das quais deseja-se que as novas gerações participem” (Santomé, 1998, p.95).

Nesse sentido, as concepções sobre este projeto e o que se deseja que aconteça na escola são fundamentais para as escolhas e sua realização na prática, uma vez que se trata da concretização do plano cultural que a instituição escolar torna real dentro de condições que determinam esse projeto. Se por um lado o currículo é uma ponte entre a cultura e a

sociedade, por outro é uma ponte entre a cultura, a sociedade do hoje e a do amanhã e as possibilidades de conhecer, comunicar e se expressar (SACRISTÁN, 2013).

No que diz respeito à organização do ensino, uma vez que a estrutura curricular organiza as rotinas, a forma como as disciplinas são desenvolvidas e o seu funcionamento, tempos e espaços, o currículo é produto e produtor de formas de pensar.

Portanto, se por um lado a proposta de organização dos segmentos e fragmentos do conteúdo que compõe o currículo ordena e unifica os episódios voltados ao ensino e à aprendizagem, por outro reforça as fronteiras que delimitam seus componentes (SACRISTÁN, 2013).

Atualmente, o currículo centrado nas disciplinas acadêmicas apresenta maior destaque e estabilidade, sendo sustentado pela tradição e pelas relações de poder, o que valoriza o conhecimento especializado que deve ser transmitido (LOPES; MACEDO, 2011).

No entanto, a lógica disciplinar, ao aproximar-se dos enfoques acadêmicos, tende a distanciar o conhecimento e os conceitos do cotidiano, afastando o saber das demandas da sociedade contemporânea (FOUREZ, 2003).

Nesse sentido, explicando a filosofia que embasa o currículo organizado por disciplinas, Sacristán (2000) enfatiza que, em geral, nessa situação, alunos e professores são destinatários de um currículo acabado, em que os conteúdos são entendidos como um resumo do saber culto, elaborado e formalizado em uma lista.

Em uma argumentação posterior, o autor justifica que, seja por herança da organização tradicional do ensino ou por pressão acadêmica, a lógica disciplinar para a organização do ensino é imposta com facilidade, por, muitas vezes, o professorado entender que a mudança do foco nos conteúdos para a aprendizagem pode significar perda da qualidade na educação.

Fourez (2003) complementa com argumentos utilizados para a defesa da lógica disciplinar, relatando que as disciplinas e o conhecimento fragmentado são entendidos como elementos de fundamental importância para a aquisição de bases sólidas, necessárias para o tratamento de questões complexas.

No entanto, quando as disciplinas são mantidas separadas, atendendo a uma lógica de organização do trabalho e ao controle de saberes considerados legítimos, de espaço e tempo (LOPES; MACEDO, 2011), as pessoas passam a analisar seus elementos também separadamente, não compreendendo as múltiplas perspectivas que constituem a complexidade do conhecimento, o que dificulta a percepção de elementos que integrem conceitos (YAKMAN, 2008) sem contemplar finalidades educacionais mais amplas.

Apesar da expectativa de que ao serem oferecidas em blocos distintos, os alunos tenham as informações para construir relações e compreender a realidade (SANTOMÉ, 1998), no entendimento de Fazenda (1991) as disciplinas fragmentadas, como reflexo de uma filosofia de produção, conduzem somente a um acúmulo de informações. Nesse sentido, a fragmentação dos conteúdos, além do acúmulo de dados, leva à perda de seu sentido, do significado, da motivação e da relevância do trabalho escolar ao afastar a sala de aula de seu propósito como espaço de reflexão e para a prática social.

Sem conexão entre si, os conteúdos compartimentados em matérias e temas a serem memorizados tornam-se incompreensíveis ao impedir a reflexão crítica sobre a realidade e a construção e a compreensão de nexos com base na realidade. Nessa situação, papéis como transmitir conteúdo em um ritmo determinado para tarefas, obedecer e recordar dados ficam bem definidos entre professores e alunos (SANTOMÉ, 1998).

Diferentemente, diante da compreensão da produção de conhecimento como um processo mediado pelas interações e que prevê a articulação e a complexificação de conceitos, Riley (2014) afirma não haver mais sentido em alinhar os conteúdos do conhecimento em disciplinas específicas, cuja aprendizagem acadêmica se dará em um tempo estabelecido e separado de outras experiências e outros saberes, mas, sim, concordando com Connor et al. (2015), organizar o conhecimento a partir das conexões entre as diversas áreas envolvidas.

Rasco e Recio (2013) complementam essa discussão ao relatarem que a inclusão das tecnologias digitais implica na transformação de espaços, contextos e fontes de conhecimento, das metodologias de ensino e aprendizagem e da representação do conhecimento de modo não linear. Assim, é fato que o Currículo precisa se transformar, sem perder o sentido de seleção da cultura e de modo que incorpore, criticamente, as novas possibilidades em rede.

Nesse momento merece destaque o apontamento de Cachapuz et al. (2011) em que, historicamente, os processos de unificação do conhecimento exigiram atitudes para vencer resistências ideológicas e estabelecer relações entre áreas teoricamente isoladas. Para o autor, conhecer a origem dos conhecimentos e sua produção como atividade humana permite aos professores compreenderem melhor a Ciência que ensinam, bem como a elaboração e o significado das propostas para a sala de aula. Olhar o currículo pela perspectiva da dialética teoria e prática e conteúdo e método, em torno de condições práticas, permite propostas de maior autonomia para a administração e para os professores, no que diz respeito à organização da prática a partir de problemas reais.

Diante dessa necessidade, desde o último quarto do século passado e a corrida pelo desenvolvimento científico e tecnológico, principalmente entre países do eixo Estados Unidos, Europa e Rússia iniciou-se um movimento para a renovação das matérias nas reformas curriculares nesses países, o que levou à proliferação de projetos curriculares e à revisão de conteúdo para novas políticas de inovação em outras regiões.

Yakman (2008) defende que não se trata de modificar toda a estrutura da educação básica, e sim de promover as conexões entre os conteúdos das disciplinas, o que tem sido feito individualmente para que, a partir de situações investigativas sobre a realidade, seja estabelecida a integração e a aprendizagem se torne contextualizada e centrada no aluno. Como defende Santomé (1998), a organização dos conteúdos em torno de núcleos que ultrapassam as fronteiras das disciplinas favorece a mobilização de conceitos, procedimentos e habilidades para solucionar questões propostas.

O currículo integrado reduz a fronteira entre os conhecimentos e o controle sobre a seleção do conteúdo e do ritmo nas relações pedagógicas (LOPES; MACEDO, 2011), modificando as relações de poder e gerando novas estruturas disciplinares, com novos efeitos sobre os sujeitos e os aspectos sociais. Ao estabelecer conexões em um currículo integrado, as autoras defendem uma integração que pode acontecer por meio também da interrelação de competências e habilidades, pelos conceitos abordados nas disciplinas e com a organização de projetos orientados por temas transversais ou por demandas sociais que partem do interesse dos alunos.

Complementando sobre as possibilidades de integração, Quigley e Herro (2015) defendem que há diferentes formas de integrar as disciplinas. Essas podem ser desde as abordagens – em que cada disciplina contribui com seu próprio conhecimento, processos e habilidades, ampliando o olhar sobre um tema comum, porém sem a integração entre as diversas perspectivas – até o uso da experiência coletiva de diversas disciplinas que, sem os limites de suas fronteiras, buscam a resolução para um problema colocado em primeiro plano.

Ao comparar essas abordagens, é possível distinguir propostas que partem das disciplinas para atingir o tema, em torno de um objeto comum, o que para muitos autores caracteriza a interdisciplinaridade e propostas que começam com o assunto ou problema e, na busca por sua solução, solicitam – transdisciplinarmente – o conhecimento específico, uma vez que para se representar adequadamente uma situação concreta é raro que baste uma só disciplina.

Embora concorde com a breve descrição sobre interdisciplinaridade apresentada, para Bochniak (1991) defini-la e conceituá-la é tarefa de difícil solução, uma vez que esta se

manifesta de diversas formas e conteúdos. Enunciá-la pressupõe assumir o risco de redução de suas possibilidades.

Dessa forma, é importante destacar que “a interdisciplinaridade não é o desdém das disciplinas mas, ao contrário a utilização destas para esclarecer uma situação” (FOUREZ, 2003, p.122).

Não sendo somente o uso das disciplinas, para que seu encontro dê sentido a uma situação, Fazenda (2006) esclarece que o pensar interdisciplinar pressupõe o diálogo entre as diversas formas de conhecimento que se interpenetram, buscando também as relações entre pessoas, a fim de tornar-se instrumento para o ensino.

Ao também abordar o tema, Assumpção (1991) explica a interdisciplinaridade como o nome dado a um encontro, em um fazer, buscando compreender, relacionar-se e comunicar com um objeto a partir de ligações entre diferentes pontos de vista, ultrapassando a segmentação do conhecimento.

Em consenso, a interdisciplinaridade remete à ideia de um processo integrador, articulando totalidade e unidade em que, considerando as diferenças, leva-se a um mesmo fim, uma mesma prática conduzida por uma intencionalidade mediada pela história humana. Não se trata de justaposição dos saberes, mas de um processo rumo a uma unidade, na qual o todo se reconstitui como síntese, que a partir de generalizações, torna-se maior do que a soma das partes (SEVERINO, 2006).

Apoiado na concepção de interdisciplinaridade apresentada por Fazenda (1991), e em diálogo com as proposições de Assumpção (1991) e Severino (2006), Santomé (1998) a entende como uma forma de compreensão do conhecimento para além das parcelas da realidade de um objeto.

Nesse sentido, destaca-se que a interdisciplinaridade reúne estudos complementares em um contexto de âmbito mais coletivo, em que cada disciplina é modificada e passa a ter uma relação de interdependência, buscando reencontrar a unidade do conhecimento colocado pela atividade científica e a complexidade dos problemas.

Assim, compreende-se em uma proposta interdisciplinar que a heterogeneidade, a participação e a busca pela superação de visões fragmentadas, sejam elementos para a produção de conhecimento sob a ótica da integração e recurso para a solução de problemas.

Sendo assim, um projeto interdisciplinar deve surgir de uma proposição, de um ato de vontade, troca e reciprocidade, e não pode ser imposto. Marcado pela coletividade e pela interdependência, o projeto caracteriza-se pelo desejo de criar e inovar, transpondo barreiras

de ordem material, pessoal, institucional e tratando a troca entre as disciplinas para ampliar a visão e as perspectivas sobre complexidade dos fenômenos.

A prática interdisciplinar na escola coloca em movimento condições para promover processos integradores e a apropriação do conhecimento, o que requer nova organização no currículo, estabelecendo ligações de complementaridade entre as matérias e entre a teoria e a prática do conhecimento, acrescenta Fazenda (1991).

Em termos práticos de desenvolvimento e aplicação de um currículo interdisciplinar na escola, deve-se promover situações para a aprendizagem que, com base na realidade, supere a organização tradicional do conhecimento, de modo que os alunos possam avaliar constantemente seus pontos de interesse, talentos e experiências em um ambiente planejado e que favoreça o desenvolvimento de habilidades.

No sentido de promover outras alterações para que essa proposta possa ser alcançada, Riley (2014) define alguns pontos que devem ser considerados no contexto de sua implementação, como o planejamento colaborativo entre professores de diferentes áreas, a reorganização dos horários, os investimentos na formação profissional, o mapeamento do Currículo e da avaliação em uma proposta alinhada e aberta. Assim, para Lopes e Macedo (2011), pensar o Currículo integrado implica também em modificações nas condições de trabalho, como por exemplo prever tempo, aos professores, para a sua formação profissional e o planejamento das aulas.

Embora não se trate de uma ideia nova, as diversas interpretações que a interdisciplinaridade recebe, no contexto da Educação, representa uma das razões pela qual essa prática, de fato, não ocorre com maior prevalência na escola (RILEY, 2012). Para esta autora, alguns fatores limitam sua aplicação, como: as deficiências na formação de professores para um Currículo interdisciplinar, a indisponibilidade de material de suporte e as dificuldades na avaliação. Lopes e Macedo (2011) ainda acrescentam a ausência de questões históricas e políticas e a alta competência de especialistas em suas disciplinas como obstáculos à prática interdisciplinar.

É preciso estar atento para não reduzir a interdisciplinaridade a um tema que serve de pretexto como fio condutor em um ensino dividido por matérias selecionadas; a uma situação em que uma matéria é dominante e as demais estão a seu serviço ou a um estudo temático de elementos desarticulados procedentes de diferentes matérias.

A simplificação da interdisciplinaridade pode ser traduzida na contradição entre a profundidade dos conceitos, que é característica à especialização disciplinar, e a abrangência do conteúdo. Portanto, em uma proposta interdisciplinar é a abrangência que deve assegurar

as especificidades de cada componente, garantindo a complementaridade entre eles em uma perspectiva de troca.

Outros aspectos como a falta de prontidão dos alunos e a dificuldade dos professores de se engajarem em abordagens além da própria disciplina também se colocam como obstáculos à implantação de propostas interdisciplinares e, muitas vezes, estão relacionadas à falha em estabelecer conexões entre determinada disciplina e um assunto interdisciplinar, o que limita as possibilidades de incorporar novas ideias e práticas e a falha em reconhecer diferenças nas perspectivas e suas possíveis contribuições (CONNOR et al., 2015).

1.3 – O Trabalho por Projetos como proposta para a Organização Interdisciplinar do Currículo

Diferentes caminhos, entre eles a aprendizagem baseada em problemas e projetos, apresentam-se como possibilidades para superar as dificuldades colocadas sobre a prática da interdisciplinaridade e permitem criar estruturas para a construção de currículos integrados.

A partir do vínculo entre teoria e prática, Hernandez e Ventura (1998) discutem a organização do currículo por projetos de trabalho como uma alternativa para a compreensão da informação e construção de conceitos por múltiplas perspectivas, ultrapassando as barreiras disciplinares e engajando em questões sociais.

Definida a partir de um problema, a aprendizagem baseada em projetos (*Project based learning*) é uma abordagem que foca no desenvolvimento de um produto ou na criação de um artefato. Apesar de se tratar de uma definição formal, de acordo com Connor et al. (2015), essa forma de aprendizagem engloba os princípios da aprendizagem realizada por meio da prática centrada no aluno e baseada em um problema que merece investigação e, por isso, considera os erros como parte do processo de aprendizagem.

Na mesma abordagem, Lopes e Macedo (2011) defendem o trabalho por projetos a partir de temas geradores, como sendo uma possibilidade de articular as partes para análise de um tema significativo. Com o objetivo de integrar o conhecimento e a reflexão, associado ao autoconhecimento, à criatividade e à imaginação, em um contexto pautado pela comunicação e responsabilidade social, estas autoras explicam que o trabalho por projetos – entendido como uma experiência de aprendizagem – deve criar a necessidade de aprender conceitos a partir da identificação de um problema, por meio da busca e do planejamento de soluções criativas, compreendendo que a aprendizagem se concretiza no momento em que transborda em ressignificações, sendo imbuída de sentidos que permitem a aplicação dos conceitos às situações sociais reais.

Para Hernandez e Ventura (1998), para a experimentação, as relações de aprendizagem e a construção da identidade e da autonomia devem ser reconsideradas, o que é possível somente diante da ressignificação dos papéis de professores e alunos e sua interpretação sobre a prática. Além disso, os ambientes devem ser desafiadores, colaborativos e seguros à participação, no sentido de tornar o ambiente interativo e aberto ao diálogo e à troca de experiências.

Seja pela interdisciplinaridade e/ou pelo trabalho por projetos ou por meio da seleção de conceitos e propostas metodológicas que configuram a organização dos conteúdos de forma integrada, a Educação pode tornar-se problematizadora e crítica e, assim, romper com modelos autoritários para uma aprendizagem com diferentes sentidos e possibilidades de transformação da realidade.

Ao entender que as Ciências apresentam intersecção com diferentes áreas do conhecimento, podendo ser ensinadas como um elemento integrado ou fragmentado em diferentes disciplinas, é preciso ampliar a visão de currículo no Ensino de Ciências para que sejam consideradas as relações entre disciplinas e para que estas se concretizem em estratégias que favoreçam a aprendizagem com sentido e significado no contexto em que se insere. Nessa direção, o Ensino de Ciências buscou relações com os campos da Tecnologia e da Engenharia para a inclusão formal de seus objetivos, aproximou-se da Matemática na produção de uma linguagem comum para a análise de fenômenos e das Artes e do Design no desenvolvimento de habilidades específicas, integrando elementos específicos e fundamentais destas.

É decorrente dessas aproximações que o STEAM surge como uma abordagem que, pela interdisciplinaridade e pelo desenvolvimento de projetos, busca compreender as Ciências a partir de uma forma ampla que considera suas múltiplas interações.

CAPÍTULO II – STEAM: UMA ABORDAGEM INTEGRADA PARA A ORGANIZAÇÃO DO ENSINO DE CIÊNCIAS

Após uma crítica à organização disciplinar do Ensino de Ciências e a defesa da integração entre disciplinas e áreas por meio da interdisciplinaridade e do trabalho por projetos, como forma de atribuir sentido e construir significados sobre os conceitos, este capítulo apresenta uma visão ampla sobre o STEAM[1], uma abordagem para a orientação curricular e metodológica desenvolvida para o Ensino de Ciências, que visa romper a fragmentação do conhecimento nessa área, integrando-o a Tecnologias, Engenharias, Artes e Design e Matemática.

2.1 – A Origem no STEM

Para compreender o STEAM, é preciso entender sua origem no STEM, sigla para uma abordagem do Ensino de Ciências que integra Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*), que surgiu em resposta à necessidade de melhorias no Ensino de Ciências e Matemática e como um desdobramento de iniciativas das décadas de 80 e 90, como o projeto “Ciências para todos os americanos” (*Science for all americans*), de 1989, as metas para a alfabetização científica de 1993 e as propostas de integração entre Ciências e Tecnologia e Ciências e Matemática, ambas de 1996 (SANDERS, 2009).

Com a finalidade de buscar o desenvolvimento científico e tecnológico por meio de um currículo integrado e conectando as áreas incialmente separadas, o STEM, tornou-se parte da política nacional de educação dos Estados Unidos, a fim de: promover a inclusão social e no mercado de trabalho, atender às demandas de fortalecimento da economia com foco na competitividade e aumentar o interesse dos alunos em carreiras nas áreas de Tecnologia e Engenharia.

Na tentativa de ir além da aplicação de conceitos nos exames nacionais e internacionais, e por meio da apresentação de problemas, o STEM busca articular e aplicar os conhecimentos das disciplinas escolares das áreas de Ciências, Tecnologias, Engenharias e Matemática para que, integrados à estrutura dos conhecimentos do indivíduo, possam assumir significado em uma situação concreta (SOUSA; PILECKI, 2013).

---

[1] STEAM: abordagem para o Ensino de Ciências que relaciona as Ciências naturais às Tecnologias, Engenharias, Artes e Design e Matemática. Com origem nos Estados Unidos, o STEAM é uma sigla para *Science, Technology, Engineering, Arts and Design and Mathematics.*

Por representar uma mudança na abordagem tradicional e fragmentada do Ensino de Ciências, inicialmente a apresentação da proposta STEM causou sensação de medo e perda de espaço das disciplinas, ao não tratar de terminologias e conceitos específicos. No entanto, quando aprendidas de forma integrada, as diferentes perspectivas das disciplinas constituem um conhecimento que possibilita a compreensão ampla dos conceitos e a inovação (YAKMAN, 2008).

Embora as práticas pautadas no STEM possam ser construídas sobre uma perspectiva mais tradicional, em que cada área é entendida individualmente e passa a incorporar elementos, normas, padrões e práticas das demais áreas, a tendência é que relacionadas entre si e em construção a partir da outra, no fornecimento dos princípios básicos, as quatro áreas possam ser integradas a partir de uma disciplina dominante ou organizadas de modo equitativo (SANDERS, 2006), favorecendo a produção de novos conhecimentos e novas tecnologias.

Nessa abordagem com princípios e elementos da interdisciplinaridade, apesar de enfatizar as Ciências e a Matemática, que apresentam reconhecimento como disciplinas acadêmicas, o STEM encontra suporte na Tecnologia e na Engenharia como meio para envolver os temas em processos de ensino por investigação, aproximando-se do contexto real em que as Ciências, as Tecnologias, as Engenharias e a Matemática estão integradas e são empregadas, rotineiramente, para a solução de problemas reais.

Assim, o estudo das Ciências não pode excluir a Tecnologia, o que se constitui a partir da criação dos processos de Engenharia e cujo desenvolvimento e efeitos são compreendidos pela Matemática.

Com base na proposta de integração entre as áreas, por meio da proposição de problemas, as iniciativas com a abordagem STEM ultrapassaram as fronteiras estadunidenses e puderam ser vistas em países como China, Coreia do Sul e México, que, embora localizados em contextos distintos, mas também diante das demandas do mercado e do aumento da competitividade global, compartilhavam necessidades de mudanças no Ensino de Ciências.

Na Coreia do Sul, por exemplo, “a Educação pelo STEM ressalta a importância da Educação que nutre as habilidades para a resolução criativa de problemas com vistas para a competitividade em uma era global e para preparar para os desafios futuros” *(*KIM; CHAE, 2016, p.1927).

Considerando o relato das experiências de países que aplicam o STEM em atividades escolares, as atividades realizadas por organizações não governamentais e, também, diante da situação crítica da aprendizagem em Ciências no Brasil, a Academia Brasileira de Ciências

(ABC) promoveu, em 2015, uma discussão sobre os desafios da educação técnico científica, na qual reconheceu o STEM como uma abordagem que possibilita integrar diferentes áreas das Ciências, em uma nova proposta para a organização do ensino nacional.

Nessa discussão, enfatizou-se o momento de construção de uma proposta de organização curricular para a educação básica e a Academia[2] propôs a complementaridade entre o currículo escolar e o STEM, podendo ser contemplado de modo integrado ao currículo ou em atividades extra curriculares, a fim de atender aos múltiplos aspectos da aprendizagem na organização do ensino centrado no aluno, para a construção do conhecimento e o desenvolvimento de habilidades científicas (informação verbal).

Assim, embora não explicite um referencial teórico de ensino e aprendizagem, por meio da integração entre as áreas e da busca por conectar os conhecimentos ao mundo real, o STEM está pautado em princípios que valorizam a aprendizagem ativa, a motivação para a aprendizagem, a interação social para o desenvolvimento cognitivo e a contextualização das práticas e do conhecimento. Considerando, ainda, a importância do trabalho de pesquisa, da comunicação e da colaboração, e do pensamento crítico, essa abordagem deixa claro que se trata de uma proposta centrada no aluno, focando na resolução de problemas, no trabalho em grupo e nas práticas experimentais.

Para Riley (2014), o STEM pode ser definido como uma proposta de ensino e aprendizagem que parte da integração entre duas ou mais áreas do conhecimento e se concretiza com questionamento, observação, investigação e na busca pela resolução de problemas.

Nessa perspectiva, ancorado na dimensão prática das Ciências e da Engenharia, nos conceitos transversais e nas ideias centrais dos conteúdos das disciplinas, as práticas pautadas no STEM, embora não apresentem uma definição única, integram as Ciências e engajam alunos e equipes em uma investigação científica, colocada em um contexto tecnológico que, para a resolução de problemas, requer a aplicação da Matemática (SANDERS, 2009).

Além disso, essas práticas STEM devem estar alinhadas às habilidades científicas. No contexto dessa pesquisa, orientado pela perspectiva histórico-cultural, assim como os conceitos científicos, as habilidades são entendidas como uma construção cultural das Ciências e, portanto, como objetos da cultura a serem apropriados pelos alunos

[2] Informação fornecida durante o Simpósio “Desafios da Educação Técnico-Científica no Ensino Médio”, Rio de Janeiro (RJ), 2015.

Ao objetivar o desenvolvimento de habilidades como interpretação, comunicação, análise e síntese, Riley (2014) ressalta que a aplicação do STEM em sala de aula requer um profundo desenvolvimento profissional dos professores para a compreensão e a construção de conexões entre conteúdos de áreas relacionadas.

Embora a escolha das estratégias e do material, a organização curricular e o planejamento colaborativo sejam os elementos que devem incorporar as contribuições das diversas áreas, para assim serem aplicadas e avaliadas no processo de aprendizagem (RILEY, 2012), a formação de professores é a chave para desenvolver um programa STEM de maior qualidade, sendo que a sua falta representa o maior obstáculo à sua implementação.

Dessa forma, colocar o STEM em prática exige mais do que equipamentos, pois a simples incorporação de elementos da tecnologia em uma atividade de ensino não a caracteriza e nem a transforma em uma proposta integradora. É nesse momento que as concepções e a clareza de seus conceitos configuram-se em elementos fundamentais para a realização de ações coerentes com a proposta.

Diante da importância da revisão e do questionamento sobre as concepções de ensino, a formação profissional deve promover a reflexão sobre a vivência das ideias, o planejamento, a apropriação de conceitos e a busca pela resolução de problemas; assim como se espera dos alunos, balanceando o ensino do conteúdo com o desenvolvimento de habilidades e práticas pedagógicas para engajar os estudantes.

Atualmente, os investimentos e as práticas STEM são geralmente vistos, em sua maioria, em propostas e cursos extracurriculares, eventos específicos, programas de robótica e espaços de educação não formal, sendo que estas são apenas algumas das possibilidades de alcanço dessa abordagem (RILEY, 2012).

Realizadas em espaços como centros de Ciência e Tecnologia, museus, jardins botânicos, organizações ambientais de saúde, bibliotecas, plataformas digitais, entre outros, Bell (2016) cita que as práticas STEM abarcam diversos públicos e criam oportunidades de aprendizagem relacionadas à cultura do “Faça Você Mesmo” (do inglês, DIY - Do It Yourself)[3] e ao Movimento Maker[4].

---

[3] “Faça você mesmo” refere-se à prática de fabricar ou reparar algo por conta própria em vez de comprar ou pagar por um produto industrializado. Essa cultura, que questiona o monopólio das técnicas por especialistas, também pode ser considerada como um estilo livre de vida, em que pessoas começam a suprir suas necessidades por conta própria, valorizando a disseminação do autoconhecimento.

[4] Como uma extensão da cultura “Faça Você Mesmo”, o Movimento Maker tem em sua base a ideia de que qualquer pessoa pode, a partir de suas necessidades, construir, consertar, modificar e fabricar os mais diversos tipos de objetos e projetos com suas próprias mãos.

Nesses locais, profissionais de diferentes áreas desenvolvem dinâmicas com material e ferramentas para facilitar a aprendizagem nas áreas do STEM por meio da investigação e de atividades práticas de construção, estimulando a criatividade.

Apesar dos avanços e da relevância das ações de educação não formal sobre o STEM, a fim de atender aos objetivos da proposta, é preciso que as iniciativas nessa área adentrem formalmente aos muros da escola e se tornem parte da formação dos alunos nas séries do ensino básico.

No ambiente escolar, os dados apresentados pela Academia Nacional de Ciências dos Estados Unidos evidenciam que as experiências como o STEM ocorrem de diferentes formas, seja em atividades pontuais no currículo escolar, na organização de um curso específico geralmente voltado para a área de Ciências ou, ainda, como proposta curricular de toda a escola. Essas diferentes maneiras de aplicação do STEM implicam em diversos modos de planejamento, recursos necessários, desafios de implementação e possíveis resultados em sala de aula.

No entanto, apesar dos investimentos para a implementação do STEM nos anos iniciais da educação básica estadunidense, ao reproduzir experimentos orientados em protocolos, referentes a problemas conhecidos e já solucionados pela sociedade, as dinâmicas STEM pouco representaram características do trabalho de profissionais das áreas de Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática.

Nesse modelo, as atividades propostas não estimularam a curiosidade e a necessidade do conhecimento das Ciências na tomada de decisões para condução de experimentos que permitissem construir explicações sobre situações reais (YAGER, 2007, apud SOUSA; PILECKI, 2013).

Assim, de acordo com dados do Programa Nacional de Avaliação do Progresso em Educação dos Estados Unidos, divulgados em 2012, poucos foram os avanços percebidos no desenvolvimento dos alunos em relação à resolução de problemas, ao pensamento crítico e à utilização de simulações e modelos experimentais em laboratório, assim como nas oportunidades de planejamento criativo dos professores.

Embora o STEM proporcione a exploração de modo integrado de quatro áreas do conhecimento com oportunidades do ensino, realizado por meio de dinâmicas e experimentos práticos, investigação e trabalho em equipe, processos de inovação e criatividade, essenciais no século XXI, não foram contemplados nessa proposta (RILEY, 2012).

Para Sousa e Pilecki (2013), os conceitos e os princípios científicos, técnicos e matemáticos como a objetividade, a lógica e a aplicação prática, localizados em propostas de

atividades do STEM, também demandam de habilidades como a criatividade e a inovação, nem sempre desenvolvidas.

Vale destacar que no contexto abordado, para Connor et al. (2015), enquanto a criatividade é entendida como uma habilidade mental, associada ao pensamento divergente, de conceituar e imaginar algo novo, incomum e único que permite enxergar novas conexões entre elementos aparentemente aleatórios e sem ligação, a inovação é compreendida como um processo que transforma as novas ideias em valor real.

Em uma nova abordagem para o Ensino de Ciências, espera-se desenvolver a criatividade e a inovação na análise de situações e na resolução de problemas. Nesse caso, estando relacionada às necessidades humanas, são exigidas a ruptura de modelos estabelecidos e formas criativas e inovadoras de pensar (BOY, 2013).

Impulsionados por essas exigências e embasados por argumentos de pesquisas das neurociências, que discutem a criação de novos caminhos neurais e o aumento de conhecimento por meio do ensino das Artes, sobre cognição e aspectos sociais, Sousa e Pilecki (2013), Jeffers (2009) e Land (2013) enfatizam a importância da integração das Artes e do Design, em suas múltiplas dimensões, com a abordagem STEM.

2.2 – Do STEM para o STEAM: o Movimento de Incorporação das Artes e do Design

Diante da necessidade de incorporar a criatividade e a inovação ao STEM, a integração das Ciências com as Artes e os princípios do Design emerge como uma alternativa para promover oportunidades à expressão e a conexões pessoais que, segundo Land (2013) é um desejo das novas gerações.

Sem a pretensão de estabelecer uma definição única para as Artes, no STEAM, esta pode ser compreendida em ampla relação com demais campos do conhecimento, podendo ser o elemento motivador e a base para discussão de temas que permitem estabelecer conexões entre os conteúdos e o mundo, desenvolver a criatividade necessária para resolver problemas reais e a comunicar as ideias.

Ao defenderem a integração das Artes e do Design ao STEM, Sousa e Pilecki (2013) e Jeffers (2009) discutem que pensamento divergente, a criatividade e a imaginação inerente a essas áreas podem complementar as explicações mais objetivas e o pensamento convergente mais característico das Ciências para a tomada de decisões reflexivas e críticas, para a criação de novas produções culturais, com múltiplas possibilidades de respostas.

Ao citar que “refinar os sentidos e alargar a imaginação é o trabalho que a Arte faz para potencializar a cognição” (BARBOSA, 2008, p.12) é possível afirmar que as Artes atuam

como meio para a compreensão e a síntese da essência do conteúdo, levando os alunos à articulação de sua própria interpretação sobre o objeto de estudo, de modo a explorar suas possibilidades em uma unidade (LAND, 2013).

Apesar de sua importância na expressão da experiência humana, as Artes e a sua organização em uma disciplina foram consideradas como objeto secundário do ensino e, por muitas vezes, foram reduzidas ou eliminadas do currículo escolar para privilegiar as áreas científicas.

Para Burton (2000), a falta de limites das Artes como disciplina e a natureza qualitativa do pensamento trabalhada nesta, podem ser consideradas como potências para alargar o processo de investigação, reflexão, imaginação e desenvolver habilidades como ferramentas do pensamento.

Por esse histórico, embora a relação entre Artes e Ciências e a incorporação das diferentes formas de expressão tenham sido fluidas e natural na resolução criativa de problemas da antiguidade, Quigley e Herro (2016) consideram a falta de percepção sobre possibilidades de integração entre Ciências e Artes como uma das dificuldades para o Ensino de Ciências.

Buscando integrar Artes e Ciências e, como uma forma de ampliar as formas de percepção do mundo, Sousa e Pilecki (2013) enfatizam que a incorporação das Artes favorece o desenvolvimento de novas formas de pensar e aprender, além de fomentar a inovação, a conexão entre as questões sócio emocionais e as Ciências, permitindo transformar o currículo para promover o engajamento de alunos e professores, bem como aprimorar o desenvolvimento cognitivo, emocional e psicomotor, em um ambiente de aprendizagem estimulante e prazeroso.

A partir de uma autêntica conexão com clareza em seus objetivos, a integração entre as áreas do STEM e as Artes e o Design, por meio dos conhecimentos artísticos, é colocada como forma de estimular a criatividade, maior capacidade de aprendizagem e compreensão do mundo (RILEY, 2014).

É importante ressaltar que não se trata de resolver os problemas do Ensino de Ciências por meio da incorporação das Artes e do Design, mas, sim, de estudar e aplicar as habilidades e os princípios dessa área nas demais disciplinas para transformar o pensamento e ampliar as oportunidades autênticas de aprendizagem.

Um estudo comparativo entre dois programas que passaram a incluir Artes às Tecnologias e às Ciências em cursos universitários, realizado pela Universidade da Califórnia, demonstrou que, quando colocadas como ferramenta para contribuir com a aprendizagem em outras disciplinas, as Artes ampliam as perspectivas e a descoberta de forças e pontos em

comum, entre seus fundamentos e a especificidade do conhecimento científicos (GHANBARI, 2015). Com resultados semelhantes, Miller e Knezek (2013), ao analisarem os impactos da integração das Artes ao STEM, demonstraram que, na presença destas, o desempenho dos alunos em Ciências e Matemática foi maior.

> As Artes e as Artes liberais melhoram a criatividade dos alunos e a participação ativa e estimulam os alunos a desenvolver uma abordagem criativa para o pensamento científico que é baseado na imaginação e emoção, por meio do desenvolvimento dos aspectos emocionais (KIM; CHAE, 2016, p.1928).

Assim, ao reconhecer a importância das Artes e do Design e incorporar a sensibilidade inerente a essa área na organização das práticas de ensino, em um movimento de transição que Ghanbari (2015) considera se constituir em uma nova linguagem, a proposta STEM recebe o “A” e passa a ser reconhecida como STEAM.

2.3 – O Conceito STEAM

Embora apresentado como um termo relativamente novo, a integração e a colaboração entre disciplinas e entre as Artes e as Ciências, presente no STEAM, não é uma ideia nova.

Assim como o STEM foca na resolução de problemas e no desenvolvimento de habilidades científicas para os desafios futuros e a competitividade do mercado, o STEAM mantém a preocupação com a competitividade global, e por sua integração entre os conhecimentos de Ciências e de Artes busca incluir a criatividade na tomada de decisão, motivando a resolução de problemas. “O STEAM foi uma forma encontrada para aumentar a eficácia científica e a criatividade, ao mesmo tempo em que maximiza o interesse e a motivação nas Ciências, o que ajuda a aprimorar a competitividade científica” (KIM; CHAE, 2016, p.1927).

A partir dessa premissa, a construção do conceito STEAM encontra suporte em teorias de ensino que defendem os currículos orientados pela organização do conteúdo em temas e pela investigação, a contextualização do conhecimento e as propostas pautadas pelo construtivismo, sendo essa a teoria que direciona a abordagem (YAKMAN; HYONYONG, 2012).

Tais pressupostos colocam em produção um currículo integrado que visa permitir – aos alunos – experiências de aprendizagem investigativas e contextualizadas, com foco na integração entre as disciplinas, na aprendizagem centrada no aluno e baseada em problemas e em projetos, bem como no desenvolvimento de habilidades.

A partir do STEM, em que as quatro áreas – Ciências, Tecnologias, Engenharias e Matemática – passaram a incluir elementos das demais áreas em suas práticas, com base na integração entre os assuntos abordados e nas práticas de ensino e aprendizagem, é que o STEAM emerge como uma proposta voltada para um mundo em constantes e rápidas transformações, na qual a escola deve ser democrática e transformar o foco no conteúdo para uma estrutura que promova a aprendizagem para a vida toda (YAKMAN, 2010).

Com base nos pressupostos da análise da totalidade, da aprendizagem prática e conectada à realidade e, da atribuição de significado aos conceitos pela percepção do fenômeno, o conceito da abordagem STEAM foi proposto em 2008, por Georgette Yakman, pesquisadora da Virginia Polytechnic Institute and State University.

De acordo com Yakman (2008, p.17), “entender as Ciências sem as Tecnologias, o que abrange a maior parte de sua pesquisa e o desenvolvimento das Engenharias, que não é possível criar sem o entendimento das Artes e da Matemática”, o STEAM foi, pela primeira vez, apresentado como uma abordagem de ensino que apresenta um modelo de desenvolvimento educacional, em que as disciplinas tradicionais das áreas de Ciências, Tecnologias, Engenharias, Artes e Matemática são estruturadas em uma proposta de currículo integrado.

Após reformulações sobre o entendimento da Matemática, linguagem que atua como elo entre as disciplinas e o aspecto de construção social das Artes, e sabendo que as áreas podem ser estudadas individualmente ou em grupos afins, o conceito sobre STEAM é mais do que um projeto de sala de aula que inclui Artes e Tecnologias nas Ciências, Engenharia e Matemática e, por isso, foi submetido a revisões.

Como resultado desse processo, a abordagem STEAM passou a ser compreendida como uma experiência de aprendizagem em que “as Ciências e a Tecnologia são interpretadas por meio da Engenharia e das Artes, baseadas nos elementos da Matemática” (YAKMAN, 2008, p.18), permitindo explorar a informação em novos caminhos de criação. Apesar das transformações, a própria autora relata que se trata de uma abordagem que emerge a partir de pesquisas e não se encontra acabada, podendo receber contribuições das conexões naturais entre as áreas e as formas de ensino na prática.

Diante da proposta revista e de acordo com a Associação Nacional da Educação em Artes nos Estados Unidos, Riley (2014) complementa que o STEAM valoriza as áreas de modo equitativo e implementa as Artes em propostas variadas e mantendo seu rigor. Em sua percepção, o STEAM busca construir conexões naturais entre conteúdos, em múltiplos contextos e sob a perspectiva da integração, para, por meio do questionamento e do diálogo, engajar pessoas em práticas criativas e reflexivas a fim de fomentar a inovação.

Ampliando as perspectivas para além das disciplinas, Riley (2014, p.23) define o STEAM como “uma abordagem educacional para a aprendizagem, que emprega Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática como pontos de acesso para conduzir a investigação, diálogo e pensamento crítico dos alunos”. No STEAM, as cinco áreas envolvem processos criativos e não usam somente um método para o questionamento e a investigação, além disso, a informação é compartilhada e explorada em novos caminhos de perceber e pensar a criatividade.

Ao buscar uma estrutura que permita aos alunos estabelecer e compreender a importância das relações entre as áreas do conhecimento e, simultaneamente, uma forma de organizar o ensino a partir da reflexão e da interconexão entre os campos de estudo, Yakman (2008) propôs as definições e as classificações das cinco áreas do STEAM. Em sua compreensão, como produtos da humanidade, Ciência e Tecnologia estabelecem uma relação dialética.

Entende-se, ainda que as Ciências precedem as Tecnologias, organizam e compreendem o que existe na natureza, explicada por sua ocorrência e interferência, a Tecnologia é entendida como produção relacionada às modificações na natureza, na sociedade, no design e nas habilidades para atender a necessidades e desejos humanos, como modo de atuar no mundo. No entanto, além de modificar as formas de aprender, trabalhar e viver (BOY, 2013), as invenções, os produtos e as ferramentas de novas tecnologias são necessárias para realizações de testes nas Ciências.

Embora represente desafios para os professores, especialmente em explorar práticas inovadoras que engajam os alunos em novas formas de pensar e questionar, é preciso que, como um componente da cultura (SANDERS, 2009), a Tecnologia estabeleça seu lugar na educação e seja aceita como área de ensino e com conceitos nos diferentes níveis de ensino, favorecendo a inclusão dos alunos no contexto.

Em uma proposta integrada como o STEAM, a Matemática deve apresentar conceitos e princípios usados para a resolução de problemas nas Ciências e no cotidiano, indo além de exercícios e memorização, para se tornar uma forma de compreender a realidade.

Usando a lógica e a criatividade baseada nas Ciências e na Matemática e, também, utilizando as Tecnologias para criar contribuições para o mundo, a Engenharia se relaciona com: arquitetura, computação, agricultura, química e sistemas industriais, entre outros. E apesar de não haver histórico da Engenharia como disciplina especifica, a área vem ganhando espaço na Educação Básica; os conceitos de Engenharia – o pensamento indutivo que parte da teoria e progride para a aplicação na prática e a abordagem sistemática e iterativa para

desenvolver objetos, processos e sistemas de acordo com as necessidades humanas – devem ser introduzidos e incluídos como parte da investigação científica.

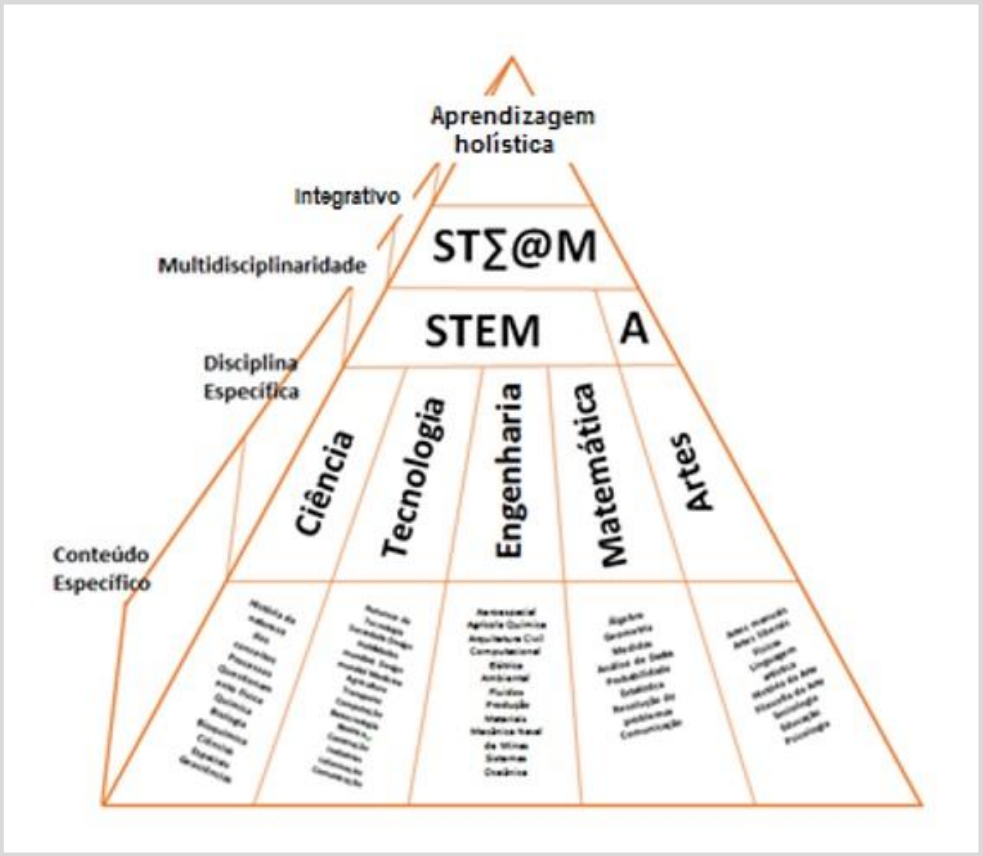
No STEAM, a Engenharia está relacionada à criatividade e ao pensamento do design na resolução de problemas e no desenvolvimento da inovação, criando possibilidades para projetar e conduzir experimentos, aplicar conhecimento da Matemática e das Ciências, analisar dados, trabalhar em equipe, considerando que os objetos criados melhoram nossa forma de viver e também modificam princípios da sociedade (BOY, 2013).

As Artes são compreendidas como uma forma de entender o desenvolvimento da sociedade em seus costumes e atuações no passado, no presente e no futuro, formando pessoas capazes de entender as suas responsabilidades nas direções em que o mundo é encaminhado. Ao final, complementando as Artes e trazendo a conexão entre estas e a técnica, o Design apresenta, em seu percurso, semelhanças com as Ciências para propor soluções aos problemas vivenciados.

Compreendendo cada uma das áreas, Yakman (2008) propõe o diagrama do STEAM (Figura 1), apresentando uma estrutura composta por palavras-chave e níveis de classificação.

Como um modelo para prover perspectivas e vocabulários comuns para professores e pesquisadores, o diagrama pretende demonstrar a interação para as áreas formais das Ciências, Tecnologia, Engenharia, Artes e Design e Matemática, considerando que as matérias podem ser ensinadas com base em outra área, uma vez que apresentam elementos que atravessam seus currículos. E com essa organização, os conceitos podem ser explorados de modo universal e por meio de métodos integrativos.

Figura 1 – Diagrama do STEAM.



Fonte: Adaptado de Yakman (2008).

Uma breve análise do diagrama demostra que, partindo de conteúdos específicos, é que são constituídas as disciplinas que se relacionam e possibilitam a organização de propostas cada vez mais integradas e que podem conduzir ao que a autora chamou de aprendizagem holística.

Para a compreensão das Ciências Naturais, a estrutura ressalta o suporte da Tecnologia que está, em grande parte, baseado nos estudos das Engenharias e destaca a compreensão das Artes e da Matemática como linguagens que integram conceitos.

Partindo da base do diagrama, o nível dos conteúdos específicos propõe o estudo destes em detalhes e com maior profundidade, podendo ser um estudo agrupado em áreas ou isoladamente, mantendo sempre a relevância e a relação com o contexto.

O nível das disciplinas específicas é caracterizado pela divisão das matérias individuais – Ciência, Tecnologia, Engenharia, Matemática e Artes – como a base do currículo. Embora possam ser trabalhadas de modo contextualizado e com a explicitação de relações entre estas e a realidade, o conteúdo e as práticas de cada disciplina são discutidas com maior profundidade, em espaços e sobre conteúdos específicos.

A multidisciplinaridade presente no terceiro nível do diagrama revela a visão geral de campos específicos e suas relações em unidades temáticas, que são planejadas para abordar conceitos específicos presentes no currículo.

Nesse nível, encontra-se o STEM como uma tendência para relacionar áreas de Ciências, Tecnologia, Engenharias e Matemática, deixando as Artes marginalizadas.

Yakman (2008; 2010) não especifica o conceito de multidisciplinaridade empregado no diagrama, o que permite algumas interpretações distintas sobre como as disciplinas estão integradas. Em nossa compreensão, as quatro áreas do STEM mantêm a identidade e os princípios fundamentais de cada campo, porém, em diálogo entre si, o que se aproxima do conceito de interdisciplinaridade apresentado no capítulo anterior. Essa proposta, no entanto, não contempla os elementos das Artes.

O nível integrativo em que é apresentado o STEAM amplia a visão sobre os campos de estudo e sua inter-relação com a realidade. Nesse nível, percebe-se uma nova forma de escrever o STEAM, que é extrapolado e passa a incluir a letra sigma (Σ) e o símbolo arroba (@), tornando-se STΣ@M.

Fazendo uma referência à Matemática e representando a somatória de todas as áreas, a letra sigma indica as Engenharias, enquanto o símbolo arroba, ao mesmo tempo em que se refere à letra A das Artes, também remete à ideia da Tecnologia.

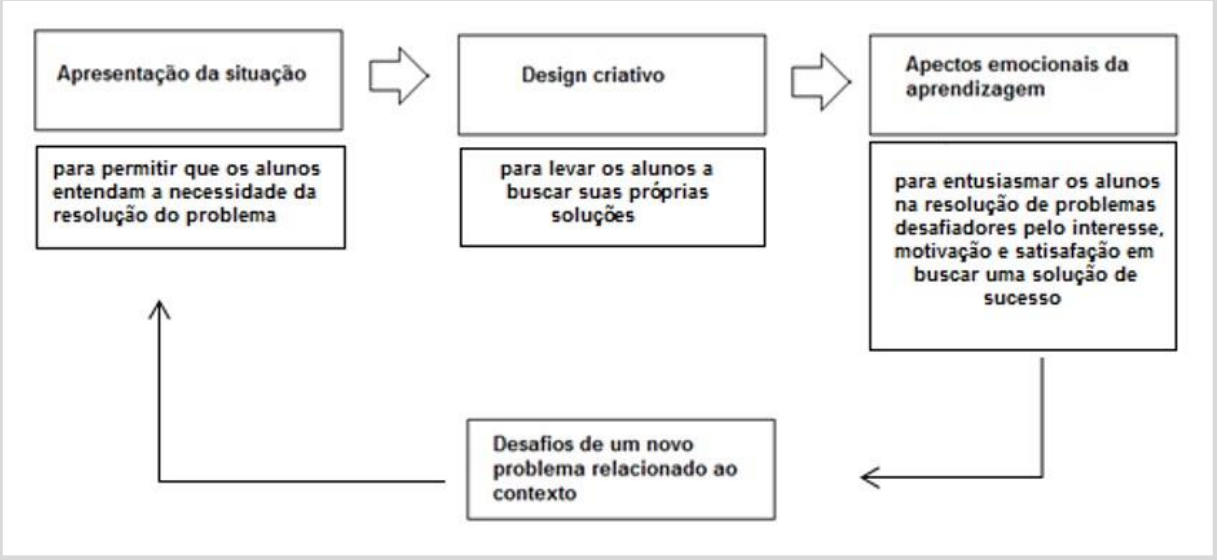
Essa nova grafia permite entender que a abordagem do STΣ@M ultrapassa as barreiras disciplinares, não havendo limites entre as áreas que passam, inclusive, a incorporar elementos uma das outras e a confundir seus elementos entre si. Diante dessa leitura, a integração proposta entre as áreas se aproxima da nossa compreensão referente à transdisciplinaridade.

No último nível da proposta, Yakman e Hyonyong (2012) explicam a aprendizagem holística como a aprendizagem permanente e para a vida inteira, em que é possível explorar as oportunidades das diferentes áreas na construção do conhecimento. Nesse nível de integração, a aprendizagem não está limitada a conteúdos ou áreas de conhecimento e, tão pouco, pode ser planejada, controlada e entregue de forma igualitária.

Embora seja usado como referência para explicar os princípios e construir as práticas do STEAM, o diagrama proposto por Yakman (2008) mantém a sua organização a partir de um modelo de conteúdo, abrangendo a ideia de integração entre este em disciplinas e áreas que podem ser associadas a abordagens inter e transdisciplinares. Contudo, há valores e princípios presentes na abordagem do STEAM, como o questionamento, a investigação, a resolução de problemas e a criatividade, que não estão presentes na figura mencionada, o que levou à formulação de novas representações sobre o STEAM.

A partir dos princípios do STEAM, Kim e Chae (2016) utilizam o modelo (Figura 2) da Fundação Coreana para o Avanço da Criatividade e da Ciência (KOFAC) para explicar que, a partir de um desafio ou problema do contexto, uma situação é apresentada como forma de colocar a necessidade da resolução deste e motivar a busca por múltiplas soluções, com base no design criativo. Esse modelo também considera as características sócio emocionais, como o entusiasmo sobre os desafios, o interesse na resolução de problemas e a motivação e a satisfação com o sucesso da resolução.

Figura 2 – Modelo de Referência do STEAM.



Fonte: Adaptado de Kofac (2012).

Nessa proposta, o design criativo se refere à criatividade, à eficiência, ao senso estético, à colaboração, à reflexão e à comunicação para a resolução de problemas, envolvendo conceitos de Engenharia e Tecnologia. As questões emocionais estão relacionadas à motivação e às características pessoais para a aprendizagem.

Diferentemente do diagrama proposto por Yakman (2008), o modelo do STEAM da KOFAC não apresenta os conceitos e as áreas, destacando a construção de sua prática, o que permite sua aplicação em diversas áreas, não focando no Ensino de Ciências. Em comum com a visão apresentada por Yakman (2010), o modelo proposto se refere à atribuição de sentidos, aos interesses, à integração entre conceitos, e busca conectar conteúdos à vida real em uma perspectiva holística (PARK et al., 2016).

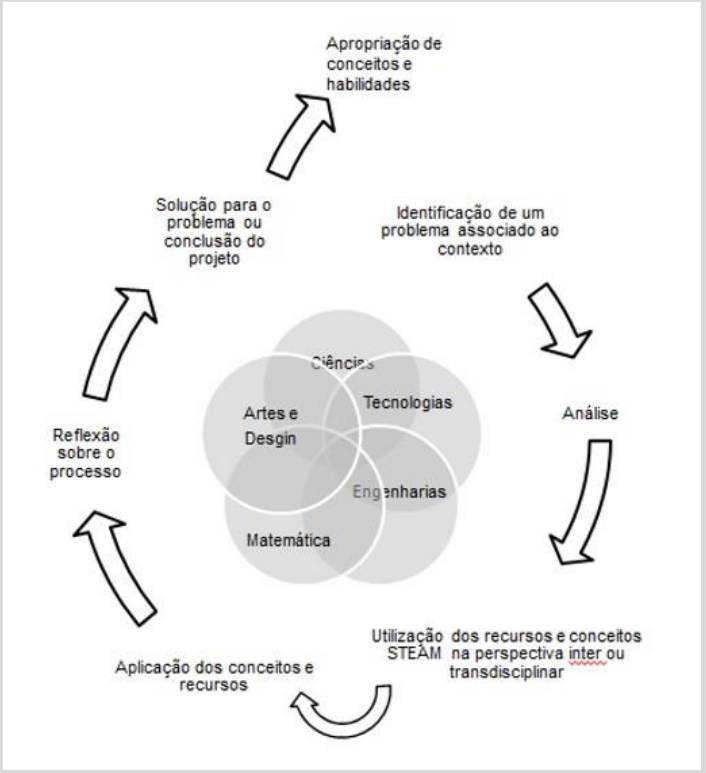
Considerando as possibilidades de reconstrução e a importância da recontextualização do conceito de acordo com as diferentes realidades e a partir de uma revisão da literatura, entendemos o conceito STEAM como uma abordagem que orienta a organização do ensino expressa, entre outros aspectos, em um currículo pautado pela integração entre conceitos das áreas de Ciências, Tecnologia, Engenharia, Artes e

Matemática, com articulação de modo equitativo, por objetivos comuns e relacionados ao contexto.

Sendo explorada de forma investigativa por meio de propostas inter e transdisciplinares, a abordagem STEAM parte da identificação de um problema que pode se expandir para a realização de projetos, que exploram conceitos e materiais na aplicação do conhecimento e se pauta na aprendizagem ativa e, ainda, que favorece a criatividade e a colaboração.

Assim, associando os pressupostos colocados nos modelos apresentados por Yakman (2008) e pela KOFAC (2012), elaboramos a seguinte representação (Figura 3) para ilustrar uma concepção sobre o STEAM que aborda o seu processo de desenvolvimento desde a proposta inicial, como motivo para engajar os estudantes, até o resultado final que atende à demanda colocada inicialmente, considerando as múltiplas contribuições das áreas do conhecimento na aprendizagem.

Figura 3 – Representação sobre o Conceito da Abordagem STEAM.



Fonte: Elaboração da pesquisadora.

Apesar de representações diferentes, ao partir de elementos comuns como a integração entre conceitos e a investigação pautada em problemas, o STEAM busca a formação de alunos que apresentem mais do que habilidades técnicas e que sejam também capazes de, ao construir o próprio percurso de aprendizagem, decompor um problema

complexo por meio do pensamento convergente e que, por divergência, possam desenvolver soluções criativas e aplicáveis à realidade. Nesse sentido, Yakman e Hyonyong (2012) enfatizam que o STEAM contribui para a aprendizagem entre áreas, formando pessoas que aprendem a aprender, que são mais capazes de interpretar e lidar com as mudanças e de se adaptar e contribuir para e com os avanços da sociedade global.

2.4 – O Conceito de Integração no STEAM

Em uma abordagem como o STEAM – que busca por meio da integração entre conceitos aumentar os caminhos pelos quais os alunos são capazes de estabelecer conexões entre as disciplinas, atribuindo sentidos para os significados apropriados – entender a concepção sobre essa integração é elemento fundamental para a sua realização, uma vez que é na relação entre os conceitos que residem os elementos principais da organização do ensino na abordagem STEAM.

Na visão de Riley (2014), a integração de conceitos, tópicos, objetivos e avaliações sobre o STEAM é um caminho importante e com potencial para transformar o ensino e os cursos tradicionais, para conectar a escola à realidade e motivar os alunos em relação à aprendizagem, não sendo restrita a uma única abordagem.

Impulsionada pela integridade das Artes, a integração entre estas e as Ciências, as Tecnologias, as Engenharias e a Matemática permite abordar maior diversidade de conteúdos em um projeto, em função do amplo espectro de habilidades necessárias para a sua execução, ampliando as possibilidades de atribuir novos sentidos aos conceitos e perceber formas de traduzi-los e aplicá-los em sua realidade.

Para tanto, o planejamento de experiências integradas deve fornecer suporte para que os alunos possam estabelecer co0nexões e, a partir do conhecimento específico, construir conhecimentos e habilidades nas disciplinas e entre estas (QUIGLEY e HERRO, 2015).

Para os autores que abordam o STEAM (RILEY, 2014; YAKMAN, 2010; WINTERMAN, MALACINSKI, 2015) a integração é entendida como ação de busca e alinhamento entre objetivos e práticas de ensino e de avaliação entre dois ou mais conceitos conectados, mantendo a integridade das áreas envolvidas para a construção de relações sociais e emocionais entre essas, com base no questionamento e na colaboração.

Ao falar especificamente sobre o STEAM, Riley (2014, p.16) define a integração como “a ação intencional de buscar, alinhar, ensinar e avaliar dois ou mais objetivos naturalmente conectados de modo equitativo e com integridade a duas áreas do conhecimento”. Nessa integração, uma disciplina pode ser considerada a base para a estruturação do currículo ou

para as ações de ensino e aprendizagem e, por meio de seus objetivos, os assuntos e os propósitos comuns podem ser planejados de modo equitativo.

A partir de objetivos comuns estabelecidos, o conhecimento das disciplinas passa a apresentar múltiplas formas de investigar e incorporar diversos pontos de vista, com conteúdos e conceitos de diferentes áreas, por temas e com a proposição de problemas em um cenário autêntico.

Percebidas as contribuições específicas e disciplinares em sua integridade, mantendo a identidade e organizadas em torno de objetivos comuns, o STEAM alinha-se à abordagem interdisciplinar do ensino, apresentada por Fazenda (1991). Para Quigley e Herro (2015), essa forma de abordar o STEAM indica a organização do ensino pela integração entre conceitos, a partir da disciplina e não de um tema central ou de um problema a ser resolvido.

Com essa crítica, as autoras defendem que, partindo de objetivos comuns colocados em uma situação problema, muitas vezes ampliada na execução de um projeto, a interdisciplinaridade pode transcender os limites entre as disciplinas e colocar os conceitos de modo integral em um contexto transdisciplinar. Assim, entendem o STEAM como “um estilo transdisciplinar de ensinar uma ampla variedade de conhecimentos e habilidades que promovem a resolução de problemas” (QUIGLEY; HERRO, 2016, p.1).

Kim e Song (2013) relatam que, ao serem propostos problemas abertos e conectados a situações reais, a realização de experimentos e a investigação empírica ajudaram os alunos a estabelecerem conexões entre as disciplinas na construção do conhecimento.

Transitando entre a inter e a transdisciplinaridade para a resolução de problemas, a integração no STEAM não apresenta uma concepção única e emerge das práticas em sala de aula, levando os alunos a percorrer caminhos que colocam em diálogo diferentes soluções e perspectivas possíveis.

No entanto, essa forma de abordar o ensino e, nesse contexto, o STEAM, traz uma série de desafios aos professores na organização do ensino e de suas práticas, em função da organização tradicional das escolas estruturadas por matérias e disciplinas, além de outros fatores limitantes. Por outro lado, há exemplos de aplicações cuja análise amplia as possibilidades de sua realização em diversas situações.

2.5 – O STEAM na Prática: Aplicações, Limites e Possibilidades

Como uma abordagem orientadora do currículo e de práticas de ensino na área de Ciências, o STEAM vem ganhando cada vez mais espaço no cenário da Educação em países

como os Estados Unidos, Coreia do Sul, México, China e Finlândia, sendo adaptado aos diferentes contextos de sua aplicação.

Por estar mais presente em práticas extracurriculares e programas de tecnologia educacional, Kim e Chae (2016) defendem a integração do STEAM ao currículo escolar como meio para transformar a educação e a diversidade na formação do aluno, visando ao desenvolvimento da Ciência e da Tecnologia no futuro. Yakman (2010) observa que a aplicação do STEAM em atividades fora desse currículo não representa um problema, desde que seja compreendida como uma semente em direção à implantação de um currículo integrado em toda a escola.

Vale ressaltar que o STEAM não é um currículo pronto a ser implantado, pois se caracteriza por uma abordagem de ensino que, embora inclua mudanças curriculares, não se limita a estas. Essa distinção é importante, pois, muitas vezes, as escolas, ao proporem um modelo de mudança, elaboram um currículo que deve ser capaz de consertar os problemas identificados no contexto (RILEY, 2014).

Na perspectiva da integração curricular, algumas escolas, como a High Tech High, de Nova Jérsei, foram criadas a partir da proposta STEAM, enquanto outras, como a Charle R. Drew, localizada em Los Angeles, adaptaram ou transformaram seus currículos, integral ou parcialmente, com base na proposta.

De forma geral, até onde essa pesquisa pode alcançar, as práticas STEAM estão mais presentes na Educação Infantil e no Ensino Fundamental I, com diminuição na frequência das práticas no Ensino Fundamental II e Médio, quando há o aumento de cursos e propostas extracurriculares. Essa situação pode ser associada a menor responsabilidade com o conteúdo nas séries iniciais da Educação, em relação aos exames vestibulares e às avaliações externas (PARK et al, 2016).

Por essa situação, implantar o STEAM no Ensino Médio, tradicionalmente responsável pelo preparo para tais exames, implica em transformações da cultura, o que leva a tensões entre a inovação e a manutenção de uma estrutura estabelecida.

No cenário estadunidense, como plano para a educação pública, a proposta STEAM é implantada visando promover o engajamento de alunos em práticas com baixo custo e pautadas na realidade, a fim de atender a metas e diretrizes da Educação, bem como unir escola, governo, indústria e comunidade. Apesar das iniciativas voltadas para a educação básica, percebe-se um crescimento significativo das iniciativas que envolvem as Ciências, as Tecnologias, as Engenharias, as Artes e o Design e a Matemática no Ensino Superior.

Com o amadurecimento do STEAM no país, a partir de 2011, a *Rhode Island School of Design* adicionou – às Artes – a proposta STEM, com o objetivo de fomentar a inovação pela união do pensamento científico com o pensamento artístico e do design.

Seguindo a mesma tendência, instituições como o Massachusetts Institute of Technology (MIT), a Boston University, a Brown University, University of Yale e a Harvard University passaram a incorporar o movimento STEAM.

Apesar dos excelentes resultados dos estudantes em avaliações internacionais nas áreas de Ciências e Matemática, a Coreia do Sul registra também o baixo interesse destes em aprenderem Ciências, em um movimento semelhante ao ocorrido nos Estados Unidos. Nesse sentido, em 2011, o Ministério da Educação deste país propôs uma política de reconstrução do currículo nacional para aumentar o interesse em carreiras relacionadas às áreas de Ciências, Tecnologias e Engenharias, e para ampliar a aprendizagem entre as disciplinas com a inclusão das Artes nas escolas de Ensino Fundamental I e II (PARK et al, 2016).

Naquele contexto, norteado pelo design criativo, pelas questões sócio emocionais e pela integração entre conceitos, o STEAM tornou-se uma forma de promover a reflexão e o desenvolvimento da criatividade, superando as práticas tradicionais com memorização do conteúdo e repetição de exercícios, consideradas pelos autores como responsáveis pela baixa motivação para aprender Ciências e Matemática.

No país, as práticas STEAM ocorrem esporadicamente, em uma ou duas aulas mensais, colocadas no horário curricular de uma disciplina específica, embora que, na maioria das vezes, a aula seja de Ciências.

Assim, diferentes formas de aplicação do STEAM são vistas pelo mundo e colocam uma série de desafios às escolas e aos professores, como por exemplo de modo curricular ou em atividades fora do horário de aula ou com trabalho entre professores, áreas e disciplinas, estabelecendo parcerias e mudanças pontuais ou sistêmicas que envolvem a escola toda ou, ainda, em apenas uma parte.

Para o desenvolvimento de um currículo parcial ou integralmente pautado na abordagem STEAM, Riley (2014) coloca quatro elementos fundamentais: a compreensão e o alinhamento das concepções em relação ao STEAM; a formação de professores; as ações e as práticas para a aplicação e a implementação do STEAM; e a configuração de espaços de aprendizagem.

A compreensão comum e a atribuição de sentido sobre o conceito da abordagem STEAM são pontos fundamentais para a sua aplicação, portanto, é preciso compreender o STEAM e a transformação proposta para efetivar as mudanças.

O planejamento conjunto de tarefas, práticas e unidades de ensino do STEAM deve contemplar a integração entre os conceitos e as habilidades, bem como a aprendizagem baseada em problemas ou em projetos, características dessa proposta.

A falta de compreensão entre as relações inter e transdisciplinares entre as áreas do STEAM para integrar os conteúdos e a dificuldade de cooperação e colaboração entre os professores representam desafios para a sua realização.

Embora os estudos iniciais apresentados por Park et al (2016) indiquem o reconhecimento da importância e da necessidade do STEAM no Ensino de Ciências, o que inclui o impacto positivo no interesse dos alunos, motivação para criatividade e o desenvolvimento do pensamento entre as disciplinas, os autores revelam haver um descompasso entre as percepções dos professores e as práticas em sala de aula, levando à baixa implementação dessas.

Nesse sentindo, o alinhamento das concepções e a produção de conceitos comuns tornam-se elementos fundamentais para a superação desses conflitos.

Apesar das teorias que dão suporte, explicam e apresentam como o STEAM se realiza na escola, é o trabalho dos professores que, de fato, desenvolve e implementa o currículo em sala de aula (LAND, 2013). Assim, a formação de professores é fundamental para o planejamento e a aplicação do curso com base no STEAM.

Ao propor um novo modelo de pensamento por meio da integração entre as disciplinas, o STEAM requer uma nova forma de trabalho dos alunos e dos professores, o que, muitas vezes, pode ser incomum e colocar desafios (CONNOR et al., 2015) e, por isso, também requer o alinhamento das expectativas. Não basta investir em estratégias, ferramentas e material, faz-se, sim, necessário investir na formação profissional para o planejamento curricular e para a realização das aulas, com base na colaboração (RILEY, 2014).

A mudança no papel do professor, desde o planejamento até a aplicação em sala de aula, causa inseguranças e tensão entre o modelo tradicional e a abordagem do STEAM. Por esse motivo, Connor et al. (2015) discute a importância da formação de professores ao defender que os profissionais trabalham de acordo com a forma sobre a qual foram ensinados e vivenciaram em sua escolarização. Assim, a sua prática reflete a forma como estes foram apresentados aos temas e aos assuntos disciplinares.

Ainda nesse sentido, Park et al. (2016) atribuem à formação profissional do professor o fato das práticas STEAM estarem mais presentes no Ensino Fundamental I. No estudo que realizaram, os autores afirmam que os professores das séries iniciais, ao serem responsáveis por lecionar um maior escopo de matérias, receberam formação voltada para transdisciplinaridade, enquanto que, devido à organização do currículo nas séries seguintes,

os professores passaram por formações disciplinares e voltadas apenas aos conteúdos específicos.

Para tanto, a formação inicial e a formação contínua dos professores devem abordar conteúdos das áreas e aspectos pedagógicos que permitam o desenvolvimento dessa forma de pensar.

Com relação ao planejamento do curso, é importante criar um ambiente de trabalho colaborativo, em que a equipe de professores busque pontos de congruência entre os conceitos e as áreas, encontrando questões que conduzem a temas e objetivos comuns. Deve ser priorizada a equidade das áreas em seus conteúdos e habilidades, integradas por meio de um conceito ou uma questão abrangente (LAND, 2013).

Aspectos organizacionais como o ajuste de horário de trabalho e a distribuição das aulas também devem ser considerados. Para os professores que participaram do planejamento e da aplicação do currículo, com base no STEAM, a formação disciplinar, o tempo para o planejamento das aulas, o aumento da carga de trabalho, o sistema nacional de avaliação educacional e a falta de suporte administrativo e financeiro foram apontados como os principais obstáculos a serem superados para a promoção da educação por meio do STEAM em um currículo nacional (PARK et al, 2016).

De fato, para Yakman (2010), é necessário mais tempo e investimento financeiro para planejamento e implementação de práticas relacionadas ao STEAM, em relação a práticas fundamentadas na organização tradicional do ensino.

Para o sucesso da proposta, o STEAM precisa ser visto, pelos professores e gestores, como parte das tarefas rotineiras; e não como um aumento na carga de trabalho, de modo que se torne um impeditivo para a sua realização em sala de aula.

A integração das propostas STEAM no currículo formal e a reflexão sobre e na prática possibilitam a análise e a construção de conceitos sobre a cultura e o tempo para o planejamento integrado entre as áreas, podendo superar os incômodos iniciais.

Como um dos elementos fundamentais apontados por Riley (2014) para a aplicação do STEAM, a configuração dos espaços de aprendizagem deve ser cuidadosamente repensada. Nesse sentido, a autora discute que a transformação da cultura da escola para a formação de pessoas criativas inclui a reconfiguração de seus ambientes para – com foco no aluno – inspirar a curiosidade, desafiar as perspectivas atuais e incentivar o trabalho em equipe, juntamente com a promoção de um espaço à liberdade e à experimentação como passo para a inovação.

Dessa forma, a configuração espacial tradicional da escola, com carteiras, bancadas e cadeiras fixas e enfileiradas, não condiz com a flexibilidade, a experimentação e a colaboração, características do STEAM.

O ambiente deve ser desenhado como um espaço flexível para a aprendizagem, que permita mudanças em sua configuração e proporcione o desenvolvimento e a aplicação de estratégias criativas que estimulem a prática e a reflexão.

Yakman e Hyonyong (2016) ainda ressaltam que o uso de diferentes salas pelos alunos é compatível com o ensino disciplinar e defendem uma sala única da turma para a realização dos projetos, onde o material é mantido e os alunos e os professores podem construir ao longo do período de execução.

Ainda discutindo a questão do ambiente, os autores ressaltam que embora influencie na aprendizagem, a organização do espaço não determina todos os seus caminhos, de modo que é possível adaptar espaços existentes para promover a investigação, a experimentação e a criatividade no trabalho em grupo.

Apesar do aumento de práticas que integram as disciplinas em propostas inter e transdisciplinares e de projetos integrados ao currículo escolar ou em cursos extra curriculares com base no STEAM nos Estados Unidos, Coreia e em países da Europa, poucas são as pesquisas relacionadas ao conceito dessa abordagem, desenvolvimento do currículo, formação de professores e impacto de suas práticas.

O fato de não haver um modelo para a implementação do STEAM, uma vez que sua aplicação é diretamente dependente de características, cultura e comunidade escolar, e as poucas análises sobre as concepções acerca do STEAM, abrem caminho para a produção de conhecimento sobre as concepções e as tensões que emergem nessa forma de olhar o Ensino de Ciências.

Assim, partir da definição do STEAM apresentada, considerar como se dá a construção de seu sentido e sua aplicação, compreendendo o significado da proposta e a mudança de cultura educacional, é fundamental para o seu desenvolvimento e implementação na educação básica.

Essas transformações representam um grande desafio, envolvendo mudanças nas concepções sobre o currículo escolar e colocando os sujeitos envolvidos em um movimento constante de atribuição de significado e sentido às práticas escolares. Frente à complexidade do fenômeno, sua análise exige suporte teórico robusto para o estudo das tensões e das contradições emergentes.

CAPÍTULO III – TEORIA DA ATIVIDADE

Fundamentada na escola de psicologia russa que remete às dimensões social, histórica e cultural da formação dos indivíduos e de suas relações com o outro e com o mundo, a Teoria da Atividade é um referencial teórico-metodológico que permite uma leitura complexa dos fenômenos, sob a perspectiva materialista dialética.

Por esse referencial utilizado na Psicologia, na Educação, na Filosofia e na Linguística, entre outros, o foco de análise é o desenvolvimento dos sujeitos em suas *atividades*, considerando que a sistematização dessas permite a localização de contradições e tensões – elementos fundamentais para a emergência de ciclos expansivos de aprendizagem e novas *atividades*.

Com base nas suas contribuições para a Educação, a Teoria da Atividade se apresenta como referencial robusto que, além de ferramenta para a análise do movimento em uma mudança no currículo do Ensino de Ciências orientada pela abordagem do STEAM, pode contribuir com as transformações do objeto, bem como olhar para as tensões e as contradições que emergem nesse processo.

3.1 – Ser Humano e Sociedade: uma relação Dialética de Constituição

Compreender o desenvolvimento humano, para além das leis biológicas da Evolução animal, pressupõe entender o desenvolvimento do indivíduo e da espécie humana em um processo historicamente situado, em que as estruturas mentais e os mecanismos cerebrais subjacentes ao funcionamento psicológico são vistos por sua gênese como um sistema funcional complexo que se transforma mutuamente, por meio da interação com o contexto (OLIVEIRA, 1997).

Com críticas à compreensão das funções psicológicas superiores humanas a partir dos princípios da psicologia animal, especialmente no que se refere à maturação biológica como resultado de leis de estímulo e resposta, Vigotski, ao enfatizar as origens da linguagem e do pensamento com bases sociais, sugere que as funções psicológicas são um produto da *atividade* cerebral em relação à cultura, como parte da natureza individual (COLE; SCRIBNER, 2007).

Fundamentando a formação dos sujeitos nas relações com os outros indivíduos e com o mundo, o autor considera, de modo unificado, o comportamento humano e a atuação da mente como ações intencionais e significativas, em oposição a relações biológicas e adaptativas (KOZULIN, 1986, apud BIZERRA, 2009).

Nesse sentido, a constituição da mente e a atuação do sujeito em sociedade determinam-se recíproca e dialeticamente, possibilitando o desenvolvimento das potencialidades humanas, a emergência da consciência e a produção de novas condições de existência em que, unindo-se à natureza pelo trabalho, o ser humano organiza-se em sociedade e transforma a realidade.

Como modo de produção coletiva que condiciona a vida social, o trabalho possibilita o desenvolvimento de relações entre os indivíduos, a comunicação, a criação e o uso de instrumentos, permitindo diferenciar o ser humano das demais espécies consideradas puramente biológicas. Por sua ação transformadora sobre a natureza, de modo que ela sirva aos seus propósitos, o trabalho permite a construção da história e da cultura ao propor uma representação simbólica da realidade (OLIVEIRA, 1997).

Engeström e Miettinen (1999) discute que somente através da relação com outras pessoas, o homem se relaciona com a sua própria natureza, o que significa que, como um processo mediado por instrumentos, o trabalho é, ao mesmo tempo, mediado socialmente.

Localizada em uma sociedade em constante mudança, a organização do trabalho para atender a necessidades dos indivíduos, o constitui como *atividade* criadora e transformadora da realidade e, consequentemente, de sua cultura material e intelectual (LEONTIEV, 2004). Para Engels, *"é precisamente a alteração da natureza pelos homens, e não a natureza enquanto tal, que constitui a base mais essencial e imediata do pensamento humano"* (ENGELS, 1940, apud COLE; SCRIBNER, 2007, p. XXVI).

Nesse contexto, Engeström (1999) entende a natureza humana em constante movimento com os aspectos internos e externos ao indivíduo, localizado em um mundo criado por artefatos mediadores, ferramentas e signos auxiliares da *atividade* humana, que atuam como elementos intermediários em uma relação. Na relação dialética com os elementos e com as estruturas sociais e individuais, esses artefatos permitem ao indivíduo agir sobre os fatores sociais, culturais e históricos ao mesmo tempo em que é influenciado por suas ações.

Na interação com o ambiente, a mediação é entendida por Vigotski como o mecanismo de mudança individual com base na sociedade e na cultura, pela produção de signos e instrumentos cujos sentidos são internalizados (COLE; SCRIBNER, 2007).

Por meio da relação entre sujeito e objeto, Vigotski defende que a capacidade humana de sintetizar não retrata a simples soma ou justaposição de elementos, mas reflete a emergência de algo novo que não estava presente nos elementos iniciais e surge pela interação entre esses em um processo de transformação que gera novos fenômenos. Assim, tem-se a substituição do processo simples da relação estímulo-resposta por um ato complexo

mediado, em que a relação deixa de ser direta e passa a ter a intervenção de um elemento intermediário constituído culturalmente.

Nessa perspectiva, ao incorporar estímulos como produtos das condições do desenvolvimento social, os processos psicológicos superiores estendem a memória para além das dimensões biológicas e implicam em novas formas de comportamento, tornando a ação controlada, reflexiva, intencional e voluntária (OLIVEIRA, 1997).

Para esta autora, ao ter os processos internos – intrapsicológicos – despertos por *atividades* externas e intrapessoais, as funções mentais são organizadas pela articulação de diversos elementos cerebrais e o homem biológico se transforma em ser social pela reconstrução interna da *atividade*, do comportamento e de signos culturalmente desenvolvidos.

Esse processo de relação mediada com o mundo pelo uso de instrumentos e signos, assim como a apropriação de objetos historicamente constituídos, promove a reorganização dos movimentos instintivos e a formação de novas funções psíquicas que possibilitam o desenvolvimento do indivíduo e suas faculdades humanas para além de sua origem animal, porém sem perder a condição de pertencer à natureza (LEONTIEV, 2004).

Dessa forma, a partir dos estágios elementares foram originadas as funções psíquicas superiores como a linguagem, o pensamento abstrato e generalizante e a mediação simbólica (OLIVEIRA, 1997).

Para Leontiev (2004) é no interior da prática social, a partir do processo ativo de apropriação da cultura anteriormente produzida na forma de fenômenos do mundo exterior objetivo, que a experiência humana, social e histórica possibilita a formação do ser humano. Isso ocorre por meio de uma *atividade* que, ao reproduzir a *atividade* acumulada no objeto criado, permite ressignificar as operações de trabalho e os traços da cultura nele imbuídos. Nesse sentido, os objetos da experiência humana são elementos com significado social e cultural que permitem a emergência da consciência como fenômeno historicamente situado, associado à *atividade* de produção humana, sendo, portanto, causa e efeito de sua condição.

Bizerra (2009) ressalta, ainda, que ao agir sobre a natureza o ser humano é capaz de transformá-la, assim como transforma a sua própria natureza. No entanto, é a partir do distanciamento desta que a coloca como objeto de sua ação.

Ao discutir que no criar a cultura é que a humanidade (re)cria a si mesma, Leontiev (2004) destaca que o desenvolvimento do ser humano ocorre na relação entre os instrumentos de produção da cultura e os produtos da ação humana, em uma *atividade* global que integra o trabalho intelectual de criação ao trabalho físico de produção.

Em uma abordagem dialética da influência da natureza sobre o homem e deste sobre ela, ao criar condições naturais para a sua existência, Pino (2005, p.17) afirma que “nele, a natureza se transforma a si mesma”.

Assim, ao transcender o dualismo entre os assuntos do individualismo, pautado exclusivamente na subjetividade como a alma do indivíduo e das circunstâncias objetivas da sociedade que são características do materialismo mecânico, o conceito de *atividade* apresenta-se em uma nova perspectiva, com base no materialismo dialético, para entender o desenvolvimento da vida psíquica e suas mudanças históricas na sociedade e na vida material, como uma prática coletiva e não imposta e associada às práticas diárias que produzem mudanças na natureza humana.

3.2 – Teoria da Atividade

Com base nos postulados marxistas do materialismo dialético e nos trabalhos de Vigotski, nas décadas de 1920 e 1930, a escola russa de Psicologia desenvolveu a Teoria da Atividade como uma linha de teorização e pesquisa para as Ciências Humanas que, desde o início de sua formulação, considerava a relação dialética entre as estruturas individuais e sociais, explicando as práticas culturais e o desenvolvimento dos indivíduos, com base no contexto, na história e na cultura.

Fundamentada na psicologia histórico-cultural e considerando a consciência como causa e efeito da ação humana, a mente é entendida nos contextos de significação e de interação socialmente determinada entre os seres humanos e o ambiente, planejados de acordo com os objetivos e os instrumentos. Assim, a *atividade* desenvolvida socialmente, em que um indivíduo atua como um ser humano genérico, constitui-se parte essencial e inseparável da vida social que explica o fenômeno da consciência para além do seu próprio conceito (BIZERRA, 2009).

Moretti (2011) ressalta que a *atividade* humana possui a especificidade de ter sua determinação por meio da intervenção da consciência, sendo movida por uma intencionalidade para a produção de um projeto ou objeto ideal que busca satisfazer uma necessidade imposta pela relação entre o ser humano e a natureza.

Ao mediar a interação entre indivíduo e objeto, de caráter físico ou mental, a *atividade* confere a capacidade de produção à ação humana com potencial de transformação do sujeito e do objeto.

E na relação de mediação, ao estabelecê-la nas formas superiores do comportamento humano como parte do processo de resposta, o indivíduo modifica a situação que o estimulou,

transformando-a em uma *atividade* produtora de conhecimento em que o signo atua sobre o indivíduo ativamente engajado no estabelecimento dessa relação e o resultado final inclui a aprendizagem para o sujeito e a mudança no mundo (VIGOSTKI, 2007).

Com a expansão da compreensão sobre mediação, o conceito de *atividade* foi sistematizado por Leontiev (1988, p.68) considerando-a como *"*processos psicologicamente caracterizados por aquilo a que o processo, como um todo, se dirige (seu objeto), coincidindo sempre como o objetivo que estimula o sujeito a executar esta atividade, isto é, o motivo*"*. Na formulação do conceito de *atividade* humana orientada a um objetivo, este autor considerou o conceito de trabalho ou a produção de valores de Marx como paradigma central, fortalecendo a relação entre o motivo e o objeto da *atividade* e enfatizando a mediação por instrumentos e a distinção entre *atividade* individual e *atividade* coletiva (ENGESTRÖM; MIETTINEN, 1999).

"Não se pode conceber uma *atividade* que seja puramente individual (sem relação com outro), pois mesmo quando um indivíduo realiza isoladamente sua ação, ele a faz mediado pela história humana objetivada e por ele apropriada" (CAMILLO; MATTOS, 2014, p. 215).

Sendo parte do gênero humano, o indivíduo é um ser social e carrega marcas do que é tipicamente humano, e nessa visão a *atividade* não é isolada. São as *atividade*s individuais que estão inseridas em uma *atividade* coletiva (relações sociais em que o trabalho ocupa lugar central) que, por sua vez, pode estar inserida em um sistema de atividades, envolvendo ciclos históricos de ações e reconstrução do objeto em forma e conteúdo específicos, cuja coletividade não compreende apenas a relação entre o ser humano e a natureza, mas inclui as relações com as outras pessoas (OLIVEIRA, 1997).

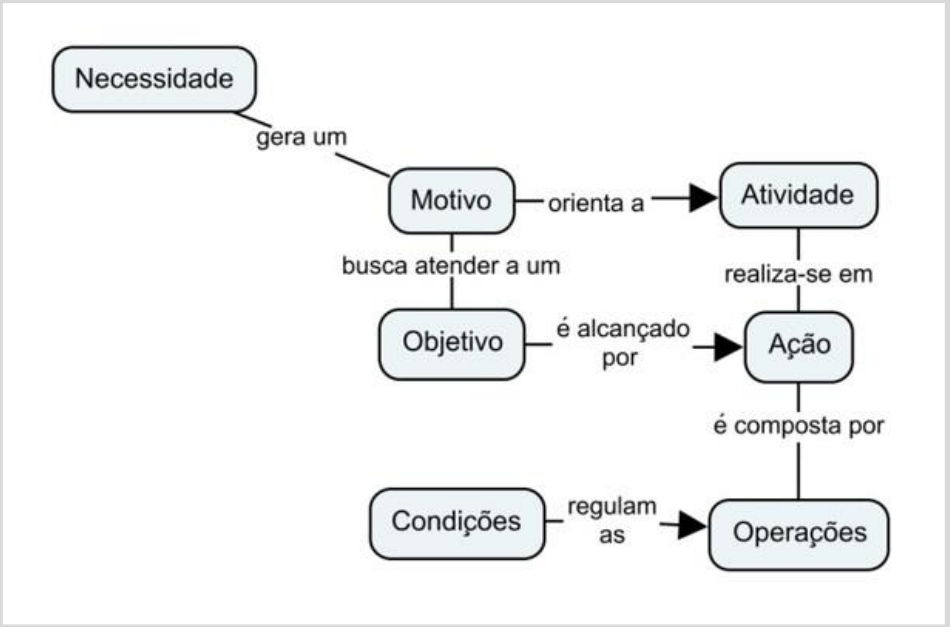
No movimento entre o geral e o individual, a dinâmica da *atividade* transcende o aspecto individual, produzindo relações sociais fundamentais para os processos de mudança, em que as tensões e a consciência se determinam de forma recíproca em sínteses dialéticas, possibilitando a significação de conceitos, a partir da apropriação de experiências generalizadas (LEONTIEV, 1983).

A *atividade* humana, orientada a objetos e mediada por instrumentos, pode ser considerada como unidade básica da existência e da produção de cultura humana, pela qual há a emergência das potencialidades da consciência e do desenvolvimento (LEONTIEV, 2004). Esses processos ocorrem para além do aspecto biológico, na compreensão da vida, na resolução de contradições e na transformação da realidade, conservando a relação dialética e mediada entre a *atividade* teórica interna e a *atividade* prática externa (LEONTIEV, 1983).

Ao se apropriar da cultura e da história social e se colocando no interior dessa história, o indivíduo se constitui em relações concretas com outros indivíduos, em um processo de prática social que é organizado para o trabalho, coordenado em ações e operações e orientado a um objeto que sintetiza os motivos diante das necessidades biológicas e culturais instauradas (LEONTIEV, 2004).

Dessa forma, a *atividade* apresentada em seus níveis estruturais (Figura 4) é entendida como uma prática social orientada por um motivo e constituída por ações individuais ou em grupo e que buscam atender a uma necessidade humana (ENGESTRÖM; MIETTINEN, 1999).

Figura 4 – Níveis Estruturais da Atividade Humana.



Fonte: Adaptado de Leontiev (2004).

Ao motivar o indivíduo em direção aos seus objetivos e com a intenção de concretizá-los, a necessidade se configura no fator desencadeador da *atividade*, gerando um motivo como elemento fundamental na orientação e na regulação das ações do sujeito, no qual objetiva-se materialmente (LEONTIEV, 2004).

Para Leontiev (2006) o motivo de uma *atividade* pode ser diferenciado em um motivo compreensível, gerador de estímulo ou, em um motivo eficaz, gerador de sentido. Sendo compreensível, o motivo do sujeito atua como fator impulsionador da *atividade*, porém, diferindo do objeto da *atividade,* esse motivo não confere sentido à *atividade* e tão pouco a constitui. É somente sendo eficaz que o motivo coincide com o objeto da *atividade*, conferindo-lhe um sentido pessoal que a constitui como tal.

Ao explicar a diferença entre os motivos na *atividade*, Engeström (1987) enfatiza que são dominantes as *atividades* que apresentam um motivo eficaz, enquanto que estão subordinadas as *atividades* com motivo compreensível. No entanto, para Leontiev (2006), ao obter um resultado mais significativo da ação em relação ao motivo inicial, uma nova objetivação é gerada, transformando os motivos compreensíveis em motivos eficazes que passam a coincidir com o objeto da nova *atividade* compreendida pelo sujeito em um nível mais alto de consciência.

Dessa forma, um motivo compreensível torna-se eficaz e o sujeito encontra-se psicologicamente em *atividade,* uma vez que o objetivo de sua ação coincide com o motivo externo, que se dá na percepção, ou o ideal, existente na imaginação. Assim, as *atividade*s diferenciam-se entre si pelo seu objeto, ou seja, seu motivo real (LEONTIEV, 1983).

Ao realizar uma *atividade* de trabalho, o membro de uma coletividade também se realiza a fim de alcançar uma meta. Para tanto, são efetuadas ações caracterizadas como processos em que o motivo da *atividade* não coincide com o objeto (alvo direto) de sua realização.

Para que a *atividade* surja e seja executada, Leontiev (2006) explica ser necessário que o objetivo da ação apareça e encontre sentido em relação ao motivo da *atividade* da qual faz parte e na relação entre os indivíduos, o que é possível em um processo coletivo, cujo produto é o que atende à necessidade da coletividade.

Na *atividade*, essa separação entre o motivo gerado a partir de uma necessidade e orientador da *atividade* e o objetivo do fim específico da *atividade* é que deixa as ações como processos individuais ou coletivos constituídas por operações, ou seja, o conteúdo necessário para a execução da tarefa na composição de *atividade*s mais complexas, diante das condições dadas pelo contexto (LEONTIEV, 2006).

Embora em movimento constante, o autor ressalta que, por muitas vezes, as operações formam-se primeiramente como ações conscientes, em um círculo de relações estabelecidas para depois, ao internalizar-se, adquirir uma forma prática e automatizada do fazer.

Objetivada na relação fluida entre ação e operação e ao criar novas necessidades, a *atividade* pode constituir-se em nova *atividade* gerada por novos motivos e, por meio da reinterpretação das ações anteriores, promover mudanças no sentido da ação e da própria *atividade* ao sujeito (LEONTIEV, 2006).

Na busca por satisfazer as necessidades estabelecidas, por meio da *atividade*, o sujeito produz uma nova realidade e a si mesmo, constituindo-se na relação entre a *atividade* prática, material e transformadora e a *atividade* teórica e conceitual (MORETTI, 2011). Dessa

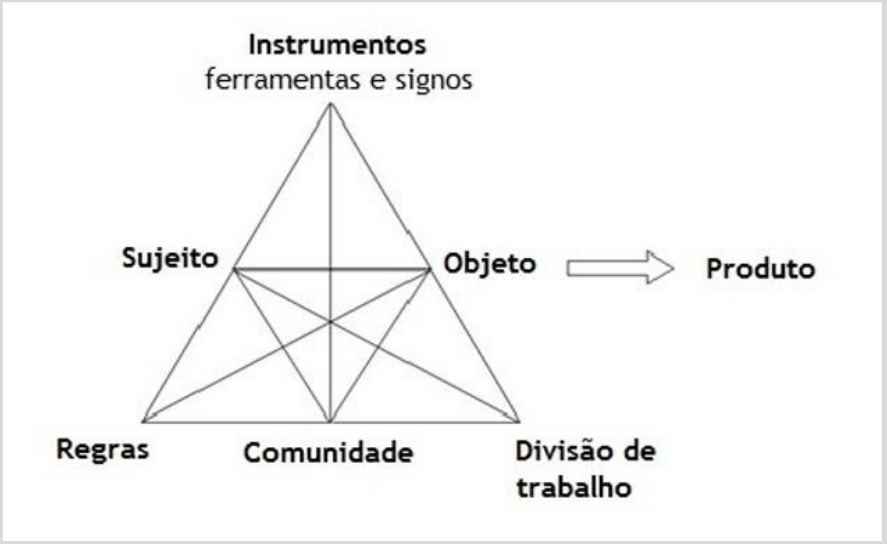
forma, além de uma lógica causal, os diferentes níveis da *atividade* interpenetram-se e determinam-se de modo recíproco e coordenados pelo contexto, sendo que “dependendo do nível da análise, os níveis hierárquicos operação, ação e *atividade* podem ser entendidos como níveis hierárquicos inferiores ou superiores de outras *atividade*s vinculadas, revelando diferentes graus de complexidade do objeto de análise” (CAMILLO; MATTOS, 2014, p.217).

Aplicada em pesquisas sobre a aquisição da linguagem, a partir de novas contribuições e contemplando a coexistência de múltiplas vozes, nos anos de 1980 e 1990, esta teoria foi expandida para os contextos do trabalho e do uso das tecnologias em sala de aula, mantendo a estrutura dos conceitos como um desdobramento da construção histórica, mediada por instrumentos da relação entre homem e mundo (ENGESTRÖM, 1999).

Nesse movimento entre os níveis hierárquicos e os discursos que constituem a *atividade,* as análises devem estar pautadas na historicidade e no contexto em que ela se insere. Nessa expansão, a *atividade* humana foi caracterizada por Engeström (1987) como um trabalho coletivo, mediado e orientado por um objeto, estando organizada em ações e operações que, com base nos objetivos individuais, podem ser analisadas como subunidades.

Essa estrutura, demonstrada na figura 5, é constituída por sujeitos que, pela mediação de instrumentos, se orientam a um objeto e encontram suporte nas regras que regulam a *atividade* no contexto de uma comunidade que compartilha o mesmo objeto e, portanto, está organizada na divisão de trabalho entre seus membros (ENGESTRÖM, 2002).

Figura 5 – Estrutura da Atividade.



Fonte: Adaptado de Engeström (2002).

Ao apresentar subunidades, este autor descreve a situação de *multiatividade* em que as *atividade*s dos indivíduos se localizam em um complexo de *atividade*s, o que difere de considerar as *atividades* como *atividades* individuais.

Pelo caráter coletivo da *atividade*, a multiplicidade de olhares e vozes conduzem a diferentes interpretações e compreensões sobre esta, o que pode promover tensões e contradições, compreendidas aqui como fonte de mudança e desenvolvimento para a *atividade*, conduzindo ao questionamento e à transformação expansiva por meio da resolução dos conflitos (ENGESTRÖM, 2002).

Nesse sentido, são apresentadas algumas causas para explicar a origem dos conflitos presentes na *atividade* que, para este autor, são fontes das contradições: as diferentes interpretações dos sujeitos sobre as situações, com base em sua história de vida, comunidades e práticas; as alterações no sentido original de um discurso, que passa a ser apropriado em um momento e língua diferente daquele em que foi produzido; e as diferentes motivações dos indivíduos para a realização de *atividade* (ENGESTRÖM, 1987).

Ao conduzir ao questionamento, os conflitos e as contradições ampliam a perspectiva de percepção sobre a *atividade*, podendo levá-la à transformação expansiva por meio da resolução deste.

3.3 – As Contradições, os Ciclos Expansivos de Aprendizagem e a Atividade de Aprendizagem

Com papel central para a promoção de mudança e transformação da *atividade*, as contradições socialmente produzidas e influenciadas por *atividade*s coletivas são compreendidas como evoluções históricas das tensões, que fazem do objeto da *atividade* um alvo dinâmico e configuram-se em elementos que possibilitam a aprendizagem expansiva.

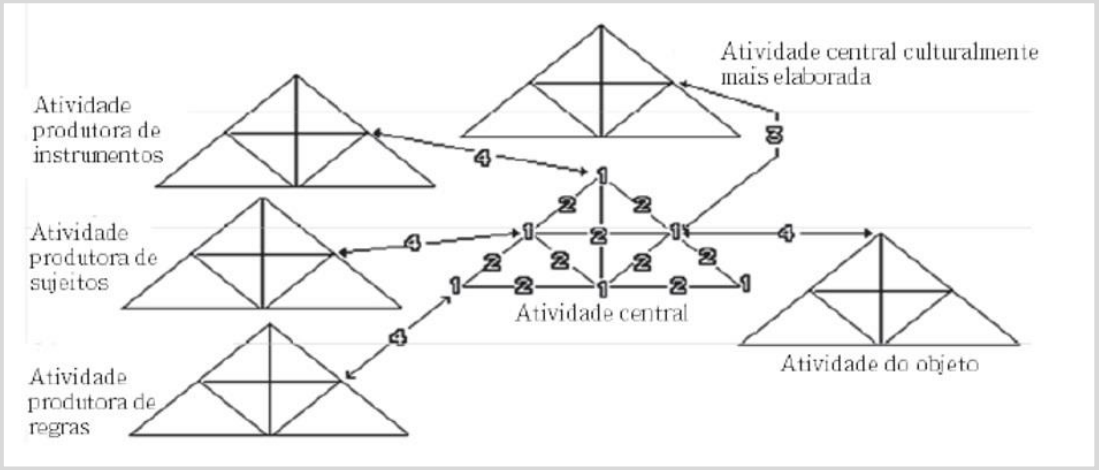
Assim, a investigação necessária para identificar um sistema de *atividades* e a aprendizagem expansiva passam pela análise inicial das contradições que, a partir de sua superação, levam à emergência de novos conceitos, modelos e padrões que conduzem o sistema a uma nova fase de desenvolvimento.

> Contradições não são o mesmo que problemas ou conflitos. Contradições são tensões estruturais historicamente acumuladas dentro e entre sistemas de *atividade*. A contradição principal das *atividade*s no capitalismo é entre o valor de uso e o valor de troca das mercadorias. Esta contradição primária permeia todos os elementos dos sistemas de nossa *atividade*. *Atividade*s são sistemas abertos. Quando um sistema de *atividade* adota um novo modelo do exterior (por exemplo, uma nova tecnologia ou um novo objeto), pode levar ao agravamento de uma contradição secundária onde alguns elementos velhos (por exemplo, as regras ou a divisão do trabalho) colidem com o novo. Estas contradições geram perturbações e conflitos, mas também inovações visando mudar a *atividade* (ENGESTRÖM, 2001, p.137).

Superando a interpretação de conflitos ou problemas o que reduz seu significado, na perspectiva dialética, as contradições referem-se a unidades de oposição, forças ou tendências opostas entre elementos de uma estrutura e/ou sistema histórico em movimento. Para Davidov (1988), é o trânsito mútuo das contradições e dos contrários concretos que impulsiona as formas de *atividade* humanas.

No modelo proposto por Engeström (1987), as contradições podem estar localizadas intra e inter *atividade*s: as contradições internas são vistas como perturbações e conflitos presentes no objeto, colocam em movimento e são consideradas a força motriz na interação entre diferentes sistemas de *atividade* e mobilizam a sua transformação; as contradições externas envolvem a *atividade* e as atividades vizinhas e estão caracterizadas em quatro níveis (Figura 6).

Figura 6 – Níveis de Contradição em um Sistema de Atividade.



Fonte: Adaptado de Engeström (1987).

A análise das contradições existentes em uma *atividade* ou em um sistema de *atividades* é passo fundamental para a identificação do próprio sistema e indica as transformações dinâmicas e motivadoras do objeto que o orienta (ENGESTRÖM; SANNINO, 2011).

Nesse sentido, exprimindo o conflito entre o valor de troca e o valor de uso, o primeiro nível de contradição corresponde à contradição primária interna, refletindo as características básicas da formação sócio econômica, localizadas dentro de cada um dos componentes da *atividade* central. Dessa forma, esse nível reside no uso dos instrumentos ou outros elementos da *atividade* para sua execução, gerando melhores ferramentas, regras e organização do trabalho para a transformação do objeto.

Os próximos níveis de contradição abordam o fazer coletivo e o conflito entre o objeto já transformado com a *atividade*. E como parte do fazer coletivo da *atividade*, no segundo

nível de contradição (contradições secundárias), as tensões surgem a partir dos diferentes entendimentos dos sujeitos sobre o objeto, de acordo com regras, instrumentos e divisão do trabalho, ou seja, entre dois ou mais elementos da *atividade* central.

Com a transformação do objeto, o sujeito pode entrar em conflito com a própria *atividade* que o originou, caracterizando o terceiro nível de contradição, em que estas são estabelecidas entre o motivo da forma dominante da *atividade* central (*atividade* anterior) e o motivo de uma nova forma culturalmente mais avançada da *atividade* (*atividade* nova). Nesse caso, a contradição estabelecida solicita a mudança da *atividade* dominante.

No quarto nível das contradições, os elementos da *atividade* central entram em tensão com as *atividade*s vizinhas geradoras do sujeito, de instrumentos, regras e objetos, podendo gerar componentes da *atividade* principal.

Pela historicidade de sua constituição, as contradições devem ser investigadas em seu desenvolvimento e por meio de elementos do discurso, palavras e ações que as manifestam pelas lentes do modelo de sistema de *atividade* coletiva e sistemas de *atividades* múltiplas e interconectadas, não sendo entendidas como prioridades que competem entre si (ENGESTRÖM, SANNINO, 2011).

Como algo dinâmico cujas qualidades são modificadas, as contradições presentes em uma *atividade* podem provocar o surgimento de um novo objeto que orienta uma nova *atividade* (ENGESTRÖM; SANNINO, 2010). Essa nova *atividade* manifesta as contradições da forma de *atividade* precedente e amplia os horizontes do modelo anterior.

Ao lidar com as contradições que derivam de transformações históricas no contexto, os indivíduos internalizam a estrutura anterior da *atividade* para, a partir de uma análise reflexiva, compreender e apropriar-se de modelos e ferramentas a fim de resolvê-las. A solução encontrada para resolver as contradições internas da *atividade* é externalizada (ENGESTRÖM; MIETTINEN, 1999).

Nessa relação, as funções de internalização e externalização encontram-se em constante fluxo e são transformadas com o desdobramento da *atividade*, de modo que uma representação interna é externalizada na forma de novos conceitos culturais, enquanto um processo externo se internaliza (ENGESTRÖM; MIETTINEN, 1999)

Como consequência de uma intensa internalização, o objeto e o motivo da *atividade* são reconceituados e expandidos e um novo modelo, para esta, explicita a externalização da solução realizada, amplia os horizontes do modelo anterior e transforma a *atividade* em uma *atividade* de aprendizagem (ENGESTRÖM; MIETTINEN, 1999).

O movimento constante da *atividade* possibilita transformações expansivas nos sistemas e constitui ciclos expansivos de aprendizagem.

A construção de uma nova estrutura derivada de outra que a precede, a partir das funções de internalização e externalização, promove os Ciclos Expansivos de Aprendizagem, (Figura 7).

Figura 7 – Funções de Internalização e Externalização em Ciclos Expansivos de Aprendizagem.

Fonte: Bizerra (2009), adaptado de Engeström e Miettinen (1999).

Diferente dos modos tradicionais de organização da aprendizagem, em que os conceitos a serem aprendidos são conhecidos por aqueles que os desenham, os gerenciam e os implementam; na aprendizagem expansiva, por tratar da reorganização e da redefinição de processos e conceitos em que não se conhece exatamente o que precisa ser aprendido, uma nova *atividade* emerge entrelaçada ao conhecimento e às habilidades requeridas para sua objetivação (ENGESTRÖM, SANNINO, 2010).

Para os autores, os aprendizes são envolvidos na construção e na implementação de um objeto radicalmente novo, amplo e complexo, bem como no conceito de sua *atividade.*

Como processo intencional que apresenta a própria aprendizagem como finalidade básica ou motivada por objetos que se encontram no coletivo da escola ou, ainda, nas perspectivas da vida futura, a aprendizagem se constitui como *atividade* com objeto principal e sentido real na produção de novas *atividades* sociais e objetais (DAVIDOV, 1988).

Ao gerar o motivo de uma *atividade*, pela necessidade do conceito em uma situação problema, o conhecimento deixa de ser concebido como uma abstração descontextualizada

e independente da realidade. Em diálogo com o contexto, um conceito concreto, material e sensorial transforma-se em um conceito abstrato, que atua como elo para deduzir outras abstrações particulares, posteriormente unidas a um assunto integral.

É pela articulação entre o cotidiano e o teórico que se torna possível subsidiar o conhecimento concreto e complexificado. Este emerge com elementos significativos para a compreensão de fenômenos construídos na relação entre o conteúdo e as múltiplas condições da realidade (DAVIDOV, 1988).

Diferente da lógica clássica e marcada pela superação de contradições em sínteses dialéticas, o conhecimento é construído e articulado com o contexto e com a *atividade* humana. E nessa perspectiva, uma nova qualidade de organização do pensamento emerge, possibilitando a apropriação consciente do conceito a partir de sua estrutura (SFORNI, 2004).

Essa nova forma de pensamento – o pensamento teórico – se constitui como condição e resultado da apropriação de conceitos científicos durante o processo de aprendizagem. Sforni (2004) discute que essa qualidade de pensamento exerce influência sobre o desenvolvimento de outras funções, tornando-se uma operação em ações mais complexas que possibilitam a autonomia na apropriação e na produção de novos conhecimentos.

Como citado, para Davidov (1988), a superação dessa fragmentação que leva ao pensamento empírico pode ocorrer pela ascensão do abstrato ao concreto. Por essa teoria, a partir da relação primária geral com o conteúdo, é construída uma abstração geral do assunto que, no movimento de análises e sínteses, é generalizada para o particular. Nesse movimento, outras abstrações se unem ao assunto acadêmico integral e concreto, reproduzindo a origem do conceito e levando a novos tipos de conceitos, raciocínio, consciência teórica e novas funções metacognitivas.

Assim, são construídos conceitos teóricos que possibilitam o enfrentamento de problemas práticos, inaugurando uma nova dinâmica de conteúdos e estreitando a relação entre a escola e o mundo.

Proposta com base na dialética da ascensão do abstrato ao concreto, em que novos conceitos teóricos são alcançados a partir da sua origem e de relações gerais em direção aos conceitos particulares, e sabendo que a partir das funções de internalização e externalização surge uma nova estrutura decorrente de outra que a precede, tem-se os Ciclos Expansivos de Aprendizagem.

O conceito de Ciclos Expansivos de Aprendizagem refere-se à compreensão da essência de um objeto a partir da reprodução da lógica de seu desenvolvimento, constituição histórica, emergência e resolução de contradições internas ao sistema de *atividade* (ENGESTRÖM, 1987).

O objeto expandido (novo) e o novo padrão de *atividade* que este conceito orienta trazem questionamentos que colocam a *atividade* em uma zona de desenvolvimento proximal, carregada de tensões que levam a escolhas (ENGESTRÖM, SANNINO, 2010).

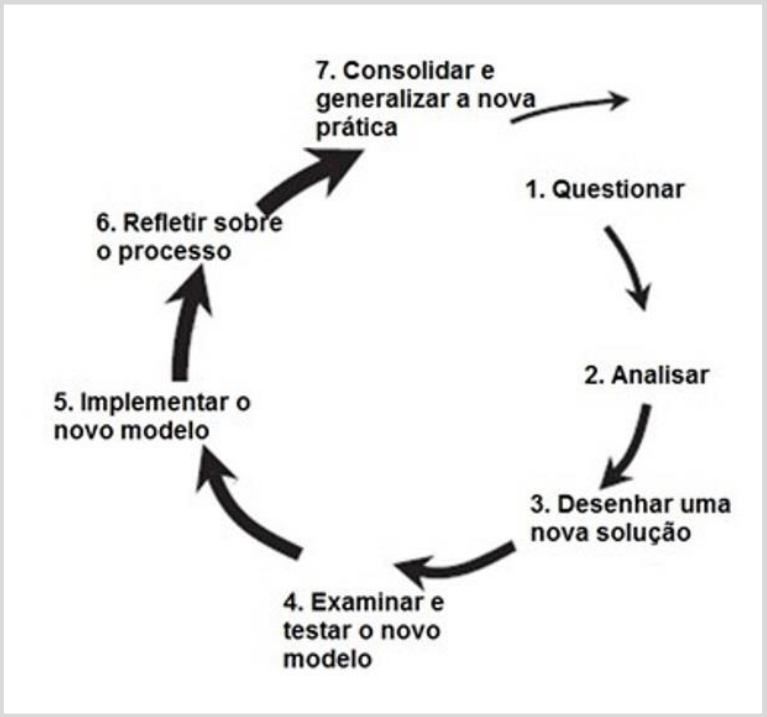
A partir de uma ideia inicialmente produzida na forma abstrata que captura a menor e mais simples unidade de um sistema interconectado, os conceitos são transformados por meio de novos conhecimentos, em um sistema complexo e concreto e em nova forma prática, formando um ciclo que, como forma de superação das contradições na *atividade*, produz novos conceitos teóricos compreendidos na prática e em suas múltiplas formas de manifestação (ENGESTRÖM; MIETTINEN, 1999).

Para Engeström e Miettinen (1999) os ciclos expansivos apresentados na figura 8, representam uma jornada coletiva pela zona de desenvolvimento proximal da *atividade*, elaborada a partir da teoria da ascensão do abstrato ao concreto e atuam como modelo para a análise dos processos de aprendizagem.

Esse modelo tem início no questionamento individual do padrão e de práticas aceitas em uma *atividade* que permite detectar os conflitos internos e, gradualmente, se expande para um movimento coletivo. Seguindo essa etapa, a situação é analisada a fim de buscar causas e explicações de seus mecanismos e para que, partindo do estabelecimento de novas relações se leve à proposição de um modelo, contemplando a solução para um conflito colocado, após a análise e a compreensão de sua dinâmica, seu potencial e suas limitações e que possa ser implementado.

Tal implementação deve apresentar constante reflexão e avaliação do processo para que, com significado, possa consolidar-se em uma nova prática estabelecida. Esse ciclo pode compor, junto com outros ciclos de diferentes escalas e duração, um ciclo maior de aprendizagem e que se incorpora ou não a um macro ciclo de produção de conhecimento que, por vezes, expande-se e rompe com fronteiras institucionais.

Figura 8 – Ciclo Expansivo de Aprendizagem.



Fonte: Adaptado de Engeström e Miettinen (1999).

Assim, a aprendizagem expansiva é o movimento dialético entre o surgimento de contradições, as negociações realizadas e as formas de superação de modo coletivo, pautado na multivocalidade que leva ao desenvolvimento psíquico do indivíduo pela apropriação da situação real e dos avanços na consciência.

Com a expansão da *atividade* há a transformação do sujeito que passa de um ser individual (que representa modelos culturais generalizados) para um ser coletivo que carrega marcas e significados sociais do objeto. Dessa forma, as ideias e as aspirações individuais de um sujeito não são constituídas apenas como expressões idiossincráticas da história particular de vida do sujeito; elas sempre aproveitam e interagem com motivos e modelos culturais generalizados ou representações sociais (ENGESTRÖM, SANNINO, 2010).

Um ciclo pode iniciar e ser interrompido sem ser completo. Termina quando uma nova *atividade* se consolida; e ao final do ciclo são construídos novos conceitos que refletem novas práticas. Um ciclo pode se constituir por ciclos de pequenas ações, que podem ser potencialmente expansivos e com duração de dias, horas e minutos (BIZERRA, 2009).

Pelo explicitado, a aprendizagem expansiva oferece um modelo para análise e interpretação de um objeto em construção, sua mediação por instrumentos e as diferentes perspectivas dos sujeitos envolvidos em ações coletivamente alcançadas (ENGESTRÖM; MIETTINEN, 1999).

Em conjunto com uma visão ampla e carregada de historicidade que entende a constituição das instituições, e tendo como unidade de análise a ação orientada a um objetivo mediada social e culturalmente por artefatos e signos, a Teoria da Atividade supera a ideia de ser uma narrativa psicológica e apresenta uma nova perspectiva com ferramentas conceituais para análise de questões teóricas e metodológicas que permeiam as Ciências Sociais.

Assim, compreender a organização do ensino no contexto escolar pela Teoria da Atividade permite avaliar a *atividade* e a apropriação do objeto pelos sujeitos, em uma análise dialética entre conhecimento e pensamento e, profundamente, contextualizada e compreendida de acordo com o local e os instrumentos mediadores e de organização social, com foco no potencial cognitivo humano para criação e transformações qualitativas.

3.4 – Contribuições da Teoria da Atividade para a Organização do Ensino

Na perspectiva vigotskiana, considera-se que o desenvolvimento das funções mentais superiores se dá na relação mediada por instrumentos culturais dos sujeitos com objetos; sendo assim, a apropriação de conhecimento e o desenvolvimento de capacidades psíquicas ocorrem como processo único do psiquismo humano, em que forma e conteúdo do pensamento se relacionam diretamente (SFORNI, 2004).

Nesse contexto, para Leontiev (2004), à medida que a humanidade progride e a prática sócio histórica torna-se mais rica, maior é o papel específico da Educação e mais complexa é a sua tarefa, uma vez que se constitui em um importante fator de mediação entre indivíduo e cultura, permitindo possibilidades de desenvolvimento pela criação de manifestações da vida humana e intervenções no contexto.

Apesar de estabelecer a unidade entre aprendizado e desenvolvimento, Vigotski (2007) afirma que ambos não são processos coincidentes e que interagem de modo sequencial, sendo o desenvolvimento mais lento e procede ao aprendizado, dependendo da internalização.

Assim, pensar em um ensino promotor do desenvolvimento também implica em rever a organização do conhecimento, analisar a qualidade do conteúdo escolar e o modo de sua apropriação, para que este assuma significado como um instrumento cognitivo no conhecimento e na forma de pensamento, sob o ponto de vista do desenvolvimento global (SFORNI, 2004).

Ao rever a organização do conhecimento é fundamental rever a sua estrutura em disciplinas específicas e fragmentadas, que para Campbell et al. (2014) ainda resiste, apesar dos inúmeros problemas de uma vida social com transformações.

Essa perspectiva, conforme apresentado no capítulo I, reforça a reprodução de um modelo de formação disciplinar, em detrimento do desenvolvimento de um currículo baseado em competências para conectar o conhecimento ao futuro profissional e à vida pessoal do aluno.

Com essa abordagem que fragmenta o conteúdo, as Ciências, da forma como são apresentadas na escola, perdem seu potencial como modo teórico de relação com o mundo, limitando suas possibilidades de interação e reduzindo o sentido da aprendizagem ao universo escolar. Dessa forma, a organização fragmentada do ensino resulta em pequeno desenvolvimento das funções psíquicas e contribui para a formação do pensamento empírico, constituído por elementos com base na percepção dos aspectos externos e observáveis dos fenômenos, sem promover a criação de novos conhecimentos (SFORNI, 2004).

Diante dessa situação, Sforni (2004) defende que novas formas de organização do currículo e a criação de ambientes de aprendizagem devem ser elaboradas para que, rompendo com a fragmentação, o ensino promova um desenvolvimento cognitivo mais complexo junto à aprendizagem do conteúdo.

As mudanças sugerem a necessidade de trocar o foco de disciplinas para domínios de interesse, habilidades e metas, o que é possível por meio de um currículo que supere o conhecimento e as habilidades específicas de uma disciplina para abordar habilidades mais genéricas, como pensamento crítico, resolução de problemas, comunicação e análise (CAMPBELL et al., 2014).

Nesse sentido, a perspectiva histórico-cultural emerge como uma possibilidade de inovação do currículo tradicional ao propor unidades de aprendizagem que permitam o estabelecimento de conexões entre conceitos de domínios da linguagem, cultura e socialização, para conectar a sala de aula com a realidade (CAMPBELL et al., 2014).

Compreendendo a escola como local de efetivação das *atividades* que reproduzem os traços da *atividade* acumulada no objeto e engaja os alunos para se apropriarem das objetivações humanas; além de local social que favorece o desenvolvimento das potencialidades do indivíduo pela apropriação da cultura e suas ferramentas simbólicas, a Teoria da Atividade pode ser entendida como modo de realização da educação que busca a formação das funções superiores e a inclusão em um grupo social (MOURA et al., 2010).

Ao considerar a necessidade de mediação intencional para a apropriação do conteúdo do conceito e a sua interação com a realidade, a Teoria da Atividade oferece elementos para a compreensão da aprendizagem (SFORNI, 2004). Além disso, pode contribuir para o desenvolvimento do currículo ao servir como uma lente para análise de elementos em um sistema de *atividade*, considerando, em uma perspectiva multidisciplinar, a identificação das

necessidades e o objeto ao qual se direciona, os sujeitos que participam, os instrumentos utilizados, as ações e as operações em unidades integradas para o alcance da meta e os resultados sob um contexto de uma comunidade com regras e divisão do trabalho (CAMPBELL et al., 2014).

MOURA et al. (2010) defende que a formação do pensamento teórico é o objetivo de uma *atividade* de aprendizagem que, para se concretizar, deve ter sua organização intencionalmente voltada ao desenvolvimento das funções psíquicas superiores, resultantes da análise de teses gerais (abstrações) que conduzem à elaboração mental de sínteses concretas.

Portanto, partindo de motivos eficazes que desencadeiam a *atividade* socialmente mediada, a aprendizagem se configura em um fenômeno que promove o desenvolvimento a partir da internalização de processos, conceitos e significações da experiência social da humanidade (MOURA et al., 2010).

Engeström (2002) defende que a análise crítica e sistemática da *atividade* e as suas contradições podem representar o início da superação da encapsulação da aprendizagem no contexto da crítica, o que, pela intertextualidade, expande o objeto da aprendizagem, colocando-o em uma rede avançada que transcende as fronteiras institucionais.

Essa expansão gradual do objeto *"implica uma transformação qualitativa na inteira atividade de aprendizagem escolar",* uma vez que ao expandir o objeto, também se expandem as relações com o contexto da escola. A exploração dos conflitos e das contradições desse contexto possibilita que os sujeitos atinjam a compreensão dos conceitos como práticas socialmente construídas e expandam a própria *atividade* de aprendizagem (ENGESTRÖM, 2002).

E com o contexto de aprendizagem alterado, a *atividade* se reorganiza de modo reflexivo e como um sistema de *atividade* duradouro, em que a escola age como instrumento coletivo para a construção do conhecimento.

O ensino passa a ser compreendido como uma construção social, baseado em uma necessidade e, dessa forma, deve ser organizado em ações eficientes para que, ao assumir significado, aproxime os estudantes do conhecimento e favoreça a apropriação da cultura por meio da estruturação do pensamento teórico e suas operações (MOURA et al., 2010).

Assim, a análise da aprendizagem carrega elementos para a análise das ações docentes que devem ser pensadas teoricamente nas situações de ensino para a organização intencional da *atividade* educativa, isso conforme as necessidades surgidas na interação e em direção ao novo objeto ao qual a *atividade* é orientada (SFORNI, 2004).

Com a proposta de um ensino que atue como fator de desenvolvimento das pessoas e dos povos, no sentido de utilizar o conhecimento e a informação científica para compreender o mundo e de realizar opções a fim de resolver problemas e satisfazer as necessidades humanas (CACHAPUZ et al., 2011). O Ensino de Ciências, a partir do referencial apresentado, deve se constituir em uma *atividade* para alunos e professores.

Portanto, elementos e pressupostos da Teoria da Atividade podem ser utilizados para a análise das tensões presentes em uma proposta de reorganização curricular do Ensino de Ciências, colocando-o como objeto de uma *atividade*, ao entendê-lo como processo para o acesso a experiências socialmente elaboradas.

CAPÍTULO IV – PERCURSO METODOLÓGICO

O presente capítulo aborda o percurso metodológico da pesquisa, apresentando o contexto de sua realização, o método empregado e o perfil dos participantes. Os procedimentos utilizados são discutidos face à teoria que embasa a abordagem metodológica escolhida para localização das tensões e as transformações no sistema de *atividades.*

4.1 – Contexto da Pesquisa: Caminhos que conduziram ao STEAM no Ensino Médio

A aplicação da abordagem STEAM como parte do currículo do Ensino de Ciências do Ensino Médio, a análise das *atividades*, das tensões e das contradições emergentes desse processo foram pesquisadas em uma escola da Rede de Ensino particular da capital paulista, que oferece o Ensino Fundamental II e o Ensino Médio. O contexto aqui apresentado foi pautado na documentação disponível na escola e, em especial, em uma publicação que retrata os 70 anos de história desta.

Fundada em 1944, momento de expansão industrial da cidade de São Paulo, como uma empresa familiar, com o objetivo de oferecer uma Educação de qualidade e "obter lucro por meio de uma atividade econômica legítima" (CANUTO, 2016, p.115), esta escola[5] atendia, em sua maioria, a população de imigrantes e a classe média paulistana, originária da industrialização e da urbanização da cidade.

Desde a sua fundação, o colégio declara como características essenciais da instituição que perduram até os dias atuais o pioneirismo, o valor do conhecimento e do espírito crítico, a democracia e a liberdade para criação, o pluralismo étnico e o respeito à diversidade cultural, bem como a meritocracia, a confiança e o investimento nos profissionais.

Assim, a escola foi organizada com base nos pressupostos das teorias tradicionais do ensino, valorizando a formação acadêmica conteudista, priorizando a formação do aluno para o ingresso nas universidades e para o aperfeiçoamento de mão de obra especializada e qualificada para o mercado de trabalho.

O enfoque do ensino eram os conteúdos das áreas das Ciências Exatas e Biológicas, como uma inovação na Educação Básica da época e com base na concepção de seu fundador, de que o "laboratório tinha de ser o espaço onde o aluno deveria aprender a aplicar a Ciência à Tecnologia" (CANUTO, 2016, p. 43), e a escola implementou no seu currículo as aulas de laboratório em disciplinas de Física, Química e Biologia.

---

[5] A se referir a Unidade Escolar de realização desta pesquisa, usaremos – de forma alternada – três denominações: escola, colégio e instituição.

Preocupado com o contexto em que estava inserido e a fim de atender à demanda da sociedade, de 1948 a 1973, o colégio passou a oferecer, além das séries da Educação Básica, cursos de formação técnica que incluíam a linguagem digital nas práticas em sala de aula. Estes cursos foram encerrados, após mudanças na Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB), de 1971, que incluíam no currículo, com obrigatoriedade, as disciplinas relacionadas às Humanidades. Naquele momento, a direção tinha a percepção de que a inclusão da área de Humanas ao currículo diminuiria a qualidade da formação profissional.

Voltada somente para a Educação Básica, a partir de 1974, as práticas do colégio estavam organizadas sobre o ensino disciplinar – conteúdos trabalhados em disciplinas específicas – com aulas expositivas de 50 minutos de duração (cada uma). E as práticas em sala de aula estavam pautadas na transmissão do conhecimento e com foco nos exames vestibulares, especialmente nas áreas de Engenharia e Medicina. As turmas eram também organizadas a partir da classificação por notas.

Atenta às grandes tendências econômicas globais e às mudanças na configuração da sociedade paulistana, e também ao fim da censura militar, ao ingresso das mulheres no mercado de trabalho e à necessidade de profissionais com valores éticos e compromisso social, a década de 80 foi marcada por mudanças na organização desta escola, como a inclusão das disciplinas da área de Humanas e as atividades culturais. Essa reorganização ficou conhecida como a “revolução cultural interna”, buscando preparar o jovem para vivenciar e participar das mudanças que ocorriam nas estruturas sociais, como os novos padrões de comportamento e as novas relações humanas.

Nesse momento, um forte ensino direcionado à transmissão do conteúdo se aliava a uma visão mais humanista da formação e a preocupação com a formação dos alunos era ampliada para além dos conteúdos e do ingresso em universidades.

Simultaneamente a essas mudanças curriculares, se instalava uma nova estrutura de gestão escolar e na relação entre professores e alunos – mais horizontal e de parceria – que passava a fazer parte do cotidiano escolar, visando à formação de pessoas inseridas em uma sociedade mais complexa.

> Para viabilizar a grande virada [...] passou por um processo de reorganização interna, evoluiu de uma empresa familiar para uma empresa profissionalizada, incorporando valores de uma governança moderna, como o trabalho em equipe, planejamento, a atualização e a capacitação de seus profissionais (CANUTO, 2016, p.131).

Com uma nova forma de perceber a gestão, as relações pautadas pela hierarquia passaram a ser orientadas pelo respeito entre as pessoas e as diferentes ideias, em um

ambiente de convívio mais saudável, rumo à cultura da participação. E desse convívio surgiu o conceito de “liberdade com responsabilidade” que perdura até a atualidade, em que “Todo mundo é igual, todos têm liberdade, mas todo mundo tem responsabilidade, e os valores que unem a todos são o conhecimento, o saber, o respeito à diversidade, ao contraditório e ao pluralismo” (CANUTO, 2016, p.179).

Mais uma vez a necessidade da mudança era ditada pela realidade.

Alinhada à transversalidade dos temas culturais e como parte da revolução cultural interna, desde 1996, a escola vem investindo e oferecendo diversos cursos extracurriculares, atividades e projetos opcionais, que contemplam, de modo contextualizado, a integração entre as disciplinas. Entre esses, inclui-se, a partir de 2007, a produção de trabalhos de Iniciação Científica que são apresentados, anualmente, na Feira de Ciências.

Diante do contexto e da gestão mais participativa, os valores de competição e a uniformização da cultura e da Educação foram substituídas por uma nova forma de pensar, pelo desejo de um novo perfil profissional com espírito de liderança, habilidades para o trabalho em grupo, tomada de decisões e formas de comunicação em um mundo plural e conectado.

Embora as salas de aula e a estrutura geral da escola ainda se assemelhassem àquela *da* Educação tradicional – presente nos anos 70 e 80 com a organização do conhecimento por disciplinas, a avaliação e a classificação dos alunos por médias e exames seletivos e a divisão das turmas do Ensino Médio nas áreas de Humanas, Exatas e Biológicas – a escola passou a almejar um ensino permeado pela tecnologia e inundado de humanismo nas relações, tendo o aluno como protagonista de seu processo de aprendizagem e suas ações.

Nessa concepção, mantendo o forte conteúdo educacional, passou-se a esperar uma nova gestão da sala de aula. Era preciso que as práticas pedagógicas, a exploração dos temas de modo interdisciplinar e as diversas formas de avaliar realizadas nos cursos extracurriculares passassem a integrar as dinâmicas curriculares. Dessa forma, os mais de 20 cursos extracurriculares desenvolvidos em diversas áreas do conhecimento, já seriam um ensaio à inclusão de propostas, no currículo escolar, para o desenvolvimento de habilidades além do conteúdo acadêmico.

Estava colocado o desafio da reconfiguração dos papeis de alunos e professores e da organização do ensino em temas e fenômenos interdisciplinares e em ambientes móveis, para que na sala de aula se pudesse, então, privilegiar os processos de investigação e análise em relação à memorização do conteúdo.

Com as novas diretrizes, para a direção da instituição: “O objetivo continua sendo o mesmo: oferecer um ensino de altíssima qualidade e à frente de seu tempo, incorporando, para tanto, novos métodos, mais ricos e mais atrativos” (CANUTO, 2016, p.237).

Para uma nova transformação que atendesse aos objetivos colocados pela instituição, a partir da experiência de 13 anos de realização dos projetos extracurriculares e estudos sobre as tendências da Educação, iniciado em 2009 pelos coordenadores de disciplinas, originou-se em 2011, um trabalho voltado para o replanejamento da matriz curricular do Ensino Médio.

Reorganizar o currículo do Ensino Médio era prioridade, pois as maiores dificuldades estavam localizadas nesse nível do ensino, que permanecia com um currículo excessivamente acadêmico e desconectado da realidade do mercado de trabalho.

A partir do estabelecimento de parcerias e da formação contínua, o desafio residia na implementação e na incorporação de elementos (conteúdos, práticas e habilidades) do trabalho por projetos interdisciplinares no currículo, para ser oferecido a todos os alunos do Ensino Médio da escola.

É importante destacar que práticas com as características desejadas são, com maior frequência, realizadas no Ensino Fundamental II e que, nos próximos anos, esse nível de ensino será revisitado.

Nesses 70 anos de história, o colégio passou por uma série de reflexões e transformações em suas concepções decorrentes de pesquisas sobre o ensino de vanguarda e visitas[6] a escolas da Coreia e Estados Unidos e, diante de mudanças significativas no acesso e na velocidade das informações, formas de comunicação e aprendizagem e os novos modelos de universidade e ingresso nestas.

Com significativos investimentos em tecnologia e na adequação de espaços[7], ao buscar associar a formação acadêmica à formação pessoal, por meio do desenvolvimento

---

[6] As visitas referem-se às observações locais de coordenadores e diretores a escolas, universidades e instituições públicas e privadas que aplicam a metodologia por projetos, jogos na Educação e/ou a abordagem STEAM como a High Tech High, California (USA); Avenues, New York City (USA); MIT Media Lab, Massachusetts (USA); Studio NuVu, Cambridge (USA), Riverdale, New York City (USA); Ollin College, Massachusetts (USA); Summit School, Carolina do Norte (USA); KIPP School, Chicago (USA); Garage FabLab, São Paulo (Brasil); Insper, São Paulo (Brasil); Hana Academy, Seoul (Coreia do Sul).

[7] Diante da nova proposta para a organização do ensino, foi necessária a reforma de espaços da escola a fim de proporcionar a flexibilidade e a mobilidade dos ambientes para suportar essa forma de trabalho. O laboratório de multimídias digitais, onde aconteciam aulas de informática e práticas com o uso de computadores foi transformado em um espaço com equipamentos e ferramentas de laboratório e de estúdio de oficinas para a realização de atividades com múltiplas propostas, como os projetos extracurriculares e oficinas de Artes. Os laboratórios de Física, Química e Biologia deram lugar a estúdios amplos e integrados entre si, que possibilitam a realização de experimentos e dinâmicas diversas pautadas em métodos ativos de aprendizagem, conhecido internamente como Studio 268.

intelectual e moral, a escola é entendida como um espaço de construção do conhecimento e efervescência cultural, devendo estar alinhada à Educação do século XXI.

Nesse sentido, em um momento em que o currículo nacional do Ensino Médio é discutido e passa por reformulações, as transformações na escola resultaram, entre outras práticas, na proposta de uma nova matriz curricular para esta etapa do ensino, em 2014.

Para os representantes da escola, em um currículo escolar considerado flexível, como propõe a reforma do Ensino Médio proposta pelo governo federal, com vistas a permitir ao aluno a seleção de disciplinas eletivas e, atendendo às exigências da legislação nacional, “a nova matriz curricular se antecipa no tempo, pois como tudo, ou quase tudo, no mundo da educação está em movimento” (CANUTO, 2016, p. 243).

Na nova matriz curricular da escola em análise (Quadro 1), por meio de propostas centradas no aluno, o conteúdo é trabalhado em disciplinas obrigatórias e outras eletivas, buscando, por meio de projetos, a formação integral do aluno no que diz respeito aos aspectos acadêmicos e pessoais. Além disso, a nova organização curricular visa garantir o sucesso em exames e avaliações nacionais e internacionais, bem como atender a exigências do mercado de trabalho que requerem o protagonismo, a cooperação e a liderança em seus profissionais.

Quadro 1 – Nova Matriz Curricular do Ensino Médio, com vigência a partir de 2016.

DISCIPLINAS	1º ANO	2º ANO	3º ANO
Física	4	4	4
Química	3	3	3
Biologia	2	3	4
STEAM	4	4	4 (2 professor + 2 oficina)
História	3	3	3
Filosofia / Sociologia	1	1	1
Geografia	2	3	3
CPG	1	1	1
Língua Portuguesa	5	6	6
Língua Inglesa	3	2	2
Educação Física	1	0	0
Matemática	5	5	6
Total	34	35	37
Eletivas	0	1,5	2 x 1,5

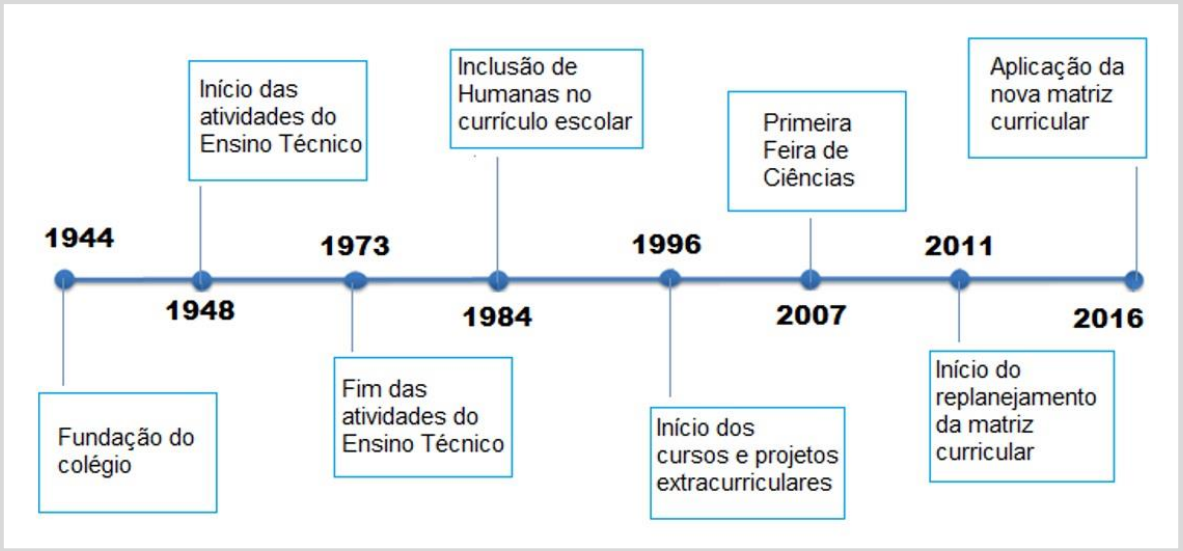
Fonte: Elaboração da pesquisadora, com base nos dados do acervo da instituição.

Além das mudanças relacionadas às disciplinas e aos conteúdos, a nova matriz elimina a divisão das turmas por áreas do conhecimento (Humanas, Exatas e Biológicas), e sua organização pela classificação dos alunos por suas notas e médias, mantidas desde 1980.

Em substituição às aulas práticas em laboratórios de Física, Química e Biologia, a matriz apresenta a disciplina STEAM, com carga horária de quatro aulas semanais.

O percurso realizado pela escola em direção à nova matriz curricular, descrito anteriormente, pode ser visualizado pela linha do tempo (Figura 9), que registra alguns eventos importantes relacionados às mudanças curriculares no local da pesquisa.

Figura 9 – Histórico das Mudanças Curriculares na Instituição Pesquisada.



Fonte: Elaboração da pesquisadora.

4.2 – O STEAM como Disciplina no Ensino Médio, Planejamento e Desenho Geral do Currículo

De modo coerente com as alterações propostas, inserido nessa nova organização curricular e inspirado por uma iniciativa global para o Ensino de Ciências, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática, o STEAM foi pensado pelo grupo de coordenadores da área de Ciências e de Artes, e colocado como uma nova abordagem de organização do Ensino de Ciências, que mantenha o diálogo com as disciplinas teóricas de Física, Química e Biologia.

Diante da apresentação desta matriz curricular à comunidade escolar e da opção pela abordagem do STEAM, o currículo da nova disciplina foi planejado pelos professores para a sua aplicação a partir de 2016. Dessa forma, ainda sob a vigência da antiga matriz curricular, o ano de 2015 foi dedicado ao planejamento do novo currículo.

Apresentado como uma proposta para o Ensino de Ciências, inserido formalmente no currículo e baseado no trabalho interdisciplinar e na metodologia de projetos, o curso pautado no STEAM foi desenvolvido por uma equipe multidisciplinar formada por professores, coordenadores, consultores e diretores.

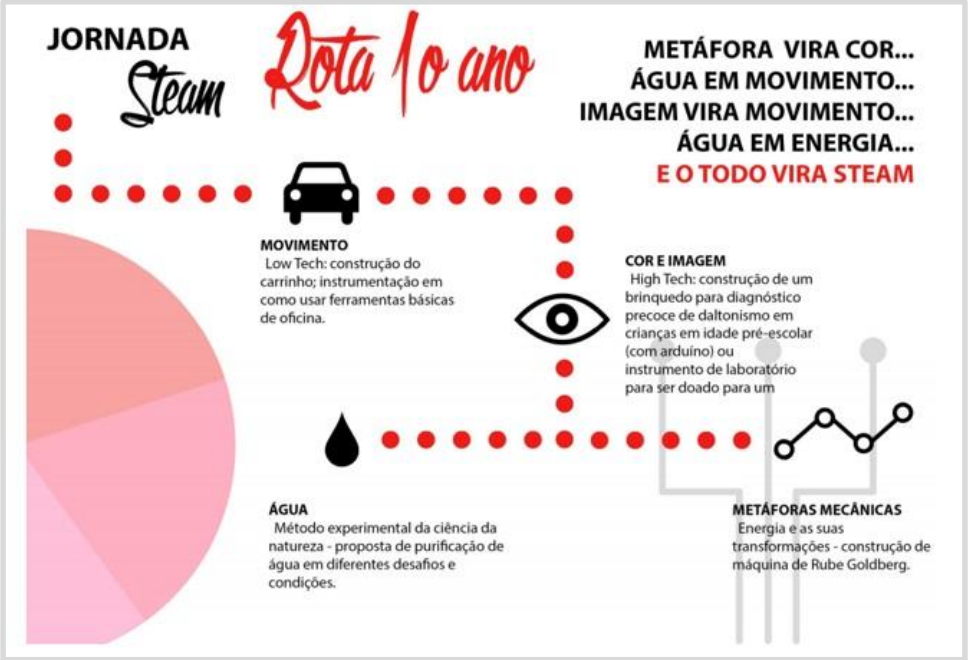
No nível macro do planejamento (Figura 10), o currículo pautado no STEAM para a 1ª série tem como objetivo, a partir de temas bimestrais, desenvolver os conceitos de forma interdisciplinar na construção de protótipos que apliquem, em sua execução, a investigação científica, os métodos experimentais das ciências da natureza e a instrumentação com base nos princípios da cultura maker[8].

Ao esperar um aumento de autonomia no processo de aprendizagem para a 2ª série do Ensino Médio (Figura 11), a proposta visa ao desenvolvimento de projetos autônomos, pautados na iniciação científica e nos pressupostos do método científico, pensados desde a sua concepção e executado pelos alunos a partir da análise de um tema central.

Na 3ª série do Ensino Médio, a disciplina voltou-se para a proposição e aplicação de protótipos e soluções para problemas identificados na temática de questões ambientais, associadas aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas (ONU). Partindo desta temática, a disciplina nesta série tem como objetivos: desenvolver projetos com base nos conteúdos das áreas e nos interesses dos alunos; aplicar o método proposto; analisar os resultados; e apresentar as conclusões à banca avaliadora.

[8] Originada em meados de 1996, com as plataformas de robótica educativa nos Media Lab do MIT e, também, conhecida como aprendizagem mão na massa, a cultura ou movimento maker trata da aprendizagem essencialmente prática, fundamentada nos princípios construcionistas de Papert, em que o conhecimento é construído socialmente e pela prática, e, na filosofia do “Faça você mesmo” (do inglês, Do it Yourself) e do “Faça com os outros” (do inglês, Do it with Others) (CORDOVA e VARGAS, 2016). Com mudanças conceituais e de práticas pedagógicas, valorizando a experiência e o interesse do aluno, a cultura maker pressupõe a construção de soluções criativas para problemas reais (RAABE et al, 2016), por meio da experimentação, elaboração de protótipos e fabricação digital (MEDEIROS et al, 2010).

Figura 10 – Apresentação Ampla do currículo da disciplina STEAM para a 1ª Série do Ensino Médio.



Fonte: Acervo da instituição.

Figura 11 – Apresentação Ampla da Disciplina STEAM para as turmas de 2ª e 3ª Séries do Ensino Médio.

Fonte: Acervo da instituição.

Em um processo colaborativo, o desenvolvimento do currículo pautado no STEAM foi organizado em três etapas propostas pela coordenação do curso, dedicadas ao planejamento do currículo, individualmente, para as três séries do Ensino Médio

A partir de uma metodologia que considera as fases de pesquisa, *insights*, ideação e prototipagem (Figura 12). Na fase da pesquisa, o planejamento do STEAM foi realizado em

pequenos grupos de professores que, a partir de estudos e do repertório do grupo, definiram os objetivos, os temas e os conceitos que seriam trabalhados, considerando as necessidades de aprendizagem dos alunos.

As escolhas e as decisões tomadas foram compartilhadas e analisadas em seus limites e possibilidades por todo o grupo, na fase dos *insights*. A partir dessa análise, iniciou-se a fase de ideação, com a proposta de pensar ideias e soluções para a superação dos desafios, assim como escolher as propostas mais viáveis, sendo estas, ao final, organizadas e testadas em escala, o que corresponde à prototipagem, para a realização de ajustes antes da formação de professores e da aplicação aos alunos.

Figura 12 – Metodologia Utilizada para o Planejamento do Currículo Pautado no STEAM.

Fonte: Acervo da instituição.

Na primeira etapa, ainda ministrando as aulas da antiga matriz curricular, os professores definiram os temas e os conceitos que seriam trabalhados na 1ª série do Ensino Médio, planejaram a sequência das aulas e os métodos para realização em dinâmicas bimestrais. A proposta resultante dessa etapa foi aplicada no ano seguinte.

Nesse momento, com a aplicação do novo currículo na 1ª série, foi iniciada a etapa seguinte de planejamento, considerando que a partir das reflexões sobre as práticas realizadas é que foi desenvolvida a proposta para a série seguinte.

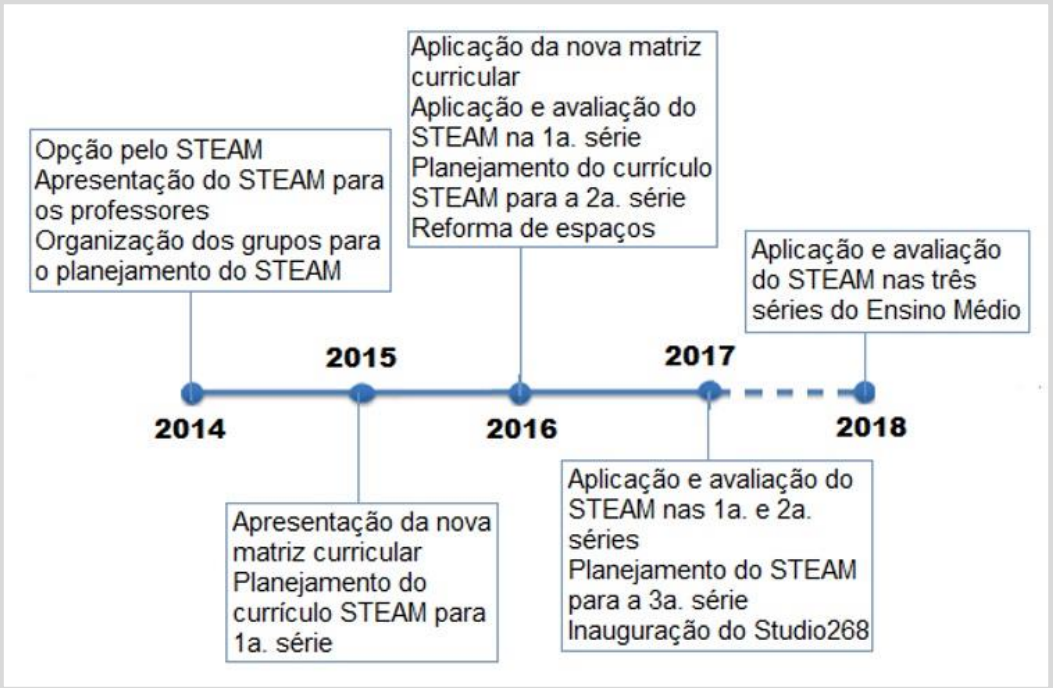
A última etapa do planejamento, já com o currículo e as atividades do STEAM implantadas nas duas séries iniciais, foi realizada em pequenos grupos de trabalho, a fim de

organizar os conceitos e os métodos propostos para a 3ª. série. É importante registrar que essa etapa do planejamento da primeira série foi realizada durante a elaboração desta dissertação e alvo da pesquisa.

Assim como o proposto, após três anos de planejamento e implantação gradual, em 2018, as três séries do Ensino Médio contemplaram o novo currículo do Ensino de Ciências, com base no STEAM.

O desenvolvimento, a projeção do planejamento e a aplicação das aulas pautadas no STEAM podem ser acompanhadas na linha do tempo que explicita momentos e ações importantes de sua realização (Figura 13). Em todas as fases do desenvolvimento do currículo foram realizadas ações para a formação dos professores, como palestras e vivências sobre temas relacionados a essa abordagem de ensino.

Figura 13 – Desenvolvimento do Currículo pautado na Abordagem STEAM para o Ensino Médio.



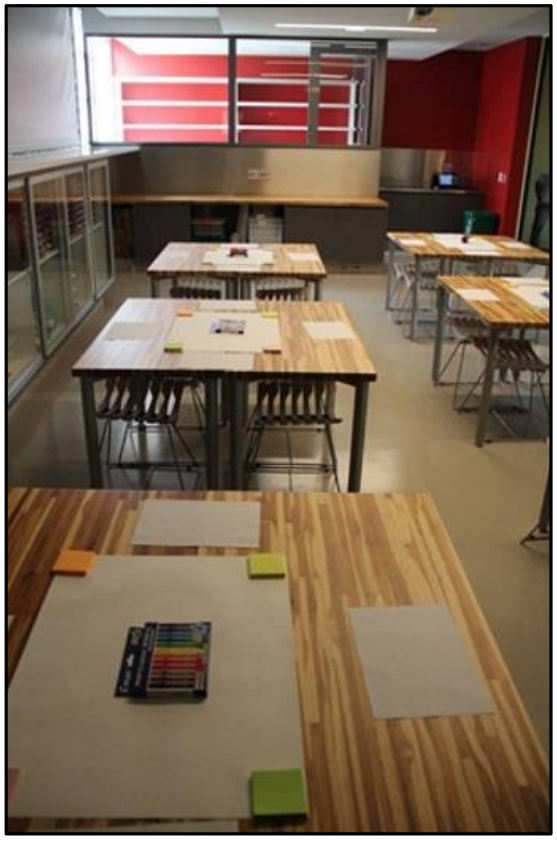
Fonte: Elaboração da pesquisadora.

Acompanhando o desenvolvimento do currículo pautado pela abordagem STEAM, com base na integração entre as disciplinas, no diálogo com os conceitos das disciplinas teóricas e no trabalho por projetos, as aulas foram planejadas para serem aplicadas em espaços multidisciplinares, pensados e reformados para atender às demandas dessa proposta (Figuras 14 e 15).

Figura 14 – Studio 268, Espaço onde são realizadas as Aulas STEAM.

Fonte: Acervo da instituição.

Figura 15 – Studio 268, Espaço onde são realizadas as Aulas STEAM.



Fonte: Acervo da instituição.

4.3 – O Planejamento da 1ª Série da Disciplina STEAM

Como já anunciado, esta pesquisa que teve como objetivo, em uma análise sistêmica, e sob a perspectiva histórico-cultural, investigar os níveis e os tipos de tensões emergentes e as transformações ocorridas nos sistemas de atividade durante o desenvolvimento de um novo currículo orientado pela abordagem STEAM, analisa as tensões e as transformações ocorridas durante o planejamento das ações relacionadas a 1ª série do Ensino Médio.

Diante de uma estrutura bimestral, geral e comum a todos os alunos, composta por uma sequência de aulas guiadas e a realização de projetos ao final do período em uma etapa chamada *open studio*, o grupo de professores foi dividido em quatro equipes contendo, ao menos, um professor das áreas de Física, Química e Biologia, que se reuniam semanalmente por um período de 1h30min para o planejamento anual das aulas.

Para manter a unidade da proposta, além das reuniões semanais em pequenos grupos de professores e coordenadores, foram também realizadas reuniões, oficinas e cursos de formação com todos os envolvidos.

As aulas guiadas foram organizadas em unidades de ensino interdisciplinares e apresentam dinâmicas que envolvem propostas baseadas em problemas, construídos a partir de objetivos comuns entre as disciplinas que estabelecem conteúdos conceituais e as habilidades a serem desenvolvidos. No *open studio*, organizados em grupos, os alunos desenvolvem seus projetos de trabalho com base no tema bimestral e atendendo aos requisitos estabelecidos pelos professores.

Durante o planejamento, a definição dos temas bimestrais foi realizada por meio da aplicação da metodologia do *Design Thinking*[9], considerando os interesses dos professores e a relevância dos conteúdos das diferentes áreas do conhecimento na formação conceitual e de habilidades dos alunos.

Dessa metodologia emergiram, em consenso nos diferentes grupos, os temas Movimento, Cor e Imagem, e Qualidade da Água e Metáforas Mecânicas: Energia e suas transformações. Diante dessa definição e de documentos nacionais, foram mapeados os

[9] Popularizada pela empresa americana de design e inovação, IDEO, de Palo Alto (Califórnia), o Design Thinking trata de uma abordagem do campo do design adaptado a diferentes contextos sobre um modelo de pensamento do design, centrado nas pessoas para a inovação e a promoção do bem estar (PINHEIRO; ALT, 2012). Observando os aspectos cognitivos, emocionais e estéticos envolvidos nas experiências humanas, o Design Thinking, por meio do trabalho colaborativo e da aplicação pensamento abdutivo, propõe questionamentos a partir da compreensão de fenômenos para criar respostas verdadeiramente inovadoras e soluções integradas ao problema identificado (VIANNA et al, 2012). Assim, como uma abordagem metodológica, o Design Thinking compreende um conjunto de práticas e processos, composto pelas etapas de descoberta/ imersão, ideação, evolução/ prototipagem, interpretação e experimentação/ desenvolvimento, para uma nova forma, significativa e não linear, de pensar e abordar problemas.

conteúdos conceituais, as competências e as habilidades exploradas durante a sequência das aulas planejadas e nos projetos.

As aulas STEAM ocorrem em dois encontros semanais, com 100 minutos de duração para cada uma das turmas, e para atendê-las, com cerca de 44 alunos, foram divididas em duas subturmas.

As aulas são conduzidas por um professor da área de Ciências, responsável por cada subturma, que atua em parceria com os professores das demais áreas das Ciências e das Artes.

Para o acompanhamento do processo, assim como para compartilhar as ideias, refletir sobre a prática e realizar os ajustes necessários são realizadas duas reuniões quinzenais entre os professores e a coordenação do STEAM, com 1h e 40 minutos de duração cada, além de encontros com maior duração para vivência de novas práticas.

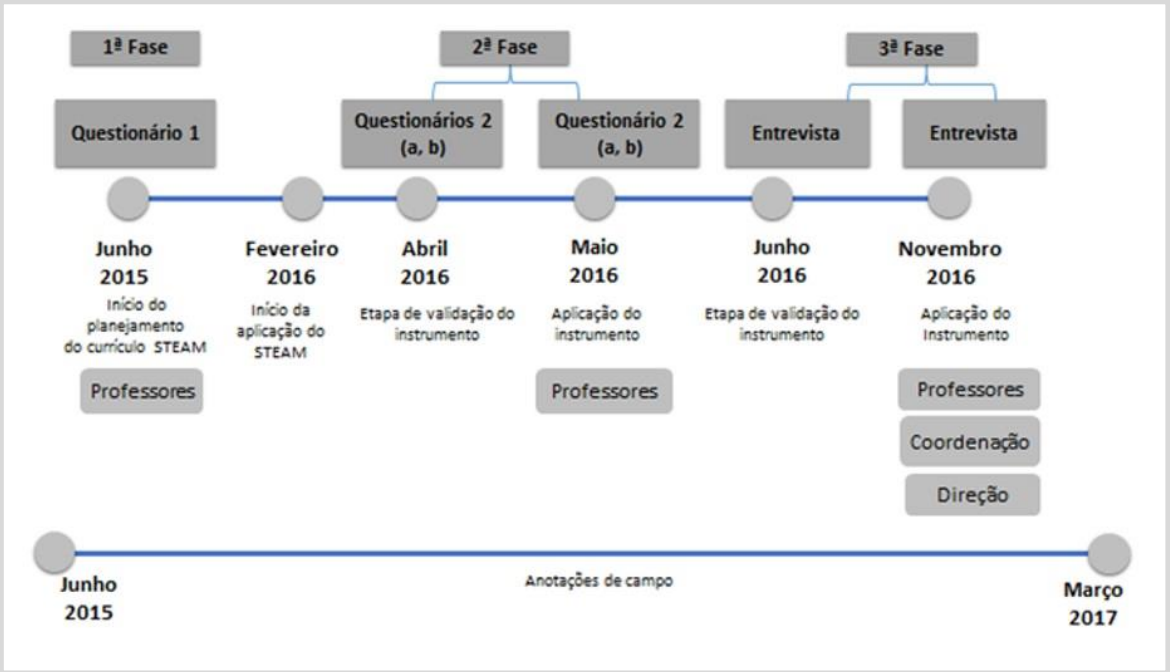
Atualmente, implantada no Ensino Médio, a disciplina STEAM atendeu, em 2018, a 13 turmas da 1ª série, 12turmas da 2ª série e 12 turmas da 3ª série, sendo alvo constante de reflexões e transformações.

4.4 – A Produção e os Modos de Análise dos Dados

Considerando que este trabalho investiga as tensões e as contradições emergentes nos sistemas de *atividade* que se constituem na construção de um currículo com base no STEAM, foi desenvolvido como um estudo de caso, com abordagem qualitativa, sob a perspectiva interpretativa para a análise dos dados. Nessa abordagem, entende-se que, ao considerar as vozes de diferentes sujeitos envolvidos, é possível realizar uma análise contextualizada e sistêmica, além de possibilitar o estabelecimento de melhorias da ação.

Para o desenvolvimento da pesquisa, a produção de dados foi organizada em três fases, conforme ilustradas na figura a seguir:

Figura 16 – Produção de Dados da Pesquisa, considerando suas Fases, em relação ao Tempo e aos Sujeitos Envolvidos.



Fonte: Elaboração da pesquisadora.

É importante informar que, durante todo o processo de produção dos dados foram realizadas anotações de campo e gravações em áudio das reuniões de planejamento dos professores, a fim de captar elementos do discurso além daqueles declarados nos instrumentos formais de pesquisa. Trechos das gravações foram transcritos e, em conjunto com as anotações, utilizados nas análises.

Na primeira fase da pesquisa, que corresponde ao início do planejamento do novo currículo, foram investigadas as concepções sobre a abordagem STEAM da coordenadora responsável pelo desenvolvimento do novo currículo e, também, de 19 docentes envolvidos no planejamento da proposta de reorganização curricular para o Ensino de Ciências.

Os 20 sujeitos envolvidos nessa tarefa foram convidados e aceitaram responder a um questionário, em formato digital (Questionário 1), composto por questões fechadas de múltipla escolha e questões abertas.

Para a identificação dos sujeitos e localização de suas respostas, foi criada uma sigla que indica, após a transcrição de trechos específicos, o professor respondente, o número do questionário e o número da questão em que aquela resposta foi dada, como no exemplo: PZ, QY/01 (Professor Z, Questionário Y, Questão 1). Essa forma de identificação foi mantida nas demais etapas da pesquisa.

Intitulado de “Concepções sobre projetos e STEAM”, o Questionário 1 (Apêndice A) propiciou o levantamento de alguns aspectos sobre a formação profissional e a experiência

docente da coordenadora e dos professores, possibilitando a construção do perfil dos sujeitos participantes da pesquisa.

Para o levantamento das concepções dos sujeitos a respeito da abordagem STEAM, os professores responderam a uma pergunta aberta sobre a compreensão que têm desse processo e fizeram uma avaliaram indicando o grau de concordância, em oito afirmações referentes à proposta que orientou a reorganização curricular da área de Ciências na escola.

Sobre as afirmativas, os professores e a coordenadora puderam expressar concordância ou discordância com os trechos apresentados, optando por alternativas que variavam de “Concordo fortemente” a “Discordo fortemente”, além da alternativa da indecisão sobre a informação ou a falta de compreensão sobre esta.

As respostas dos professores sobre as concepções (Questionário 1) foram parcialmente transcritas, organizadas em quadros e gráficos e analisadas com base no referencial teórico.

Com o olhar amplo às concepções dos sujeitos da pesquisa, as respostas referentes à pergunta – O que você entende por STEAM? – foram copiadas no software *Wordle* para a construção de uma nuvem de palavras que destaca, nessa diagramação, os termos e os conceitos, por mais vezes citados nos textos, as palavras mais utilizadas pelos professores e pela coordenação aparecem em maior tamanho, com maior destaque.

Após um ano desse planejamento do currículo pautado pela abordagem STEAM e diante de quatro meses de sua aplicação nas turmas da 1ª série do Ensino Médio, teve início a segunda fase da pesquisa para investigar as transformações nas concepções dos professores e da coordenação ao longo do processo.

Para a coleta de dados nessa fase do trabalho, foi elaborado um novo formulário digital, identificado como Questionário 2 (Apêndices B e C), para ser aplicado aos mesmos sujeitos que participaram da primeira etapa da pesquisa.

O instrumento foi validado pelo grupo de pesquisa CHOICES (IB-USP)[10] e por dois dos professores participantes da reorganização curricular, em uma versão piloto, o que conduziu a ajustes nas proposições e a organização do instrumento em duas partes (2a e 2b) (Apêndices B e C). A divisão do formulário deveu-se à natureza de suas questões, de modo que na parte 2a, a fim de comparar com as respostas do Questionário 1, foi imprescindível a identificação do sujeito; enquanto na parte 2b, por se tratar de reflexões e impressões

[10] CHOICES – Culture and Historicity in Out of School Innovations for Communication and Education in Science – é o grupo de pesquisa coordenado pela professora Alessandra Fernandes Bizerra. Localizado no Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, o grupo tem seus estudos, pesquisas e publicações, nos níveis de Iniciação Científica, Mestrado e Doutorado, voltados para o Ensino de Ciências e Divulgação Científica, a partir da perspectiva histórico-cultural.

subjetivas sobre o processo de desenvolvimento do currículo, buscando maior liberdade nas respostas, a identificação do participante foi opcional.

O Questionário parte 2a: “Formulário Professores 1/2016: Sistemas de Atividades e STEAM” retomou as questões iniciais, presentes no Questionário 1 e incluiu novas questões sobre as concepções do STEAM, sendo essas voltadas para a compreensão das transformações ocorridas, além de abordar as primeiras impressões dos professores e da coordenação sobre o desenvolvimento do novo currículo e sua implementação na instituição pesquisada.

Para tanto, o novo formulário reapresentou as mesmas questões referentes às concepções sobre o STEAM, abordadas no primeiro instrumento, porém, enfatizando a possibilidade de explicitação das mudanças de percepção pelos professores, quando comparado à coleta de dados inicial.

Assim, além de incluir a questão “O que você entende por STEAM hoje?”, o instrumento apresentou a nuvem de palavras sobre as concepções iniciais acerca do STEAM.

A partir da análise do diagrama (Figura 18), os participantes expressaram, em uma escala numérica de 1 a 10, a representatividade dessa imagem para indicar como percebem a concepção da escola sobre o STEAM, suas ideias atuais e as impressões iniciais sobre a aplicação do currículo pautado nessa abordagem, isso até o momento da pesquisa. Na escala proposta, o número 10 indica o maior poder de representação da imagem em relação aos pontos destacados, enquanto o numeral 1 indica o menor poder de representação desta.

Durante essa análise e de acordo com a própria concepção, os professores indicaram termos que deveriam ser mantidos ou retirados em um novo diagrama (Figura 19), mais representativo sobre o STEAM no momento da investigação.

Assim como realizado na primeira fase da pesquisa, as respostas à pergunta “O que você entende por STEAM hoje?”, presente no Questionário 2, foram copiadas no *software Wordle*, para a construção de uma nuvem de palavras com base na frequência de citação de termos que explicitaram importantes elementos da concepção do STEAM.

Em continuação a essa etapa da pesquisa, o Questionário parte 2b: “Formulário Professores 2/2016: Sistemas de Atividades e STEAM” apresentou 11 questões abertas com foco nas reflexões sobre o desenvolvimento e o planejamento e ao início da aplicação do currículo pautado no STEAM.

As questões abordaram as impressões dos professores desde o recebimento da notícia sobre a mudança curricular e a motivação para participar da reorganização curricular

até os impactos e as transformações na prática, incluindo a avaliação sobre as etapas e a percepção sobre as suas contribuições no processo.

Nessa parte do questionário, por apresentar perguntas que investigaram as impressões iniciais, a identificação ou não das motivações e das expectativas para o trabalho dos sujeitos envolvidos e, também, da organização das ações e dos desafios vivenciados ficou a critério do participante.

Para essa segunda etapa da coleta de dados, 18 dos 20 participantes da primeira fase da pesquisa foram novamente convidados a responder aos questionários que compuseram essa fase da investigação. A diferença no número de convidados deve-se ao fato de que dois professores participaram do processo de validação do instrumento e, portanto, as respostas não foram consideradas.

Do grupo convidado, 13 professores e a coordenadora responderam ao primeiro questionário dessa fase (Questionário parte 2a) e, entre estes, 11 pessoas responderam às questões presentes na segunda parte do instrumento (Questionário 2b).

Pode–se entender a menor participação dos professores na segunda fase da pesquisa em decorrência da implantação do novo currículo ser também no momento da aplicação do segundo questionário, quando houve um aumento de demandas operacionais, o que exigiu mais tempo de trabalho.

Com relação à diminuição na participação dos sujeitos na parte 2b, quando comparado à parte 2a, pode-se explicar que, por se tratar de dois formulários distintos, alguns professores podem não ter percebido a necessidade de responder às duas versões ou deixaram para responder em momentos diferentes e não enviaram as suas respostas. É válido ressaltar que, todos os sujeitos que responderam a parte 2b optaram por se identificar, mesmo cientes de que era uma opção**.**

No segundo instrumento, os resultados obtidos com a nuvem de palavras, juntamente com os dados construídos sobre as primeiras impressões dos professores e as respostas ao questionário focado na experiência local do STEAM, compõem uma análise realizada num movimento entre referencial teórico e dados, para compreender, nos níveis individual e coletivo, as contradições emergentes e suas aproximações e distanciamentos nas duas fases da investigação.

Partindo de dados obtidos com os instrumentos fechados e padronizados utilizados nas primeiras etapas da investigação, a terceira fase da pesquisa foi composta por entrevistas semiestruturadas (Apêndices D e E) que, entendidas em um processo relacional de interação entre pesquisador e entrevistado e colocadas em uma situação de trocas de significados

subjetivos, podem revelar a complexidade de percepções, interpretações, sentimentos, expectativas, condutas e motivações (SZYMANSKI et al., 2011).

Dessa forma, por meio da contribuição dos sujeitos envolvidos, a entrevista torna-se um instrumento interativo, cuja prática desvela a compreensão dos fenômenos e reflete o dinamismo das informações, a reflexão sobre essas e a reestruturação das ideias.

Essas entrevistas foram realizadas com base no princípio da multivocalidade e diante da tentativa de dar voz aos diferentes sujeitos envolvidos no desenvolvimento e na aplicação do currículo pautado na abordagem STEAM, e também com a intenção de garantir a análise sistêmica do processo de reorganização curricular. Nesse sentido, todas as entrevistas foram gravadas em áudio, com representantes de diferentes esferas da instituição, diretamente envolvidos na reorganização curricular.

Na etapa das entrevistas, a identificação dos professores foi realizada seguindo o mesmo padrão dos questionários, porém, após a sigla referente ao professor, foi utilizada a letra E, que indica se tratar do segundo instrumento, como no exemplo: PZ, E. Como as entrevistas tiveram dinâmicas diferentes, apesar de um roteiro comum não foi identificado o número da questão, como procedimento adotado com as questões de instrumentos precedentes.

Como representantes do corpo docente envolvido no desenvolvimento e na implantação da nova proposta curricular, foram selecionados quatro professores que participam do projeto desde o planejamento e que responderam a todos os questionários, nas duas fases anteriores.

Buscando contemplar a maior representatividade de profissionais das diferentes áreas envolvidas no STEAM e a transformação do currículo nas aulas práticas, a seleção dos professores para essa fase da investigação valorizou a formação inicial e a experiência dos docentes nas aulas em laboratório. Essa escolha de docente também levou em consideração a análise dos dados obtidos nos questionários e a transformação das respostas nas fases iniciais da pesquisa.

Assim, foram convidados para participar da fase de entrevistas, quatro professores das áreas de Física, Química, Biologia e Artes, que lecionavam aulas práticas em laboratório e que apresentaram mudanças significativas nas respostas do Questionário 2, quando comparadas às respostas da primeira versão.

Ainda para essa etapa da pesquisa, como representantes da direção foram convidados a participar da investigação o diretor presidente, o diretor de operações e a gerente de planejamento estratégico da escola. A coordenadora responsável pelo planejamento e pela

aplicação da proposta organizada com base no STEAM representou a coordenação da instituição.

Para identificar estes participantes, foi criada uma sigla para representantes da direção e coordenação, de acordo com o cargo ocupado. Dessa forma, trechos das falas da coordenadora, da gerente de planejamento estratégico, do diretor de operações e do diretor presidente da instituição foram nomeados pelas siglas C, GPE, DO e DP, respectivamente.

A estrutura da entrevista foi elaborada com base no referencial teórico e validada por uma versão piloto com uma professora da escola, também professora do STEAM, com apoio do grupo de pesquisa CHOICES (IB-USP). Esta versão piloto da entrevista revelou elementos importantes sobre a história da instituição e aspectos de seu contexto, concepções a respeito da abordagem STEAM e princípios que indicaram características sobre a atividade da gestão da escola, como a necessidade que a gerou, o motivo, as ações e as operações organizadas na divisão do trabalho, as condições e as regras que a regulam, bem como os conflitos e os atributos originados das negociações realizadas.

Apesar disso, a maior contribuição do instrumento residiu na indicação da necessidade de elaborar questões que permitissem revelar, com maior profundidade dos dados, as impressões e as expectativas iniciais sobre o STEAM e durante o planejamento do currículo, em comparação às impressões de sua implantação; os fatores e os princípios que influenciaram e embasaram a mudança curricular, a integração entre as ações dos sujeitos e os reflexos da nova proposta na comunidade escolar.

A partir do estudo piloto, verificando a natureza das questões e diante da atuação dos diversos sujeitos que seriam entrevistados, optou-se por elaborar um roteiro de investigação com estrutura voltada à direção e à coordenação do colégio; e outro com foco nas especificidades do grupo de professores.

Em comum, ambos os instrumentos abordaram o perfil profissional do participante e sua relação com a instituição parceira, aprofundando aspectos sobre o contexto, as concepções sobre o STEAM e os seus elementos que orientaram a reorganização curricular, relacionando e colocando-os em diálogo com os pressupostos da Teoria da Atividade, com maior enfoque em tensões e conflitos emergentes, e as negociações realizadas para a sua resolução e as consequentes transformações que caracterizam uma aprendizagem expansiva.

De acordo com o referencial teórico metodológico utilizado nesta pesquisa, as questões das entrevistas buscaram mapear as necessidades e os motivos envolvidos na transformação curricular das aulas em laboratório para um currículo organizado com base no trabalho por projetos e que integra as Ciências, as Tecnologias, as Engenharias, as Artes e a

Matemática; e as ações dos sujeitos envolvidos, as condições e a organização do trabalho nas diferentes funções desempenhadas.

Foram alvos dessa etapa da investigação, o entendimento dos conflitos, as negociações e as transformações vivenciadas pelos sujeitos, além do levantamento de atributos que criaram possibilidades de expansão dessa experiência para outros contextos.

Como espaço de acolhimento que permitiu explicitar o conhecimento dos participantes, cada entrevista exigiu uma dinâmica específica, de acordo com o perfil do entrevistado, partindo de uma questão desencadeadora e, considerando o contexto e as experiências pessoais. Nesse sentido, as entrevistas puderam ser dirigidas, simultaneamente por entrevistador e entrevistado, e com a participação do pesquisador na elaboração de sínteses, solicitação de esclarecimentos e aprofundamento dos tópicos abordados, além da manutenção do foco da proposta.

O material produzido com as entrevistas foi transcrito de forma integral e analisado qualitativamente, por meio do discurso textual, com a finalidade de mapear os sistemas de atividade e identificar as contradições, de modo sistêmico.

Compreendida como “um processo auto organizado de novos significados em relação a determinados objetos de estudo, a partir de materiais textuais referentes a esses fenômenos” (MORAES, 2003, p.209), na análise textual discursiva, os textos são entendidos como significantes a partir dos quais significados são construídos em um movimento, não linear, de interpretação e produção de argumentos, em diálogo com referencial teórico (MORAES; GALIAZZI, 2006).

Superando a descrição dos dados, a fim de desvelar o sentido implícito, o texto foi descontruído em unidades de significado para evidenciar as relações entre o conhecimento explicitado e, assim, atribuir novos sentidos. A análise das unidades de significado que estruturam o fenômeno possibilitou a identificação das atividades e dos sistemas de atividades presentes no desenvolvimento e na aplicação do currículo orientado pela abordagem STEAM, evidenciando as concepções sobre essa proposta e as tensões presentes no discurso.

As tensões identificadas foram descritas e, a partir de elementos e argumentos comuns do aspecto do fenômeno a que se referem, organizadas em categorias derivadas do referencial teórico e colocadas em diálogo com as categorias emergentes dos dados, visando o mapeamento dos sistemas de atividade e a identificação das contradições, de modo sistêmico.

Como sínteses provisórias de unidades com significados semelhantes e, sendo parte da análise e não como o fim desta, as categorias foram utilizadas como ferramentas para a localização das tensões e os conflitos que indicam as contradições intra e interatividades.

Com origem no modelo teórico e também emergentes das situações em análise, as categorias representam as tensões manifestadas durante a construção do currículo com abordagem STEAM, guiando a análise da prática. Vistas de forma dicotômica, as tensões devem ser superadas com a negociação na perspectiva dialética.

Nesse sentido, foram construídas quatro categorias, analisadas em relação a trabalhos de mesmo referencial teórico metodológico, buscando aproximações e distanciamentos, com a validação por parte do grupo de pesquisa do CHOICES (IB-USP). O quadro a seguir apresenta as categorias utilizadas nesta dissertação e sua respectiva definição.

Quadro 2 – Categorias de Tensões e Contradições utilizadas na Análise dos Dados.

CONTRADIÇÃO / TENSÃO	DEFINIÇÃO
Valor de uso X Valor de troca	Postulada por Marx como a contradição primária que permeia os sistemas de atividade é a principal contradição do capitalismo e refere-se ao valor de uso e de troca das mercadorias (ENGESTRÖM, 2001).
Individual X Coletivo	Relacionada ao sujeito da atividade, esta categoria exprime a tensão entre o sentido pessoal e o coletivo (significado), os interesses individuais/ locais e coletivos/ gerais, a formação do indivíduo e suas formas de participação na coletividade (CAMILLO; MATTOS, 2014).
Manutenção X Transformação	Transitando entre a manutenção de padrões e a transformação destes, essa tensão refere-se à oposição estabelecida entre a organização tradicional do ensino e as novas condições colocadas pelas mudanças orientadas por concepções de ensino que buscam a construção do conhecimento.
Abrangência X Profundidade	Característica da integração entre disciplinas, esta categoria refere-se à tensão existente entre aprofundar um conteúdo de modo especializado e especifico ou ampliar visão sobre determinado assunto, aumentando a abrangência deste.

Fonte: Elaboração da pesquisadora.

Acompanhando o processo de aplicação dos questionários e a realização de entrevistas, foram realizadas anotações de campo referente às reuniões e às vivências ocorridas entre o grupo de professores e a coordenação.

As anotações de campo foram colocadas em diálogo com os dados dos questionários e das entrevistas, sendo analisadas diante do referencial teórico para a identificação de elementos sobre as concepções da instituição a respeito do STEAM e de indicadores de conflitos decorrentes do processo de reorganização curricular.

Impregnadas dos sentidos dos dados, novas compreensões foram sintetizadas sobre a transformação curricular pautada na abordagem do STEAM, as tensões e as contradições emergentes nesse processo, permitindo responder às questões iniciais da pesquisa.

A fim de atender às exigências éticas, foi enviada, a todos participantes, uma Carta de Informação ao Sujeito com a apresentação da proposta, bem como o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice F). É importante destacar que estes foram convidados a participar da pesquisa, considerando a possibilidade de desistir, em qualquer fase da produção dos dados.

Vale lembrar, também, que as entrevistas gravadas em áudio, não estão veiculadas em espaços externos à escola e à academia, garantindo, portanto, o anonimato dos participantes.

4.5 – Breve Perfil dos Sujeitos Participantes de Pesquisa

Para atender ao objetivo principal desse estudo, que consistem em reconhecer as tensões e as contradições que emergem no processo de transformação curricular do Ensino de Ciências, partindo da organização tradicional e disciplinar das aulas práticas em laboratórios de Física, Química e Biologia, para a implantação de um currículo pautado na abordagem STEAM nas esferas da direção, da coordenação e dos professores, de uma escola particular da cidade de São Paulo, foram selecionados membros das três dimensões citadas, a fim de garantir, mesmo em pequena amostragem, a representatividade e a percepção sistêmica do processo.

Os representantes da direção, que participaram da terceira fase da coleta de dados da pesquisa, têm idade entre 32 e 66 anos; a diretoria é representada, nesse estudo, por profissionais dos gêneros masculino (67%) e feminino (33%), com formação acadêmica e pós-graduação em nível de especialização e experiência profissional nas áreas de Administração, Publicidade, Marketing e Gestão de Processos e Pessoas, Finanças e Tecnologias, em instituições nacionais e internacionais, sendo que dois destes foram alunos da escola e parte da família fundadora.

A coordenação, responsável pelo processo de planejamento e implementação da disciplina organizada a partir do STEAM e que atua diretamente com os professores, foi representada pela coordenadora de Ciências, Laboratório de Biologia e STEAM. Esta participante tem 52 anos, identificada pelo gênero feminino, apresenta formação inicial em Biologia (licenciatura e bacharelado), mestrado e doutorado em Tecnologia Educacional e experiência de 30 anos em sala de aula, em cursos de formação de professores e no desenvolvimento de projetos interdisciplinares. Por acompanhar todo o processo de planejamento, desenvolvimento e aplicação do currículo pautado na abordagem STEAM, a coordenadora participou das três fases de coleta de dados que compõem esse estudo.

É importante destacar que, apesar da diversidade na formação inicial, os sujeitos que representam a direção e a coordenação da instituição compartilham experiências como alunos em escolas de ensino básico e universidades internacionais, nos Estados Unidos e Europa, em cursos de Pós-graduação.

O grupo de professores foi composto por 19 pessoas envolvidas desde o início do planejamento do currículo orientado pela abordagem STEAM, com participação integral na primeira fase de coleta de dados, correspondente ao questionário 1 (Apêndice A). Desse total, 11 pessoas (58%) se identificam com o gênero feminino e 08 pessoas (42%) com o gênero masculino.

O quadro a seguir apresenta a síntese dos sujeitos participantes da pesquisa, considerando a identificação com gênero.

Quadro 3 – Perfil dos Participantes da Pesquisa: Gênero.

DIMENSÃO	GÊNERO	NÚMERO DE PARTICIPANTES
Direção	Masculino	2
	Feminino	1
Coordenação	Masculino	-
	Feminino	1
Professores	Masculino	8
	Feminino	11

Fonte: Elaboração da pesquisadora.

Com relação à formação inicial, cerca de 90% dos professores (17) apresentam licenciatura e 63% (12) são, também ou exclusivamente, bacharéis em sua área de formação. A maior parte dos professores participantes da pesquisa, no momento da aplicação do questionário, apresentava Pós-graduação em sua área de formação inicial ou em Educação, sendo que 06 (30%) têm certificação de especialização e 10 (55%) têm o título de mestre. A síntese sobre a formação acadêmica dos professores e a formação da direção da escola e coordenação do STEAM podem ser observadas no quadro 4.

Quadro 4 – Perfil dos Participantes da Pesquisa: Formação Acadêmica.

DIMENSÃO	FORMAÇÃO ACADÊMICA	NÚMERO DE PARTICIPANTES
Direção	Licenciatura	-
	Bacharelado	3
	MBA / Especialização	3
	Mestrado	1
	Doutorado	-
Coordenação	Licenciatura	1
	Bacharelado	1
	MBA / Especialização	-
	Mestrado	1
	Doutorado	1
Professores	Licenciatura	17
	Bacharelado	12
	MBA / Especialização	6
	Mestrado	10
	Doutorado	-

Fonte: Elaboração da pesquisadora.

Quando questionados sobre o tempo de experiência docente, 11 pessoas (58%) atuam como professores em sala de aula há mais de 20 anos, enquanto 06 professores (30%) declaram atuar na docência entre dois e cinco anos. Dois professores (10%) apresentam de 10 a 20 anos de atuação docente; nenhum dos pesquisados é professor há menos de dois anos. Com relação ao tempo de experiência docente, uma síntese com o perfil de todos os sujeitos participantes da pesquisa pode ser observada no quadro a seguir:

Quadro 5 – Perfil dos Participantes da Pesquisa: Tempo de Experiência Docente.

DIMENSÃO	FORMAÇÃO ACADÊMICA	NÚMERO DE PARTICIPANTES
Direção	Não atua na docência	3
	De 2 a 5 anos	-
	De 10 a 20 anos	-
	Mais de 20 anos	-

Continua.

Continuação.

Coordenação	Não atua na docência	-
	De 2 a 5 anos	-
	De 10 a 20 anos	-
	Mais de 20 anos	1
Professores	Não atua na docência	-
	De 2 a 5 anos	6
	De 10 a 20 anos	2
	Mais de 20 anos	11

Fonte: Elaboração da pesquisadora.

Os professores que responderam ao questionário lecionam no Ensino Fundamental II e no Ensino Médio, em uma ou mais escolas da Rede de Ensino particular, sendo que um destes atua também em uma Instituição de Ensino Superior particular. Nenhum professor relatou atuar, no período de realização desta pesquisa, em escolas ou universidades públicas.

Do grupo total, os quatro professores que participaram das entrevistas apresentam idade entre 33 e 56 anos, sendo que todos têm formação em Licenciatura nas suas respectivas áreas – Física, Química, Biologia e Artes. Destes, 75% (3/4) declararam ter o título de Bacharel e a mesma quantidade concluíram o mestrado. Com relação ao tempo de experiência docente, o grupo apresenta professores com experiência de 2 a 5 anos assim como professores com mais de 20 anos de trabalho em sala de aula.

Desde o início do planejamento do novo currículo orientado pela abordagem STEAM, o grupo de professores e coordenadores foi modificado por questões que envolveram novas escolhas profissionais, ausência identificação com a nova forma de trabalhar os conceitos de Ciências, entrada de novos professores, mudança na coordenação do curso, entre outros. Dos 20 professores que participaram da primeira fase da pesquisa, 11 permanecem ministrando as aulas e atuando na reformulação dessa disciplina na escola.

CAPÍTULO V – O SISTEMA DE ATIVIDADES NA CONSTRUÇÃO DE UM CURRÍCULO PAUTADO PELA ABORDAGEM STEAM, TENSÕES E NEGOCIAÇÕES ENVOLVIDAS

Para a análise das tensões que emergem na construção de um currículo para o Ensino de Ciências, pautado na abordagem STEAM, foi realizada uma investigação que relacionasse o objeto de estudo ao seu contexto e ao seu observador, o que a torna uma investigação complexa. O fato de vivenciar rotineiramente o contexto de produção do novo currículo – como professora e, atualmente, como coordenadora – se, por um lado, permitiu uma análise crítica sobre diversos aspectos do processo, por outro, isso pode ter influenciado a construção e análise dos dados.

Considerando que não é possível estudar as questões psicológicas fora do contexto em que essas tiveram seus significados construídos. Nesse sentido, a Teoria da Atividade por sua natureza dinâmica, é apresentada como potencial modelo que transcende a noção de que a mente e a sociedade são consequências últimas do comportamento humano, e que permite capturar a complexidade e o movimento das interações (HARDMAN, 2007).

Diante dessa complexidade, a abordagem histórico-social oferece suporte teórico para a interpretação dos dados, ao perceber os fenômenos de modo dinâmico e ao associar – ao estudo – ferramentas, regras, ações e operações envolvidas, o que permite a percepção das contradições emergentes.

Ao mesmo tempo, a dinamicidade e o movimento contínuo da *atividade* representam um obstáculo ao pesquisador que busca analisar momentos localizados em um sistema de *atividade*. Isso se deve ao fato de que algo que comece como uma regra, em um sistema, pode se tornar ferramenta ou objeto de outro, de acordo com o contexto em que está inserido.

Em outra situação, dependendo do enfoque do observador, o que corresponde a uma *atividade* para um grupo de sujeitos, pode representar uma ação na *atividade* para outros sujeitos. Por esse motivo, é necessário escolher momentos que demonstrem a dinamicidade do sistema e permita congelar a interação para a sua análise (HARDMAN, 2007).

O currículo disciplinar é entendido como objeto em transformação e, portanto, que carrega em si dinamicidade, tensões e contradições, esse estudo apresenta o recorte de um momento do processo, sem a pretensão de esgotar as suas possibilidades, pois, como fenômeno, o objeto de análise continua suas transformações e sofre influência do olhar de quem o observa, podendo suscitar diversas interpretações. Nesse sentido, compreender as atividades e as ações envolvidas na reorganização curricular do Ensino de Ciências de diferentes sujeitos é passo importante para uma análise sistêmica, uma vez que esta se

configura como um elemento comum e compartilhado por todos os participantes desta pesquisa.

Assim, este capítulo apresenta as *atividades* da direção, da coordenação e dos professores envolvidos no processo de transformação curricular; além das tensões e dos conflitos emergentes, pontuando as negociações realizadas para sua superação.

5.1 – A Reorganização do Currículo do Ensino de Ciências como Sistema de Atividade

A análise sistêmica do desenvolvimento e da implementação do currículo orientado na abordagem STEAM pressupõe o olhar para os diversos sujeitos envolvidos nesse processo, a fim de garantir a multivocalidade, característica da *atividade*, e a ampliação da visão sobre esta e as diversas esferas que a compõe. Assim, considerar as concepções, as motivações e as ações da equipe gestora (direção e coordenação) e da equipe de professores, diretamente envolvidas no planejamento do STEAM, é fundamental para ampliar a percepção sobre a reorganização curricular.

Os dados produzidos a partir da aplicação dos questionários, anotações de campo e com a realização das entrevistas revelaram a existência de cinco atividades, organizadas no esquema ilustrado na figura 17**,** sendo estas as atividades de direção, de coordenação, de transformação do currículo, de ensino e, também, de aprendizagem dos professores.

Embora a representação de um Sistema de Atividade tenha em si o risco da simplificação e demonstre um momento de seu movimento, como unidade de análise da Teoria da Atividade, ela permite situar o processo de desenvolvimento em seu contexto (ENGESTRÖM, 1987).

Figura 17 – *Atividades* Identificadas no Processo de Reorganização Curricular.

Fonte: Elaboração da pesquisadora.

Por compartilhar o objeto em transformação analisado, a atividade de transformação do currículo foi interpretada, nesta dissertação, como atividade dominante dos professores, central no sistema de atividades, apresentando intersecções com todas estas atividades.

Embora, para Leontiev (2009), a *atividade* dominante seja a *atividade* que rege todas as demais *atividades* de um indivíduo e, portanto, pode ser facilmente identificada no início do desenvolvimento humano, no contexto da pesquisa é a *atividade* geral do grupo, compartilhada pelos sujeitos envolvidos na transformação curricular, da qual decorrem outras *atividades*. Se olhada pela ótica do indivíduo, esta configura-se em *atividade* secundária.

Nessa perspectiva, as *atividades* de direção e de coordenação apresentam-se como *atividades* externas à *atividade* de transformação curricular, de modo que a reorganização do currículo emerge como uma ação que compõe as respectivas *atividades*.

É sob a ótica dos professores que a reorganização curricular se tornou o objeto em transformação da *atividade* principal destes sujeitos, que também demonstraram estar em *atividade* de ensino e de aprendizagem. Essas *atividades* identificadas na análise dos dados são apresentadas nas sessões deste capítulo.

5.1.1 – *Atividade* de Direção

Analisar a transformação curricular do Ensino de Ciências da instituição pesquisada pressupõe olhar com cuidado para a atividade da direção da escola, considerando a história que a constitui. A direção exerce papel fundamental na tomada de decisão sobre os caminhos a serem seguidos, de acordo com os princípios e os valores de sua cultura.

A preocupação em estar alinhada com a sociedade em que está inserida e os valores centrais construídos ao longo do tempo – como o pioneirismo e a inovação, a excelência, a confiança, o aluno no centro dos processos e a interdependência – direcionam os rumos a serem trilhados por esta escola.

Nesse sentido, os dados das entrevistas realizadas com a Gerente de Planejamento Estratégico (GPE), o Diretor de Operações (DO) e o Diretor-Presidente (DP) revelaram que, de acordo com as vivências e pesquisas sobre tendências da Educação, a direção da escola se viu diante da necessidade de mudança na cultura de uma escola com práticas tradicionais para uma escola que também contemple práticas pedagógicas inovadoras, com vistas a se manter no mercado e formar um aluno preparado para as novas demandas da sociedade.

Para os gestores, por serem mantidas há bastante tempo, as práticas pedagógicas tornaram-se desatualizadas, o que poderia comprometer tanto a formação do aluno como a permanência da instituição no mercado como referência de educação de qualidade.

Ao se referir à proposta, o diretor presidente ressalta que é preciso modificar as práticas para “continuar no jogo”, uma vez que, “o projeto tá perdendo gradativamente aderência na sociedade atual” e “que, se você não inovar nisso, nessa sociedade que já é uma incerteza geral e completa e irrestrita, você corre um sério risco de perecer” (DP, E).

Para a gerente de planejamento estratégico, essa manutenção das práticas não condiz com as mudanças da sociedade e do mercado, o que foi responsável por grande incômodo. Para ela,

> [...] o mundo da Educação estava, assim, com muita transformação e eu voltei para um Bandeirantes que era muito parecido com o que eu tinha estudado, né? E isso me causou muito incômodo. Eu falava assim, poxa, tudo bem que a gente tem o maior sucesso do mundo, mas eu estou vendo um mercado em ebulição assim, com novos entrantes, novas escolas, novas formas de estudar [...] (GPE, E).

Assim, movida pela necessidade de mudar para manter-se no mercado em que se insere, a escola começou uma série de transformações e inovações em suas práticas e processos, o que inclui: uma nova forma de gestão; a revisão e a mudança na matriz curricular

do Ensino Médio; a avaliação e o investimento na formação dos profissionais para novas práticas, gerando uma atividade, a qual denominamos de *atividade* da direção.

De acordo com a constituição da escola como empresa que oferece serviços em Educação e o perfil empresarial dos sujeitos, a *atividade* da direção está associada à gestão da escola e sua manutenção no mercado (Quadro 6).

Quadro 6 – *Atividade* de Direção.

ATIVIDADE	
Sujeito	Diretores; Gerentes.
Motivo	Gestão e transformação da cultura e de práticas para a formação do aluno de acordo com as demandas do contexto e a manutenção da escola no mercado.
Objetivo	Manter a escola com competitividade no mercado.
Ações	Gerenciamento da escola em relação aos aspectos administrativos, financeiros e pedagógicos. Orientação e direcionamento com relação à organização da matriz curricular. Realização de investimentos financeiros em práticas estratégicas para as mudanças pretendidas. Criação de condições para a formação e o desenvolvimento profissional dos funcionários.
Operações	Utilização dos recursos para o gerenciamento financeiro, planejamento estratégico, pedagógico, equipe de profissionais, infraestrutura.

Fonte: Elaboração da pesquisadora.

Essa *atividade* inclui a preocupação com a gestão do negócio e a sustentabilidade financeira, a sucessão de modo profissional e a formação das pessoas e da cultura empresarial, isso diante das necessidades de inovação frente ao contexto e das expectativas em relação ao serviço oferecido.

No entanto, para além da visão empresarial, as demandas e as incertezas da sociedade atual fizeram com que a direção também demonstrasse preocupação com a formação do jovem para lidar com a realidade em que está inserido. Essa preocupação é evidenciada nos questionamentos expressos na fala do diretor-presidente, como:

> [...] nós estamos formando um jovem para o que? Pra que tipo de sociedade? Essa sociedade irá preencher os ideais daquele jovem? Esse jovem estará preparado pra essa sociedade? (DP, E).

Diante de tais questões, é colocada a demanda de que a escola

> [...] tem que ser essa escola rica [...] meu grande objetivo, assim, sabe, é fazer com que os outros alunos, mesmo que não tenham essa formiguinha

> dentro deles, querendo fazer mais e melhor, assim, com que eles também façam uma experiência extra, fora da sala de aula (GPE, E).

Proporcionar a transformação das práticas na sala de aula para além da aula tradicional, visando uma formação em que o aluno tenha experiências de trabalho em grupo e seja protagonista na construção do conhecimento torna-se, também motivo da *atividade* de gestão, expresso no trecho a seguir:

> [...] o que mais me motiva assim é saber que o aluno vai ter uma experiência diferente de aula aqui dentro da escola, uma aula que ele vai sair da zona de conforto que ele não vai ficar só escutando professor falar, que ele vai ter que colocar a mão na massa, que ele vai ter que aprender a trabalhar em grupo, eu acho que ele vai sair daqui assim realmente com outra experiência (GPE, E).

Trata-se, portanto, de uma *atividade* de mudanças estratégicas para a manutenção da escola, em que é preciso inovar as práticas para manter uma educação de qualidade e voltada à formação do aluno e preservar-se no mercado, considerando um contexto em constante transformação e alinhado às demandas da sociedade atual.

Mediada por instrumentos, como os documentos de análise financeira, gestão acadêmica e pedagógica, e apoiada sobre regras pautadas no regimento escolar e na legislação que rege a Educação no país, a atividade da direção busca transformar a instituição com ações que incluam gestão das mudanças e promovam inovações nas áreas acadêmica, pedagógica e financeira.

Embora as diversas ações da *atividade* de gestão apresentem relevância nos caminhos que a instituição buscar percorrer, nesse estudo, optou-se por abordar somente a transformação curricular do Ensino de Ciências das disciplinas de laboratório de Física, Química e Biologia para uma disciplina orientada a partir da abordagem STEAM, que se configura em importante ação para a realização da *atividade* da direção, pela extensão da transformação nas estruturas tradicionais que propõe, merece atenção por gerar inseguranças.

É importante destacar que tal ação teve início em discussões entre a direção, conforme evidencia o trecho a seguir:

> [...] quando a gente resolveu redesenhar o currículo do Ensino Médio. (...) Foi um pouco top down, não foi uma coisa que nasceu dos coordenadores ou, simplesmente, dos professores como: ‘Vamos criar esse curso!’. Não foi uma coisa: ‘Olha a agente precisa reformar o Ensino Médio, ele tá um curso datado, muito engessado, ele precisa ser mais interdisciplinar, ele precisa ser mais leve, enfim, como que a gente faz isso’. Então, veio essa demanda, né? Da diretoria (GPE, E).

A proposta compreendida pela direção como uma forma de Educação:

> [...] coloca o aluno no centro. Acho que tem tudo a ver com conhecimento com as práticas, tem a ver com esse ambiente, ter o aluno no centro, e, uma coisa bacana, o STEAM tem estimulado muito o estudo e muito mais centrado no aluno do que, tanto, no professor. Todo um processo que tem a ver com criticar, repensar, descobrir como fazer escolhas, né? Tomar decisões [...] (DP, E).

E é pautada em:

> [...] uma metodologia interdisciplinar onde você consegue entregar um assunto olhado de várias perspectivas [...] muito mais aplicado à vida real [...] (GPE, E).

Nesse sentido, para a equipe gestora incluir na matriz curricular uma disciplina orientada pela abordagem STEAM representou uma mudança de concepção da escola com relação ao Ensino de Ciências, que passa a ser percebido em uma perspectiva interdisciplinar e colocada em prática por meio de projetos. Considerando que essa proposta visa promove transformações na organização do trabalho escolar, no papel do professor e na organização das aulas, tem-se:

> [...] uma virada de chave mesmo. Assim, uma nova maneira de trabalhar aqui dentro (GPE, E).

Ainda complementando sobre as transformações promovidas por essa forma de conceber o Ensino de Ciências, reconhece-se que:

> [...] falar em interdisciplinaridade já começa no nome, né? Tá ali, as pessoas de diferentes áreas precisam trabalhar juntas, a se entender, a se desentender, levar isso adiante (...) ele é necessário e tá ensinando a escola a trabalhar de uma maneira diferente. De um modo geral, acho que nenhum professor que participa do STEAM depois volta para a cadeira dele, absolutamente, com uma barreira a tudo que aconteceu. Ele volta levando um monte de coisa diferente, né? O processo criativo, a maneira como a aula tá sendo dada, enfim... é impossível você ficar imune a tudo que tá sendo vivido no STEAM (GPE, E).

E essas transformações levam a novas formas de gestão de pessoas, como evidencia o trecho a seguir:

> Tudo isso cria um certo nível, mexe com as estruturas tradicionais. As pessoas têm que sair da sua zona de conforto e, ao sair da zona de conforto, era insegurança, dúvidas, uma certa perda de chão. Então, você vê como que

> essas coisas se traduzem no processo que a gente tá vivendo hoje aqui dentro, né? (DO, E).

Assim, como ação na *atividade* de direção, a mudança da matriz curricular do Ensino Médio e a opção pela abordagem STEAM para o ensino de Ciências também exigiram mudanças e colocaram outros sujeitos em *atividade*.

5.1.2 – *Atividade* de Coordenação

Como integrante do grupo responsável por conceber a transformação do currículo dos laboratórios de Ciências, de uma abordagem orientada pela concepção tradicional do ensino para uma abordagem pautada no STEAM, a coordenação do curso exerceu papel importante ao orientar o planejamento e ao direcionar o olhar de todos os envolvidos com a proposta de modo alinhado à visão da direção da instituição.

A entrevista com a coordenação revelou elementos que permitiram mapear a atividade, denominada de *atividade* de coordenação (Quadro 7), e contribuiu para a compreensão sobre as transformações envolvidas no processo de mudança curricular no nível da gestão.

Diante da diminuição do interesse e da participação dos alunos em aulas práticas de laboratório, orientadas pela concepção tradicional do ensino e voltadas para a reprodução de experimentos, e queda no rendimento em provas e avaliações externas, a coordenação foi responsável, juntamente com outros coordenadores da área de Ciências, por apresentar a proposta da disciplina organizada a partir da abordagem STEAM.

> Em 2012 que a gente começou a discutir, e aí, assim, a ideia que moveu muito a gente, a gente via que os alunos não tavam tendo o mesmo resultado, o mesmo rendimento que tinham antigamente. Que eles tavam vindo com um perfil muito diferente, tinham uma forma de raciocínio muito diferente (...) eu não sei exatamente quando a gente formou o nome Steam pra matéria, de verdade, é um momento de construção tão conjunta que acho que foi o grupo, foi dali que saiu (C, E).

Com o desafio de transformar o Ensino de Ciências para além das práticas tradicionais, a coordenadora relata que transformar as práticas e gerir pessoas para essa transformação a move em sua *atividade* e orienta o objetivo de coordenar equipes e conduzir o planejamento de um currículo orientado pela abordagem STEAM. Para ela,

> [...] o desafio que realmente me anima muito. Ver que a gente pode realmente transformar uma educação, pode trazer tudo aquilo que eu acreditava (...) inserir essas práticas num sistema tão tradicional como era o nosso, né? (...) eu acho que o STEAM traz essa possibilidade de mostrar que num colégio

> tradicional , sujeito a todas as restrições que nós temos, com a pessoas que foram formadas de outra forma tal, mas que a gente consegue trazer essas pessoas pra junto, trazer junto (C, E).

Alinhada com o papel da função, a *atividade* de coordenação está relacionada com o gerenciamento de pessoas e a infraestrutura para a mudança curricular. Para tanto, de acordo com seu próprio relato, a coordenação atua com ações que organizam o trabalho de professores, garantindo a infraestrutura logística e mantendo o diálogo com a direção.

Esta coordenação é responsável por realizar a mediação das tarefas e das conversas, garantindo o espaço para o diálogo e atuando no planejamento do currículo e nas questões de administração e logística e na organização de material e aulas.

> A coordenação eu acho que é ajudar a organizar o trabalho. É uma coisa de, realmente, dialogar com a direção, com os professores, ser mediador desse processo todo e também ajudar a deixar tudo organizadinho. Cuidar dessa parte mais logística, administrativa mesmo, mas, também, dar aula, fazer parte do processo da construção e ajudar a passar a visão, pra onde tem que ir (C, E).

Quadro 7 – *Atividade* de Coordenação.

ATIVIDADE	
Sujeito	Coordenadora.
Motivo	Gestão de pessoas e logística para a construção e implantação de uma disciplina organizada de modo interdisciplinar entre as áreas de Física, Química e Biologia.
Objetivo	Coordenar equipes e o planejamento das práticas orientadas pela abordagem STEAM.
Ações	Organização de um novo currículo para o ensino de Ciências com concepção de ensino diferente da tradicional e pautado na abordagem STEAM. Orientação sobre o foco da proposta na reorganização curricular. Gerenciamento de pessoas e conflitos. Formação de professores. Organização da logística e infraestrutura para realização das aulas.
Operações	Utilização dos recursos para a reorganização curricular, gerenciamento de pessoas, conflitos e infraestrutura, formação de professores.

Fonte: Elaboração da pesquisadora.

Nesse sentido, diante dos objetivos de sua *atividade*, a orientação e a condução do planejamento do novo currículo para o Ensino de Ciências são ações inseridas nesse processo.

Para essa condução, compreender a concepção da coordenação sobre a abordagem STEAM é importante por apresentar grande influência sobre o trabalho de planejamento dos professores.

Sobre essa compreensão, a coordenadora ressalta que:

> [...] reúne a essência de tudo que acredito que tem numa boa educação para a aprendizagem. Tudo que eu sempre pesquisei e que eu vi que ajudava realmente no processo, o aluno a aprender. É o mecanismo que o aluno precisa pra aprender melhor (C, E).

Ao apresentar a sua concepção sobre o STEAM que leva em conta a sua percepção nesse processo, esta coordenadora acrescenta os objetivos a serem atingidos e considerados como pontos fortes dessa abordagem: o trabalho em equipe e por projetos, juntamente com o olhar mais investigativo sobre a Ciência e a possibilidade de construção desta com atividades que valorizam a participação do aluno.

> [...] os pontos fortes são o trabalho em equipe dos professores, uma construção conjunta da proposta, a inserção das melhores práticas que eu tava falando do século XXI, de um espaço pra gente poder realmente trabalhar com os projetos, um olhar pra ciência mais investigativa, exploratório, o aluno ter a chance de pôr a mão na massa, de construir, de refletir, tudo isso são pontos fortes que a gente precisa melhorar alguns deles. A gente não chegou ainda no ponto ideal, mas a gente tem essa visão. A gente vê essa meta que a gente quer chegar (C, E).

Assim como a ação na atividade de coordenação, a transformação do currículo foi colocada como demanda de trabalho ao grupo de professores e, para este, apresenta-se como *atividade* que visa essa mudança curricular do Ensino de Ciências.

5.1.3 – A *Atividade* de Transformação do Currículo

A transformação do currículo das disciplinas de aulas práticas em laboratório de Física, Química e Biologia para uma disciplina orientada pela abordagem STEAM é o objeto comum e presente nas *atividades* dos diferentes sujeitos envolvidos nesta proposta de reorganização curricular na instituição pesquisada, o que define o sistema de atividade (SPINUZZI, 2015) e torna a atividade coletiva, permitindo a compreensão do sistema como um todo (HARDMAN, 2007).

Com o compartilhamento do objeto, este passa a apresentar multiplicidade, ao representar variadas perspectivas, vozes, contextos e fronteiras. Dessa forma, pelas diversas percepções da *atividade*, a transformação do currículo na área de Ciências se configura, nesta análise, como ação nas *atividades* de direção e de coordenação. Sendo a diretoria e a coordenação as responsáveis por apresentar a proposta ao grupo de professores, para esse grupo, a partir da apresentação da proposta, a reorganização curricular passou a ser *atividade*, ainda que em diferentes momentos para os sujeitos.

Tal situação retrata que, de acordo com a perspectiva da análise, os níveis das *atividades* se interpenetram com níveis hierárquicos maiores ou menores em outras *atividades* do mesmo sistema. Sendo assim, a demanda da mudança curricular do Ensino de Ciências dos laboratórios – de um modelo em que as disciplinas estavam organizadas de modo separado em Física, Química e Biologia – colocada pela equipe de gestão da escola e a apresentação da nova disciplina orientada pela abordagem STEAM foram recebidas com surpresa e entusiasmo pelo grupo de professores, provocando sensações de empolgação, ansiedade, susto e medo.

> Empolgada. Os alunos andavam meio desmotivados para as aulas e eu mesma não achava que o conteúdo que eu ensinava era super relevante para a vida deles. Estava apenas replicando conhecimento. Estava "pobre" para as possibilidades das novas tecnologias e conhecimentos do século XXI. Mas era confortável. Sabia exatamente o tempo, as dinâmicas e as dificuldades de cada aula que administraria. Então era previsível e confortável por um lado, mas sem sentido por outro (PQ, Q3, 03).
>
> Assustada, a princípio (PJ, Q3, 03).
>
> Surpreso e ansioso (PF, Q3, 03).

Essas percepções e sensações dos professores podem ser justificadas por ser uma escola concebida por engenheiros, sendo uma instituição que valorizava a formação científica, organizada nas áreas de Exatas e Biológicas. Com a proposta da abordagem STEAM, a inclusão dos aspectos das Artes no processo científico buscou atender a uma necessidade de formação mais integral dos alunos.

Além disso, foram apontadas a preocupação com a qualidade do curso e a tristeza por sentir certa desvalorização em relação à forma como a organização anterior do currículo era percebida:

> Minha maior preocupação foi não perder a qualidade conquistada em muitos anos de trabalho. Os laboratórios anteriores não eram estagnados, constantemente as aulas, materiais, temas e roteiros iam sendo atualizados e os alunos já exercitavam a autonomia durante as atividades. Por isso, classificá-los como antiquados ou tradicionais num sentido negativo sem que as pessoas de fato o conhecessem me entristeceu. Por outro lado, a proposta integradora sempre me interessou e esse tipo de mudança, desde que fundamentada e embasada, me é bem-vinda (PR, Q3, 03).

Dessa forma, para parte do grupo de professores, que estava sob motivações diversas, como por exemplo: o desejo por trabalhar com projetos, atender às necessidades de formação do aluno em um novo contexto; o desafio da mudança em transformar o currículo disciplinar em um currículo interdisciplinar; a inclusão do pensamento criativo e subjetivo das Artes no Ensino Médio; a reorganização das aulas práticas, tornou-se motivo para sua

atividade, tratando-se, de acordo com Leontiev (2006) de um motivo eficaz, o que, para Engeström (1987) constitui uma *atividade* dominante, como demonstrado na fala de alguns professores:

> [...] pensamento criativo, subjetivo no ensino médio, com a parte respeitada, não só como extracurricular, para as horas vagas, mas como uma parte respeitada do currículo, isso me chama muito a atenção quero fazer parte dessa inclusão (PS, E).
>
> [...] bom, primeiro que o desafio de mudança eu gosto, sempre gostei. É como você pegar uma partitura nova. Nossa, aquilo é uma delícia! Eu realmente gosto, esse negócio de juntar eu gosto (...) a parte educacional que me motiva mesmo é essa juntança [...] (PR, E).

No entanto, por não terem participado da decisão da mudança curricular, três professores relataram que, desde o recebimento da notícia sobre o STEAM, não se sentem convencidos sobre a necessidade da mudança curricular e seus aspectos positivos indicando que, conforme as expectativas iniciais, percebem a reprodução de modelos antigos nas aulas STEAM.

> Ainda não estou totalmente convencida de que evoluímos ao mudar (PT, Q3, 04).
>
> No sentido de que algumas aulas ainda estão nos moldes antigos, mas já enxergo um certo crescimento nas aulas do 2º bimestre (PC, Q3, 04).

Para estes professores, o trabalho no desenvolvimento do currículo na abordagem STEAM significa atender a um novo modelo de organização do ensino imposto pela instituição escolar, que gera a necessidade de novas práticas pedagógicas na perspectiva da interdisciplinaridade:

> Primeiramente, as circunstâncias: o modelo nos foi imposto e tivemos que abraçá-lo. Em segundo lugar, gosto de desafios e do trabalho compartilhado com os colegas professores (PT, Q3, 05).

A diferença na percepção dos professores sobre a necessidade ou não da mudança curricular interfere, diretamente, nos motivos que conduzem as *atividades* dos professores. Assim, para essa parte do mesmo grupo, com a motivação da mudança curricular colocada como uma necessidade da instituição escolar e, portanto, como uma imposição institucional externa ao sujeito, alguns professores não se encontraram na *atividade* de transformação do currículo e, portanto, apenas desenvolveram o seu planejamento com base em ações, uma vez que o motivo que impulsiona sua *atividade* difere do objeto, o que de acordo com Leontiev (2006) é um motivo compreensível, que não confere sentido a ela e tão pouco a constitui.

No segundo momento de produção dos dados por questionários, o que correspondeu ao período de um ano do desenvolvimento do currículo na abordagem STEAM e após um bimestre de sua implantação, os professores relataram que as novas sensações, vindas da pequena experiência com o novo currículo, variaram entre a empolgação com a proposta e o cansaço imposto pelo ritmo e pela velocidade da mudança.

Para alguns professores, foi durante o planejamento do currículo organizado na abordagem STEAM e de sua implantação que a mudança da organização do ensino passou a ser percebida como algo positivo, que traria melhorias para atender a expectativas e objetivos propostos.

> Acho que a mudança foi positiva e necessária (PJ, Q3, 04).
>
> Depois do primeiro bimestre ficou confirmado que não só podemos fazer esta mudança, mas que ela será extremamente positiva no que se refere à educação de nossos alunos (PB, Q3, 04).

Dessa forma, embora para alguns professores a transformação do currículo tenha constituído sua *atividade* desde o início da proposta, para outros foi somente após a implantação e a experiência das primeiras aulas que esse motivo, anteriormente considerado compreensível, se tornou um motivo eficaz, capaz de orientar sua *atividade*.

Assim, como objeto compartilhado entre os sujeitos, o currículo em transformação, ao orientar a *atividade* denominada de *atividade* de transformação do currículo, é o que permite a atribuição de sentido e significado para tal atividade.

Buscando esse entendimento, a atividade de transformação do currículo foi esquematizada no quadro 8.

Quadro 8 – *Atividade* de Transformação do Currículo.

ATIVIDADE	
Sujeito	Professores das áreas de Ciências (Física, Química e Biologia) e de Artes.
Motivo	Transformação do currículo das aulas práticas em laboratório de Física, Química e Biologia em um currículo orientado pela abordagem STEAM.
Objetivo	Reorganizar o currículo das disciplinas de laboratório de Física, Química e Biologia.
Ações	Organização de conceitos e práticas. Planejamento do curso.
Operações	Aplicação dos conceitos teóricos e pedagógicos. Utilização dos recursos para o planejamento das aulas.

Fonte: Elaboração da pesquisadora.

Nessa *atividade*, os professores das áreas de Física, Química e Biologia que ministravam aulas práticas nos laboratórios da escola, juntamente com os professores de

Artes envolvidos no planejamento do currículo da nova disciplina, são os sujeitos que a realizam.

Estes fazem parte de uma comunidade maior que, embora não seja possível afirmar sobre a sua abrangência, é estendida nesse estudo como a comunidade escolar da qual fazem parte os alunos e seus responsáveis, os professores e os coordenadores das disciplinas, e os funcionários da escola – técnicos, equipe administrativa e inspetores de alunos.

Embora apresentem argumentações diversas, para estes sujeitos a transformação do currículo – anteriormente organizado a partir da concepção do ensino tradicional, em uma disciplina orientada pela abordagem STEAM; e caracterizado pela interdisciplinaridade e pelo trabalho por projetos – move a *atividade* e orienta as ações de seu planejamento e organização da sequência das aulas, sendo comum a todo grupo.

As ações dos professores, nesse processo, envolveram o estabelecimento de parceria com os colegas para a criação de material didático, o estudo de conteúdos e a preparação das aulas para a construção do curso, além do planejamento de cada bimestre. Ainda nessa fase e diante das condições oferecidas, foi preciso gerenciar o tempo e os recursos disponíveis para participação, reflexivamente, das reuniões e contribuir com sugestões para as dinâmicas propostas pelo grupo.

É fundamental ressaltar que, no sistema de *atividade* em que se insere, o conceito da abordagem STEAM se configurou em ferramenta – instrumento da atividade – que possibilitou a transformação do objeto: o currículo. E dessa forma, o currículo das disciplinas de laboratório de Física, Química e Biologia foi, pelos conceitos dessa abordagem, transformado em um currículo de uma disciplina que integra essas áreas das Ciências às áreas da Engenharias, Tecnologias, Artes e Matemática.

No entanto, vale destacar que, como parte de um sistema em que as alterações em uma parte deste afetam as demais, a relação com o currículo em sua *atividade* de transformação expandiu e promoveu o surgimento de novas *atividades* para os professores que, por sua vez, se entrelaçam à atividade dominante.

5.1.4 – A *Atividade* dos Professores: Ensino e Aprendizagem

As *atividades* dos professores envolvidos no planejamento do currículo orientado pelo STEAM foram mapeadas por meio da aplicação do segundo questionário digital, da fase 2, “Formulário Professores 2/2016: Sistemas de Atividades e STEAM” (Apêndice C), de modo

amplo e horizontal, e investigado de modo mais profundo com entrevistas com representantes do grupo.

Ambos os instrumentos consideraram elementos que constituem a *atividade* do grupo, contemplando questões que abordaram as necessidades, os motivos, os objetivos, as ações e as operações realizadas no grupo, bem como as sensações, os conflitos e as tensões, as transformações na prática e as expectativas para a continuidade do trabalho.

Como citado anteriormente, dos 20 professores envolvidos na pesquisa, 11 responderam ao questionário. E destes foram entrevistados quatro professores, representantes das áreas de Física, Química, Biologia e Artes.

Os dados produzidos a partir do questionário e das entrevistas revelam o motivo que leva os professores a participarem do desenvolvimento e da implementação do novo currículo, o que foi ponto fundamental para entender a *atividade* em que eles estão inseridos. Também foi possível esclarecer que, além da reorganização curricular descrita anteriormente, duas outras motivações orientaram a *atividade* dos professores: a formação profissional e a formação integral dos alunos.

É importante lembrar que, por muitas vezes, esses motivos se entrelaçam e aparecem de forma conjunta na fala dos professores, estando também relacionados à *atividade* de transformação do currículo.

Ao citar as oportunidades oferecidas para sua formação profissional, ao participar do planejamento do currículo orientado pela abordagem STEAM, os professores elencaram o desafio representado pela reorganização curricular como um elemento motivador que envolve o trabalho em equipe, a confiança do trabalho dos pares, a reflexão sobre novas ideias e práticas pedagógicas, o espaço para estudo do conteúdo e a aproximação com outras áreas do conhecimento, como apresentado na fala a seguir:

> [...] eu posso aprender outras áreas da Ciência. Então, eu posso estar em contato com arte, eu posso ver os aportes dos alunos. Então, é a ampliação do exercer, né? (PQ, E).

Além da formação profissional, a formação dos alunos foi relatada como motivo para a *atividade* dos professores relacionada à reorganização curricular, isso ao possibilitar a aprendizagem em que, como sujeitos do processo, haja a construção do conhecimento com sentido e significado, além do desenvolvimento de habilidades importantes para a vida em sociedade.

> Acredito que a proposta do STEAM contribuirá, uma vez bem estruturada, para o desenvolvimento de habilidades junto aos alunos essenciais para a

> vida universitária e profissional. O fato de preparar o aluno para a ‘vida’ me atrai. Pessoal e profissionalmente, participar dessa equipe me interessa pois é uma iniciativa inovadora, que permitirá (re)discutir o papel do professor dentro da escola e também novas práticas de ensino. Ampliar meu envolvimento em outras frentes dentro do colégio também me atrai pois facilita a familiarização com as diferentes estratégias desenvolvidas dentro desta escola. Conhecer as dinâmicas em seu local de trabalho o qualifica para eventualmente participar da organização dessas atividades (PI, Q3, 05).

Ainda com o motivo da *atividade* localizado na formação dos alunos, pela mudança de concepção sobre o ensino que visa à superação do ensino tradicional; a reinvenção da escola e maior consideração do contexto na construção de sentidos para o conhecimento foram citados como elementos importantes para a *atividade*:

> Estamos no ponto em que simplesmente não dá mais para continuar com o ensino tradicional. Não dá! (...) Precisamos abrir espaços para trabalhar habilidades mais humanas e subjetivas com as nossas crianças. O acesso à informação já está estabelecido, agora precisamos saber como construir conhecimento, ou seja, como "ligar" informações de maneira que façam um sentido maior (PQ, Q3, 05).
>
> O Colégio precisa sair do sistema rigidamente tradicional de ensino. Fica claro para todos os professores e alunos que esse sistema não responde mais às necessidades de formação dos alunos. Eu quero ser uma parte dessa mudança, ter o orgulho de que alunos se sintam mais representados e contentes com o aprendizado que recebem, graças à minha atuação com a equipe do projeto (PS, Q3, 05).

Os dados permitem perceber um diálogo entre os motivos citados, ao considerar, na visão dos professores, a necessidade institucional de reorganização do ensino dos laboratórios para uma proposta interdisciplinar que busca a superação da concepção tradicional do ensino e a construção do conhecimento de modo mais significativo para o aluno.

Dessa forma, pode-se relacionar os motivos elencados como uma preocupação com a formação dos alunos, que atenda ao desenvolvimento intelectual e também às habilidades, concretizada a partir da formação de professores em uma nova concepção de ensino.

Sendo assim, o motivo de formar-se em sua atividade profissional e, também, de formar o aluno sob uma nova concepção de ensino, orienta as *atividades* de ensino e aprendizagem do professor, sistematizadas em motivos, objetivos, ações e operações (Quadro 9), e que serão abordadas nas próximas sessões.

Quadro 9 – *Atividades* dos Professores no STEAM.

	ATIVIDADE DE APRENDIZAGEM	ATIVIDADES DE ENSINO
Sujeito	Professor.	Professor.
Motivo	Formação Profissional Docente.	Formação integral dos alunos.
Objetivo	Aprender a ensinar na perspectiva interdisciplinar.	Ensinar conceitos acadêmicos, habilidades e aspectos humanistas.
Ações	Resolução de problemas de aprendizagem.	Reorganização do currículo. Definição de como trabalhar os conceitos teóricos e o desenvolvimento moral e de habilidade.
Operações	Utilização dos recursos para a aprendizagem.	Utilização dos recursos metodológicos que auxiliarão o ensino.

Fonte: Elaboração da pesquisadora.

Como motivo que orienta a atividade de aprendizagem do professor, a formação profissional para ensinar em uma perspectiva interdisciplinar levou o grupo de professores a questionar sobre o significado da abordagem STEAM.

Assim, com a dinâmica da atividade de transformação do currículo em curso, a construção do novo currículo abriu espaço para a reflexão sobre este, de modo que compreender o conceito da abordagem STEAM se tornou um objetivo coletivo para a *atividade*, em que a formação se dá em seu desenvolvimento e se torna condição para a *atividade* de transformação do currículo.

Nesse sentido, para investigar esse movimento, nos questionários e nas entrevistas, esta pesquisa abordou as concepções dos professores sobre o STEAM em suas diversas fases. E, em resposta à pergunta “O que você entende por STEAM?”, feita no início do planejamento do currículo, emergiram conceitos como: a integração do currículo das disciplinas por meio da interdisciplinaridade; a preocupação com a formação acadêmica e moral; a reorganização dos papéis de alunos e professores; assim como a metodologia envolvida em sua realização.

Como aponta o Professor A, o STEAM pode ser considerado como:

> Uma abordagem de ensino que propõe a integração de disciplinas, tratando o conhecimento de forma mais abrangente e que também busca uma forma mais humana de se perceber as Ciências (PA, Q1, 07).

Essas concepções se aproximam ao entendimento apresentado por outros professores:

> O STEAM, junção das disciplinas ciência, tecnologia, engenharia, artes e matemática, é uma forma de quebrar as barreiras impostas no currículo

> tradicional de que cada disciplina é responsável por ensinar determinados conteúdos, transformando o aprendizado em algo dinâmico e mais próximo da realidade extraescolar. Os problemas do cotidiano não costumam vir compartimentados, ou seja, acompanhados da disciplina que você precisaria para resolver o mesmo. Abrir a visão do aluno para a interdisciplinaridade existente entre todo o conhecimento (PK, Q1, 07).
>
> Estratégia integrada para ensino de ciências e matemática aplicadas à engenharia, conduzida pela arte (PT, Q1, 07).
>
> Steam é um método de aprendizagem por projetos que integra as áreas de ciências, tecnologia, engenharia, artes e matemática (PS, Q1, 07).

Para oito professores, o STEAM é visto como uma forma de trabalho por projetos:

> Trabalho interdisciplinar, envolvendo Ciência, Tecnologia, Engenharia, Arte e Matemática. O STEAM busca trabalhar por projetos, sendo que, a cada bimestre haverá o desenvolvimento de um produto por parte dos grupos dos alunos. Existe a preocupação com conteúdos envolvidos no desenvolvimento dos projetos, bem como as habilidades envolvidas (PD, Q1, 07).
>
> STEAM é uma proposta de trabalho por projeto que visa não segmentar o conhecimento e sim buscar a riqueza de diferentes focos de observação de um mesmo objeto de estudo. Valoriza o relacional assim como o conhecimento. O desenvolvimento da aprendizagem e do trabalho respeitoso em grupo ocorrem simultaneamente (PE, Q1, 07).

A partir das respostas a esta pergunta, foi elaborada uma nuvem de palavras (Figura 18) que ressalta os termos mais citados pelos professores em suas considerações. A frequência e a qualidade dos termos citados fornecem indícios de conceitos que podem ser considerados importantes para a análise de concepções apresentadas pelos professores no momento inicial do estudo.

No diagrama, os termos “Conhecimento” e “STEAM” apresentaram maior citação nas respostas, seguidos pelas palavras “aluno”, “desenvolvimento”, “forma” e “tecnologia”. O destaque a estes termos, por sua alta ocorrência, pode ser associado à formação acadêmica e conceitual como o foco da proposta, no início de seu planejamento.

Figura 18 – Nuvem de Palavras Obtida a partir do Questionário 1, em Questão sobre Concepções acerca do STEAM, em Junho de 2015.

Fonte: Elaboração da pesquisadora, com uso do *software Wordle*.

Ainda para compreender as concepções sobre o STEAM, oito afirmações sobre a proposta foram analisadas pelos professores, que manifestaram seu grau de concordância ou discordância sobre estas.

Assim como demonstrado pelos elementos da nuvem de palavras, nessa etapa, 80% dos professores (16) indicaram compreender o STEAM como uma proposta de organização de conteúdos curriculares, buscando a globalização do currículo de Ciências com Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática. Essa é uma visão também explicitada pela mesma porcentagem dos professores que entendem que a organização do STEAM supera a especificidade dos conceitos e a sua fragmentação em disciplinas, contribuindo para a formação mais completa do aluno.

Para tanto, 17 dos 20 professores questionados (85%) acreditam que, ao tratar o conhecimento de forma integrada, os conteúdos específicos das áreas e as disciplinas não são a base para a organização do currículo. No entanto, 19 professores (95%) acreditam que para a integração, assim como os conteúdos comuns entre as áreas, os conteúdos específicos também precisam ser considerados.

Para 85% dos professores (17), é fundamental que as dinâmicas propostas motivem o aluno sobre um tema a partir de conexões com a realidade, uma vez que todos concordam que o STEAM possibilita aos alunos a construção do conhecimento por meio de experimentação, troca de ideias e superação das dificuldades.

Apesar disso, 90% (18) dos professores consideram que o STEAM representa uma mudança de paradigma em relação ao ensino tradicional, retirando o foco dos resultados para uma maior valorização do processo de aprendizagem. Destes professores, 16 discordam que o STEAM objetiva a produção de conhecimentos para a realização de exames e avaliações formais.

Mas, apesar da concordância apresentada na maioria das respostas, nessa etapa da pesquisa, quatro de 20 professores (20%) sentiam-se indecisos ou discordavam da proposta de globalização do currículo apresentada pelo STEAM, sendo que somente um professor acreditava que a sua organização em disciplinas fragmentadas desconsiderava os conteúdos específicos em prol de conteúdos comuns.

Para outros quatro professores, o STEAM não busca a aprendizagem holística; para outros dois, não representa uma mudança na filosofia tradicional de ensino. Entendendo essa manutenção, para 20% dos professores trata-se de uma proposta que tem os resultados satisfatórios em exames como objetivo principal.

Antes da implantação do STEAM, nas turmas de 1ª Série do Ensino Médio, as expectativas dos professores sobre o curso estavam relacionadas à formação integral do aluno, o que incluiu a aprendizagem de conteúdos e o desenvolvimento de habilidades de modo significativo e contextualizado, em um ambiente que, pelo engajamento e pela motivação, transforma as práticas de ensino, supera a organização tradicional e reorganiza os papeis de alunos e professores.

Inaugurando a segunda fase da pesquisa, após um ano de planejamento e quatro meses de implementação do STEAM, quando novamente questionados sobre a compreensão da nova proposta curricular, os professores responderam entender essa nova forma de organização do currículo das aulas práticas de Ciências como uma proposta inovadora e que reflete uma mudança na filosofia tradicional do ensino.

Sendo vista como uma forma de integração entre as áreas de Ciências, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática, no STEAM, o desenvolvimento de habilidades é apoiado na aprendizagem de conteúdos a partir da investigação e na realização de ações práticas para a solução de problemas.

Os professores também fazem referência ao protagonismo do aluno no processo de ensino e aprendizagem e à mudança de papel do professor que atua como orientador deste:

> [...] vejo o STEAM como uma real proposta de engajamento coletivo e mudança de filosofia de ensino (PQ, Q2, 05).
>
> É uma proposta que busca integrar as diferentes áreas da ciência, buscando promover não só o conhecimento científico e técnico, mas sim o

> conhecimento de habilidades que no ensino tradicional não são contempladas. Acredito que o desenvolvimento das habilidades dos alunos seja o grande motivador para que, com a necessidade, os alunos busquem os conhecimentos específicos, mas agora com grande significado para eles (PO, Q2, 05).
>
> STEAM consiste em uma nova nomenclatura para uma proposta já antiga, porém sempre procurada por educadores: a integração dos conteúdos trabalhados com a realidade do aluno, de forma eficaz e que desperte no educando o desejo pelo conhecimento, além de desenvolver outra gama de habilidades (como visão crítica, organização, trabalho em equipe, etc). No caso específico do STEAM, essa proposta integradora procura integrar os eixos das Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática à inovação, característica das Artes (PI, Q2, 05).
>
> Entendo que é uma nova forma de ver a educação e como os conteúdos são cobrados - busca-se o desenvolvimento do aluno considerando, além dos conhecimentos específicos, sua posição perante o grupo. Além disso, busca-se trabalhar habilidades que antes não eram muito bem trabalhadas (PP, Q2, 05).
>
> [...] um método de aprendizagem baseado em projetos integrando disciplinas relacionadas ao pensamento cientifico como física, química, biologia com a matemática e as artes. Trata-se de um método capaz de valorizar mais a disposição do aluno em gerar seu próprio interesse pelo trabalho em vez de impor o trabalho ao aluno como uma obrigatoriedade, porém mais do que isso, a matéria valoriza de forma diferente as habilidades subjetivas como trabalho em equipe, persistência, criatividade e auto avaliação (PS, Q2, 05).

Para 85,7% dos respondentes do segundo questionário – 12 professores, de um total de 14 – houve mudanças em relação à resposta para “O que você entende por STEAM hoje?”. A grande maioria dos questionados (13 professores) acredita que, em 2016, a partir das novas respostas sobre o STEAM, a confecção de outra nuvem de palavras certamente apontaria modificações em relação à primeira versão.

No entendimento destes professores, devem ser mantidos e aparecer com maior destaque os termos: habilidades, projetos e processos; e as palavras: disciplinas, áreas e barreiras foram citadas como termos que não devem aparecer em destaque no novo diagrama.

A mudança nas respostas é justificada pelos próprios sujeitos da pesquisa, em decorrência das experiências vivenciadas diante do desenvolvimento e da implementação do currículo organizado na abordagem STEAM, que revela elementos não planejados e/ou previstos. Além desse aspecto, uma maior compreensão da integração entre as disciplinas e a sua realização na prática favoreceu a percepção sobre a contribuição de cada uma delas e a escuta atenta dos envolvidos.

Essa mudança pode ser confirmada na nuvem de palavras apresentada na figura 20, constituída a partir das respostas ao Questionário 2b, que corresponde à segunda fase da pesquisa.

O novo diagrama apresenta os termos mais citados por 14 professores, com destaque à palavra “aluno”; as palavras “conhecimento” e “habilidades” também foram utilizadas com frequência, seguidas de “proposta”, “trabalho”, “projetos”, “forma”, “ensino” e “aprendizagem”. Vale lembrar que “habilidades”, “projetos” e “processos” foram citados como termos que deveriam reaparecer no diagrama.

Palavras como “STEAM”, “processo”, “disciplinas”, “conteúdos”, “desenvolvimento”, “específicos”, “tecnologia” e “artes” são citadas na segunda versão da nuvem, em tamanho reduzido, assim como outros termos utilizados com pouca frequência pelos professores para expressarem o entendimento que têm da nova organização do currículo. Entre esses, encontram-se as palavras “disciplinas”, “áreas” e “barreiras”, indicadas para serem retiradas na nova representação.

A redução no tamanho de termos destacados no primeiro diagrama pode indicar uma nova forma de compreensão da proposta, a partir de sua integração e de seus conceitos aos demais elementos do STEAM, de modo que não mais se destacam isoladamente.

Figura 19 – Nuvem de Palavras sobre as Concepções do STEAM, construída a partir do Questionário 2 (partes 2a e 2b), em Maio de 2016.

Fonte: Elaboração da pesquisadora, com uso do *software Wordle*.

As mudanças observadas revelam uma nova concepção sobre o STEAM que, embora mantenha a compreensão deste como forma de trabalho por projetos interdisciplinares, ressalta o papel do aluno como protagonista na construção do conhecimento e na aprendizagem.

Citado com maior frequência pelos professores no início do planejamento, o termo “conhecimento” – objeto de transformação do currículo – aparece com tamanho reduzido na

segunda representação, deixando de ser o foco da proposta e permitindo a emergência, em destaque, do termo “aluno”.

Embora a visão de aluno protagonista já estivesse presente de forma menos destacada, na etapa inicial da implantação da proposta, esta não foi fortemente explicitada pela ferramenta de nuvem de palavras, como se deu no segundo momento da pesquisa.

Se em 2015, o STEAM era visto pelos professores como:

> Uma forma de aprendizagem em que se trabalha um determinado tema a partir da junção de diferentes disciplinas, mas com um objetivo em comum (PF, Q1, 07).

Em 2016, passou a ser compreendido como:

> [...] um método capaz de valorizar mais a disposição do aluno em gerar seu próprio interesse pelo trabalho em vez de impor o trabalho ao aluno como uma obrigatoriedade. Porém, mais do que isso, a matéria valoriza de forma diferente as habilidades subjetivas como o trabalho em equipe, persistência, criatividade e auto-avaliação (PS, Q2, 05).

Essa transição na percepção da organização do currículo de “Conhecimento” para “aluno”, evidenciada nas nuvens de palavras aproxima a concepção destes professores ao conceito de STEAM apresentado por Riley (2012), sobre uma aprendizagem baseada em projetos. Nessa perspectiva, as disciplinas são intencionalmente integradas para o desenvolvimento do aluno, a partir do diálogo, do questionamento e da colaboração; e o conhecimento é compreendido como uma ferramenta para a criatividade.

Grande parte das transformações na percepção do conceito da abordagem STEAM, se deve à implementação em sala de aula, o que permitiu reflexões como a apresentada por um professor.

> Acho que a segunda resposta minha, já é uma resposta de ter vivido na prática. Você começa a entender essa questão de autonomia do aluno etc, que é muito mais interessante do que só uma mistura de várias matérias. Você abre pro aluno a possibilidade dele resolver os projetos baseado na área que ele achar mais interessante (PS, E).

A compreensão e a apropriação do conceito do STEAM por parte dos professores são condições fundamentais para a organização do ensino pautado em um currículo orientado a partir dessa abordagem. Como afirma Moretti (2011), somente na prática pedagógica, constituída na unidade entre a atividade prática docente e a atividade teórica na

transformação da realidade da escola, é possível o conhecimento do professor sobre o seu próprio trabalho.

Apesar das modificações observadas, ao analisar a primeira nuvem de palavras após um ano de desenvolvimento do STEAM, 57,1% dos professores sentem suas ideias representadas no primeiro diagrama, enquanto que 42,8% dos professores indicam ser, na segunda fase da pesquisa, pouco representados.

A mesma porcentagem de professores (57,1%) entende que o primeiro diagrama (Figura 19) representa a visão da instituição sobre o STEAM e identifica poucos elementos deste em sua prática nas aulas STEAM. Diferentemente, 28,5% das pessoas questionadas reconhecem muitos elementos citados no trabalho em sala de aula.

Esse movimento de transformação nas percepções e nas concepções é ainda revelado quando, após um ano, as sete afirmações que discorrem sobre aspectos do STEAM e que estavam presentes no questionário 1, foram reapresentadas aos professores e submetidas a uma nova análise no questionário 2.

Um novo olhar para essas mesmas afirmações revelou a manutenção, por 85,7% dos professores, da compreensão sobre o STEAM como uma proposta de globalização do currículo de Ciências, porém, na nova leitura, 14,3% das pessoas que responderam ao questionário discordam dessa descrição.

Apesar desse fato, houve o aumento na compreensão dos professores sobre o STEAM ser uma forma de trabalho que propõe a integração das disciplinas, o que foi demonstrado pela discordância de 71,4% dos professores na afirmação que discorre sobre a organização STEAM a partir de disciplinas específicas.

Mesmo diante dessa percepção, metade dos questionados acreditam que os conteúdos específicos das disciplinas são desconsiderados em favor de conteúdos comuns, contemplados pelas áreas de forma integrada. A outra metade dos professores estavam indecisos sobre isso ou acreditavam que, mesmo com a integração, os conteúdos específicos ainda são considerados.

Essa divisão na opinião dos professores representa uma tensão no olhar sobre a presença e a escolha dos conteúdos. Emergente durante a organização curricular, esse conflito é refletido nas sensações e dúvidas sobre contemplar no currículo a profundidade dos conceitos ou privilegiar a formação de conceitos transversais.

Em um ano após o início do desenvolvimento do currículo, não houve transformações significativas na compreensão dos professores sobre o STEAM representar uma mudança em relação ao ensino tradicional, buscando a aprendizagem contextualizada e integral pela

interdisciplinaridade, experimentação, troca de ideias e superação das dificuldades. Assim, o novo olhar sobre as afirmações em relação ao STEAM demonstrou pequenas variações em relação à compreensão inicial sobre estas.

Nesse segundo momento da pesquisa, para 85,7% (12) dos professores, o STEAM valoriza tanto o processo de aprendizagem como os resultados deste. Esse mesmo número de professores compreende o novo currículo como uma proposta de organização do ensino que busca a globalização dos conteúdos para a promoção da aprendizagem holística.

Partindo desse entendimento, a maioria dos pesquisados (92,6%) percebe que o STEAM possibilita, aos alunos, a construção de conhecimento pela experimentação, troca de ideias e superação das dificuldades. Para tanto, esses professores acreditam que as atividades precisam despertar o interesse dos alunos pela conexão e no estabelecimento de relações com a realidade.

A maior variação no grau de concordância sobre as afirmações, na perspectiva dos professores, refere-se à forma de organização curricular. Para 10 (71,4%) dos 14 professores que responderam ao questionário, o STEAM não está organizado sobre conteúdos específicos de disciplinas. No entanto, cerca de 20% dos professores discordam dessa proposição e acreditam que a organização em conteúdos específicos é a forma utilizada pelo STEAM. Um professor demonstra indecisão sobre esse aspecto.

Ainda sobre a organização dos conteúdos, enquanto metade dos professores (7) entende que o STEAM considera os conteúdos das disciplinas específicas, na percepção de 35,7% (5) dos professores, estes conteúdos são desconsiderados para privilegiar conteúdos comuns. Dois professores (14,3%) relataram estar indecisos sobre o assunto tratado na proposição.

Com o estudo mais aprofundado dos dados, proporcionado pela realização das entrevistas com os professores, foi possível perceber que, nesse terceiro momento referente à terceira fase da pesquisa, a abordagem STEAM passou a ser entendida como:

> [...] uma tentativa de sair de um modelo antigo que a gente tinha, um modelo que os alunos já diziam até um pouco desde a minha época de aluno assim que não tava funcionando e que os professores começaram a perceber também não tá funcionando e a gente tentando achar uma saída interessante. O Steam é uma tentativa de dar ao aluno autonomia principalmente, de dar ao aluno uma capacidade de ser autossuficiente, tanto pra sua pesquisa cientifica quanto pra sua parte criativa tanto pra responder aquela pergunta básica que fazem pra gente desde muito jovem que é o que você vai querer fazer da vida (PS, E).

A análise das transformações revela que no movimento em que a formação individual acompanha o desenvolvimento coletivo, no primeiro momento, o conceito da abordagem STEAM era percebido pelos professores como um modelo e conceito ideal a ser alcançado e, portanto, um objetivo, bem definido, da transformação curricular.

No entanto, as transformações percebidas com relação à compreensão sobre o conceito STEAM demonstram que, em um diálogo entre a construção do novo currículo, a prática em sala de aula e as reflexões sobre esta, houve maior amplitude na visão e maior compreensão sobre o STEAM, possibilitando a transformação do conceito da abordagem de um ensino orientado pela valorização do conteúdo para uma organização que objetiva o desenvolvimento do aluno.

Esse movimento de transformação do conceito retrata que a construção do significado sobre a abordagem STEAM, ocorreu, de acordo com Davidov (1988), pela articulação entre o cotidiano e o teórico e entre o conteúdo e as condições da realidade.

Nesse processo, o conceito imediato, material e concreto, característico das definições desta proposta, foi transformado em um conceito abstrato que, como elo, permitiu abstrações que, por meio de sínteses e generalizações, conduziram a um conceito teórico concreto e complexificado, com elementos significativos para apropriação – de forma consciente – pelo grupo e sua contextualização frente à realidade local.

Em paralelo a essa perspectiva, considerando as ideias de Engeström e Sannino (2010), a compreensão do conceito da abordagem STEAM constitui, por meio de uma jornada coletiva pela zona de desenvolvimento proximal, um Ciclo Expansivo de Aprendizagem que, por sua distribuição espacial e temporal, é difícil de documentar.

Em um Ciclo Expansivo de Aprendizagem, a partir de um questionamento, a essência do objeto é entendida a partir da lógica de seu desenvolvimento e leva a um objeto novo e expandido que orienta um novo padrão de atividade. Assim, somente a partir dessa transformação, com o fechamento do ciclo e implementação do novo modelo com generalização da nova prática, é que o conceito sobre a abordagem STEAM, complexificado e apropriado pelo grupo, deixou de ser percebido como um objeto da atividade.

Com sentido nesta, esse conceito passou a ser compreendido como ferramenta da reorganização curricular e, portanto, instrumento da atividade de transformação do currículo. Nesse caso, não se trata da importação do conceito sobre o STEAM e, tão pouco de sua reprodução no contexto local. Trata-se da apropriação de seu significado de forma coletiva para inovar a partir de sua compreensão, não colocando a definição do conceito como condição ou regra da atividade.

Sendo visto como ferramenta da atividade de transformação do currículo, o conceito da abordagem STEAM, nesse momento, com significado coletivo, atuou como instrumento da atividade de aprendizagem para a formação do professor, a fim de atingir o objetivo da formação para aprender a ensinar em uma perspectiva interdisciplinar.

Nessa atividade, por meio de ações como: o planejamento coletivo das aulas, a participação em simulações, discussões e as reflexões sobre o material produzido na construção do novo currículo, que buscavam a resolução dos problemas de aprendizagem, foram realizadas mudanças na concepção sobre o Ensino de Ciências e a abordagem STEAM, além de modificações em sua atuação no ensino, extrapolando de uma disciplina única e fragmentada, como enfatiza o professor Q:

> [...] a gente ensinava que Tecnologia e Ciências eram uma coisa certa e uma coisa a ser feita e, não, como uma parte da subjetividade humana. E a Ciência é tão parte da subjetividade quanto as Artes, né?. [...]. [...] eu posso exercer de uma maneira mais plena, menos setorizada, eu posso exercer por mais tempo, numa abrangência maior, numa amplitude maior, com alcance maior, de uma maneira mais plena. Então, isso me move mais do que eu ter que setorizar e agora ensinar só Biologia. E o ensino, ele pode vir a partir da demanda.

Assim como demonstrado anteriormente e sendo parte da atividade de aprendizagem do professor, a construção do conceito sobre o STEAM e a sua contextualização à realidade local impactam em seu aprender sobre a perspectiva interdisciplinar, o que também interfere em sua atividade de ensino, pois a compreensão do conceito, pela construção coletiva, permite atribuir novo sentido ao STEAM, levando também a novas formas de ação.

> [...] todo esse processo do STEAM permitiu um novo palco para os professores se reestruturarem e, dentro dessa reestruturação, focar muito mais no aluno (PQ, E).

Com foco no aluno e tendo a sua formação de modo integral como motivo que a orienta, a atividade de ensino dos professores objetiva ensinar conceitos acadêmicos na área das Ciências Naturais, buscando a integração entre as áreas de Física, Química e Biologia, promovendo, também, situações para o desenvolvimento de habilidades. A fim de alcançar o objetivo dessa atividade, o novo currículo das aulas práticas, organizado a partir da abordagem STEAM, foi utilizado como ferramenta para atender ao motivo inicial.

Vale relembrar que o motivo que orienta a atividade de ensino dos professores e a formação do aluno está alinhado com a preocupação da gestão que, em sua atividade, além de olhar o mercado, relatou dar atenção a esse objetivo.

Na implementação do curso, momento de realização desta investigação, foi entendido como de responsabilidade dos professores ministrar as aulas da disciplina denominada STEAM, realizar a mediação com os alunos, solucionar conflitos e compartilhar as práticas e as experiências vivenciadas entre pares e, ainda, com a coordenação e a direção.

Uma vez identificadas tais atividades dos sujeitos envolvidos na reorganização curricular do Ensino de Ciências na instituição pesquisada e, considerando que, segundo Spinuzzi (2015), em uma atividade complexa, os diversos motivos e as perspectivas sobre o objeto compartilhado podem conduzir a contradições internas, esta pesquisa se voltou à identificação e à análise das tensões que emergiram no sistema de atividade em estudo, buscando também elementos identificadores das formas de sua superação.

5.2 – Os Conflitos e as Negociações no Sistema de Atividades

Estruturadas sobre uma mesma base que apresenta, em suas regras, as condições e a divisão do trabalho e os elementos comuns sobre a comunidade envolvida, a partir dos dados coletados com os sujeitos desta pesquisa, foi possível organizar, de forma sistêmica, cinco *atividades* diferentes referentes à reorganização curricular orientada pela abordagem STEAM.

Embora sejam impulsionadas por necessidades e motivos distintos e dirigidas a objetos específicos, como citado anteriormente, ao comparar as *atividades* em que estão em transformação direção, coordenação e professores foi possível perceber distanciamentos e aproximações entre essas.

Para Engeström e Sannino (2010), as diferenças entre as *atividades* são sinais de contradição que, por sua vez, como tensões estruturais no sistema de *atividades*, podem resultar de diferentes percepções sobre o objeto e se tornarem mais prevalentes à medida que as atividades se conectam.

No movimento de transformação das concepções e de apropriação do novo currículo, vivenciado no processo de sua construção, é possível compreender uma série de conflitos e tensões emergentes, direcionando a *atividade* dos sujeitos.

Tal direcionamento se deve ao fato de que, quando uma mudança como intervenção proposital na *atividade* é introduzida em uma parte de um sistema distribuído, há reverberações em todo o sistema, em caminhos não previstos, com interrupções e conflitos que, na perspectiva da Teoria da Atividade, representam oportunidade de aprendizagem (ENGESTRÖM; SANNINO, 2010).

Assim, ao gerar conflitos e perturbações, as contradições internas mobilizam modificações nas *atividades*, uma vez que, embora apresentadas de modo polarizado, as tensões devem ser superadas de forma dialética, não excluindo um dos polos, mas, buscando, pela negociação, emergir um novo elemento.

É por meio das negociações nas interações humanas que são elaboradas formas de superação das contradições, o que leva ao desenvolvimento do indivíduo e à própria transformação em ser coletivo, com marcas e significados sociais dos objetos sobre os quais atua.

No contexto desse estudo, um foco de tensões refere-se à existência de diferentes motivos que impulsionam as *atividades* dos sujeitos envolvidos na reorganização do currículo: manutenção no mercado, gerenciamento da equipe, transformação curricular, formação do aluno e formação profissional docente, bem como as ações para sua realização.

Ainda localizado nesse contexto, pelos dados produzidos com os questionários, as entrevistas e as anotações de campo, foi possível indicar quatro contradições como as principais tensões emergentes, sendo estas: valor de uso e valor de troca; manutenção e transformação; individual e coletivo; e abrangência e profundidade, todos abordados a seguir.

5.2.1 – Valor de Uso x Valor de Troca: a Primeira Contradição da *Atividade*

Considerada a contradição primária interna do capitalismo, a oposição entre o valor de uso e o valor de troca das mercadorias, de acordo com Engeström (2001), permeia todos os elementos da atividade.

Refletindo as características da formação sócio econômica em cada componente da atividade central, essa contradição é emergente na transformação curricular orientada pela abordagem STEAM e identificada, especialmente, na atividade da direção, ao citar que seu objetivo reside na manutenção da escola no mercado.

Elementos das entrevistas com diretores e gerentes desta instituição revelam a contradição em questão ao se referir à necessidade de transformação da cultura, o que inclui a nova matriz curricular que contempla a disciplina STEAM, para atender à necessidade de permanência com competitividade no mercado empresarial.

Relembrando as falas do diretor-presidente ao se referir à mudança curricular para “continuar no jogo”, pode-se entender a condição de mercadoria e o valor de troca atribuídos à Educação:

> [...] o projeto tá perdendo gradativamente aderência na sociedade atual [...] se você não inovar nisso, nessa sociedade que já é uma incerteza geral e completa e irrestrita, você corre um sério risco de perecer (DP, E).

5.2.2 – Manutenção x Transformação

No contexto desta investigação, essa contradição – Manutenção x Transformação - é estabelecida entre a manutenção da organização tradicional do ensino na escola e as novas condições colocadas por uma disciplina que, ao considerar a interdisciplinaridade e a aprendizagem com base no trabalho por projetos característicos da abordagem STEAM, se orienta por concepções de ensino buscando a construção de conhecimento e o desenvolvimento de habilidades.

Na instituição analisada, apenas uma parte do currículo da área de Ciências Naturais foi transformada a partir da concepção tradicional do ensino. Enquanto parte do currículo escolar é planejado integralmente com base na interdisciplinaridade, no trabalho por projetos e, ainda, organizado a partir da abordagem STEAM, outra parte mantém uma estrutura tradicional. Por essa dualidade, percebem-se tensões entre diferentes elementos da *atividade*, como aquelas entre as condições necessárias para o desenvolvimento do trabalho no currículo STEAM e as condições e as regras pautadas no ensino tradicional, sobre as quais a rotina da escola está organizada.

Assim, o currículo planejado a partir da abordagem STEAM e o significado transformador que este carrega entram em conflito com os moldes dominantes da organização escolar, colocando duas perspectivas diversas em convivência no mesmo ambiente. Para a gestão, na fala da GPE:

> [...] o STEAM é uma outra face da escola [...].

Em concordância com essa afirmação, os professores reconhecem essa diversidade de perspectivas na escola:

> [...] o STEAM ‘tá’ propondo uma coisa no colégio que vai ainda... que ainda é incômoda, entendeu? E, ainda ‘tá’ achando o seu lugar. E o sistema que ainda ‘tava’ montado ‘pro’ sistema antigo do Band, ‘tá’ se incomodando. Isso é natural, a gente vai achar jeitos de coexistir ou de um englobar o outro (PS, E).
>
> Eu vejo como algo inevitável. Vejo que se, a gente não fizesse isso, ia, de fato, como tá aparecendo, novas escolas com novos modelos. E eu acho que é um grande desafio porque é uma escola hiper tradicional, de excelência e que tá mostrando excelência inclusive na possibilidade de ser reinventada por causa de tamanha consistência (PQ, E).

Diante desse cenário, transitar pelas diferentes realidades que se apresentam reflete a sensação de isolamento da disciplina STEAM em relação às demais disciplinas da escola, o que pode ser um fator desencadeador de conflitos entre os sujeitos envolvidos e, também, do próprio sujeito consigo mesmo.

Alguns dos elementos citados pelos entrevistados que retratam a tensão entre a organização tradicional da escola e as necessidades da disciplina STEAM residem no papel do professor, na organização do horário escolar, na divisão por disciplina e por séries e no número de alunos por turma.

Com relação ao papel do professor, a coordenação reconhece a insegurança dos professores relativa à exigência de mudança em seu fazer e sobre as aulas de laboratório, que, apesar de práticas, estavam pautadas no ensino tradicional.

> [...] eu acho que tem uma insegurança de uma mudança muito grande como essa. E o seu papel nisso tudo? Poxa! Eu era o professor que sabia entregar o conteúdo e agora? Que eu vou fazer agora como professor? (C, E).

A essa exigência pode-se atribuir a origem de um dos aspectos que englobam a tensão entre manutenção e transformação, como relata o Professor R, ao abordar as sensações diante das transformações da cultura:

> [...] uma insegurança de uma mudança muito grande como essa, e o seu papel nisso tudo. 'Pôxa!' Eu era professor que sabia entregar o conteúdo e agora? O que eu vou fazer agora como professor? E até para ver se ia funcionar mesmo, como ia ser o impacto dos alunos, se eles iam aprender ou não. Mas, acho que é, muito, essa insegurança de mudança mesmo.

Outro aspecto importante dessa contradição refere-se às ferramentas da organização da rotina escolar que permanecem pautadas em elementos da concepção tradicional do ensino, como o horário das aulas e a lógica disciplinar.

Novamente, por estar alinhado à concepção tradicional do ensino, para estes sujeitos da pesquisa a forma como o horário está organizado limita o trabalho no STEAM, pois não permite que os professores acompanhem todas as aulas de suas turmas, o que enfraquece a análise do processo de aprendizagem.

Ao que se refere aos demais fatores, o ensino organizado a partir do STEAM está inserido em um currículo construído na lógica disciplinar e busca uma forma de organizar o ensino integrando Tecnologias, Engenharias, Artes e Matemática às Ciências, de modo que, não massificando, valorize o protagonismo do aluno e possibilite sua ação individual ou em grupo.

Essa tensão é também percebida pela direção da escola ao se deparar com situações em que, de acordo com a GPE, no grupo de professores e coordenadores:

> [...] algumas pessoas ainda tão perguntando ‘pra’ que mudar (GPE, E).

Questões como essa demonstram que a transformação curricular ainda representa um motivo compreensível na atividade destes professores e, também, possibilidades de abertura de ciclos expansivos de aprendizagem para sua transformação.

Ao considerar a perspectiva do aluno, a direção entende que a convivência entre as duas concepções de ensino e as diferentes experiências com as quais o estudante convive no ambiente escolar – trajetória tradicional das disciplinas teóricas de Física, Química e Biologia e uma trajetória baseada em projetos na disciplina STEAM –, derivadas dessa dualidade, levam a dificuldades em relação à compreensão da abordagem STEAM, o que é expresso em:

> [...] por isso que uma parte dos alunos teve dificuldade em entender o processo, porque ele tira um pouco o chão do aluno (DP, E).

Vale lembrar que, apesar de tratar de um aspecto de grande relevância para o olhar sistêmico da implementação do currículo organizado a partir da abordagem STEAM, a perspectiva dos alunos não é alvo desta dissertação, abrindo possibilidades de investigações futuras.

Além da tensão referente à organização da escola diante de duas perspectivas distintas de ensino e aprendizagem, no aspecto pedagógico esta tensão está associada também às questões da formação do aluno voltada para os desafios da sociedade, versus a preparação para os exames vestibulares e as provas nacionais e internacionais, que são abordadas na categoria de tensão que coloca em oposição a abrangência e a profundidade de conteúdo, que será apresentada a seguir.

Ainda levando em consideração a formação do aluno, especificamente no Ensino de Ciências, o conflito em questão reflete a dualidade entre o conteúdo da atividade educacional e o resultado esperado para esta (CAMILLO; MATTOS, 2014). Essa dualidade pode ser entendida como a oposição entre o ensino como processo e o ensino para resultados, assim como a percepção do Ensino de Ciências para a formação de cidadãos e o ensino voltado para a formação de cientistas.

Nesse sentido, diferenças nas concepções sobre os objetivos da abordagem STEAM também estão associadas a esses conflitos no que diz respeito à valorização do processo de

aprendizagem de Ciências e à valorização dos seus resultados. Ainda nessa perspectiva, emerge a tensão relacionada à compreensão sobre a natureza do conhecimento científico, levando a organização do ensino para a transmissão do saber acumulado ou para a construção do conhecimento.

Associada à tensão da natureza do conhecimento e seus reflexos na organização do ensino, a compreensão sobre uma nova forma de ensino e aprendizagem, localizada no contexto em que há o desenvolvimento de autonomia, comunicação, colaboração, habilidades para pesquisa, e a reflexão para autoavaliação foram também elementos, ainda com indícios de conflitos, considerados pelos professores ao discutir a qualidade do curso e a formação do aluno.

> O que eu, desde o começo pensava, é: será que a gente vai manter a mesma qualidade? Porque vai trocar uma coisa por outra. Com a nova proposta, será que a gente vai seguir com a mesma qualidade? Acho que essa era a minha preocupação maior, assim, porque eu sabia da qualidade do curso antigo 'pro' vestibular (PR, E).
>
> Não sei responder. Sinto uma sensação dividida. Às vezes penso que os alunos estão sendo subutilizados e que isso se voltará contra nós. Às vezes penso que algo pode estar mudando neles em termos de autonomia e que isso poderá refletir positivamente no futuro (PT, Q3, 11).

Por meio dos dados apresentados, pode-se justificar a tensão expressa entre a manutenção de elementos da organização tradicional do ensino, que foi organizado em aulas práticas de laboratórios disciplinares, e a transformação em uma proposta interdisciplinar para o Ensino de Ciências, por meio da história construída pela escola em uma organização e a linguagem da qual é difícil se desvincular.

> [...] o que revela a história da linguagem didática mais convencional [...] (ano letivo, currículo, turma, programa, instituição, método) é a sua dependência em termos de organização, sua relação com as formas de administração de um sistema, misturando, confundindo ou justificando mutuamente as razões administrativas com as educacionais (DOMINGO, 2013, p.460).

Embora as diferenças entre a concepção interdisciplinar do ensino sobre a qual o currículo STEAM está pautado e a organização preferencialmente tradicional e fragmentada das demais disciplinas da escola possam representar um fator limitante à sua aplicação e apresentar tensões em sua realização, por colocar professores, coordenadores e diretores em convivência com duas realidades distintas dentro da escola, a superação dessa contradição pode se dar, no trabalho coletivo, pela experimentação e análise dos aspectos inovadores, respeitando os valores da cultura institucional e criando novos significados para ela.

Na visão do Professor S,

> [...] a gente ‘tá’ tentando achar um meio termo, um equilíbrio entre uma coisa que é totalmente livre, tão livre que você não consegue avaliar e, uma coisa que seja mais a cara antiga do colégio. Então, a gente tá achando um equilíbrio entre as duas coisas. Não é fácil ‘nem pros’ professores, ‘nem pros’ alunos. Isso ‘tá’ sendo ainda uma época de construção, de adaptação, mas ‘tá’ sendo divertido pra todo mundo, eu acho. ‘Tá’ sendo interessante, novo.

Na busca por esse equilíbrio, a criação de novos significados para as transformações da cultura permite que os novos elementos sejam incorporados e, de fato, promovam as transformações na realidade. Nesse sentido, dialogar e esclarecer, com toda a comunidade escolar, as aproximações e os distanciamentos entre as duas propostas de ensino da escola, bem como elaborar, coletivamente, ferramentas de organização da rotina escolar para atender aos objetivos das atividades, de modo que a convivência entre o ensino tradicional das demais disciplinas e a aprendizagem por projetos interdisciplinares do STEAM possam conviver e, a partir desse convívio, contribuírem para a formação do aluno de modo integral.

5.2.3 – Individual x Coletivo

Relacionada ao sujeito da atividade, esta categoria exprime a tensão entre o sentido pessoal e o coletivo (significado), os interesses individuais / locais e coletivos / gerais, à formação do indivíduo e suas formas de participação na coletividade (CAMILLO; MATTOS, 2014). Trata-se do segundo nível de contradição, em que há diferentes entendimentos dos sujeitos sobre o objeto.

Para Leontiev (2009), pode-se interpretar a origem dessa tensão a partir da duplicidade da construção social dos significados, uma vez que a assimilação individual, com consequente atribuição de sentidos, depende das possibilidades de conexões internas do indivíduo. No entanto, a construção do significado em uma perspectiva coletiva está associada à externalização do sujeito.

Nesse diálogo entre as conexões internas e a externalização, os diferentes entendimentos dos sujeitos sobre o conceito da abordagem STEAM retratam a tensão entre o sentido pessoal e o coletivo. Na percepção do Professor S

> [...] isso ‘tá’ sendo uma área de muito debate, porque os professores mesmo, ainda ‘tão’ tentando entender como que o STEAM entra em relação ao currículo que era o currículo antigo. Então você tinha x horas de laboratório, de matéria científicas que muita gente sente que estão sendo substituídas por x horas de STEAM.

A comparação da nova abordagem em relação às aulas práticas em laboratório de Física, Química e Biologia pode ser uma das origens dessa tensão, pois em sua atividade é associada uma imagem mental que direciona as suas ações. No entanto, a realidade experimentada no curso da atividade pode diferir da imagem mental inicial, gerando uma tensão entre essas, o que deve conduzir a um movimento de transformação da própria atividade (LEONTIEV, 2009).

É no movimento entre as concepções individuais e as concepções coletivas e na relação e no diálogo entre os sujeitos que as transformações sobre o conceito da abordagem STEAM passaram a demonstrar diferenças entre a percepção individual e a apropriação pelo coletivo, e de acordo com Moretti (2011) carregando em si as marcas do trabalho coletivo. Assim, ainda na perspectiva da autora, humanizando a realidade a partir de sua compreensão, as reflexões do grupo podem ser compreendidas como desencadeadoras de novos sentidos impregnados de significados humanos.

Vale destacar que, como mostrado anteriormente, algumas transformações sobre o conceito da abordagem STEAM que passaram a considerar o foco no aluno e a formação para a construção do conhecimento aliado ao desenvolvimento de habilidades, realizadas de modo coletivo na atividade de aprendizagem do professor, levaram a transformações na própria atividade, assim como na atividade de transformação do currículo e do ensino.

Apesar disso, mesmo após as transformações ocorridas com relação ao conceito, dois professores entrevistados ainda apresentaram questionamentos em suas concepções a respeito do conceito STEAM, como explicitado nos dois trechos a seguir:

> [...] será que eu consigo responder isso agora? Não. Sério! Porque, assim, antes eu tinha uma resposta muito mais tranquila antes do processo ter começado (PQ, E).
>
> [...] a gente tá começando a entender o que é o STEAM. Eu acho que a gente ainda não sabe o que é (PT, E).

As respostas à entrevista remetem para a manifestação de tensão, em que perguntas retóricas ilustram situações de pressão nas quais não há alternativas aceitáveis para os sujeitos, revelando a ausência de ação para a resolução de um problema.

Considerando como parte do processo de aprendizagem a formação dos professores no contexto do trabalho, é cheio de incertezas e complexidades expressas em caminhos não lineares, o que requer tempo para estes professores. E o movimento da aprendizagem expansiva está em seu início, com os questionamentos individuais sobre a prática realizada e a abertura de um novo ciclo que pode compor, junto com outros ciclos, um ciclo maior de aprendizagem.

Como forma mais complexa de contradição, essa situação retrata a necessidade da transição de uma percepção individual do sujeito para a resolução coletiva, que quando alcançada deve consolidar uma nova atividade e, com um conceito comum e coletivo, promover transformações na prática.

Na percepção dos professores, a colaboração e o trabalho em equipe foram fundamentais à apropriação de conceitos teóricos e à reflexão “na” e “sobre” a prática, resultando em um processo colaborativo de formação docente, com indícios de superação da contradição.

5.2.4 – Abrangência x Profundidade

Por se referir a diferentes formas de organização do conteúdo com base duas concepções distintas que, respectivamente, entendem o ensino para a formação do aluno de modo mais completo e voltada para os desafios da realidade atual, e a formação voltada para os exames vestibulares e outras provas nacionais e internacionais, essa contradição poderia ser interpretada como parte da contradição Manutenção X Transformação, apresentada anteriormente.

No entanto, pela relevância do tema, em um contexto de pesquisa que discute a reorganização do ensino a partir de uma perspectiva disciplinar e fragmentada em contraposição a uma abordagem que organiza os conhecimentos e as áreas a partir da interdisciplinaridade, optou-se por classificar Abrangência X Profundidade como uma contradição distinta e, portanto, separada da anterior.

Característica da integração entre disciplinas, esta categoria refere-se à tensão existente entre aprofundar um conteúdo de modo especializado, visto por uma disciplina específica e por muitas vezes associado à aprendizagem para resultados ou, ainda, ampliar a visão sobre determinado assunto de forma integrada, considerando diversas perspectivas sobre este e aumentando a sua abrangência.

Diferentes manifestações dos sujeitos da pesquisa indicam que a percepção dos professores varia entre a conexão superficial e os elementos das disciplinas, sendo vistas como disciplinas que estão unidas e áreas que foram adicionadas umas às outras ou, de fato, como um trabalho interdisciplinar.

Em resposta aos questionários, 50% dos professores acreditam que, na construção do novo currículo orientado pela abordagem STEAM, os conteúdos específicos das disciplinas são desconsiderados em favor de conteúdos comuns, contemplados pelas áreas de forma

integrada. Os outros 50% estavam indecisos sobre isso ou acreditavam que, mesmo com a integração, os conteúdos específicos ainda são considerados.

Essa divisão na opinião dos professores representa uma tensão no olhar sobre a presença e a escolha dos conteúdos. Emergente durante a atividade de transformação curricular, assim como na atividade de ensino dos professores, essa tensão é refletida em sensações e dúvidas sobre contemplar no currículo a profundidade dos conceitos e a formação voltada para a realização de exames vestibulares; ou privilegiar a formação de conceitos transversais e o desenvolvimento de habilidades.

Assim, a organização curricular dos conteúdos do STEAM explicita a tensão entre aprofundar um conteúdo específico de determinada área (individual e disciplinar), voltado à formação específica e à realização de exames ou, por outro lado, priorizar o trabalho com conteúdos amplos e comuns (coletivo e interdisciplinar), focado no desenvolvimento de maior diversidade de habilidades.

> Vestibulares. Porque nós temos também tem o legado... E você tem o desafio da Fuvest (DO, E).
>
> Por enquanto penso que para os alunos há uma grande perda de profundidade de conhecimento. O STEAM deixa tudo mais superficial. Mas, em contrapartida, ele pode estar adquirindo outras habilidades. Para o professor, uma certa violência ter que se adaptar ao modelo imposto numa realidade que o obriga lecionar conteúdos que desconhece (PT, Q3, 06).
>
> [...] nunca mais vai ser igual, tá? Mexeu comigo. Algumas coisas, assim, o jeito de abordar, os temas, a oportunidade de ouvir o aluno, de ver o aluno numa situação, assim, problema, que ele encontra saídas, assim, super improvisadas e super, às vezes descoladas. Assim, e que eu acho que, numa aula tradicional de laboratório, a gente não traria isso à tona. Mas vem o outro lado. Ainda 'tô' muito confusa a respeito da questão de conteúdo, porque eu não vi em nenhum momento do STEAM. Nenhum! Ao longo do ano todo, não vou nem comparar com o que a gente tinha antes, eu não vi em momento nenhum de profundidade (PQ, E).
>
> [...] a gente ainda não conseguiu se enxergar como uma grande disciplina. Ela ainda é uma coisa feita de várias disciplinas menores, e nisso, as disciplinas menores estão nesse embate. Talvez, se, em algum momento, a gente conseguir se enxergar como uma coisa grande sem limite, né? Sem limites, entre biologia, artes, química, física, biologia etc, essa angústia vai parar. Só que eu não vejo isso como uma coisa possível a curto prazo, isso vai demorar muito tempo. Até porque eu acho que 'pra' ser assim, completamente sincero, exigiria uma outra formação de professor. Não poderia se formar como um professor de artes, como professor de física, como professor de biologia. Teria que se formar como professor de alguma coisa que eu não sei que nome eu daria (PS, E).

Ao refletir sobre essa questão, Yakman (2008, p.15) discorre que "manter a estrutura das disciplinas é ainda essencial para aprofundar o conhecimento em áreas específicas, no entanto, o conhecimento amplo e contextualizado é igualmente importante". De acordo com essa perspectiva, Santomé (1998) aponta, ao ampliar a abrangência do conteúdo, que se

pode assumir o risco de o aluno entrar em contato com o conhecimento de síntese de forma rotineira e mecânica.

Assim, a superação desse conflito inclui a realização de escolhas sobre os conteúdos, objetivos claros em relação à formação do aluno e formação contínua do professor para o trabalho por projetos que pode necessitar conceitos de áreas diferentes àquela da formação original do professor.

Na percepção da direção e dos professores, apesar da dificuldade em lidar com a quantidade de conteúdo a ser abordada e de ser uma escola tradicionalmente voltada para a formação conteudista e com foco nos exames externos, as iniciativas da disciplina orientada pela abordagem STEAM mostram novas perspectivas sobre a aprendizagem. Isso possibilita a construção de um curso que, a partir da seleção dos conteúdos, busque uma nova possibilidade de compreender os objetivos da abordagem e elaborar propostas de aulas que considerem o olhar amplo e consistente sobre o assunto em discussão, a orientação do professor para mediação do conhecimento, estando aliado ao desenvolvimento de habilidades.

> [...] você vai tendo resultados. Você vai conseguindo coisas, apesar desse ganha e perde, entendeu? Acho que todo mundo tá ganhando, todo mundo 'tá' com a sensação de 'tá' ganhando em algum ponto, só que 'pra' isso 'tá' tendo de abrir mão de coisas das quais a gente gosta muito ou a gente queria muito que acontecesse. [...] Às vezes a gente não quer admitir que perder este assunto 'pra' ganhar outros dois ou três, vai ser melhor 'pro' projeto como um todo. Talvez não seja tão bom 'pra' sua disciplina especifica, mas 'pro' projeto como um todo vai ser mais legal (PS, E).
>
> [...] vendo os projetos mais abertos agora, tem um ganho imenso de interpretação. Um projeto mais aberto que lembre mais uma feira de ciências, isso tem um ganho imenso. Não tenho a menor dúvida. E aí, eu acho que 'tá' na nossa mão fazer que eles se aprofundem. Isso foi um dos problemas esse ano, né? A gente foi ver algumas apresentações do open studio e, no assunto que eles estudaram, pouquíssimos se aprofundaram. E a gente gostaria que tivessem aprofundado mais. No limite do 1º ano. É no limite do 1º ano, mas achei que tivesse aprofundado um pouquinho mais (PQ, E).

A análise dos dados revela a gama de impactos e tensões gerada na reorganização curricular nos diferentes níveis hierárquicos da instituição escolar que, por sua vez, demanda a superação dos conflitos específicos para a transformação da *atividade*.

É importante considerar que, além das tensões e dos conflitos explicitados nesse estudo e que abrangem os níveis de direção, coordenação e professores, há diversas tensões emergentes sobre o grau de extensão dessa mudança para os alunos que, além dos reflexos naturais da mudança do Ensino Fundamental para o Ensino Médio, passam pelos impactos da mudança da organização tradicional do ensino, vivenciada nos anos anteriores para uma organização interdisciplinar.

Embora não tenha sido alvo desta pesquisa, essas tensões abrem possibilidades para investigações futuras e devem ser analisadas com profundidade por apresentar impactos na produção do currículo.

5.3 – As Transformações na Atividade

Resultantes da negociação e da superação das tensões e dos conflitos, as transformações na atividade possibilitam novos modelos e práticas.

No processo de reorganização curricular das aulas práticas em laboratório de Física, Química e Biologia, as tensões e os conflitos emergentes encontram-se em processo de superação, apresentando indícios de transformações nas atividades.

Diante de um momento de transformação interna da cultura e, em concordância com a definição da importância do currículo para a escolaridade defendida por Sacristán (2013) como “projeto cultural e educacional que as instituições de educação dizem que irão desenvolver com os alunos (e para eles) aquilo que consideram adequado” (p.24), na percepção da direção, o currículo organizado a partir da abordagem STEAM:

> [...] sintetiza muito dessas nossas mudanças. Não é a única, mas talvez, seja a que está florescendo no momento (DO, E).

Para a coordenação da disciplina,

> O STEAM é compreendido como parte de um processo de mudança da cultura, que a concretização da mudança sobre essa concepção de ensino, enfatizando a perspectiva inter e transdisciplinar, em que os conceitos como trabalho em equipe, conhecimento mais pensamento criativo na solução de problemas, estão conectados, assim como ocorre com a vida em sociedade, com o mercado de trabalho e as avaliações externas (C, E).

Assim, alinhado aos valores da instituição e, nesse caso, à preocupação com a sociedade atual, as mudanças propostas pelo novo currículo conduzem à transformação na equipe, no espaço das aulas, nas novas formas de organização do trabalho, no horário da disciplina, no papel e na atuação do professor, assim como à dinâmica das aulas e às formas de avaliação.

> [...] ele transforma, transformou a equipe também. Eu acho que nós estamos nos transformando juntos. E transformou o espaço. Eu acho que o espaço também, a maneira como a gente trabalha, como organiza. Transformou o horário, a maneira como a gente organiza o currículo. A gente não precisa ficar pensando sempre em 50 minutos, a gente ‘tá’ começando a trazer uma

> inovação na discussão dentro do core, do DNA da escola, coisa que nunca tinha acontecido antes (C, E).

A essa percepção da coordenação, somam-se as percepções dos professores ao considerarem que, a partir da reorganização curricular, o seu trabalho foi o mais impactado.

> E sobre os professores [...] acho que são os mais impactados, pois estamos na linha de frente do planejamento e execução das aulas. Temos que lidar com as frustrações de todos os lados: nossas, dos alunos e dos gestores. A mudança é radical e demanda muito mais tempo do que dispomos para fazê-la na qualidade mínima que desejamos. Fazemos malabarismos e milagres. Estamos mandando muito bem! Mas estamos exaustos. E aí acho que o 'tecido das relações' se esgarça um pouco. A maioria de nós estava habituada com nossas aulas tradicionais, afinal, laboratório já era um espaço diferenciado. Já conhecíamos nossa equipe, nossos equipamentos, nossas aulas e dinâmicas, nossos 'timings'. A nova proposta STEAM questiona, inclusive, a pertinência de professores tão especialistas em um assunto de laboratório específico para comandar a aula. Mexe com nossos egos e com nossas rotinas. Nos faz questionar se queremos mesmo essa mudança. Mas então vemos que só através dessa proposta conseguiremos trabalhar mais habilidades que desejávamos nos alunos (PQ, Q3, 06).
>
> Deixar de ser o detentor do conhecimento e passar a ser o mediar do processo não é uma tarefa fácil. Além disso, estamos acostumados a trabalhar em grupo durante a elaboração de uma aula, mas não durante a execução da mesma e percebo que muitos professores ainda relutam com isso - eles ainda mantêm suas próprias sub-turmas e não 'rodam' entre elas. Por fim, percebo que existe uma resistência no grupo que diz respeito a utilização de rubricas de avaliação e de fazer uma avaliação continua (mas isso já melhorou muito) (PP, Q3, 06).
>
> Os alunos são fortemente influenciados. Mas do meu lado, consigo perceber que a influência maior está entre os professores. Desde professores que estavam acostumados há vários anos a darem aulas tradicionais de laboratório e estão sentindo a mudança de paradigma acontecer, até professores que estão recebendo de braços abertos a possibilidade de trabalhar em equipes transdisciplinares. De forma geral, sinto um clima de integração forte entre os professores, mesmo com bastante crítica à forma ainda imprecisa que o projeto está tomando (PS, Q3, 06).

Por não participarem do processo de discussão sobre a mudança do currículo e da opção pela orientação da nova proposta a partir da abordagem STEAM, os impactos citados referiram-se às modificações nas relações entre os pares, nas concepções do ensino, no papel em sala de aula e no gerenciamento desta.

Diante de tantas mudanças, os professores relatam que, no processo de desenvolvimento do STEAM, o principal desafio enfrentado no planejamento da proposta se refere à integração pessoal para a formação de uma equipe interdisciplinar de professores, colocando em diálogo as diferentes experiências, os olhares e as percepções distintas em uma proposta coletiva.

Na implantação do currículo em sala de aula, foram relatados como desafios importantes: gerenciar o tempo em uma proposta protagonizada pelos alunos, dividir a turma com os pares, não acompanhar o desenvolvimento de todas as aulas, ministrar uma aula planejada e escrita por um colega e estudar novos conteúdos.

> O primeiro grande desafio foi preparar uma aula (interdisciplinar) que será ministrada por professores das mais diferentes áreas. [...]. Por fim, no início foi um pouco incômodo ter outros professores dividindo turmas comigo, já que essa não é uma prática a qual estava acostumada (no caso, o incômodo foi saber que estava sendo observada por pares) (PP, Q3, 08).
>
> Encaro um desafio como a insegurança em relação a determinados conteúdos, porém inevitáveis (perfeccionismo meu). Dificuldades em não poder participar (dar) todas as aulas (PC, Q3, 08).
>
> Sem a menor dúvida, a heterogeneidade presente no grupo de professores configura uma das maiores dificuldades. A abertura de discussões gerais para um grupo tão heterogêneo torna o processo de decisão lento e atrapalha o desenvolvimento dos trabalhos. Na dinâmica de aula, o fato de não acompanhar todas as aulas de uma turma também gera conflitos, pois são apresentadas orientações conflitantes pelos professores (PI, Q3, 08).
>
> A mudança no estilo tradicional das aulas (PF, Q3, 08).

Lidar com a tecnologia em sala de aula, avaliar o processo e não apenas os resultados, a falta de autonomia dos alunos inseridos em uma nova cultura, além dos imprevistos, também compõem o rol de desafios do dia a dia do STEAM:

> Outra dificuldade que tem sido grande é fazer com que a avaliação dos aspectos subjetivos dos projetos seja compreendida e sistematizada pelos outros professores de áreas científicas. A sistematização desse tipo de trabalho é motivo de discussão mesmo entre professores de Artes, e torna-se ainda mais controversa entre professores de outras disciplinas (PS, Q3, 08).
>
> O primeiro desafio foi relacionado ao ego do professor, como já expliquei em uma das questões anteriores. O segundo foi tentar conseguir do aluno a iniciativa que sonhávamos desde o princípio do STEAM. E ainda não atingimos totalmente este objetivo (PIN, Q3, 08).

Diante dos desafios e dos conflitos associados, porém sendo compreendidos como elementos de transformação, estes possibilitaram a reflexão e, por meio de suas negociações, a aprendizagem e as mudanças na prática docente.

A maioria dos professores (90%) respondentes dos questionários relatou que, pela experiência da implementação do STEAM em sala de aula, percebe mudanças em sua prática quando comparada às propostas e às práticas das aulas em laboratório.

> [...] nenhum tipo de ensino, do jeito que a gente fazia antes, cutucava eles nesse sentido, entendeu? Era tudo muito dentro do esperado (PT, E).

Entre as mudanças percebidas, a abertura ao espaço para o protagonismo dos alunos em aulas menos dirigidas e com novas formas de interação e intervenção do professor, o cuidado com a contextualização do conhecimento e a preocupação em aproximar o conteúdo da realidade com forma de motivação para a aprendizagem foram elementos citados, como:

> A motivação passou a ser mais cuidadosa e valorizada em minhas aulas. Tento fazê-las menos dirigidas e mais interativas (PJ, Q3, 11).
>
> Muito menos intervenção do professor durante a aula (PQ, Q3, 11).
>
> [...] eu acho que o STEAM bota isso de uma forma muito relevante, que o professor não é o detentor do conhecimento, mas, ele é só mais um cara que tá pesquisando junto dos alunos. A diferença é que ele tem mais experiência, ele já faz isso há mais tempo. Mas, ele também não vai saber das coisas, ele também vai ter que procurar. Onde eu vou encontrar essa informação? Como eu vou usar ela? (PS, E).
>
> [...] eu não me sinto mais o centro. Ás vezes, eu fico triste, até (PT, E).

Além destes, a elaboração de novas estratégias e a ampliação da percepção sobre o conhecimento, propostas de mudanças para os currículos de disciplinas isoladas, integração de dinâmicas realizadas no STEAM em outras disciplinas e o maior compartilhamento de experiências entre os pares demonstram transformações percebidas pelos sujeitos da *atividade*.

> Sempre tenho incluído nas minhas aulas tradicionais algumas estratégias do STEAM (PT, Q3, 11).
>
> Estou cada vez mais confortável em não dar a resposta para o aluno, mas sim incentivá-lo a pesquisar e buscar suas próprias respostas, ser realmente responsável pela sua aprendizagem (PB, Q3, 11).
>
> Mudanças ainda não foram implementadas, mas tenho em mente uma forte ideia de alterar o curso de Artes no Ensino Fundamental para torna-lo uma coisa mais parecida com o método do STEAM: duas a três aulas de conteúdo mais denso, com uma pequena avaliação depois disso, seguida pelas aulas restantes de open studio, onde alunos possam se relacionar com o assunto livremente, usando os materiais que eles escolherem (PS, Q3, 11).
>
> [...] os professores também estão sendo muito beneficiados pois estão adaptando sua forma de trabalho, usufruindo de toda a sua experiência para trazer um curso de excelente qualidade ao mesmo tempo que inovador. Nós professores estamos crescendo muito como profissionais neste processo. Para o gestor o benefício é estar mantendo a escola na ponta (PB, Q3, 06).

É importante destacar que essas transformações na prática não permanecem restritas na disciplina orientada pela abordagem STEAM, sendo disseminada nas demais disciplinas em que os professores lecionam.

> [...] quem tá dando aula de STEAM já mexeu nas suas aulas normais também. Porque a gente já percebeu que a prática, assim, você não consegue mais ter paciência de ficar só você falando, você quer tirar dos alunos (C, E).

Além disso, uma vez que há uma transformação na prática docente, os reflexos das mudanças causadas pela reorganização curricular são percebidos na aprendizagem dos alunos:

> [...] faz mais sentido. Talvez, pra eles, o tema do projeto especifico não faça sentido às vezes, mas o modo deles trabalharem vai fazer mais sentido, o modo deles procurarem conhecimento e escolherem o que vale a pena pra eles, o que é relevante de conhecimento, o que não é relevante de conhecimento pra aquele projeto especifico. Isso vai ser muito importante pra eles porque vai tirar eles de uma era de ensino em que tudo é relevante, você tem que memorizar tudo, pra cuspir na prova e esquecer depois. E a gente tá saindo dessa era pra uma era em que algumas coisas são relevantes, você vai ter que entender o que e aonde procurar informação. Isso é muito muito legal, muito diferente! É evolução de ensino! Informação eles vão poder encontrar em qualquer lugar. Como que você vai usar essa informação... ah! Isso é outra coisa (PS, E).

As transformações percebidas na atividade, ainda que iniciais, revelam indícios da superação dos conflitos enfrentados, promovendo algumas mudanças na atividade ao transformar a compreensão dos professores sobre o conceito da abordagem STEAM com a construção de um conceito coletivo que, de acordo com Engeström e Sannino (2010), é distribuído no sistema de atividade humana.

A partir dessa transformação, percebe-se também mudanças na concepção dos professores sobre o Ensino de Ciências que deixa de ser entendido como espaço para a reprodução de práticas em laboratório para ser compreendido como local para a produção de conhecimento, com a ação do aluno e a mudança no papel do professor.

Dessa forma, a continuidade do trabalho no STEAM e as constantes reuniões de planejamento e discussões entre os sujeitos envolvidos devem promover a aprendizagem dos professores e maior integração entre as equipes. E assim, contribui para o aprimoramento da proposta, incluindo o aprofundamento teórico e o compartilhamento da responsabilidade sobre a formação do aluno, abrindo espaços para a negociação e a consequente superação das contradições, com futuras modificações nas atividades.

5.4 – A Reorganização Curricular a partir da Abordagem STEAM: Atributos de uma Experiência Localizada

Embora o presente estudo trate de uma experiência localizada sobre a reorganização curricular do Ensino de Ciências para uma proposta orientada pela abordagem STEAM no Ensino Médio, e considerando, de acordo com Spinuzzi (2015), o sistema de atividades como um constructo analítico que apresenta sentido em casos individuais, as atividades similares

tendem a apresentar – como elementos comuns – uma configuração de instrumentos, regras, divisão de trabalho, interações na comunidade e pessoas envolvidas.

Partindo dessa premissa, com pouca variação nas atividades e com semelhanças ao objeto, a partir dos conflitos emergentes no processo de transformação curricular e dos elementos extraídos das negociações realizadas para a sua resolução, bem como das transformações nos sujeitos e em sua prática, torna-se possível extrair elementos que possibilitam vislumbrar desafios futuros e atuar sobre estes em diversas realidades, em que se pretende a expansão do ensino interdisciplinar de Ciências e o trabalho por projetos nessa área.

Ao carregar esses elementos para contextos diversos, é importante ressaltar que, apesar da apropriação da natureza da abordagem STEAM em textos internacionais, no contexto nacional não se trata da importação do conceito e de suas práticas construídas em seus locais de origem, mas, sim, da construção de novos sentidos da abordagem, de modo integrado à identidade da escola, ressaltando as suas diferenças e proporcionando a emergência de novos elementos culturais.

Dada a pluralidade dos saberes no contexto social, Lopes e Macedo (2011) afirmam que é a partir das variadas leituras textuais que se dá a produção dos novos sentidos, uma vez que a recontextualização é inerente à circulação dos discursos.

Nesse processo de produção de sentidos e significados, fica a cargo da gestão criar as condições para a mudança na cultura sobre o ensino; e para a transformação do currículo e de suas práticas na sala de aula, ressaltando a formação de professores diante de uma concepção de ensino pautada pela integração entre disciplinas e o trabalho por projetos.

> [...] primeiro você tem que investir muito, muito, muito nos professores e, segundo, que eu aprendi nesse final de semana, que diferente do que nós estamos fazendo, é forçar a mudança da cultura de gestão mais rapidamente. Então, se eu quisesse falar ‘pra’ uma outra escola diria: ‘Olha, onde erramos... muita timidez na mudança da cultura da instituição’. Então, isso começa... as ideias de você só capacitar o professor. Se ele volta e ele não encontra as condições, você acaba tendo uma perda de energia aí, razoável, né? Significativa. E, mudar a cultura simultaneamente (DP, E).

Para essa formação é fundamental que o professor esteja em atividade de aprendizagem, uma vez que somente com a reflexão e a construção de novas concepções de ensino é possível romper com os paradigmas e os modelos do ensino tradicional, colocando em prática novas bases para o Ensino de Ciências.

Nessa atividade, para contemplar as reflexões sobre as práticas, os pressupostos que embasam a abordagem STEAM devem ser configurados como instrumento para a

transformação da formação do professor; e o tempo para discussão, o planejamento, a pesquisa e o desenvolvimento devem estar previstos como condições para a sua realização.

> [...] no fundo você precisa também de um grupo. Não todos eles. Um grupo razoável de professores que estão pensando essas práticas tendo liberdade pra desenvolver isso e não necessariamente estando o tempo inteiro em sala de aula (DP, E).

Em termos práticos, ao lidar com a tensão, manutenção e transformação resultam das negociações sobre esta, atributos relacionados a condições e regras da atividade, como por exemplo: a reorganização do horário das aulas, a previsão de horário para reuniões de planejamento, construção coletiva do currículo com equipe multidisciplinar, a adequação do espaço físico e mobiliário, a aquisição de maquinaria e as ferramentas específicas.

No entanto, criar essas condições do trabalho, por si só, não se pode dizer que são responsáveis por transformar o currículo e a prática do professor.

A transformação do espaço físico, privilegiando a mobilidade, embora favoreça a aplicação dos conceitos teóricos e inspire a criação de novas práticas, não é o primeiro passo para o investimento, uma vez que é possível inovar com pequenas mudanças no ambiente tradicional do ensino, bem como trabalhar da forma mais tradicional em um ambiente extremamente inovador.

Vale ressaltar que, no primeiro ano de aplicação da implantação do novo currículo, ano de realização desta pesquisa, as atividades da disciplina STEAM foram realizadas nos espaços dos laboratórios da escola. Somente no segundo ano de aplicação do currículo orientado pela abordagem STEAM, esta escola contou com um espaço planejado condizente com essa orientação.

> [...] não adianta nada mudar o horário, espaço, colocar na grade, se o professor não estiver preparado pra montar (...) Se tiver um plano de aula já, uma proposta, um currículo, objetivo de aprendizagem, uma estratégia diferenciada, isso vem primeiro. Depois, você põe o espaço, máquinas e tudo mais (C, E).

No primeiro ano de aplicação do novo currículo, as práticas interdisciplinares e o trabalho por projetos foram desenvolvidos com qualidade de ensino, porém com algumas limitações colocadas pelo espaço físico. Comparativamente, no segundo ano de implementação da proposta, com um novo espaço que possibilitou a maior circulação de pessoas e ideias, foi percebido que as práticas se tornaram mais fluidas e os projetos produzidos com maior criatividade. Nesse espaço, as aulas favoreceram a

interdisciplinaridade, o uso de material diverso, a formação de grupos de trabalho, bem como o desenvolvimento de habilidades.

Assim, a partir das negociações sobre as tensões que envolvem a dualidade individual e coletivo e, também, abrangência e profundidade, destacam-se como atributos para a recontextualização de um currículo orientado pela abordagem STEAM: a importância da formação de professores em sua atividade de aprendizagem para a construção de um significado ao conceito STEAM e para a transformação da atividade de ensino em uma perspectiva interdisciplinar e pautada no trabalho por projetos.

Nesse sentido, ao atribuir novos sentidos para o planejamento do currículo e para o conceito de STEAM, assim como adaptar o horário de trabalho para reuniões e planejamento coletivo, a organização do horário e reestruturação do espaço físico é possível construir a disciplina em diferentes formatos adequados às diversas realidades, uma vez que não se trata de adaptar as melhores práticas de aulas em laboratório, mas, de uma nova forma de pensar o currículo, a partir de uma seleção de conteúdo com objetivos claros e embasados por uma concepção não tradicional sobre o Ensino de Ciências.

ALGUMAS CONSIDERAÇÕES E PERSPECTIVAS FUTURAS

Entendendo a organização tradicional do Ensino de Ciências como a sua redução à apresentação de conceitos, modelos e esquemas, em que, pelo acúmulo de fatos, o conhecimento se torna fragmentado e afastado de conceitos mais contextualizados, refletir sobre a organização dessa área de ensino configura-se em uma oportunidade para transformá-lo.

É nesse cenário de transformação e visando à formação de sujeitos com olhar amplo e contextualizado sobre os fenômenos, aptos a lidar com uma realidade complexa e com interesse no conhecimento científico, que a abordagem STEAM se apresenta como uma possibilidade de orientação para a organização do Ensino de Ciências, integrando Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática.

Essa foi a abordagem escolhida pela instituição pesquisada para a reorganização do currículo das aulas práticas em laboratório das disciplinas de Física, Química e Biologia.

Como parte de uma transformação maior, materializada em uma nova matriz curricular, reforma de espaços e, especialmente, em novas práticas em sala de aula, embora ocupe o espaço físico e o tempo destinado às aulas práticas em laboratório, o novo currículo é orientado pela abordagem STEAM e não é uma simples substituição da proposta anterior, pautada no ensino tradicional.

Compreendendo o currículo como um componente formador da realidade da Educação, essa reorganização, ao orientar uma nova forma de pensá-lo, materializa uma nova perspectiva sobre o Ensino de Ciências que é resultante de uma nova cultura e seus sistemas de significações na escola.

Assim, mais do que uma transformação no currículo das disciplinas de laboratório do Ensino de Ciências, o curso orientado pela abordagem STEAM, e que leva esse nome, representa uma mudança na concepção sobre o Ensino de Ciências na escola, até então percebida, exclusivamente, a partir do ensino tradicional.

Conhecer a história da instituição e a sua realidade permitiu compreender, em uma análise sistêmica e sob a perspectiva histórico cultural, as atividades dos sujeitos envolvidos na transformação curricular, assim como as tensões emergentes e as suas transformações durante o desenvolvimento da proposta STEAM, por meio das concepções de representantes da direção e de coordenadores e professores.

Partindo da perspectiva destes representantes, foram identificadas e sistematizadas cinco *atividades* relacionadas em um sistema de atividades, e este, além da lógica causal,

tem os níveis hierárquicos de operação, ação e atividade entendidos como inferiores ou superiores de outras *atividades*, revelando graus de complexidade do objeto.

Nesse processo, sendo a *atividade* de transformação curricular a *atividade* dominante e que interliga as *atividades* ou ações dos sujeitos envolvidos, esta apresenta elementos que interligam as demais *atividades* de direção, coordenação, ensino e aprendizagem dos professores.

Com motivos diversos, porém, buscando alcançar o objetivo da transformação curricular das aulas práticas de Ciências em laboratório, ao construir sentidos e significado sobre a abordagem STEAM e agir sobre o currículo, os sujeitos o transformaram e transformaram-se a si mesmos.

A partir dessa apropriação do conceito e das transformações que se torna possível modificar as práticas, uma vez que os elementos da abordagem STEAM saem da condição de regra e passam a atuar como instrumento. No entanto, trata-se de um processo em que emergem tensões e contradições que, ao serem compreendidas como elementos propulsores da atividade, possibilitam inaugurar ciclos expansivos de aprendizagem e, quando superadas, originar novas *atividades*.

Manifestadas nas falas dos sujeitos, as contradições e as tensões apresentadas nesse estudo podem servir como elementos em futuras análises similares e presentes em diversos contextos escolares que também passam por uma transformação do Ensino de Ciências, de uma abordagem disciplinar e fragmentada para uma abordagem interdisciplinar e orientada por projetos.

A contradição entre o valor de uso e o valor de troca, assim como a dualidade entre a manutenção e a transformação, o individual e o coletivo e a abrangência e a profundidade, foram as contradições manifestadas que revelam indícios de sua superação, a partir das negociações realizadas.

Presente em todos os elementos da atividade, a contradição entre o valor de uso e o valor de troca das mercadorias foi identificada na *atividade* de direção, que entende a transformação curricular como forma de manutenção e competitividade da escola no mercado em que está inserida. Esta contradição se mostrou presente no sistema de atividades sem apresentar elementos que podem indicar sua superação.

É a contradição que estabelece a oposição entre a manutenção da organização tradicional do ensino e a sua transformação em um curso que, ao ser orientado pela abordagem STEAM, coloca novas condições e regras para a *atividade*, desencadeando tensões entre os sujeitos e estes consigo mesmo no que diz respeito ao papel do professor, à organização do horário das aulas ou, ainda, à lógica disciplinar, por exemplo.

A caminho da superação dessa contradição, tem-se os constantes diálogos e reflexões dos professores junto à coordenação e à direção sobre as aproximações e os distanciamentos entre as duas propostas que convivem na escola. Essas reflexões contemplam negociações sobre novas possibilidades de atuação e transformações nas práticas das aulas STEAM e, também, nas disciplinas orientadas pela concepção tradicional do ensino.

Além da elaboração de novas ferramentas de organização da rotina escolar como as novas configurações de horário das aulas que contemplam o trabalho por projetos, e dos registros e das formas de avaliação que indicam a tendência de superação das tensões de modo coletivo.

No entanto, pela história da instituição, por suas concepções sobre o ensino e a aprendizagem pelas quais foi concebida e, ainda, a transformação da cultura que atravessa, tem-se, coletivamente, a emergência de novos elementos nas *atividades* que, por sua vez, promovem transformações na realidade que colocam as perspectivas de manutenção e transformação em diálogo e convivência. É na convivência entre os aspectos dessas perspectivas que reside a superação dessa contradição, a partir do trabalho coletivo, da experimentação e da análise para a criação de novos significados para a cultura.

Assim como é na contradição entre manutenção x transformação, tem sido na construção social dos significados que a contradição entre o individual e o coletivo apresenta seus indícios de sua superação. Localizada entre o sentido pessoal sobre o conceito da abordagem STEAM e o significado deste, tal contradição apresenta elementos de sua superação nas negociações realizadas pelo grupo de professores, em momentos de reflexão sobre a prática e a partir de expectativas e dados da realidade que a implementação do novo currículo revela.

Nesse movimento de superação, as transformações nas percepções dos indivíduos sobre o conceito da abordagem demonstram o surgimento de elementos comuns com significado para o grupo e marcas do trabalho colaborativo, indicando caminhos para o surgimento de novas *atividades* e possibilitando transformações na prática docente. Apesar desses indícios, ao emergirem questionamentos sobre o conceito da abordagem, essa contradição não pode ser considerada superada.

A última contradição abordada nesta pesquisa discorre sobre aprofundar um conhecimento de forma específica, muitas vezes associado a resultados de aprendizagem, ou ampliar o conhecimento sobre um tema que passa a ser compreendido a partir de perspectivas diversas e maior abrangência. Ainda em negociação, a superação dessa contradição está associada à produção de um conceito, com significado coletivo, para a abordagem STEAM, presente na contradição individual x coletivo.

Esse conceito refletirá na percepção do grupo sobre os objetivos da abordagem em relação à formação do aluno e à organização do conteúdo, após escolha de temas suficientemente amplos para uma investigação interdisciplinar envolvendo projetos que, por sua vez, solicitem conhecimentos de áreas diversas para o seu desenvolvimento.

Embora localizadas em um contexto particular, as tensões identificadas nessa investigação podem ser emergentes em contextos diversos que também vivenciam processos de reorganização curricular. Assim, as negociações sobre as tensões presentes em um currículo do Ensino de Ciências para o STEAM, em uma escola da rede particular de São Paulo, podem conter elementos de uma situação geral e estes podem ser recontextualizados, respeitando os elementos culturais do novo contexto.

Diante da intenção de transformação do currículo do Ensino de Ciências em um currículo orientado pela abordagem STEAM, ressalta-se a importância da construção coletiva de sentido e significado sobre o conceito desta abordagem, de modo que se torne instrumento para uma reorganização curricular. Para tanto, é preciso criar condições para essa construção, o que envolve clareza na mudança proposta, tempo e investimentos para a formação dos professores, para o planejamento coletivo das aulas, assim como para a reflexão sobre a implementação e o desenvolvimento do curso. Em paralelo a essas condições de criação, é preciso rever ferramentas de organização da dinâmica escolar, como o horário para contemplar o trabalho por projetos e a adequação de espaços físicos para seu melhor desenvolvimento.

Apesar das contribuições sobre a reorganização curricular na Educação Básica, apresentada nesta pesquisa, é também importante informar que não se trata de atributos e informações finais.

Em uma pesquisa estruturalista que pressupõe o congelamento de momentos da pesquisa e escolhas sobre o objeto de estudo, se perde parte significativa do movimento constante da realidade da escola e da dinâmica da *atividade*. E nesse movimento com os mesmos sujeitos, porém diante de condições diversas, novas atividades e tensões podem emergir, sugerindo a organização de outras categorias para análise.

Além disso, por não ser objetivo de análise, não foram investigadas a *atividade* de ensino do professor com o novo currículo implementado e a perspectiva dos alunos – importantes sujeitos no sistema de *atividade* estudado, o que abre espaço e possibilidades para investigações futuras.

Contextualizar a abordagem STEAM diante de outras propostas pedagógicas, especialmente voltadas para o Ensino de Ciências e diante da perspectiva histórico-cultural

para a organização do ensino, pode ampliar a visão sobre o currículo desta área e sugerir novas pesquisas.

REFERÊNCIAS

ASSUMPÇÃO, I. Interdisciplinaridade: uma tentativa de compreensão do fenômeno. In: FAZENDA, I. (org). **Práticas Interdisciplinares na escola**. São Paulo: Editora Cortez, 1991.

BARBOSA, A.M. **Design Arte e Tecnologia**, Ed. Cortez, São Paulo, 2008.

BASTOS, P.W. **A ciência complexificando o conhecimento cotidiano: uma intervenção na escola pública**. 2011. 413f. Tese (Doutorado em Ensino de Física) - Ensino de Ciências (Física, Química e Biologia), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

BASTOS P. W.; MATTOS C.R. Um exemplo da dinâmica do perfil conceitual como complexificação do conhecimento cotidiano. ***Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias***, Vigo, Espanha, v. 8, n. 3, p. 1054-1078, 2009.

BELL, D. *The reality of STEM education, design and technology teacher´s perception: a phenomenographic study.* ***International Journal of Technology and Design Education***, v. 26, p. 61 – 79, 2016.

BIZERRA, A.F. **Atividade de aprendizagem em museus de Ciências**. Tese. Doutorado em Educação. Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

BOCHNIAK, R. O questionamento da interdisciplinaridade e a produção do seu conhecimento na escola. In: FAZENDA, I. C. A. (org.). **Práticas interdisciplinares na escola**. São Paulo: Cortez, 1991. p.129-141.

BOY, G. ***From STEM to STEAM****: Toward a Human Centered Education. Florida Institute Technology*, 2013.

BURTON, J., Horowitz, R., & Abeles, H. ***Learning in and through the arts****: The question of transfer. Studies in Art Education*, 228-257, 2000.

CACHAPUZ, A. et al. A. **A necessária renovação do ensino das ciências**. 3ª ed. São Paulo: Cortez, 2011.

CAMILLO, J.; MATTOS, C. Educação em Ciências e a Teoria da Atividade Cultural-Histórica: contribuições para reflexões sobre tensões na prática educativa. **Revista Ensaio**, no.01, vo. 16, p. 211-230, Belo Horizonte, 2014.

CAMPBELL, C.; et al.. T. *Preparing Students for Education, Work, and Community: Activity Theory in Task-Based Curriculum Design,* ***TESL Canada Journal***, v.31, spec iss8, p.68 – 92, 2014.

CANUTO, T. **Colégio Bandeirantes** – O carvalho da Rua Estela, Ed. Jatobá, 2016.

COLE, M.; SCRIBNER, S. Introdução. In: VIGOTSKI, L.S. **A formação social da mente**: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores. 7ª ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

CONNOR, A.M.; et al.. *From STEM to STEAM: Strategies for enhancing engineering & technology education.* ***International Journal of Engineering Pedagogies***, no.5, v.2, p. 37-47, 2015. Disponível em http://dx.doi.org/10.3991/ijep.v5i2.4458. Acesso em 20 de julho de 2016.

DAVIDOV, V. ***La enseñaza escolar y el desarollo psíquico****: investigación psicológica teórica y experimental*. Moscou: Editora Progresso, 1988.

DOMINGO, J.C. Outras escolas, outra educação, outra forma de pensar o currículo. In J. Gimeno Sacristán (Org.), **Saberes e incertezas sobre o currículo.** Porto Alegre, RS: Penso, 2013. (p. 420-442).

ENGESTRÖM, Y.. *Non scolae sed vitae disimus*: Como superar e encapsulação da aprendizagem escolar. In: HARRY, D. (Org) **Uma introdução a Vygotsky**. São Paulo: Edições Loyola, 2002.

_____. *Expansive Learning at Work: toward an activity theoretical reconceptualization.* ***Journal of Education at Work***, v. 14, n. 1, p. 133 – 156, 2001.

_____. *Activity theory and individual and social transformation*. In: ENGESTRÖM, Y.; MIETTINEN, R.; PUNAMÄKI, R. L. (eds.) ***Perspectives in activity theory***. Cambridge: Cambridge University Press, p.19-38, 1999.

_____. ***Learning by expanding*** *– an activity – theoretical approach to developmental research*. Helsinki: Orienta-Kosultit, 1987.

ENGESTRÖM, Y.; MIETTINEN, R*. Introduction*. In: ENGESTRÖM, Y.; MIETTINEN, R.; PUNAMÄKI, R. L. (eds). ***Perspectives in activity theory***. Cambridge: Cambridge University Press, 1999.

ENGESTRÖM, Y.; SANNINO, A. *Discursive manifestations of contradictions in organizational changes efforts.* ***Journal of Organizational Change Management***, v. 24, n.3, 2011.

_____. A. *Studies of expansive learning: Foundations, findings and future challenges.* ***Educational Research Review***, v. 5, n. 1, p. 1 – 24, 2010.

FAZENDA, I. C A. **Interdisciplinaridade na formação de professores: da teoria à prática**. Canoas: ULBRA, 2006. V. 01. 190 p.

_____. (org.). **Práticas interdisciplinares na escola**. São Paulo: Cortez, 1991.

FOUREZ, G. Crise no Ensino de Ciências? **Revista Investigação no Ensino de Ciências**, v.8 (2), p. 109 – 123, 2003.

GHANBARI, S. *Learning across disciplines: A collective case study of two university programs that integrate the arts with STEM.* ***International Journal of Education & the Arts***, 16(Number 7), 2015.

HARDMAN, J. *An Activity Theory approach to surfacing the pedagogical object in a primary school mathematics classroom.* ***Critical Social Studies***, n.1, p. 53 – 69, 2007.

HERNANDEZ, F.; VENTURA, M. **A organização do currículo por projetos de trabalho**: o conhecimento é um caleidoscópio. Porto Alegre: Artmed, 1998.

JEFFERS, C. S. *Within Connections: Empathy, Mirror Neurons, and Art Education.* ***Art Education***, 62(2), 18-23, 2009.

KIM, H.; CHAE, D. *The Development and Application of a STEAM Program Based on Traditional Korean Culture*. ***EURASIA Journal of Mathematics, Science & Technology Education***, v12 n7 p1925-1936, 2016

KIM, S.; SONG, K. *Gifted students' perception changes toward computer science after STEAM-based CS education.* ***Journal of Convergence Information Technology***, 8(14), 214-222, 2013.

KOFAC - Korea Foundation for the Advancement of Science and Creativity. (2012). ***Policy directions of STEAM education****: Introductory training of KOFAC STEAM*. Seoul, Korea: Foundation for the Advancement of Science and Creativity

LAND, M. *Full STEAM Ahead: the benefits of integrating the arts into STEM.* ***Procedia Computer Science***, v. 20, p. 547-552, 2013.

LEONTIEV, A. N. ***Activity and Consciousness***. Pacífica: Marxist Internet Archive, 2009

_____. Uma contribuição à teoria de desenvolvimento da psique infantil. In: VIGOTSKI, L. S.; LURIA, A. R. ; LEONTIEV, A.N. **Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem**. São Paulo: Ícone, 2006.

_____. **O desenvolvimento do psiquismo**. 2ª ed.; São Paulo: Centauro, 2004.

_____.Uma Contribuição à teoria do desenvolvimento da Psique infantil. In.VYGOTSKY, L S. LURIA, A R. LEONTIEV, A. N. **Linguagem, Desenvolvimento e Aprendizagem**. São Paulo: Ícone ,1988.

_____. ***Actividad, consciência, personalidade***. La Habana: Pueblo y Educación, 1983.

LOPES, A.C.; MACEDO, E. **Teorias de currículo**, São Paulo: Cortez, 2011.

MASETTO, M.T. Mediação Pedagógica e o uso da tecnologia. In: MORAN, J.M.; MASETTO, M.T.; BEHRENS, M.A. **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. Campinas: Papirus, 2000.

MAURI, T. O que faz com que o aluno e a aluna aprendam os conteúdos escolares? In: COLL, C. et al, **O construtivismo na sala de aula**. 6a. ed. São Paulo: Ática, 2009.

MILLER, J.; KNEZEK, G. *STEAM for Student Engagement*. In R. McBride & M. Searson (Eds.), ***Proceedings of SITE 2013--Society for Information Technology & Teacher Education International Conference*** (pp. 3288-3298), 2013.

MORAES, R. Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. **Ciência e Educação**, v.9, n.2, p. 191-210, 2003.

MORAES, R.; GALIAZZI, M.C. Análise textual discursiva: processo reconstrutivo de múltiplas faces. **Ciência e Educação**, v.12, n.1, p. 117-128, 2006.

MORAN, J.M. Ensino e aprendizagem inovadores com tecnologias audiovisuais e telemáticas. In: MORAN, J.M.; MASETTO, M.T.; BEHRENS, M.A. **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. Campinas: Papirus, 2003.

MORETTI, V.; MOURA, M.O. Professores de Matemática em Atividade de Ensino: contribuições da perspectiva histórico-cultural para a formação docente. **Ciência e Educação**, v.17, n.2, p.435-450, 2011.

MOURA, M. O.; et al.. Atividade orientadora de ensino: unidade entre ensino e aprendizagem. **Revista Diálogo Educacional**, v.10, n.29, p. 205-229, 2010.

OLIVEIRA, M.K. **Vygotsky: aprendizado e desenvolvimento**: um processo sócio histórico. São Paulo: Scipione, 1997.

PARK, S.; et al.. *Changes in Korean Science Teachers' Perceptions of Creativity and Science Teaching After Participating in an Overseas Professional Development Program.* ***Journal of Science Teacher Education***, v. 17, 2006.

PARK, H.; et al.. *Teachers' Perceptions and Practices of STEAM Education in South Korea. EURASIA J. Math., **Sci Tech. Ed***;12(7):1739–1753, 2016.

PINO, A. **As marcas do humano** – às origens da constituição cultural da criança na perspectiva de Lev. S. Vigostki. São Paulo: Cortez, 2005.

PINHEIRO, T.; ALT, L. **Design Thinking Brasil**, 2012. Disponível em: http://www.dtparae ducadores.org.br/site/o-que-e-design-thinking/. Acesso em 08 de ago. 2016.

PRAIA, J.F.; CACHAPUZ, A.F.C.; GIL PEREZ, D. Problema, teoria e observação em ciência: para uma reorientação epistemológica da educação em ciência, **Ciência & Educação**, v.8, nº1, p.127 – 145, 2002.

QUIGLEY, C.; HERRO, D. ***Implementation of STEAM Teaching Practices in Middle School*** *Science and Math Classrooms. Journal of Science Education and Technology*, 2016.

_____. ***Exploring the teacher perceptions of STEAM teaching through professional development: implications for teachers educators****. Professional Development in Education*, 2015.

RASCO, J. F. Â., & RECIO, R. M. V. O currículo e os novos espaços de aprendizagem. In J. Gimeno Sacristán (Org.), **Saberes e incertezas sobre o currículo** (p. 420-442). Porto Alegre, RS: Penso, 2013.

RILEY, S.M. *No permission required*. ***Visionyst Press***, Westminster, 2014.

_____.*STEAM Point*. ***EducationCloset***, Westminster, 2012.

SACRISTAN, J.G. (Org.). **Saberes e incertezas sobre o currículo**, Ed. Penso, Porto Alegre, 2013.

_____. **O currículo**: uma reflexão sobre a prática. Porto Alegre: Artmed, 2000.

SANDERS, M. STEM, STEM Education, *STEMmania.* **Technology Teacher**, v.68 n.4 p20-26, 2009.

_____. (2006, November). *A rationale for new approaches to STEM education and STEM education graduate programs. Paper presented at the 93rd Mississippi Valley Technology* ***Teacher Education Conference***, Nashville, TN.

SANTOMÉ, J. T. **Globalização e interdisciplinaridade**: o currículo integrado. Porto Alegre: Artmed, 1998.

SEVERINO, A. J. A busca do sentido da formação humana: tarefa da Filosofia da Educação. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 32, n. 3, p. 619-634, 2006.

SFORNI, M.S. **Aprendizagem conceitual e organização do ensino**: contribuições da Teoria da Atividade. 1a. ed. Junqueira & Marin Editores, 2004.

SOUSA, D.A.; PILECKI, T. ***From STEM to STEAM****: using brain-compatible strategies to integrate the arts*. Ed. Corwin, 2013.

SZYMANSKI, H.(org.) et al.. **A entrevista na Educação:** a prática reflexiva. 4ª ed. Brasília: Liber Livro Ed., 2011.

SPINUZZI, C. *Toward a Typology of Activities: Understanding Internal Contradictions in Multiperspectival Activities.* ***Journal of Business and Technical Communication***, v. 1, p. 3 – 35, 2015.

VIGOTSKI, L.S. **A formação social da mente**: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores. 7ª ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

YAKMAN, G. STEAM ***Education****: an overview of creating a modelo f integrative education*, 2008. Disponível em: https://www.iteea.org/File.aspx?id=86752&v=75ab076a. Acesso em: 15 de jul.2015.

YAKMAN, G. ***What is the point of STE@M***? – A Brief Overview. 2010.

YAKMAN G.; HYONYONG, L. *Exploring the Exemplary STEAM Education in the U.S. as a Practical Educational Framework for Korea.* ***J Korea Assoc. Sci. Edu*****,** Vol. 32, No. 6, pp. 1072-1086, 2012.

WINTERMAN, B. & MALACINSKI, G.M. (2015). *Teaching evidence-based innovation (EBI) as a transdisciplinary professional skill in an undergraduate biology writing workshop.* ***International Journal of Arts& Sciences***, 8(2), 423- 439.

APÊNDICES

Apêndice A – Concepções sobre Projetos e STEAM (Questionário 1)

Prezado(a) Professor(a),

Obrigada por aceitar participar do Projeto de Pesquisa para a titulação de Mestrado com o título provisório "A integração das disciplinas de Física, Química, Biologia, Artes e Matemática em sequências didáticas baseadas no currículo global e investigação científica", realizado pela aluna Mariana Peão Lorenzin, matriculada no Programa de Pós Graduação Interunidades em Ensino de Ciências, Instituto de Física, Universidade de São Paulo (IF-SP), sob orientação da Profa. Dra. Magda Medhat Pechliye.

Com o objetivo de analisar o desenvolvimento de uma proposta de trabalho baseada em projetos para a articulação do conhecimento das disciplinas de Física, Química, Biologia, Artes e Matemática (STEAM), elaboramos um questionário inicial que aborda temas como o trabalho por projetos, as concepções sobre o STEAM e a aprendizagem significativa.

Essa coleta de dados é fundamental para o desenvolvimento do referido trabalho, propiciando uma fonte de informações que subsidiará a análise das atividades.

Assim, solicitamos sua colaboração para o preenchimento deste questionário, lembrando que por se tratar de um convite à participação na pesquisa, o(a) Sr.(a) tem a liberdade de, a qualquer momento, recusar-se a preenchê-lo, sem qualquer prejuízo. Lembramos também que os dados pessoais serão preservados em anonimato e que, sempre que desejar, poderá solicitar mais informações sobre o projeto

Para colaborar, basta responder!

Em caso de dúvidas, sinta-se à vontade para escrever para: mariana.lorenzin@gmail.com

Agradecemos a atenção e a disponibilidade!

Atenciosamente,

Mariana Peão Lorenzin - Aluna do Programa de Pós Graduação Interunidades no Ensino de Ciências - Universidade de São Paulo

Profa. Dra. Alessandra Fernandes Bizerra - Orientadora - Instituto de Biociências, Departamento de Zoologia - Universidade de São Paulo

Dados pessoais:

Nome:

Idade:

Sexo:

Experiência profissional:

Disciplina que leciona:

Formação profissional:

( ) Licenciatura ( ) Bacharelado ( ) Especialização ( ) Mestrado

( ) Doutorado ( ) Pós doutorado

Tempo de experiência na docência:

Série(s) e nível(is) de ensino que leciona(ou):

( ) 6o. ano ( ) 7o. ano ( ) 8o. ano ( ) 9o. ano

( ) 1a. série ( ) 2a. série ( ) 3a. série

( ) Ensino Fundamental I ( ) Ensino Fundamental II

( ) Ensino Médio ( ) Ensino Superior ( ) Pós Graduação

Instituição(ões) que leciona(ou):

( ) Escola particular ( ) Escola pública

( ) Universidade particular ( ) Universidade pública

Trabalho por projetos

O que você entende por trabalho por projetos?

Na sua opinião, qual a importância do desenvolvimento do trabalho por projetos?

Você já trabalhou por projetos?

Na sua opinião, qual(is) o(s) aspecto(s) positivo(s), mais relevante(s), essa forma de trabalho trouxe para a aprendizagem dos envolvidos?

Para você, quais são as características fundamentais de um ambiente para o desenvolvimento do trabalho por projetos?

A seguir, encontram-se alguns termos frequentemente utilizados para descrever o trabalho por projetos.

Classifique-os, de acordo com a sua importância, numerando-os de 01 (menor importância) à 05 (maior importância).

Reflexão

Aprendizagem significativa

Transformação

Responsabilidade

Investigação

Colaboração

Pesquisa

Conhecimentos prévios

Erro

Metacognição

Questionamento/ Problematização

Integração

Criatividade

Inovação

Autonomia

Conflito

Convergência

Interação

Mediação

Comunicação

Participação

Solução de problemas

Contextualização

Planejamento aberto

STEAM

O que você entende por STEAM?

Avalie as afirmações a seguir que discorrem sobre o conceito de STEAM.

Marque a opção que melhor expressa sua opinião para cada afirmação. A opção "Indeciso" significa que você entendeu a afirmação proposta, mas não quer manifestar concordância ou discordância, e a opção "Não entendi" significa dificuldade de compreender o que a afirmação quer dizer.

O STEAM é uma proposta de organização dos conteúdos curriculares que busca a globalização do currículo de Ciências, integrando-o com a Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática.

A proposta STEAM está organizada sobre conteúdos específicos de disciplinas específicas.

O STEAM busca a integração das disciplinas para promover a aprendizagem holística e para a vida toda.

O STEAM representa uma mudança de paradigma da filosofia tradicional da educação, baseada em testes e resultados padronizados, a um ideal que incide sobre a valorização do processo de aprendizagem tanto quanto os resultados.

As atividades do STEAM devem começar despertando o interesse dos alunos sobre um tema, por meio da conexão e relações com a realidade.

Na proposta STEAM os conteúdos específicos são desconsiderados em prol de conteúdos comuns.

O STEAM possibilita aos alunos a construção do conhecimento por meio de experimentação, trocas de ideias e superação das dificuldades.

O STEAM tem como objetivo a produção de conhecimentos para a realização de exames e avaliações formais.

Espaço para comentários e sugestões.

Apêndice B – Formulário Professores 1/2016: Sistemas de Atividade e STEAM (Questionário 2 / parte 2a)

Prezado(a) Professor(a),

Após cerca de um ano de planejamento da proposta STEAM, estamos vivendo a sua implementação nas 1as. Séries do Ensino Médio do Colégio xxx[11]. O desenvolvimento e a implantação do STEAM no xxx tem sido alvo de algumas pesquisas acadêmicas, que investigam diversos aspectos dessa proposta de trabalho por projetos.

Inicialmente intitulado "A integração das disciplinas de Física, Química, Biologia, Artes e Matemática em sequências didáticas baseadas no currículo global e investigação científica", o projeto realizado pela aluna Mariana Peão Lorenzin passou por algumas modificações e, nesse momento, com o título "Sistemas de Atividade e STEAM: possíveis diálogos na construção de um currículo globalizador para o Ensino Médio" busca analisar a elaboração do currículo STEAM, sob a perspectiva social, histórica e cultural e com base na Teoria da Atividade.

Em junho de 2015, o(a) Sr(a). respondeu ao questionário inicial desta pesquisa com questões sobre as concepções sobre o STEAM e o trabalho por projetos. Em continuidade a esse trabalho, elaboramos um novo formulário que, além de retomar alguns aspectos da primeira versão, traz perguntas mais específicas sobre o desenvolvimento dessa proposta de currículo.

Parte do método do trabalho, essa coleta de dados está organizada em questões sobre STEAM, em âmbito geral, e, o desenvolvimento e a implementação do STEAM no xxx. As respostas às questões devem propiciar uma fonte de informações que subsidiará a realização e análise de atividades futuras.

Assim, solicitamos sua colaboração para o preenchimento deste questionário, lembrando que por se tratar de um convite à participação na pesquisa, o(a) Sr.(a) tem a liberdade de, a qualquer momento, recusar-se a preenchê-lo, sem qualquer prejuízo.

Lembramos também que os dados pessoais serão preservados em anonimato e que, sempre que desejar, poderá solicitar mais informações sobre o projeto.

Para colaborar, basta responder!

Em caso de dúvidas, sinta-se à vontade para escrever para: mariana.lorenzin@gmail.com

Agradecemos a atenção e a disponibilidade!

Mariana Peão Lorenzin - Aluna do Programa de Pós Graduação Interunidades no Ensino de Ciências - Universidade de São Paulo

Profa. Dra. Alessandra Fernandes Bizerra - Orientadora - Instituto de Biociências, Departamento de Zoologia - Universidade de São Paulo

[11] Em algumas partes dos documentos apresentados nos Apêndices, em que havia a identificação nominal da Escola lócus da pesquisa, optamos por substituir por uma sequência de xxx – Escola xxx ou Colégio xxx, na intenção de preservar a sua identidade.

Dados pessoais

Um dos objetivos desse questionário é que, com a comparação entre os dados atuais e os dados coletados na primeira versão, possamos aprofundar alguns conceitos, o que será realizado por meio de uma entrevista.

Embora a pesquisa preserve o anonimato das respostas, para que, em caso de necessidade ou esclarecimento, possamos entrar em contato com você pedimos que se identifique, respondendo às questões a seguir.

Nome:

e-mail:

Para o desenvolvimento do STEAM, a equipe de professores foi organizada para o trabalho por bimestre. Assinale a alternativa, a seguir que contém o(s) bimestre(s) pelo(s) qual(is) sua equipe foi responsável por planejar.

( ) 1º. Bimestre.

( ) 2º. Bimestre.

( ) 3º. Bimestre.

( ) 4º. Bimestre.

STEAM

Essa etapa do questionário busca analisar as concepções sobre o STEAM em um contexto geral e, a comparação com as ideias descritas no formulário anterior.

Avalie as afirmações a seguir que discorrem sobre o conceito de STEAM.

Marque a opção que melhor expressa sua opinião para cada afirmação. A opção "Indeciso" significa que você entendeu a afirmação proposta, mas não quer manifestar concordância ou discordância, e a opção "Não entendi" significa dificuldade de compreender o que a afirmação quer dizer.

O STEAM é uma proposta de organização dos conteúdos curriculares que busca a globalização do currículo de Ciências, integrando-o com a Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática.

A proposta STEAM está organizada sobre conteúdos específicos de disciplinas específicas.

O STEAM busca a integração das disciplinas para promover a aprendizagem holística e para a vida toda.

O STEAM representa uma mudança de paradigma da filosofia tradicional da educação, baseada em testes e resultados padronizados, a um ideal que incide sobre a valorização do processo de aprendizagem tanto quanto os resultados.

As atividades do STEAM devem começar despertando o interesse dos alunos sobre um tema, por meio da conexão e relações com a realidade.

Na proposta STEAM os conteúdos específicos são desconsiderados em prol de conteúdos comuns.

O STEAM possibilita aos alunos a construção do conhecimento por meio de experimentação, trocas de ideias e superação das dificuldades.

O que você entende o STEAM hoje?

No questionário aplicado em 2015 foi também perguntado o que você entendia por STEAM naquele momento. Você percebe mudanças na sua resposta de hoje em relação à resposta do ano anterior?

( ) Sim

( ) Não

Se você respondeu "Sim" à questão 6, a que você atribui a(s) mudança(s) no seu entendimento sobre o STEAM? Caso tenha respondido "Não", por favor, passe para a questão 8.

Os termos a seguir indicam conceitos importantes relacionados ao trabalho por projetos. Assinale cinco termos que, para você, representam os principais conceitos sobre projetos que você identifica no STEAM.

Aprendizagem significativa

Autonomia

Colaboração

Comunicação

Conflito

Conhecimentos prévios

Contextualização

Convergência

Criatividade

Erro

Inovação

Integração

Interação

Investigação

Mediação

Metacognição

Participação

Pesquisa

Planejamento aberto

Questionamento/ Problematização

Reflexão

Responsabilidade

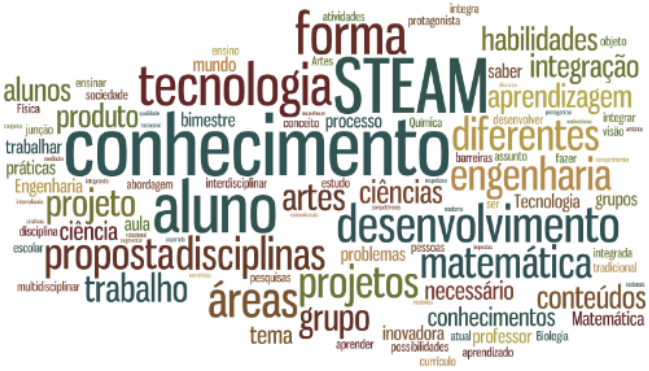
Solução de problemas

Transformação

Considerando as suas concepções sobre o trabalho por projetos, quais as aproximações e os distanciamentos você percebe entre essa forma de organização do ensino e o STEAM?

Primeiras impressões

A nuvem de palavras a seguir foi elaborada a partir da análise de respostas dos professores ao primeiro questionário deste trabalho de pesquisa. A imagem apresenta os principais termos utilizados pelos professores para expressar o seu entendimento sobre o STEAM no início do desenvolvimento da proposta. Analise a nuvem de palavras para responder às questões 8 a 12.



Na sua opinião, a nuvem de palavras representa o que o Colégio xxx entende por STEAM? Escolha, na escala numérica de 1 a 10, o quanto você reconhece a concepção do xxx sobre o STEAM na imagem.

Para você, a imagem apresenta as principais características sobre a forma de trabalho na disciplina STEAM no xxx até o momento? Escolha, na escala numérica de 1 a 10, o quanto você reconhece a proposta STEAM no xxx na nuvem de palavras.

Você percebe que as suas principais ideias sobre o STEAM estão representadas na nuvem de palavras? Escolha, na escala numérica de 1 a 10, o quanto a imagem representa as suas concepções sobre o STEAM.

A partir dos dados obtidos com esse formulário, será elaborada uma nova nuvem de palavras para representar as concepções dos professores sobre o STEAM, após um ano de trabalho. Você acredita que a nova representação continuará com a mesma forma da primeira imagem?

A partir da análise da nuvem de palavras, indique três termos presentes na imagem que, na sua percepção, devem permanecer ao construirmos uma nova representação das concepções dos professores sobre o STEAM.

Para a nova representação sobre as concepções dos professores sobre o STEAM, quais termos você retiraria da nuvem de palavras? Indique três palavras presentes na imagem inicial.

Este é um espaço aberto para comentários e sugestões. Fique à vontade para contribuir!

Apêndice C – Formulário Professores 2/2016: Sistemas de Atividade e STEAM (Questionário 2 / parte 2b)

Prezado(a) Professor(a),

Também parte do trabalho de pesquisa de mestrado "Sistemas de Atividades e STEAM: possíveis diálogos na construção de um currículo globalizador para o Ensino Médio", o presente questionário trata de impressões pessoais sobre o STEAM no xxx e o desenvolvimento do trabalho até o momento.

As respostas devem propiciar uma fonte de informações que subsidiará a realização e análise de atividades futuras.

Assim, solicitamos sua colaboração para o preenchimento deste material, lembrando que por se tratar de um convite à participação na pesquisa, o(a) Sr.(a) tem a liberdade de, a qualquer momento, recusar-se a preenchê-lo, sem qualquer prejuízo.

Lembramos também que os dados pessoais serão preservados em anonimato e que, sempre que desejar, poderá solicitar mais informações sobre o projeto.

Para colaborar, basta responder!

Em caso de dúvidas, sinta-se à vontade para escrever para: mariana.lorenzin@gmail.com

Agradecemos a atenção e a disponibilidade!

Mariana Peão Lorenzin

Aluna do Programa de Pós Graduação Interunidades no Ensino de Ciências - Universidade de São Paulo

Profa. Dra. Alessandra Fernandes Bizerra

Orientadora - Instituto de Biociências, Departamento de Zoologia - Universidade de São Paulo

Dados pessoais

Para esse questionário, identificar-se é uma opção individual.

Sinta-se à vontade para completar os espaços com seu nome e e-mail ou deixá-los em branco.

Nome:

e-mail:

STEAM NO XXX

O STEAM foi proposto como uma mudança na forma de organizar o currículo dos laboratórios no xxx. Como você se sentiu ao receber a notícia sobre a mudança curricular?

Após participar do desenvolvimento da proposta STEAM e do 1o. bimestre de sua implantação, você considera que as suas impressões iniciais sobre a mudança curricular se mantém hoje?

A partir da sua visão sobre o STEAM e do contexto em que estamos inseridos, incluindo a realidade do Colégio, o que o motiva a participar do desenvolvimento e implementação dessa proposta de currículo globalizado?

Em sua resposta, considere interesses e necessidades pessoais, profissionais etc.

Na sua opinião, quais são os sujeitos (alunos, professores e gestores) mais influenciados pela mudança do currículo dos laboratórios com as disciplinas separadas para o STEAM? Apresente essas influências, considerando as vantagens e as desvantagens dessa nova forma de organização do currículo.

No trabalho de desenvolvimento do STEAM durante o ano de 2015 e implementação no 1o. bimestre de 2016, como você descreve as suas ações e percebe as contribuições dessas e do seu papel neste processo?

Após cerca de um ano de trabalho no STEAM quais foram o(s) maior(es) desafio(s) e a(s) maior(es) dificuldade(s) vivenciado(s) por você?

A partir de suas experiências no desenvolvimento do currículo e no 1o. bimestre de implementação do STEAM, você proporia alguma mudança em relação à forma como o trabalho de planejamento e elaboração dos bimestres foi realizado? Explique a(s) sua(s) proposta(s) de mudança(s).

Ao participar do desenvolvimento e/ou implantação do currículo STEAM no colégio, você percebe modificação(ões) em sua prática, forma de organizar o ensino etc? Para responder a essa pergunta, considere também outros espaços de aprendizagem em que você atua (aulas teóricas, aulas de laboratório, aulas em outras escolas e ambientes não formais).

( ) Sim

( ) Não

Se você respondeu “Sim” à questão anterior, por favor, cite um exemplo de mudanças em sua prática, a partir da experiência do STEAM.

Quais as suas expectativas para o trabalho e resultados do STEAM nos próximos anos?

O espaço a seguir é um local aberto a comentários e sugestões para contribuir com esse trabalho de pesquisa.

Apêndice D – Estrutura da Entrevista STEAM – Direção e Coordenação

1. Apresentação da entrevista e de seus objetivos pelo entrevistador

Ideia de conversa para a coleta de dados para a dissertação.

STEAM x Teoria da Atividade: contexto de movimento, olhar sistêmico e interdisciplinar, percepção das *atividades* e transformações dos sujeitos.

Pessoas entrevistadas.

2. Aquecimento: informações sobre o entrevistado e introdução à entrevista

Perfil do participante: Nome, idade, formação, percurso profissional, tempo de trabalho e função no Colégio xxx.

Aproximação: Como o entrevistado começou a trabalhar no colégio; Relato de uma história marcante vivida no Colégio xxx e o sentido desta para o entrevistado. Por que essa história foi marcante?

3. Condução da entrevista

Intervenções do entrevistador

- **Síntese:** descrição do quadro que está sendo delineado. Aspectos principais do discurso do entrevistado.
- **Questões de Esclarecimento:** para maior compreensão do entrevistador, possibilita maior clareza do discurso e nova articulação de ideias.
- **Questões Focalizadoras:** retorno ao foco da questão após digressão ou discurso generalizado.
- **Questões de Aprofundamento:** para a superação da superficialidade de respostas, podem propor a comparação entre tempos e contextos. Proposta de questões na perspectiva do observador, questões sobre as relações interpessoais (eu e o outro).

Contexto: Educação x Sociedade x Colégio xxx

Como você percebe a sociedade atual? E a Educação nesse contexto?

Como você enxerga as dimensões de passado, presente e futuro do Colégio xxx? Podem ser feitos relatos que representem essas dimensões.

Quais as ideias, os princípios e valores que você percebe na instituição?

O que você considera o essencial que caracteriza a instituição?

Concepção sobre o STEAM: percepções individuais e percepção institucional

O que você entende como o STEAM hoje? - dimensão pessoal.

O que, na sua percepção, a escola/ instituição entende como STEAM, hoje? – dimensão institucional.

O que o STEAM representa para o Colégio xxx? – dimensão institucional.

Como você percebe a relação entre as suas concepções sobre o STEAM e as concepções da instituição? São iguais? Quais as diferenças?

Você percebe alguma mudança em relação às suas impressões iniciais sobre o STEAM? - dimensão pessoal.

Você percebe alguma mudança em relação às impressões iniciais da instituição? – dimensão institucional.

Como você representaria o STEAM por meio de uma imagem?

Com o olhar da instituição, qual imagem representa essa ideia?

Escolher uma imagem das representações dos professores e indicar a que melhor representa a concepção do STEAM, justificando a escolha. A escolha da imagem deve estar pautada na concepção do entrevistado e na percepção deste sobre a concepção da instituição. Isso pode ocorrer na escolha de uma imagem ou de duas ou mais.

Necessidade: o porquê da reorganização curricular e a escolha do STEAM

Por que a ideia da mudança curricular do Ensino Médio?

Quais os fatores que influenciaram essa mudança?

Quem participou desse processo?

O que levou à reorganização do currículo do Ensino Médio? Como o processo aconteceu?

O que essa mudança curricular representa para a instituição?

O que levou à mudança curricular dos laboratórios e a opção pela proposta STEAM?

Como o STEAM chegou no xxx? Quem escolheu essa proposta?

Quais as inspirações, os princípios e os valores que embasaram essa opção e orientaram a escolha pelo STEAM?

Na sua percepção, quais fatores conduziram ao desenvolvimento e implantação do STEAM no xxx?

Motivo: compreensão sobre o motivo institucional e pessoal

O que você entende como o objetivo dessa nova proposta curricular (STEAM)?

O que desperta o seu interesse em trabalhar com o STEAM?

Quais as suas expectativas com o desenvolvimento e implantação do STEAM como parte do currículo do Ensino Médio?

Como você vê as expectativas da instituição com o desenvolvimento e implantação do STEAM como parte do currículo do Ensino Médio?

A partir das expectativas citadas, você percebe que estas têm sido realizadas/ objetivadas? Quais as evidências dessa concretização?

Ações, operações e divisão de trabalho: indivíduo x todo

Como você se envolveu no STEAM? Quais as suas ações?

Quais as ações da escola como um todo para o desenvolvimento do STEAM? Como as suas ações se integram no todo?

Como você percebe a divisão de trabalho entre os envolvidos no STEAM?

Como você vê o papel do professor, dos técnicos, da coordenação, da direção no desenvolvimento do STEAM? Descrever as ações e considerar a importância.

A realização das ações para o desenvolvimento e a implantação do STEAM depende de influências e elementos externos e internos ao contexto e cultura da escola. Quais os principais fatores que influenciaram as ações do STEAM no xxx? Como esses fatores se constituíram em limites e possibilidades para a realização dessas ações?

Como você percebe a integração dos sujeitos (professores, técnicos, coordenadores, diretores) no STEAM? E entre cada grupo?

Condições e regras:

Como o STEAM se encaixa (ou não se encaixa) na organização da escola: horários, avaliação, pagamento de professores/ consultores, reuniões remuneradas etc?

O que limita e o que amplia o trabalho com o STEAM no xxx?

Como você vem lidando com a mudança na forma de trabalho e manutenção de regras antigas? STEAM (trabalho por projetos) x organização pautada no ensino tradicional?

Houve mudança nas regras e organização da escola para o desenvolvimento do STEAM?

Comunidade:

Como você caracteriza a comunidade (interna e externa) que está envolvida com o STEAM?

Você percebe mudanças no cotidiano da escola com a implementação do STEAM?

Como a nova proposta afetou o cenário da escola, incluindo as situações extra classe?

Como o STEAM reflete na comunidade interna e externa à escola?

Conflitos e negociações: ideia de conflito como elemento motor de desenvolvimento

Quais tensões e conflitos com os pares e com outros níveis você vivenciou durante o desenvolvimento do currículo STEAM e o início de sua aplicação na 1ª. série do Ensino Médio?

Quais negociações foram realizadas para a resolução das tensões? Como se deram as negociações para a resolução dos conflitos?

Quem tomou as decisões para resolver os conflitos?

Expansão:

Quais os aspectos da elaboração do STEAM você considera que podem ser expandidos para outros contextos? Como isso pode ocorrer?

Transformações:

Como você se preparou para a mudança curricular que o STEAM representa?

Ao olhar para o STEAM, como um todo, podemos perceber uma série de transformações. O que, na sua opinião se transforma ou será transformado nesse processo?

Você percebe transformações na sua compreensão sobre o ensino, sobre a sua prática etc.? Como você percebe essas mudanças? Em quais ações essas mudanças podem ser percebidas?

Como você enxerga os sujeitos (alunos, professores, técnicos, coordenadores, diretores) que participam do STEAM hoje e nos próximos 5 e 10 anos?

Apêndice E – Estrutura da Entrevista STEAM – Professores

1. Apresentação da entrevista e de seus objetivos pelo entrevistador

Ideia de conversa para a coleta de dados para a dissertação.

STEAM x Teoria da Atividade: contexto de movimento, olhar sistêmico e interdisciplinar, percepção das *atividades* e transformações dos sujeitos.

Pessoas entrevistadas.

2. Aquecimento: informações sobre o entrevistado e introdução à entrevista

Perfil do participante: Nome, idade, formação, percurso profissional, tempo de trabalho e função no Colégio xxx.

Aproximação: Como o entrevistado começou a trabalhar no colégio; Relato de uma história marcante vivida no Colégio xxx e o sentido desta para o entrevistado. Por que essa história foi marcante?

3. Condução da entrevista

Intervenções do entrevistador

- Síntese: descrição do quadro que está sendo delineado. Aspectos principais do discurso do entrevistado.
- Questões de Esclarecimento: para maior compreensão do entrevistador, possibilita maior clareza do discurso e nova articulação de ideias.
- Questões Focalizadoras: retorno ao foco da questão após digressão ou discurso generalizado.
- Questões de Aprofundamento: para a superação da superficialidade de respostas, podem propor a comparação entre tempos e contextos. Proposta de questões na perspectiva do observador, questões sobre as relações interpessoais (eu e o outro).

Contexto: Educação x Sociedade x Colégio xxx

Como você percebe a sociedade atual? E a Educação nesse contexto?

Como você enxerga as dimensões de passado, presente e futuro do Colégio xxx? Podem ser feitos relatos que representem essas dimensões.

Quais as ideias, os princípios e valores que você percebe na instituição?

O que você considera o essencial que caracteriza a instituição?

Concepção sobre o STEAM: percepções individuais e percepção institucional

Parte personalizada:

Mostrar para o professor as respostas dadas aos Questionário 1 e 2 sobre a compreensão do STEAM nos dois momentos da pesquisa.

Como você percebe as mudanças na resposta inicial? **OU** A que fatores você atribui a manutenção de sua compreensão sobre o STEAM?

Quais aspectos da resposta inicial foram mantidos? Quais foram modificados? A quais fatores você atribui essas mudanças?

O que, na sua percepção, a escola/ instituição entende como STEAM, hoje? – dimensão institucional.

O que o STEAM representa para o Colégio xxx? – dimensão institucional.

Como você percebe a relação entre as suas concepções sobre o STEAM e as concepções da instituição? Quais os aspectos que as aproxima? Quais os aspectos que as distancia?

Em 2015, você representou o STEAM por meio de uma imagem. Pedir para o professor reconhecer e explicar a sua representação. Atualmente, você ainda representaria o STEAM dessa forma? O que você manteria? O que mudaria?

Escolher uma imagem das representações dos professores e indicar a que melhor representa a concepção do STEAM na percepção da instituição, justificando a escolha. Isso pode ocorrer na escolha de uma imagem ou de duas ou mais.

Para você, qual das imagens melhor representa a concepção da instituição sobre o STEAM? Por que?

Necessidade: o porquê da reorganização curricular e a escolha do STEAM

Como você percebe a reorganização do currículo do Ensino Médio no Colégio xxx?

Em sua opinião, quais foram os fatores que levaram à mudança curricular?

Você participou desse processo? Como?

O que essa mudança curricular representa para a instituição?

O que levou à mudança curricular dos laboratórios e a opção pela proposta STEAM? Quem escolheu o STEAM?

Como você conheceu o STEAM?

Quais as inspirações, os princípios e os valores que embasaram essa opção e orientaram a escolha da instituição pelo STEAM?

Como você vê a chegada do STEAM no xxx? Relatar o planejamento e a implantação.

Motivo: compreensão sobre o motivo institucional e pessoal

O que você entende como o objetivo dessa nova proposta curricular (STEAM)?

O que você entende como o objetivo do STEAM para o Colégio xxx?

O que desperta o seu interesse em trabalhar com o STEAM?

Quais as suas expectativas com o desenvolvimento e implantação do STEAM como parte do currículo do Ensino Médio?

Como você vê as expectativas da instituição com o desenvolvimento e implantação do STEAM como parte do currículo do Ensino Médio?

A partir das expectativas citadas, você percebe que estas têm sido realizadas/ objetivadas? Quais as evidências dessa concretização?

Ações, operações e divisão de trabalho: indivíduo x todo

Como você se envolveu/ está envolvido no STEAM? Quais as suas ações?

Quais as ações da escola como um todo para o desenvolvimento do STEAM? Como as suas ações se integram no todo?

Como você percebe a divisão de trabalho entre os envolvidos no STEAM?

Como você vê o papel do professor, dos técnicos, da coordenação, da direção no desenvolvimento do STEAM? Descrever as ações e considerar a importância.

A realização das ações para o desenvolvimento e a implantação do STEAM depende de influências e elementos externos e internos ao contexto e cultura da escola. Quais os principais fatores que influenciaram as ações do STEAM no xxx? Como esses fatores se constituíram em limites e possibilidades para a realização dessas ações?

Como você percebe a integração dos sujeitos (professores, técnicos, coordenadores, diretores) no STEAM? E entre cada grupo?

Condições e regras:

Como o STEAM se encaixa (ou não se encaixa) na organização da escola: horários, avaliação, pagamento de professores/ consultores, reuniões remuneradas etc?

O que limita e o que amplia o trabalho com o STEAM no xxx?

Como você vem lidando com a mudança na forma de trabalho e manutenção de regras antigas? STEAM (trabalho por projetos) x organização pautada no ensino tradicional?

Em sua percepção, houve mudança nas regras e organização da escola para o desenvolvimento do STEAM?

Comunidade:

Como você caracteriza a comunidade (interna e externa) que está envolvida com o STEAM?

Você percebe mudanças no cotidiano da escola com a implementação do STEAM?

Como a nova proposta afetou o cenário da escola, incluindo as situações extra classe?

Como o STEAM reflete na comunidade interna e externa à escola?

Conflitos e negociações: ideia de conflito como elemento motor de desenvolvimento

Quais tensões e conflitos com os pares, e com outros níveis, você vivenciou durante o desenvolvimento do currículo STEAM e o início de sua aplicação na 1ª. série do Ensino Médio?

Quais negociações foram realizadas para a resolução das tensões? Como se deram as negociações para a resolução dos conflitos?

Quem tomou as decisões para resolver os conflitos?

Expansão:

Quais os aspectos da elaboração do STEAM você considera que podem ser expandidos para outros contextos? Como isso pode ocorrer?

Transformações:

Como você se preparou para a mudança curricular que o STEAM representa?

Você percebe transformações na sua compreensão sobre o ensino, sobre a sua prática etc.? Como você percebe essas mudanças? Em quais ações essas mudanças podem ser percebidas?

Como você enxerga os sujeitos (alunos, professores, técnicos, coordenadores, diretores) que participam do STEAM hoje e nos próximos 5 e 10 anos?

Apêndice F – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE): Direção e Professores

Universidade de São Paulo

Instituto de Biociências

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

(maiores de 18 anos)

ESTUDO: *Sistemas de Atividade e STEAM: possíveis diálogos na construção de um currículo globalizador para o Ensino Médio*

Você está sendo convidado a participar do projeto de pesquisa acima citado. O documento abaixo contém as informações necessárias sobre a pesquisa que estamos fazendo. Sua colaboração neste estudo será de muita importância para nós.

Eu, _____, diretor do Colégio xxx, residente e domiciliado na _____, portador da Cédula de identidade, RG _____, e inscrito no CPF_____ nascido em _____ / _____ /_____, abaixo assinado, concordo de livre e espontânea vontade em participar do estudo "***Sistemas de Atividade e STEAM: possíveis diálogos na construção de um currículo globalizador para o Ensino Médio***". Esclareço que obtive todas as informações.

Estou ciente que:

I) O estudo se faz necessário para que se possa desenvolver uma maior compreensão sobre a formação de professores, as tensões emergentes e as negociações realizadas em um processo de reorganização do currículo para o ensino de Ciências no Ensino Médio;

II) Tenho a liberdade de desistir ou de interromper a colaboração neste estudo no momento em que desejar, sem necessidade de qualquer explicação;

III) Os resultados obtidos durante esta investigação serão mantidos em sigilo, mas concordo que sejam divulgados em publicações científicas, desde que meus dados pessoais não sejam mencionados;

IV) Caso eu desejar, poderei tomar conhecimento dos resultados, ao final desta pesquisa
( ) Desejo conhecer os resultados desta pesquisa.
( ) Não desejo conhecer os resultados desta pesquisa.

IX) As entrevistas gravadas serão armazenadas sob a responsabilidade do Instituto de Biociências, sob a guarda da Profa. Alessandra Bizerra, pelo tempo necessário para a finalização do projeto.

São Paulo, 16 de novembro de 2016.

Participante: .....

Pesquisador Responsável pelo Projeto: Mariana Peão Lorenzin
Telefone para contato: (xx) xxxxx-xxxx[12]

---

[12] Neste caso, também optou-se por preservar a identificação do contato telefônico da pesquisadora, por se tratar de número de telefone particular.

Universidade de São Paulo

Instituto de Biociências

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

(maiores de 18 anos)

ESTUDO: ***Sistemas de Atividade e STEAM: possíveis diálogos na construção de um currículo globalizador para o Ensino Médio***

Você está sendo convidado a participar do projeto de pesquisa acima citado. O documento abaixo contém as informações necessárias sobre a pesquisa que estamos fazendo. Sua colaboração neste estudo será de muita importância para nós.

Eu, _____, docente do Colégio xxx, residente e domiciliado na _____, portador da Cédula de identidade, RG _____, e inscrito no CPF_____ nascido em _____ / _____ /_____, abaixo assinado, concordo de livre e espontânea vontade em participar do estudo "***Sistemas de Atividade e STEAM: possíveis diálogos na construção de um currículo globalizador para o Ensino Médio***". Esclareço que obtive todas as informações.

Estou ciente que:

V) O estudo se faz necessário para que se possa desenvolver uma maior compreensão sobre a formação de professores, as tensões emergentes e as negociações realizadas em um processo de reorganização do currículo para o ensino de Ciências no Ensino Médio;

VI) Tenho a liberdade de desistir ou de interromper a colaboração neste estudo no momento em que desejar, sem necessidade de qualquer explicação;

VII) Os resultados obtidos durante esta investigação serão mantidos em sigilo, mas concordo que sejam divulgados em publicações científicas, desde que meus dados pessoais não sejam mencionados;

VIII) Caso eu desejar, poderei tomar conhecimento dos resultados, ao final desta pesquisa
( ) Desejo conhecer os resultados desta pesquisa.
( ) Não desejo conhecer os resultados desta pesquisa.

IX) As entrevistas gravadas serão armazenadas sob a responsabilidade do Instituto de Biociências, sob a guarda da Profa. Alessandra Bizerra, pelo tempo necessário para a finalização do projeto.

São Paulo, 10 de novembro de 2016.

Participante: .....

Pesquisador Responsável pelo Projeto: Mariana Peão Lorenzin
Telefone para contato: (xx) xxxxx-xxxx