



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE QUÍMICA**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

MARIANNA BRANDÃO

**MACKTRANSFORMA E A INVESTIGAÇÃO DA APRENDIZAGEM
SIGNIFICATIVA: O USO DO DESIGN THINKING, DO STEAM E DE UM
MAKERSPACE EM UM PROJETO DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA**

Brasília – DF

2º/2021

MARIANNA BRANDÃO

**MACKTRANSFORMA E A INVESTIGAÇÃO DA APRENDIZAGEM
SIGNIFICATIVA: O USO DO DESIGN THINKING, DO STEAM E DE UM
MAKERSPACE EM UM PROJETO DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA**

Dissertação de Mestrado em Ensino de Ciências apresentada ao Instituto de Química da Universidade de Brasília, como requisito para obtenção do título de mestre em Ensino de Ciências.

Orientador: Eduardo Cavalcanti

**Brasília - DF
2º/2021**

A alegria não chega apenas no encontro do achado, mas faz parte do processo da busca. E ensinar e aprender não pode dar-se fora da procura, fora da boniteza e da alegria.

Paulo Freire

AGRADECIMENTOS

Acredito que esse trabalho tenha sido uma das coisas mais desafiadoras que já concluí na minha vida. Os motivos para essa conclusão são muitos e, é verdade, todos os ventos sopraram contra. De uma vontade inicial de registrar tudo que eu fazia em sala de aula até, enfim, finalizar essa dissertação, os sentimentos foram os mais variados possíveis. Pensei, inclusive, se deveria despende de algum tempo escrevendo esses agradecimentos e a minha maior motivação foi expressar a admiração, o carinho e, obviamente, a dimensão da minha gratidão pelo meu orientador, Eduardo Cavalcanti.

Nos momentos mais sombrios ele não me deixou desistir, me acolheu – inclusive quando eu não merecia – e se manteve firme nas suas crenças, mesmo quando eu ponderei motivos para que ele duvidasse, pois eu mesma duvidava. Acredito que esse seja o real papel do professor, ser resiliência no meio da tempestade.

Gostaria de agradecer a minha família que, gentilmente, me acolheu nesse momento de incrível dificuldade e incerteza, que atravessou junto a mim a pandemia e as mudanças da vida. A minha família permaneceu firme no propósito de me amar mesmo quando eu não fiz por onde ser amada, e segue assim. Junto a ela gostaria de agradecer ao meu namorado, Fernando, que por vezes se desdobrou para que eu pudesse ter o máximo de conforto possível para concluir aquilo que me propus, mesmo discordando das minhas escolhas.

Por fim, e não menos importante, preciso agradecer aos meus alunos, tanto aos participantes do projeto quanto aqueles que não participam, pois eles sempre foram fonte de luz e sabedoria nos meus dias, transformando tempestades em dias de sol. Obrigada pelo amor e carinho que vocês dedicaram e dedicam a mim.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	3
2	O APRENDER PELO QUERER.....	7
3	UM NOVO CAMINHO DE POSSIBILIDADES	19
3.1.	DESIGN THINKING: O DESENVOLVER DE UM NOVO OLHAR.....	19
3.2.	STEAM: INTERDISCIPLINARIDADE COM O MUNDO.....	27
3.3.	O MOVIMENTO <i>MAKER</i>: PROTAGONISMO E AÇÃO.....	32
3.4.	MÍDIAS SOCIAIS E DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA: UM RECURSO LÚDICO.....	36
3.5.	A CRIAÇÃO DO MACKTRANSFORMA	41
4	METODOLOGIA	47
5	RESULTADOS	55
5.1.	AUTONOMIA, CRIATIVIDADE E COLABORAÇÃO: COMPETÊNCIAS DA BNCC	56
5.1.1.	LINGUAGEM DE PROGRAMAÇÃO.....	57
5.1.2.	A HISTÓRIA DA QUÂNTICA: QUÂNTETO FANTÁSTICO	63
5.1.3.	O MÉTODO CIENTÍFICO EM "O CRESCIMENTO DE CRISTAIS"	66
5.2.	CAÇA-EVIDÊNCIAS: APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA?	70
5.2.1.	LINGUAGEM DE PROGRAMAÇÃO.....	71
5.2.2.	A HISTÓRIA DA QUÂNTICA: QUÂNTETO FANTÁSTICO	81
5.2.3.	O MÉTODO CIENTÍFICO EM "O CRESCIMENTO DE CRISTAIS"	91
6	CONCLUSÃO.....	98

RESUMO

A educação no século XXI tem constituído um cenário de desafios e fertilidade para novos caminhos que facilitem os processos de ensino e aprendizagem. O uso de ferramentas requisitadas de outras áreas, como o *design thinking*, vem incorporando ao fazer em sala de aula novos significados e acrescentando maior dinâmica. A busca pela aprendizagem significativa se constitui como uma demanda dos tempos atuais, pois a formação do aprendiz deve ser capaz de prepará-lo para os desafios que serão enfrentados em ambientes diferentes da escola. A Base Nacional Curricular Comum, lançada em 2018 no Brasil, aponta competências e habilidades que vão além do conhecimento técnico, buscando incentivar o desenvolvimento de autonomia, colaboração e criatividade. A culminância dos aspectos destacados se dá, neste trabalho, por meio do uso de mídias sociais, mais especificamente o *Instagram*, para que seja criado um novo caminho de divulgação científica com um material desenvolvido pelos alunos. O objetivo deste trabalho era investigar se durante o processo de produção desse conteúdo por meio de uma metodologia STEAM e com uma perspectiva *maker* foi possível a ocorrência da aprendizagem significativa nos estudantes participantes. Foram analisados dois questionários: um preliminar e um de aferição, referentes aos temas trabalhados e seus respectivos pontos-chaves. As respostas fornecidas pelos alunos eram respostas abertas e livres de influência externa, e demonstraram que sim, é possível identificar elementos concretos que apontem para uma possível ocorrência da aprendizagem significativa.

Palavras-chaves: *design thinking*, STEAM, *maker*, aprendizagem significativa, instagram, criatividade, autonomia.

ABSTRACT

The education at the 21st century has been a challenge nowadays but also a very fertile environment to the development of new paths that has the primer goal to enhance learning and teaching process. The use of tools from other fields such as design thinking has been incorporating a new way of teaching, bringing new meanings and increasing the classroom dynamics. The searching for a meaning learning has been a demand from modernity since the learning process must help students to deal with the challenges that they are going to face outside school. The Base Nacional Curricular Comum, released by 2018 in Brazil, determine different skills beyond the literal knowledge expect from the school such as autonomy, collaboration and creativity. The union of all those aspects mentioned here occurs by the use of social media, Instagram, to create a new path for scientific disclosure by using material developed exclusive from students. The goal of this work was investigated if during the process of creation in a STEAM environment and using principles of a maker-centered learning has occurred a meaningful learning over the students. Two different forms were analyzed: a preliminary form and an acquisition form, both referents to the subject of each project and its highlights. The answers provided by the students were personal and free of external opinions, according to them, it was possible to observe fundamental elements that point to the occurrence of a meaningful learning.

Keywords: *design thinking*, STEAM, *maker*, meaningful learning, instagram, creativity, autonomy.

ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Processo simplificado de *design thinking*.

Figura 2. As etapas do *design thinking* na educação.

Figura 3. Mapa do *Design Thinking*.

QUADROS

- Quadro 1 – Discriminação de grupos do projeto MackTransforma
- Quadro 2 – Discriminação de funções por grupo do projeto MackTransforma
- Quadro 3 – Propósitos do Questionário Preliminar – Linguagem de Computação
- Quadro 4 – Propósitos do Questionário de Aferição – Linguagem de Computação
- Quadro 5 – Propósitos do Questionário Preliminar – A História da Quântica
- Quadro 6 – Propósitos do Questionário de Aferição – A História da Quântica
- Quadro 7 – Propósitos do Questionário Preliminar – O Método Científico
- Quadro 8 - Propósitos do Questionário de Aferição – O Método Científico
- Quadro 9 – Propósitos das Etapas do *Design Thinking*
- Quadro 10 – Conteúdo desenvolvido sobre o tema “Linguagem de Computação”
- Quadro 11 – Conteúdo desenvolvido sobre o tema “A História da Quântica”
- Quadro 12 – Conteúdo desenvolvido sobre o tema “O Método Científico”
- Quadro 13 – Seção 1 – Perguntas e Respostas “Linguagem de Computação”
- Quadro 14 – Seção 2 – Perguntas e Respostas “Linguagem de Computação”
- Quadro 15 – Seção 3 – Perguntas e Respostas “Linguagem de Computação”
- Quadro 16 – Seção 1 – Perguntas e Respostas “A História da Quântica”
- Quadro 17 – Seção 2 – Perguntas e Respostas “A História da Quântica”
- Quadro 18 – Seção 3 – Perguntas e Respostas “A História da Quântica”
- Quadro 19 - Seção 1 – Perguntas e Respostas “O Método Científico”
- Quadro 20 – Seção 2 – Perguntas e Respostas “O Método Científico”
- Quadro 21 - Seção 3 – Perguntas e Respostas “O Método Científico”

1 INTRODUÇÃO

O Ensino de Ciências configura uma seara que, mesmo quando muito explorada, abre margem para maiores projeções à medida que a sociedade, a ciência e o desenvolvimento tecnológico avançam. A compreensão do contexto no qual o jovem do século XXI está inserido permite ao educador um novo leque de possibilidades que contemplam habilidades para além daquelas já abordadas nos currículos escolares tradicionais, é o que vem sendo tratado na Base Nacional Curricular Comum (BNCC), um documento importante para a Educação Básica do Brasil.

A BNCC esclarece pontos que devem ser desenvolvidos ainda na escola para que o estudante tenha uma formação integral e coerente com o contexto social que o século XXI apresenta, baseando-se em competências e habilidades que devem ser trabalhadas por meio de clubes, oficinas, laboratórios, dentre outros (BRASIL, 2018). O objetivo dessas competências e habilidades é que o estudante vivencie um ensino capaz de promover uma aprendizagem significativa que, de acordo com Ausubel (2000), é a aprendizagem que torna os conceitos relevantes para o aprendiz, ou seja, proporciona sentido e aplicabilidade naquilo que é aprendido.

A teoria de Ausubel tomou forma na década de 1960 e, apesar de não ser fruto da contemporaneidade, ganhou mais espaço no século XX. O alvoroço frente a implementação e aos resultados da aprendizagem significativa se dá porque é compulsoriamente notado que aprendiz tem dificuldade em reter conceitos que lhes foram ensinados mecanicamente, sem que lhes fosse dada a oportunidade de testar, modificar e implementar, aquilo que lhes foi ensinado (MOREIRA, 2011). A aprendizagem significativa, como base teórico-metodológica para essa proposta, se configura como uma corrente que visa a interação possível e não-arbitrária das ideias apresentadas com aquilo que o aprendiz já tem conhecimento (MOREIRA, 2011).

A concretização da aprendizagem significativa depende das ferramentas e do manejo do professor em relação ao uso dessas ferramentas e, por esse motivo, são introduzidas neste trabalho três ferramentas utilizadas para corroborar com a proposta metodológica da aprendizagem significativa em um projeto que busca viabilizar as competências previstas na

BNCC. Os recursos escolhidos para esse propósito foram o *design thinking*, o STEAM (Science Technology, Engineering, Arts and Math) e o movimento *Maker*.

O *design thinking* (DT) é um recurso com o intuito de oferecer uma organização disruptiva e eficiente para lidar com a solução de problemas. Esse recurso tem como base o caráter humano por levar em consideração a intuição, o reconhecimento de padrões, o desenvolver de ideias com peso emocional e peso funcional, e a expressão dessas ideias a partir de diferentes mídias (CAVALCANTI; FILATRO, 2017).

As propostas do STEM ou STEAM configuram este recurso como uma ferramenta de inovação para o ensino de ciências, buscando ir além do que é ofertado pelo ensino tradicional por meio da proatividade e da interação do aluno com o objeto de estudo. Propostas STEAM favorecem a conexão do estudante com o conteúdo de sala e como esse conteúdo é utilizado no mundo real e empírico (PUGLIESE, 2020). Vale dizer que as propostas do STEAM são frutos da contemporaneidade e que está preocupado com as demandas geradas no século XXI, trazendo as Ciências da Natureza, a Tecnologia e o Design para a evidência e atuando em busca do desenvolvimento de competências e habilidades (BECKER; PARK, 2011).

Por fim, o movimento *maker* é o último recurso utilizado por propor a aprendizagem baseada no fazer e, não apenas, no campo das ideias. Dessa maneira, o *maker* permite que os estudantes participem não apenas do processo de prototipação, mas, também, da construção de objetos que tem um propósito em si (MARTIN, 2015). Essa experiência corrobora com as demandas da BNCC para que seja desenvolvida a criatividade e a criticidade (DIXON e MARTIN, 2014).

As ferramentas descritas culminam suas contribuições em um trabalho de Divulgação Científica, o qual tem como função primordial fazer com que o conhecimento científico seja democrático, ou seja, não apenas disponibilizar o acesso, mas fazer com esse seja entregue a partir de recursos linguísticos que tornem a ciência acessível à população leiga. Desta forma, entende-se que a divulgação científica contribui diretamente para que cidadãos sejam incluídos em debates referentes a temas especializados, que podem proporcionar um grande impacto em sua atuação no ambiente profissional ou mesmo na vida pessoal do cidadão comum (BUENO, 2010).

O projeto intitulado “MackTransforma” é fruto dos primeiros meses de pandemia no Brasil e surge com o intuito de romper barreiras entre a escola, o seu espaço físico e a comunidade escolar. O objetivo do projeto é proporcionar acesso à informação de qualidade

para os membros da comunidade escolar local, e de outros estados, por meio da rede social denominada *Instagram*. O grupo é formado por 56 alunos e uma professora-orientadora e tem projetos sob demanda dos próprios alunos integrantes, visando estar alinhado com a BNCC. A aprendizagem nesse projeto se dá de maneira significativa por contar, principalmente, com a iniciativa dos estudantes envolvidos. A organização da divulgação e da dinâmica do grupo é de responsabilidade da professora e dos alunos intitulados como “líderes” de cada grupo temático que compõe o MackTransforma. De maneira geral, o MackTransforma pode ser descrito como um projeto de criação e divulgação de conteúdo científico e tecnológico, abrangendo diversas áreas de interesse da comunidade escolar.

Na dinâmica do projeto, é possível observar a maneira como o DT está presente nos mais diversos processos de criação que envolvem o esforço dos alunos em estar sempre em movimento, agindo de maneira criativa, crítica e cooperativa para solucionar problemas que surgem durante o desenvolvimento das atividades corriqueiras. Além disso, o DT funciona como método de organização de novas atividades e projetos a serem implementados dentro do MackTransforma. O recurso STEAM é norteador nas temáticas abordadas no projeto que visam trabalhar com a ciência – humana e da natureza -, com a tecnologia, a engenharia, as artes e a matemática. Esses processos acabam sendo traduzidos por diferentes setores do MackTransforma, como o grupo responsável pela criação de conteúdo na área científica. A manifestação do movimento *maker* é marcada pelo aprender fazendo ou, ainda, *maker-centered learning*.

O projeto é desenvolvido a partir do esforço dos alunos e, portanto, eles produzem o conteúdo a partir de pesquisas e discussões de cada grupo, além de serem os responsáveis pela métrica da rede social e da produção gráfica e edição de cada conteúdo liberado na página do projeto. Em outras palavras, os alunos desenvolvem todas as atividades, colocando a mão na massa em todos os processos do projeto. Sob a perspectiva da aprendizagem significativa, as etapas vivenciadas pelos alunos correspondem às expectativas de promoção de significado em suas produções, garantindo uma aprendizagem que pode apresentar maior duração e ser mais fácil de ser transposta para outras áreas da vida do estudante.

A divulgação da ciência tem início com a própria ciência. Atualmente, trabalha-se para que esse conhecimento seja amplamente disseminado fazendo uso, inclusive, da linguagem informal, mais próxima aquela acessível ao público de leigos (CARNEIRO, 2009). É explícito na proposta do projeto que os interesses dos alunos foram levados em consideração durante a

seleção de conteúdos que seriam divulgados, bem como a forma de divulgação, buscando criar um meio relevante de divulgação da ciência que fosse satisfatório para todos os envolvidos.

O período no qual o projeto foi iniciado se mostrou um desafio para os professores e a manutenção de seus trabalhos, que acabam por perder o contato social e passam a se relacionar com seus alunos em formatos remotos e, às vezes, assíncronos. A fim de estreitar laços na relação professor-aluno e desenvolver propósito, o projeto surge como proposta pedagógica sob a luz das competências previstas na BNCC e direcionado por uma professora-orientadora, para se caracterizar na vertente educacional. O objetivo geral desse projeto, então, é investigar o desenvolvimento das competências relativas à criatividade, cooperação, divulgação científica, uso de mídias sociais, autonomia, proatividade e criticidade de maneira síncrona com a aprendizagem significativa relativa aos conteúdos propostos no projeto.

2 O APRENDER PELO QUERER

O ensino e aprendizagem se constitui como uma dinâmica curiosa e dialógica ao se propor novas ferramentas para o percurso. A estruturação metodológica exige um cuidado particular e, por muitas vezes, um embasamento teórico denso e assertivo para que o processo seja bem-sucedido. É importante compreender a trajetória do aluno ao inseri-lo em um planejamento que visa ampliar suas possibilidades de aprendizagem, bem como permitir que o aluno assuma o protagonismo desse processo.

O processo de aprendizado das ciências da natureza é visto como um caminho tortuoso pela maioria dos alunos que não se veem capazes de perceber a importância do que estudam. A falta de contextualização de conteúdos dentro da sala de aula os distancia da realidade do aprendiz, impossibilitando que o mesmo se sinta interessado e motivado para compreender o assunto tratado. Outro fator que se apresenta como uma barreira para o aprendizado da química é protagonizado pelos professores da área que, em sua maioria, demonstram dificuldades em inferir relações entre os conteúdos científicos com os eventos cotidianos, o que acaba por priorizar a reprodução, a cópia e a memorização (PONTES, 2008).

É necessário compreender que a aprendizagem é significativa quando os novos conceitos passam a ser relevantes para o aprendiz e, este, consegue aplicá-los a situações divergentes daquelas as quais foram adquiridos (MOREIRA, 2003). Entretanto, a interação de um novo conceito com as ideias prévias do aprendiz deve ser estabelecida por meio de um conhecimento relevante – e não qualquer conhecimento – presente na estrutura cognitiva do próprio aprendiz. Em outras palavras, a aprendizagem significativa se caracteriza pela interação entre os novos conhecimentos e aqueles especificamente relevantes já consolidados na estrutura cognitiva do sujeito que aprende (AUSUBEL, 1980). O conhecimento prévio que será utilizado na compreensão do conceito, recebe o nome de subsunçor ou ideia-âncora, de acordo com David Ausubel (MOREIRA, 2011).

Sob essa perspectiva, entende-se que é interagindo com o mundo que o aprendiz desenvolve suas habilidades iniciais na área de ciências, fazendo uso de situações presentes no cotidiano e percebendo a relevância de cada etapa para a consolidação do seu conhecimento. Assim, uma estrutura prévia à introdução de um novo conhecimento se faz necessária para que ocorra a ancoragem de novos conceitos, dando sentido a novas informações a partir de significados já bem definidos na estrutura cognitiva do aprendiz (MOREIRA; MASINI, 1982).

A ideia de subsunçores se configura, de maneira simplificada, como o conhecimento específico prévio que já está acomodado na estrutura dos saberes do aluno, permitindo que este dê significado a um novo conhecimento que lhe foi apresentado ou que foi descoberto de maneira individual ou coletiva. É importante frisar que o processo é interativo mesmo que o conhecimento não tenha estabilidade cognitiva significativa (MOREIRA, 2011), abrindo margem para outros significados diferentes do desejado.

A aprendizagem significativa, então, pode ser dita como a aprendizagem que ocorre a partir da exposição a novos conhecimentos que são ancorados em conhecimentos prévios do aprendiz. Entretanto, a forma como a aprendizagem significativa acontece pode variar em superordenada e subordinada. A aprendizagem significativa superordenada ocorre quando um novo conceito – que é mais abrangente – passa a subordinar conhecimentos prévios, enquanto a aprendizagem subordinada, trata de um novo conhecimento que adquiriu um significado ao interagir com uma ideia prévia especificamente relevante (MOREIRA, 2011). Para exemplificar estes conceitos, é possível pensar em conceitos trabalhados no ensino de Ciências, como o estudo sobre a matéria. Ao ensinar aos estudantes a escrever e diferenciar estruturas moleculares, cristalina, metálicas e poliméricas, o professor está fomentando a estrutura cognitiva que pode participar de uma aprendizagem significativa superordenada caso venha a ser explicado, posteriormente, o que é a matéria, os materiais e o papel das classificações para estes (substâncias e misturas). Em contrapartida, a aprendizagem significativa subordinada, ainda na temática “A matéria”, ocorreria em uma situação na qual a ordem em que o conhecimento foi apresentado, é invertida. Portanto, inicialmente seria trabalhado o conceito de matéria e a importância de se conhecer os materiais para que, posteriormente, seja discutido as formas de organização dessas estruturas.

A estrutura cognitiva é formada por subsunçores inter-relacionados e bem organizados, é dinâmica e pode ser caracterizada por dois processos: a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora. A diferenciação progressiva consiste na inserção de novos significados a um subsunçor, e ocorre quando esse subsunçor é utilizado diversas vezes para dar significado a um novo conhecimento. De maneira simples, é possível exemplificar a diferenciação progressiva quando adicionamos significados distintos a uma palavra, como é o caso da palavra matéria, que pode ser utilizada para remeter a tudo que apresenta massa e ocupa um lugar no espaço como, também, pode ser utilizada como uma referência aos conteúdos trabalhados no contexto escolar. Enquanto isso, a reconciliação integradora é um processo da

estrutura cognitiva e ocorre concomitantemente à diferenciação progressiva, visando promover maior harmonia entre os significados e as superordenações (MOREIRA, 2011). A reconciliação integradora, portanto, é o que permite ao aprendiz tratar com fluidez o conceito de diferenciação progressiva, uma vez que o ajuda a criar contextos para os significados atribuídos a um subunçor. Esse processo facilita a compreensão da variação dos significados a depender do contexto que está sendo descrito, bem como participa ativamente de uma superordenação, pois permite ao aprendiz atribuir a um contexto maior outros significados que ainda não estavam relacionados.

Dessa forma, é necessário frisar que o conhecimento prévio, na visão de Ausubel, é a variável isolada mais importante para a aprendizagem significativa de novas ideias. Nesse contexto, a reflexão sobre esses conhecimentos prévios deve ser realizada pois há casos em que, esse conhecimento, pode atuar como um bloqueador para novos conceitos, o que implica na percepção de que afirmar que o conhecimento prévio é a variável mais importante para a aprendizagem significativa não é o mesmo que afirmar que esse conhecimento atuará sempre como um facilitador dessa aprendizagem ou, ainda, afirmar que essa será uma aprendizagem correta (MOREIRA, 2011). Nesse sentido, é passível compreender que ao ensinar-se que o átomo se assemelha a uma bola de bilhar, de acordo com a Teoria de Dalton, pode-se estar criando uma estrutura cognitiva difícil de ser modificada ao se conceituar o átomo como um núcleo denso positivo com uma região probabilística, chamada de eletrosfera, e nada maciça. Em outras palavras, pode estar sendo criado um obstáculo epistemológico, isso ocorre quando os conceitos ensinados previamente são muito distintos daqueles que são almejados e já ocuparam um espaço cognitivo considerável na compreensão de determinado assunto, tornando-se um obstáculo para a aprendizagem de outros conceitos.

De acordo com Moreira (2011), existem duas condições para a aprendizagem significativa: o material para aprendizagem deve ser significativo e o aprendiz deve apresentar uma predisposição para aprender. A primeira condição implica em um material que tem uma ordenação lógica e se relaciona com os conhecimentos prévios dos alunos de maneira não-arbitrária e não-literal, sendo ainda necessário que o aluno apresente conhecimentos prévios para que a aprendizagem aconteça. De acordo com Ausubel (2000),

A essência do processo de aprendizagem significativa, tal como já se verificou, consiste no fato de que novas ideias expressas de forma simbólica se relacionam aquilo que o aprendiz já sabe, de forma não-arbitrária e não-literal, e que o produto

desta interação ativa e integradora é o surgimento de um novo significado, que reflete a natureza substantiva e denotativa deste produto interativo. (p. 71)

Uma observação a ser feita é que o material só pode ser potencialmente significativo e não totalmente significativo, pois essa atribuição é dependente da interação com os aprendizes. A segunda condição é predisposição para o aprender, que é ainda mais complexa que o material, uma vez que depende da decisão voluntária do aluno em aprender significativamente um conceito. Essa decisão é tomada após a interação entre o novo conhecimento e o conhecimento prévio do aprendiz sendo, assim, extrapolada para os novos significados propostos.

Os conhecimentos prévios dos estudantes foram chamados de estrutura cognitiva prévia por David Ausubel, e constituem o principal fator para a aprendizagem significativa e a retenção de novos conhecimentos. Isso se dá porque os novos conhecimentos se ancoram naqueles preexistentes para que possam ser contemplados com significados. Desta forma, pode-se dizer que há uma modificação no subsunçor e, essa, pode ser classificada em correlativa e derivativa.

A subsunção derivativa ocorre quando se entende o novo material de aprendizagem como um exemplar específico de um conceito ou proposição estabelecidos na estrutura cognitiva, ou como auxiliar ou ilustrativo de um conceito ou proposição geral anteriormente apreendidos. (...) No caso da subsunção correlativa, o novo material de aprendizagem é uma extensão, elaboração, modificação ou qualificação de conceitos ou proposições anteriormente apreendidos. (AUSUBEL, 2000, p.94)

Por meio dessa perspectiva, é possível afirmar que a subsunção derivativa é mais suscetível a processos de esquecimento devido à facilidade com que foi adquirida, enquanto a subsunção correlativa, apresenta maior retenção do novo material (AUSUBEL, 2000).

A compreensão do que é um subsunçor é arregada de perguntas que permeiam o campo de surgimento do primeiro subsunçor, uma vez que essa construção ocorre em algum momento da vida do aprendiz. Esse questionamento é respondido com uma hipótese que elenca os processos de inferência, abstração, discriminação, descobrimento e representação, e a interação do aprendiz com diferentes objetos, eventos e conceitos (MOREIRA, 2011). O destaque na criação desses subsunçores é chamado na interação, muitas vezes inevitável, do aprendiz com os objetos citados e com outros sujeitos, à medida que cresce e se desenvolve, adicionando significados a signos antes inexistentes. É importante ressaltar que a repetição desse processo, nesse momento, é necessária para a consolidação do subsunçor na estrutura cognitiva.

A criação de subsunçores é subjetiva e arbitrária, implicando na necessidade de uma estratégia que suavize o processo para a consolidação de novos conhecimentos na estrutura

cognitiva do aprendiz. Essa estratégia é consolidada com os organizadores prévios, que são descritos como um recurso instrucional de maior abstração, generalidade e inclusividade em relação ao conceito que se deseja aprender. Um organizador prévio pode ser constituído por enunciados, perguntas, situações-problema, demonstrações, filmes, leituras, simulações e, até mesmo, uma aula que precede um conjunto de outras aulas. Independente do recurso, é necessário que o organizador prévio seja apresentado antes da introdução do material de aprendizagem, e que seja mais acessível que esse (MOREIRA, 2011).

O uso de organizadores prévios depende dos conceitos já consolidados na estrutura cognitiva do aprendiz. Quando o aluno não é familiarizado com o conceito que se deseja ensinar, é necessário o uso de um organizador prévio expositivo, com o intuito de se criar uma conexão com o que o aluno sabe e com o que ele deveria saber, provendo uma ancoragem ideacional (AUSUBEL, 2000). A investigação sobre os subsunçores dos aprendizes é um dos primeiros pontos a serem trabalhados quando se deseja aplicar os meios da aprendizagem significativa como prática pedagógica, um ponto pertinente nesse âmbito é a avaliação diagnóstica, que possibilita a compreensão do conhecimento prévios dos estudantes envolvidos na atividade prevista. Esse resultado é passível de direcionar o professor nos próximos passos a serem executados em sala de aula como a abordagem ao tema e o uso ou não dos organizadores prévios.

Entretanto, quando o conceito é familiar ao aluno, recomenda-se o uso de um organizador comparativo, com o objetivo de auxiliar o aluno na integração de novas ideias à estrutura cognitiva (MOREIRA, 2011). Um organizador prévio expositivo visa apresentar os conceitos de forma geral para o aprendiz, como exemplo, pode ser explorada a maneira como se é trabalhado o conteúdo de substâncias e materiais na sala de aula. Identifica-se que tanto as substâncias, quanto os materiais, são porções da matéria, pois possuem massa e ocupam um lugar no espaço, a fim de criar uma relação com a formação microscópica das substâncias e dos materiais, possibilitando que o aluno entenda como interpretar esses padrões no seu dia a dia, antes de pensar em sua organização microscópica. Quando já existe algum conhecimento prévio, o aluno pode ser levado a compreender esse conceito por meio de um organizador prévio comparativo, nesse caso, pode-se pensar no uso de metáforas e analogias, como a separação de ingredientes para a cozimento de um bolo. Desta forma, alguns dos ingredientes assumiriam o papel de substâncias e a massa de bolo, o papel de mistura.

O intuito do uso dos organizadores prévios é suprir uma deficiência de subsunçores específicos e auxiliar na discriminação de conhecimentos que possam vir a dificultar a aprendizagem de um novo conceito. Para Ausubel (2000),

A situação mais imediata que faz com que um organizador avançado seja desejável e potencialmente eficaz no estabelecimento dessa ligação é que, na maioria dos contextos de aprendizagem significativa, as ideias relevantes existentes na estrutura cognitiva são demasiado gerais e não possuem uma particularidade de relevância e de conteúdo para servirem como âncoras. (p. 11)

Ademais, o uso de organizadores para suprir a deficiência de subsunçores tem se apresentado pouco eficiente, segundo Luiten *et al* (1978). Foi relatado que existe uma vantagem no uso desses organizadores, mas é pequena. Idealmente, os organizadores prévios são usados como uma forma de facilitar e promover a construção do conhecimento para depois dar continuidade aos processos de aprendizagem, auxiliando o aprendiz a perceber outras ideias que estão relacionadas com seus conhecimentos prévios (MOREIRA, 2011). Apesar da ressalva feita por Luiten (1978), não é possível condenar os organizadores prévios como recurso para facilitação da aprendizagem significativa, uma vez que na ausência de subsunçores pode ser a única alternativa restante ao professor. Desta forma, vale avaliar o tipo de organizador prévio a ser utilizado e a capacidade do mesmo de buscar outros conhecimentos prévios para promover a relação e a estruturação do conhecimento na estrutura cognitiva do aprendiz.

A compreensão do processo de aprendizagem possibilita aos envolvidos um melhor desempenho acadêmico em sala de aula, mas, de acordo com Moreira (2011), a aprendizagem que mais ocorre na escola é outra. A aprendizagem mecânica é aquela que é pouco dotada de significado, que se manifesta a partir de memorizações sem sentido para o aprendiz e, por isso, acaba por ser esquecida (AUSUBEL, 2000). É preciso dizer que a aprendizagem mecânica não é dispensável, ela ocorre ao longo do mesmo processo contínuo que a aprendizagem significativa, mas essa passagem não é natural. A aprendizagem por meio da memorização pode, sim, vir a tornar-se significativa, mas não há garantias de que isso vai acontecer, uma vez que o aprendiz precisa desenvolver os subsunçores apropriados e ter o auxílio do professor para ser bem-sucedido na consolidação dos novos conceitos (MOREIRA, 2011).

Alcançar a aprendizagem significativa para um novo conhecimento demanda que as partes envolvidas compreendam que o processo é progressivo, e não imediato e instantâneo, sendo iniciado pela construção de um subsunçor a partir da captação, internalização, diferenciação e reconciliação de significados (MOREIRA, 2011). O processo é análogo ao

apresentado por Vergnaud (1990), em relação ao domínio de um campo conceitual, apresentando descontinuidades e rupturas. Para Gowin (1981), a aprendizagem significativa é dependente da captação de significados intermediada pela relação entre professores e alunos.

A forma na qual os alunos aprendem, tem fundamental contribuição para o processo, podendo essa ser: receptiva ou por descoberta. A aprendizagem receptiva trata-se de transmitir a informação para o aluno, já em sua forma final, sem que o aluno tenha que fazer grandes reflexões ou questionamentos para aprender; enquanto, a aprendizagem por descoberta se trata de um processo no qual o aluno, primeiro, descobre o que vai aprender. Apesar de parecerem antagônicas, não o são, pois os caminhos para que a aprendizagem seja significativa são percorridos da mesma forma em ambos os casos: ancorando com os subsunçores corretos (AUSUBEL, 2000).

A diferença entre a aprendizagem receptiva e por descoberta trata apenas da forma como o assunto é introduzido ao aprendiz (MOREIRA, 2011). No ensino médio e no ensino superior, nota-se a predominância da aprendizagem receptiva, até quando alegam que o ensino é centrado no aluno. A aprendizagem por descoberta não é, necessariamente, o caminho para a aprendizagem significativa, assim como a aprendizagem receptiva não é sinônimo de aprendizagem mecânica (AUSUBEL, 2000). A aprendizagem receptiva pode ser significativa quando parte de uma situação-problema que é elucidada com o auxílio do professor junto ao aprendiz. Uma situação na qual o professor mostra a superfície de uma faca corroída para falar sobre a força de corrosão dos ácidos e comparar que nem todos os ácidos provocarão o mesmo resultado, é um exemplo de aprendizagem receptiva, na qual o aprendiz não tem que descobrir o que vai aprender, mas acompanha inferências do professor. Na aprendizagem por descoberta, o mesmo tema poderia ser guiado através de imagens de estátuas degradadas pela chuva ácida, assim o professor questionaria o motivo da deformação apresentada, dialogando com as condições físicas locais, sem introduzir o conceito de ácidos.

Assim como a aprendizagem em si, a aprendizagem significativa também assume diferentes formas: subordinação, superordenação e combinatória. A aprendizagem significativa subordinada e superordenada, foram explicadas anteriormente e pode ser dito ainda, da subordinada, que esta desenvolve novos conhecimentos potencialmente significativos para que possam adquirir significados em um processo de ancoragem cognitiva e interativa, a partir de conhecimentos prévios. Enquanto a aprendizagem superordenada trabalha com processos de abstração, indução e síntese que promovem novas ideias que passarão a subordinar as ideias

que lhes deram origem, funcionando para a criação de conceitos. E, por fim, a aprendizagem combinatória, que ainda não foi mencionada, apresenta uma maneira de aprendizagem significativa que atribui significados a um novo conceito quando há interação com outros conhecimentos já existentes (MOREIRA, 2011).

De maneira análoga, pode-se identificar ainda três tipos de aprendizagem significativa: representacional (de representações), conceitual (de conceitos) e proposicional (de proposições). A representacional é similar a aprendizagem mecânica, sendo significativa pois o símbolo significa um referente concreto, diferente da mecânica. Esse tipo de aprendizagem é observado ao se aprender o nome de objetos, por exemplo, quando o aprendiz aprende a palavra “cadeira” e passa a reconhecer determinado objeto como uma representação da palavra cadeira. Nesse momento, o aprendiz não é capaz de extrapolar o significado do símbolo para outros objetos, isso se dá na aprendizagem significativa conceitual. Essa aprendizagem ocorre quando o aprendiz entende regularidades em eventos ou objetos, e passa a identificá-los com um símbolo, tornando-se independente de um referente concreto do evento para dar significado ao símbolo. Tomando o exemplo anterior da cadeira, é neste momento que o aprendiz identifica outros objetos como cadeira, mesmo que diferentes do seu primeiro referencial. Por último, a proposicional, que funciona a partir da atribuição de novas ideias a um significado. Na aprendizagem significativa proposicional, o aprendiz já passou pelas duas anteriores e, agora, seria capaz não só de saber o que é cadeira e identificar outros objetos como cadeira, como também entende a função desse tipo de objeto, e discrimina objetos com função similares do que, de fato, é a cadeira. Portanto, pode-se inferir que esse tipo de aprendizagem tem como pré-requisito as duas anteriores (MOREIRA, 2011).

No contexto da Química, pode-se aplicar as três aprendizagens descritas anteriormente para o conceito de átomo. A aprendizagem representacional é utilizada para que o aprendiz associe a palavra átomo a um objeto concreto do seu conhecimento, como a bola de bilhar é associada ao átomo de Dalton. Seguindo com o aumento de complexidade, tem-se a aprendizagem conceitual possibilitando ao aprendiz entender que existem diferentes teorias para descrever o átomo, como a teoria de Thomson e de Rutherford-Bohr que, por sua vez, apresentam símbolos distintos daquele compreendido na teoria de Dalton. Neste momento, é introduzido ao aprendiz os diferentes tipos de representações do átomo. Por fim, na aprendizagem proposicional, o aprendiz extrapola o conceito de átomo e entende correlações como que a matéria é formada por átomos.

A aprendizagem significativa, da forma como foi posta até aqui, pode implicar em conclusões precipitadas sobre o seu verdadeiro alcance. Um exemplo é a relação entre a aprendizagem significativa, o esquecimento e a reaprendizagem. Na dinâmica dessa tríade é possível estabelecer as verdadeiras vantagens da aprendizagem significativa (MOREIRA, 2011). De acordo com Ausubel, o esquecimento também ocorrerá para a aprendizagem desenvolvida de maneira significativa e, nesse caso, recebeu o nome de assimilação obliteradora, uma referência à perda progressiva da dissociação de novos conceitos e ideias em relação aqueles que lhes deram origem servindo como subsunçores (MOREIRA, 2011). Ou seja, o novo conhecimento passa a estar difuso na estrutura cognitiva do aprendiz. Apesar de estruturalmente bem elaborada, a aprendizagem dita significativa pode se fragilizar com o tempo. A vantagem de se aprender significativamente um conceito, é a possibilidade de rápida reaprendizagem pois não ocorre o esquecimento total, realidade observada quando a aprendizagem se dá de maneira mecânica (MOREIRA, 2011).

O esquecimento na aprendizagem significativa é chamado, por Moreira (2011), de esquecimento residual, para implicar na presença de um resíduo daquele novo conhecimento na estrutura cognitiva do aprendiz. Esse é o ponto chave da aprendizagem significativa frente a obliteração assimiladora. Se há um resíduo do conhecimento, a sua reaprendizagem será mais dinâmica e mais rápida, caso seja necessária. A reaprendizagem se dá porque, no momento inicial da introdução do novo conceito na estrutura cognitiva ancorado com conhecimentos prévios, a aprendizagem se deu por meio da compreensão, da elaboração de significados e da capacidade de projetar esse conceito sobre situações novas (MOREIRA, 2011).

A facilitação da aprendizagem significativa em uma situação formal de ensino só pode ocorrer se for levado em consideração o conhecimento prévio do aluno no campo conceitual abordado. Entretanto, a estruturação desses ambientes não se pauta nesse princípio e, muito menos, tem estruturas que suportem a aplicação da diferenciação progressiva e da reconciliação integrativa de maneira simultânea.

Dessa forma, pode-se afirmar que o conteúdo curricular poderia ser mapeado de maneira conceitual para identificar as ideias mais gerais, mais inclusivas, os conceitos estruturantes e as proposições-chave do que vai ser ensinado (MOREIRA, 2011). Assim, pode-se dizer que do ponto de vista cognitivo, a facilitação da aprendizagem significativa ocorrerá quando o aprendiz tiver uma visão clara do todo, do que é importante, de como diferenciar os conceitos, etc. Outro ponto importante na facilitação da aprendizagem significativa são os

organizadores prévios propostos por Ausubel e que assumem uma função de recurso instrucional para situações nas quais o aprendiz não apresenta os subsunçores necessários para promover a aprendizagem significativa (MOREIRA, 2011).

As instituições formais de ensino, nas quais a organização curricular deixa a desejar quando o assunto é engajar os conhecimentos prévios dos alunos no fluxo curricular, apresentam um cenário que falha em extrapolar o que está sendo ensinado aos estudantes. Na ausência de um subsunçor, imagina-se que é possível a construção prévia das ideias necessárias para dar andamento a aprendizagem significativa, mas esse processo não é simples, uma vez que essa aprendizagem é progressiva e acontece com rupturas e continuidades, demandando tempo demasiado para a atividade. Esses argumentos que justificam a escolha das instituições por uma aprendizagem mecânica, rígida e passível de ser controlada em função do tempo a ser gasto para cada atividade, já que esta permanece centrada no professor (MOREIRA, 2011).

No cerne da aprendizagem significativa, vale dizer que existem estratégias e instrumentos facilitadores desse processo. Autores como Novak e Gowin (1983), defendem os mapas conceituais por serem diagramas que permitem o destaque de conceitos de determinado campo conceitual e as relações entre esses conceitos; assim como as atividades colaborativas se apresentam como uma ferramenta em potencial para a aprendizagem significativa (MOREIRA, 2011). Nesse caso, podem ser explorados os espaços *makers*, que possuem como meta o aprendizado focado no fazer a partir da interação dos aprendizes entre si e com diferentes situações-problema. Em ambientes com essa proposta, o professor assume um papel de facilitador, segundo Moreira (2011), e desvirtua a clássica aprendizagem mecânica, com foco no professor estimulando processos de cópia, memorização e reprodução. O desenrolar da aprendizagem significativa, bem como a sua facilitação, é dependente de novas metodologias, entretanto, é ainda mais importante que haja uma mudança na postura do professor e das diretrizes escolares (MOREIRA, 2011).

O emprego da aprendizagem significativa implica em uma mudança na forma como a avaliação da aprendizagem é feita. É necessário que outros focos sejam buscados, como a compreensão, a captação de significados ou a capacidade de transposição do que foi aprendido a situações distintas das que o aprendiz foi apresentado. De acordo com Ausubel, a avaliação mais precisa da aprendizagem significativa se configura com a transferência do que foi aprendido para uma situação nova e nunca vivenciada pelo aprendiz, se afastando das

tradicionais avaliações aplicadas no contexto escolar que incentiva a aprendizagem mecânica (MOREIRA, 2011).

O momento em que a aprendizagem passa a ser significativa para o aprendiz se dá quando novos conhecimentos passam a significar algo, sendo o aprendiz capaz de explicar com suas próprias palavras o novo aprendizado ou quando é capaz de expressar esse aprendizado por meio da resolução de novos problemas. Dentre os fatores importantes para que a aprendizagem significativa ocorra, tem-se a predisposição para aprender, o esforço deliberado para relacionar de maneira não-arbitrária e não-literal os novos conhecimentos que serão estabelecidos na estrutura cognitiva. Ao se pensar na aprendizagem significativa dessa forma, pode-se notar uma tríade conceitual: significado, interação e conhecimento e, unindo os três conceitos, tem-se a linguagem. A linguagem se configura como meio de construção da aprendizagem significativa, sendo imprescindível para que ocorra a transmissão e o desenvolvimento de significados. Desta forma, pode-se dizer que a chave da compreensão de um conteúdo ou de um conhecimento, é conhecer a sua linguagem (MOREIRA, 2011).

A linguagem, para Ausubel (1968), é o catalisador da aprendizagem uma vez que não se pode esperar que o aprendiz fosse capaz de aprender tudo o que sabe a partir de suas experiências no mundo. Ou seja, a linguagem permite ao aprendiz a aquisição – por meio de uma aprendizagem receptiva – de um grande volume de conceitos e princípios, estabelecidos na estrutura cognitiva como resultado de operações combinatórias e transformativas como a abstração, a categorização, a diferenciação e a generalização (MOREIRA, 2011). Nas palavras de Ausubel (2000),

A linguagem é um importante facilitador da aprendizagem significativa por recepção e pela descoberta. Aumentando-se a manipulação de conceitos e de proposições, através das propriedades representacionais das palavras. (...) Sem a linguagem, é provável que a aprendizagem significativa fosse muito rudimentar. (p. 5)

Assim, é possível inferir que esses resultados apresentam uma carga não somente da vontade do aprendiz em aprender ou de seus conhecimentos prévios, mas, também, se configuram a partir da forma como o aprendiz foi capaz de apreender os conceitos trabalhados (MOREIRA, 2011).

Novas ideias e informações podem ser aprendidas e estabelecidas na estrutura cognitiva do indivíduo desde que seus subsunçores sejam suficientes para esta ação. Entretanto, as ações cabíveis quando esses subsunçores não correspondem às expectativas para a aprendizagem

significativa são traduzidas no que se denomina organizadores prévios. Se o aprendiz não possui os subsunçores necessários para a aprendizagem significativa, não há como estabelecer a interação entre os novos conceitos e os conhecimentos prévios do aprendiz e, assim, a nova informação é armazenada de maneira arbitrária, sem interação, dificultando a retenção. Nesses casos, Ausubel recomendava o uso de organizadores prévios, os quais funcionam como ancoradouros provisórios para o novo conhecimento (MOREIRA, 2011).

A determinação do uso de organizadores prévios é feita de acordo com o que o aprendiz já sabe sobre o assunto e, como já mencionado, estes funcionam com o intuito de manipular a estrutura cognitiva, buscando facilitar a aprendizagem significativa. Na prática, esses organizadores são materiais introdutórios que devem ser apresentados ao aprendiz antes do material de aprendizagem em si, para que sirvam, deliberadamente, de ponte entre o que o aprendiz já sabe e o que ele precisa saber para aprender significativamente o novo conceito (MOREIRA, 2003). As aulas expositivas se configuram como uma alternativa para a introdução desses conceitos à estrutura cognitiva do aprendiz, suprimindo a falta de conhecimento, ideias ou proposições relevantes à aprendizagem. Além de aulas expositivas, é possível utilizar organizadores comparativos que se utilizam de um conceito similar já presente na estrutura cognitiva do aprendiz para integrar e discriminar novas informações (MOREIRA, 2011).

O desenrolar da aprendizagem significativa no ambiente escolar pode ser facilitado por meio de novas ferramentas a serem aplicadas no âmbito educacional. É possível visualizar a organização do conhecimento já existente e as possibilidades de extrapolação do que o aprendiz já domina a partir do *design thinking* como metodologia de organização de rotinas mentais com foco na colaboração entre os pares. Bem como, é plausível arquitetar o uso de subsunçores por meio de atividades *STEAM* que visam instigar a imaginação dos estudantes envolvidos e, por fim, é visível a elucidação dessas habilidades em um *makerspace*, favorecendo a ação e o protagonismo do aprendiz ao realizar atividades baseado na descoberta, pautado em seus conhecimentos prévios já consolidados em sua estrutura mental.

3 UM NOVO CAMINHO DE POSSIBILIDADES

3.1. DESIGN THINKING: O DESENVOLVER DE UM NOVO OLHAR

O modelo educacional, segundo Rocha (2018), vigente atua sob críticas que enfatizam a responsabilidade de tornar a educação um processo sistemático e intencional de formação humana. Na busca do novo e do significativo, observa-se a possibilidade do uso do *design thinking* – em português, o pensamento do design – que extrapola o mérito de ferramenta para resolução de problemas e evoca um olhar mais empático para os desafios do cotidiano, trazendo o homem para o centro do processo (ROCHA, 2018).

A compreensão do *design thinking* (DT) é iniciada ao se discutir o significado da palavra design que, em sua origem, é designada como propósito, intenção, arranjo de elementos em um dado padrão artístico, de acordo com Cavalcanti e Filatro (2017). Para as autoras, o *design thinking* extrapola o conceito de design e se traduz como uma abordagem, descentralizada das mãos de especialistas, e ampliada para os mais diversos contextos profissionais que envolvem criação.

A tradução livre para a expressão *design thinking* faz referência ao pensamento do design e ao desenvolver das etapas desse processo de criação. A origem dessa expressão evoca conceitos explorados no século passado, por Peter Rowe, em 1987, e por Donald Schön, em 1983, os quais publicaram obras nas quais descreviam o pensamento do designer mas em contextos vinculados a ideação, prototipação (idealização de um rascunho) e execução de um produto, geralmente associado à construção civil (CAVALCANTI; FILATRO, 2017), bem distante dos cenários atuais que fazem uso do *design thinking*.

A extrapolação dos conceitos iniciais sobre o *design thinking* surge com as ideias de Richard Buchanan que apresenta o *design thinking* como uma abordagem intelectual para a resolução de problemas, aproximando-o da comunidade em geral ao defender que este seria uma forma de pensamento integrativo e holístico, que estaria ao alcance de todos (CAVALCANTI; FILATRO, 2017). Donald Norman, no início do século XXI, apresenta o design focado no usuário e nas suas necessidades; em seguida, desenvolve uma relação íntima com as emoções associadas ao design – tanto em relação ao processo de criação quanto aos sentimentos provocados após a exposição a um determinado objeto. Tanto Buchanan quanto Norman, aproximam o conceito de criação das necessidades do usuário e demandam um olhar mais apurado dos criadores, abraçando conceitos já mencionados por Klaus Krippendorff, que

propôs o *human centered design* (HCD), na década de 1990 (CAVALCANTI; FILATRO, 2017).

A estruturação do *design thinking* como conhecemos hoje é fruto de muitos processos de aprimoramento e de sensibilidade em relação a demanda da sociedade àquilo que permeia o cotidiano e é derivado de processos de criação – objetos e serviços. Segundo Cavalcanti e Filatro (2017), no Brasil, o primeiro artigo sobre *design thinking* surgiu em 2009, e os primeiros cursos foram oferecidos em 2010 pela Escola Superior de Propaganda e Marketing (ESPM). No mesmo ano a Escola de Artes, Ciências e Humanidades (EACH), da Universidade de São Paulo, cria o Laboratório de Design, Inovação e Criatividade.

Entender o que é o *design thinking* nos dias atuais é resultado de diferentes concepções e construções solidificadas com as publicações de Tim Brown. Em 2008, Brown apresenta o *design thinking* como uma metodologia inovadora na concepção de novas tecnologias e de soluções de problemas tendo como centro de início de análise o homem e o seu papel social, bem como desejos e necessidades.

A estruturação do *design thinking* defendido por Brown (2008) é regida por quatro pilares indissociáveis: a empatia (como forma de perceber o mundo através das lentes do outro), o otimismo (estratégia para driblar as dificuldades e motivar a busca por uma resposta), a experimentação (necessidade de primeira ordem nas fases de prototipação) e a colaboração (aumento do espectro de ideias e perspectivas sobre um mesmo problema).

Em 2010, Brown apresenta uma definição mais madura para o *design thinking* e explora o conceito de caminho sistemático, implicando na execução de etapas que levam em consideração a sensibilidade e as técnicas de criação para a resolução problemas e desenvolvimento de produtos sem abandonar a empatia. Aliado a Wyatt, propõe critérios de avaliação para os projetos em questão baseados na viabilidade (projetos sustentáveis), na praticabilidade (funcional e possível) e na desejabilidade (faz sentido para as pessoas) das ideias propostas. Welsh e Dehler (2012) somatizam os apontamentos de Brown e traduzem o *design thinking* como uma estratégia para colocar o ser humano no centro do processo de resolução de problemas complexos.

Um dos principais objetivos desse processo de criação é o desenvolvimento de diversas ideias que resultem em protótipos a serem experimentados antes que cheguem ao usuário final, permitindo a alteração e os ajustes necessários. Assim, espera-se que o produto final, seja o mais adequado possível a necessidade do indivíduo (PINHEIRO; ALT, 2012). Ao utilizar a

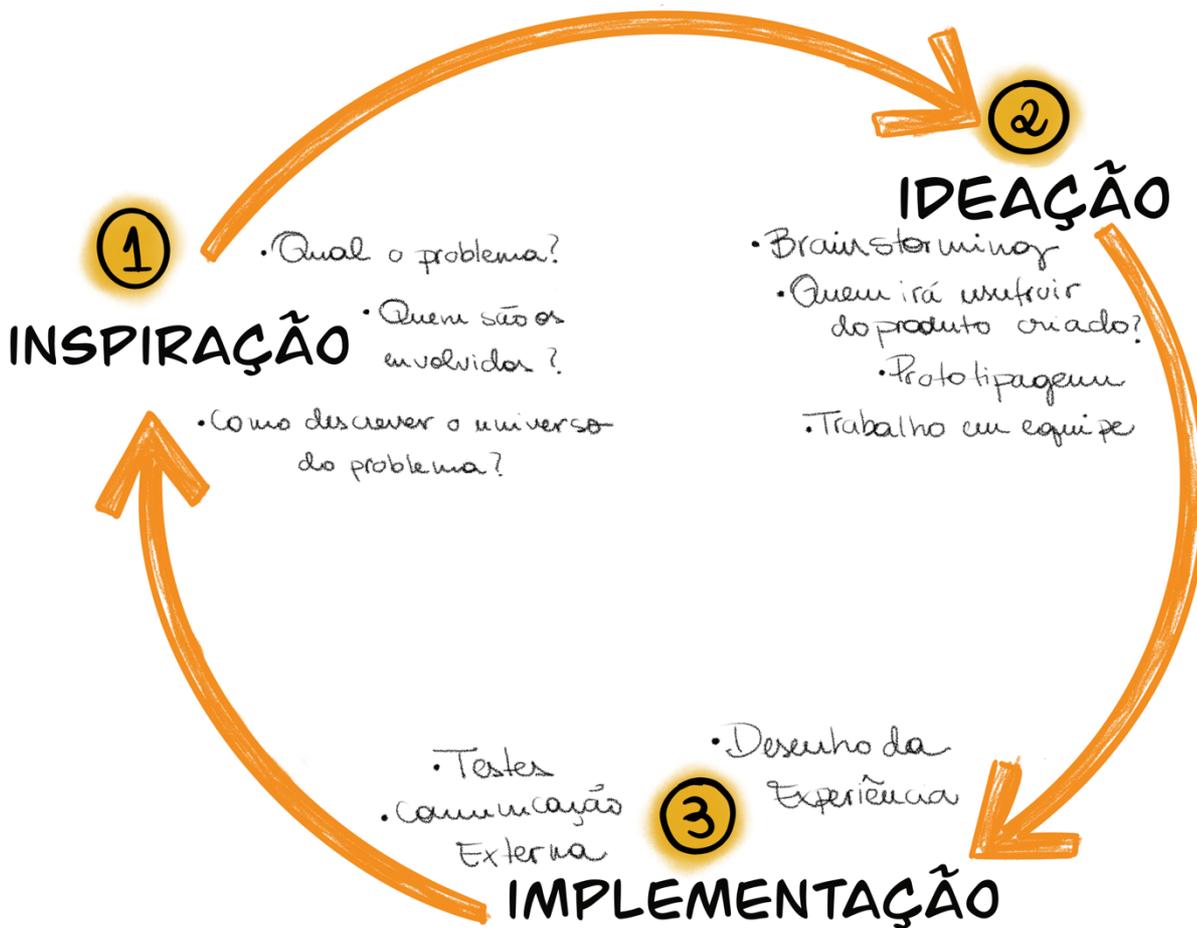
prototipagem como ferramenta fundamental na resolução de problemas, o método apoia-se em três vertentes: desejo, praticidade e viabilidade. E para tanto, durante o desenvolvimento de protótipos, o método escora-se em três fases: ouvir, criar e implementar (BROWN, 2010).

Cavalcanti e Filantro (2017) percebem o *design thinking* como um processo que vai além de uma metodologia sistemática como a descrita por Brown. Isso ocorre devido a percepção humanista das autoras, que articula de forma sensível com as necessidades de cada projeto, pregando o uso da criatividade para propor soluções em um contexto real. No fim,

O DT se apresenta como uma maneira eficiente de lidar com a solução de problemas e criação de metodologias inovadoras em diversas áreas devido ao seu caráter humano por natureza, pautando-se na intuição, no reconhecimento de padrões, no desenvolver de ideias que tenham um peso emocional além do peso funcional, na expressão de ideias por diferentes mídias e processos. (CAVALCANTI; FILATRO, 2017, p. 79)

A utilização do *design thinking* como metodologia, simplificada, pode ser traduzida em três etapas: processos de inspiração/imersão, ideação e prototipação/implementação dentro de equipes multidisciplinares. Como podemos observar na figura a seguir que descreve esses processos:

Figura 1. Processo simplificado de *design thinking*.



Fonte: os Autores.

De acordo com Viana et al. (2012), durante a fase de inspiração/imersão tem-se a compreensão geral do problema, bem como a análise e a síntese de estratégias. A fase de ideação dá espaço ao rascunho de ideias baseadas nas possibilidades da situação; nesta fase estimula-se a colaboração e o trabalho em equipe como forma de enriquecer o produto final. A última fase, prototipação/implementação acaba sendo desenvolvida concomitantemente as outras etapas pois resulta em protótipos que são constantemente testados, avaliados e aperfeiçoados pelo homem a fim de se obter um produto que satisfaça a demanda.

A metodologia descrita para o *design thinking* pode ser aplicada, em processo similar, no desenvolvimento de um plano de aula. A fase de imersão seria correspondente à pesquisa do docente em relação ao contexto escolar e em como tornar o conteúdo abordado significativo (olhar mais de perto o problema); a segunda fase, de ideação, constitui o momento de desenvolvimento de estratégias para serem empregadas durante a aula que irão colaborar com o processo de ensino-aprendizagem; e, por fim, a implementação do plano de aula, por meio do

teste do protótipo, nada mais é que a realização da própria aula e da reflexão do seu desenvolvimento.

O *design thinking* e a Educação

O estímulo à curiosidade e o aprender a aprender são perspectivas sobre a formação intelectual (OLIVEIRA, 2014) que sobressaem frente à desafios ainda não concretos do mundo de hoje. É importante versar diferentes cenários imaginários para que as variáveis sejam abrangentes e possibilitem o desenvolvimento da criatividade, do otimismo, da colaboração e da empatia (ROCHA, 2018), princípios do *design thinking* que podem ser aplicados na solução de problemas no contexto educacional.

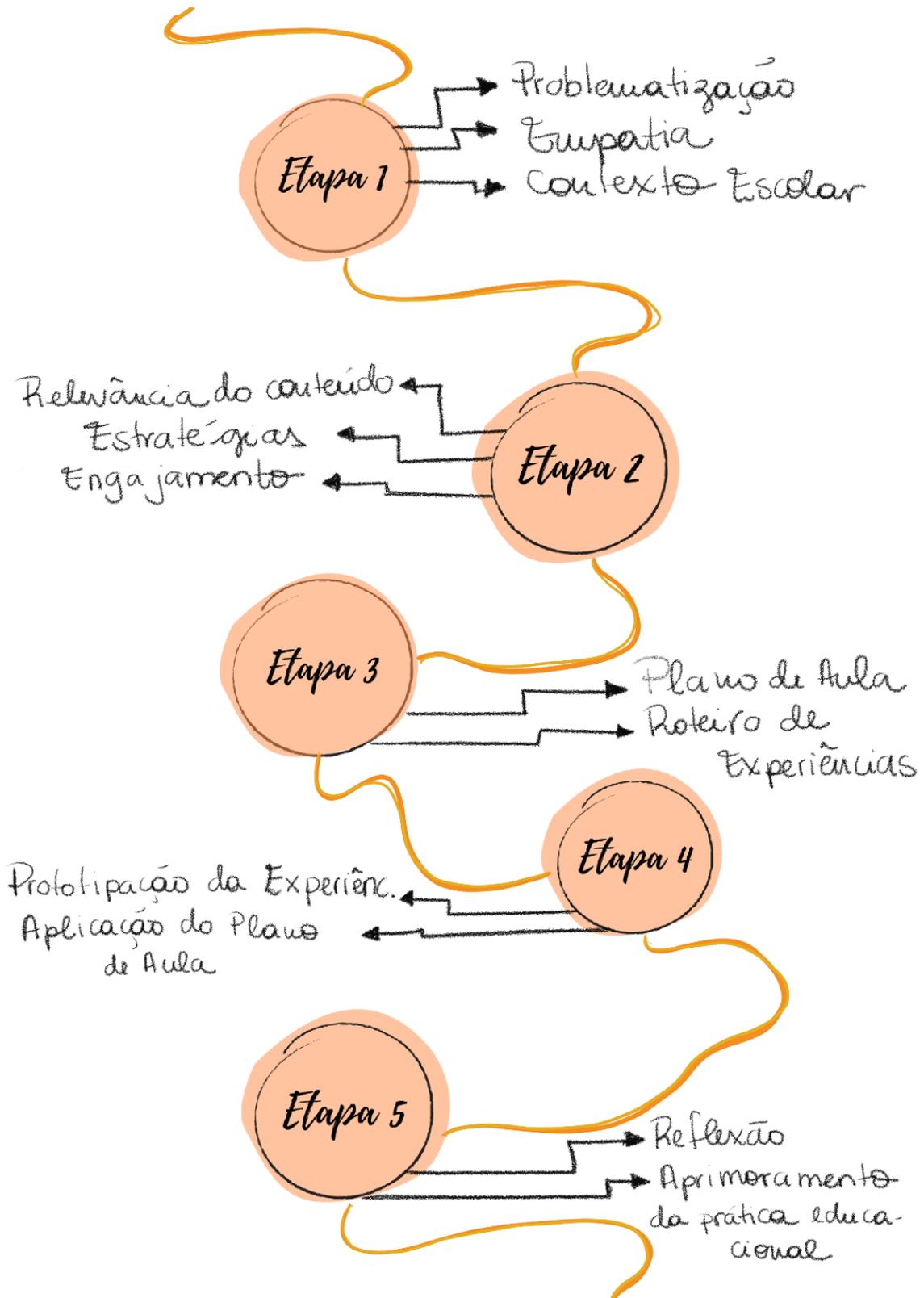
De acordo com Cavalcanti e Filatro (2017), o pensamento do design tem muito a contribuir para o campo da educação por estimular que a resolução de problemas, a inovação e a adoção de estratégias de ensino-aprendizagem centradas nos estudantes sejam adotadas e tragam um frescor a práticas educacionais tradicionais, assim com maior significado e efetividade.

O uso do *design thinking* com um olhar mais íntimo para os seus princípios devolve para a educação a liberdade de criar e aprender em seu tempo, a diversão durante o processo, a colaboração entre os pares, um maior engajamento da comunidade escolar e, como aspecto fundamental, a proposição de soluções voltadas para os indivíduos ali presentes, quer seja na sala de aula, na escola ou na comunidade escolar como um todo (EDUCADIGITAL *apud* OLIVEIRA, 2014). Dessa forma, é importante perceber que o desenvolvimento do processo gerado pelo *design thinking* não se limita a um único cenário ou produto, como o planejamento de aulas, por exemplo, mas sim como uma abordagem que pode ser adotada para se pensar sobre os problemas encontrados na educação colocando os indivíduos como centro da solução.

Rocha (2018) apresenta as etapas do *design thinking* que utiliza na educação, ressalta-se a não linearidade nas etapas, enfatizando que, sempre que necessário, é possível voltar e repensar decisões tomadas anteriormente. A primeira etapa é a chamada de etapa de descoberta (empatizar) e, na educação, diz respeito a apropriação do contexto e das possibilidades dentro desse contexto; é importante que os indivíduos envolvidos no processo se coloquem no lugar daqueles que vivem os problemas encontrados diariamente e percebam as limitações do cenário frente as possíveis soluções. A segunda etapa é de interpretação e definição, esse é um momento de análise dos dados coletados na primeira etapa bem como um momento de questionamento

do que pode ser feito com perguntas do tipo “como podemos...?”. A terceira etapa consiste em um processo de ideação e/ou criação e, portanto, costuma ser realizada por meio de um *brainstorming* com a colaboração do máximo de pessoas possível, para que as ideias sejam diversificadas; nessa fase é importante o diálogo e a ausência de julgamento. Na quarta etapa é iniciado o processo de experimentação/prototipação, no qual é idealizado um plano de ação a ser aplicado – um protótipo – e este deve conter o passo a passo do que será feito de forma clara e objetiva; durante esta fase são colhidos *feedbacks* dos indivíduos envolvidos no processo para que possam dizer como se sentem sobre a ideia, o mudariam nela e o que gostariam de melhorar. Por fim, a quinta e última etapa, é a evolução, ou seja, a fase de testes, na qual o protótipo é inserido em um cenário real com o problema que se propõe a resolver e são colhidos dados da sua atuação naquele contexto; nesse momento, a devolutiva é importante para que o modelo seja aperfeiçoado.

Figura 2. As etapas do *design thinking* na educação.



Fonte: os autores.

A aplicação e o desenvolvimento das etapas do *design thinking* em desafios escolares é uma oportunidade de humanizar e tornar o processo de ensino-aprendizagem mais personalizado dentro do contexto no qual este encontra-se inserido, oportunizando ao professor e/ou a equipe escolar a possibilidade de desenvolver uma sequência didática que proporcione maior engajamento, autonomia e seja fruto de inovação no campo educacional.

3.2. STEAM: INTERDISCIPLINARIDADE COM O MUNDO

As dinâmicas sociais exercidas nos dias de hoje demandam que os indivíduos desenvolvam suas habilidades de relacionamento: consigo, com o próximo e com o mundo em que se encontra inserido. Em termos gerais, o ensino de ciências é caracterizado por uma abordagem tradicional na qual as disciplinas são trabalhadas de maneira isolada, privando o aluno de criar conexões e compreender a totalidade das ciências em uma leitura de mundo compartimentalizada e pouco crítica (SILVA et al., 2017).

O engajamento do meio escolar em metodologias ou abordagens que configurem uma mudança significativa nesse cenário vem ganhando força e o ensino passivo, com o professor sendo detentor de todo o conhecimento e, por isso, responsável por sua transmissão, vem demonstrando sua fragilidade e ineficácia (SILVA et al., 2017). Assim, o protagonismo do aluno entrou em pauta aliado a mediação por parte do professor, nessa dinâmica é notado o incentivo à promoção da curiosidade epistemológica bem como o a prática do pensamento crítico, isto é, o aluno é levado a problematizar o mundo que o cerca.

O caminho pautado no protagonismo do estudante pode ser creditado como um desdobramento para a aprendizagem significativa. Nesse contexto, é observado que o levantamento do conhecimento prévio dos estudantes e o incentivo à curiosidade são pontos cruciais para o desenvolvimento do indivíduo como estudante e cidadão crítico.

A estratégia de diversos países para modificar a relação dos ambientes escolares com o ensino de ciências tem sido uma abordagem educacional que destaca a Ciência, a Tecnologia, a Engenharia e a Matemática, conhecida como STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*). O termo foi criado em 1990, pela *National Science Foundation* (NSF), nos EUA e, apesar de antigo, só começou a ter visibilidade no início do século XXI (SANDERS, 2009; ENGLISH, 2016).

A definição de uma educação STEM não é precisa e, muito menos, definitiva. É possível perceber que existem diferentes propostas para a descrição do STEM, mas que não existe convergência nessas definições (BREINER et al., 2012; BELL, 2016). Ao extrapolar as propostas para o STEM, é possível entender o termo como uma ferramenta de inovação para o ensino de ciências, que rompe com a passividade do ensino tradicional e sua falta de interação aluno e objeto de estudo. Sob essa perspectiva, entende-se que é possível promover uma maior conexão do conteúdo da sala de aula com o mundo real e empírico, podendo aumentar o

interesse dos alunos nesses tópicos e direcioná-los para profissões relacionadas com a área (PUGLIESE, 2020).

É importante ressaltar que o movimento da educação STEM é contemporâneo – uma vez que está preocupado com as demandas do século XXI e propõe que sejam trabalhadas, em parceria íntima com as Ciências da Natureza, áreas como a computação (Tecnologia) e o design (Engenharia). Além disso, o foco da aprendizagem passa a ser no desenvolvimento de competências e habilidades que irão fazer a diferença na jornada do indivíduo situado no século XXI (BECKER; PARK, 2011).

A popularização da educação STEM tornou nítida a necessidade de uma proposta que considerasse, oficialmente, o design em toda a sua amplitude. De acordo com Machado (2019), a proposta conhecida como educação STEM pode ser entendida como a integração do ensino de ciências, tecnologia, engenharia, e matemática (sendo a adição do componente de artes uma proposta posterior), a adição de artes à proposta STEM, amplia o alcance da abordagem em relação ao despertar do interesse dos estudantes, bem como engaja os indivíduos na execução de projetos com critérios mais apurados tanto de estética quanto de funcionalidade. O maior desafio passa a ser a criação, a aplicação e o desenvolvimento de atividades que integrem todas essas áreas – não necessariamente de maneira concomitante – e proporcione uma aprendizagem mais significativa dos assuntos integrados, por meio de abordagens interdisciplinares. A partir deste ponto, o STEM passa a ser tratado como STEAM, por se entender que o segundo é compreendido pelo termo mais atual.

A irreverência da adição do termo de artes é associada a uma definição mais precisa sobre a educação STEAM (sigla em inglês para ciências, tecnologia, engenharia, artes e matemática), que passa a ser uma possibilidade para o ensino com ênfase na interdisciplinaridade. Portanto, o STEAM pode ser definido como uma metodologia que busca a articulação e a aplicação dos conhecimentos escolares das áreas de ciências, tecnologia, engenharia, artes e matemática para que, integrados ao conhecimento prévio do indivíduo, possam assumir significado em uma situação concreta do cotidiano (LORENZIN, 2017).

As justificativas para o uso de uma metodologia educacional pautada em uma abordagem STEAM são diversas e voltadas para as necessidades contemporâneas. English (2017) discorre sobre a preocupação com a formação dos alunos para o mercado de trabalho enquanto Lorezin (2017), propõe um foco nos efeitos motivadores da metodologia, assim como a promoção de uma aprendizagem mais pronunciada e concreta, visto que a solução de

problemas a partir de conceitos e procedimentos abordados no ensino de ciências confere maior engajamento por parte dos alunos. É notória a percepção da adequação dessa abordagem com uma simulação do que, de fato, é percebido e vivido no mundo externo à escola (MALEY, 1959). Assim, uma abordagem STEAM proporcionaria uma simulação de situações a serem vividas na sociedade nos mais diversos contextos.

No contexto globalizado atual, no qual a comunidade escolar está inserida, tem-se a demanda pela formação de alunos com habilidades STEAM (ENGLISH, 2017), ou seja, com a capacidade de extrapolar a mecanização teórica imposta pelos modelos educacionais tradicionais. A primeira questão que emerge a partir desse panorama, é a caracterização da educação STEAM sob o ponto de vista das teorias educacionais, bem como a compreensão do que representa o uso de um modelo STEAM no âmbito do ensino de ciências (BREINER et al., 2012; BELL, 2016). Para Bell (2016, p. 65), “STEAM é entendido como uma construção humana e não como um corpo de conhecimento ‘fixo’ e, portanto, é subjetivo e aberto a uma constante interpretação, construção e reconstrução pelo indivíduo” [tradução livre] (PUGLIESE, 2020).

Segura e Kalhil (2015) defendem que para atender a necessidade do contexto global atual, o qual demanda indivíduos que pensem e ajam de forma crítica e reflexiva, o ensino escolar precisa integrar os conteúdos e apresentar sua aplicabilidade, sendo essa uma demanda, inclusive, dos alunos. A educação STEAM, vista como metodologia ativa, pretende modificar o *status quo* da educação atual, e pode proporcionar ao estudante maior autonomia e melhor desenvolvimento da sua criatividade, despertando a sua curiosidade e culminando em uma aprendizagem mais significativa para o aluno.

A urgência dessa demanda coloca em pauta as possíveis definições que vêm sendo utilizadas para a educação STEAM que, segundo Silva et al (2017), podem ser ao menos 4 possibilidades - que não são necessariamente concorrentes - de classificar a educação STEAM. Na primeira possibilidade, a educação STEAM é vista e aplicada como uma abordagem ou uma metodologia (BECKER; PARK, 2011) e a aprendizagem se dá por meio da interação com o objeto de estudo no estilo *hands-on* (mão-na-massa) associado a solução de problemas (*Problem-based Learning*), desafios, construção de protótipos e em metodologias ativas. Essa definição para o STEAM é a mais utilizada no Brasil e guarda algumas armadilhas dadas a possibilidade de execução de receitas prontas para criar uma falsa sensação de melhoria nas aulas. A segunda possibilidade traz a educação STEAM como parte de um currículo de ciências

mais elaborado, que visa desenvolver competências e integra conteúdos de programação, engenharia e design, com uma visão do mercado de trabalho e formação profissional. Uma terceira possibilidade, ainda de acordo com Becker e Park (2011), expõe um viés de política pública para a educação STEAM, a qual é tratada como porta de entrada nos cursos que compreendem as áreas desenvolvidas no ambiente escolar. Trata-se de política pública pois é notório um desinteresse nessas áreas desde a educação básica e, portanto, seria uma maneira de fomento aos cursos relatados. Por fim, a quarta possibilidade para a educação STEAM configura-se como um modelo pedagógico de ensino de ciências, uma vez que se defende o reconhecimento nesse movimento do papel político pedagógico escolar, da metodologia, da ideologia, etc.

A segunda e a terceira possibilidade para a definição de STEAM são as que mais se aproximam do trabalho apresentado, sendo, portanto, o foco do que foi desenvolvido. A segunda possibilidade, o STEAM como agente de desenvolvimento de competências diversas, é observado durante as ações do grupo por meio de projetos que vão além do exigido pela grade escolar. Esse esforço acaba sendo refletido na terceira possibilidade, que vislumbra o contexto STEAM como incentivo para que os estudantes acabem mais engajados em profissões contempladas por essa área.

Independente da atribuição à educação STEAM, já foram relatadas evoluções significativas na aprendizagem dos estudantes após o trabalho com propostas interdisciplinares, STEM e STEAM. É passível de ser percebido o desenvolvimento das integrações das diferentes áreas e o apreço por disciplinas como a matemática, após o contato com a metodologia. O ganho acadêmico foi notado dada a perceptível evolução na compreensão semântica dos conceitos da disciplina (KNEZEK, 2013).

O ensino de ciências deve ser integrado à tecnologia, e um dos caminhos é a partir da criação de processos de engenharia, cujo desenvolvimento e efeitos são compreendidos pela matemática (LORENZIN, 2017). Dessa forma, o uso do STEAM como direcionamento à aplicação da interdisciplinaridade na construção da proposta de ensino de química é uma maneira de despertar nos estudantes noções acerca das relações existentes entre os princípios que regem o universo atômico-molecular e suas reverberações no universo macroscópico quando se traduzem as propriedades das partículas às funções de equipamentos, materiais para as mais diversas aplicações e outras facilidades presentes na vida cotidiana que nascem das propriedades físicas e químicas da matéria (MACHADO, 2019).

A ideia por trás do STEAM na educação é romper barreiras entre disciplinas. Trata-se da interdisciplinaridade por excelência. As disciplinas STEAM são trabalhadas de forma conjunta permitindo ao estudante a mobilização de habilidades e saberes de forma integrada e concorrendo para uma aprendizagem significativa (MACHADO, 2019).

Por fim, é entendido que o STEAM é uma ferramenta potencial na construção do ensino de ciências já que, o que se entende como necessário para a sustentação de um ensino de ciências motivador e contextualizado, pode ser encontrado na proposta STEAM conforme Knezek (2013), na justificativa do STEAM pela desmotivação dos alunos frente ao ensino disciplinar, em Lorenzin (2017) na necessidade de reorganização do ensino básico de ciências e em Maley (1959) na possibilidade de interação e aplicação de habilidades matemáticas, científicas, criativas e manipuladoras de jovens a serem aplicadas em uma atmosfera de referências, recursos, materiais, ferramentas e equipamentos tão parecidos com a sociedade externa (MACHADO, 2019).

3.3. O MOVIMENTO *MAKER*: PROTAGONISMO E AÇÃO

O movimento *Maker* surge e ascende da emergência social frente às tecnologias de fabricação e comunicação, sendo o fazer fundamental para a atividade humana (DOUGHERTY, 2016). O cerne desse movimento está pautado na junção de diferentes habilidades em prol de um design criativo, mão na massa, divertido e útil (MARTIN, 2015, p.30) sendo, então, uma extensão mais elaborada do movimento DIY (*do-it-yourself*), que tinha fim em si mesmo.

O STEAM tem ganhado atenção como uma abordagem transdisciplinar, explorando a possibilidade de caber entre as disciplinas, navegar pelas disciplinas e, ainda assim, estar além das disciplinas lecionadas no currículo da Educação Básica (PATTON, 2017). Desta forma, o STEAM apresenta uma relação próxima com o fazer descrito pelo Movimento *Maker*, focando na habilidade individual em aprender a usar criativamente materiais modificados que podem envolver, ou não, componentes tecnológicos (PATTON, 2017).

De acordo com Dougherty (2016), o movimento *Maker* está mudando quem faz as coisas, o que é feito e onde e como as coisas são feitas, enquanto encoraja o ensinar e o aprender informal de habilidades técnicas relacionadas a eletrônicos, metalurgia básica, marcenaria e artesanato (PATTON, 2017). É possível observar o interesse no desenvolvimento de um olhar mais cuidadoso para a sociedade a partir de toda a informação veiculada e acessível para que a autonomia do fazer seja disseminada, sendo o *Maker* um promovendo um fenômeno construído a partir de peças familiares e a sua relevância para a educação tem origem já conhecida (MARTIN, 2015).

Neste contexto, o movimento *maker* representa um movimento em ascensão de criadores, inventores, *hackers* e artistas comprometidos com a prototipagem criativa e a construção de objetos para fins recreativos ou funcionais (MARTIN, 2015).

A criação do Movimento *Maker* se deu fora do ambiente escolar: o nome e a ideia por trás do Movimento *Maker* surgiram em 2005 com a revista *Make* e foi enraizado em 2006 com a primeira Feira *Maker* (MARTIN, 2015). A partir desses eventos, vem tornando-se notório o aumento do interesse entre os educadores em trazer o *making* para a Educação Básica a fim de promover novas oportunidades para os estudantes se engajarem em contextos STEAM (MARTIN, 2015).

Atividades divertidas são intrinsecamente motivadoras, e motivação intrínseca é associada com uma variedade de benefícios educacionais, incluindo a persistência frente aos

desafios (VANSTEENKISTE *et al*, 2004). Lúdico, divertido e interessante é o coração das atividades que permeiam o mundo *Maker* (MARTIN, 2015) e, ao contrário do que se possa pensar, parecem ser elementos indispensáveis no processo de aprendizagem ao promoverem, através da qualidade lúdica, um contraponto na ideia de que o currículo escolar – e muitas vezes o próprio ambiente escolar – é muito rígido e pouco interessante (MARTIN, 2015).

As atividades descritas pelo movimento *Maker* podem ser realizadas em espaços *Makers (makerspaces)*, locais equipados com diversas ferramentas e maquinário que permitem que as pessoas se reúnam para compartilhar ideias e experiências, promovendo a aprendizagem de novas habilidades através da prototipação e da construção de objetos (PATTON, 2017). Esses espaços enfatizam a natureza manual do *Maker* descrita por Honey e Kanter (2013), os quais apontam que a atividade *Maker* é definida pela criação e adaptação de objetos através das próprias mãos e motivada pelo simples prazer em descobrir como as coisas funcionam. Uma definição generalista é encontrada em Sheridan *et al* (2014), ao descrever como *Maker* qualquer atividade realizada em um espaço *Maker*.

O indivíduo inserido em atividades *Makers* é intitulado de *maker* e pode ser definido como alguém que realiza atividades focadas na prototipação, na construção, na modificação e na ressignificação de objetos materiais para fins lúdicos ou úteis, envolvendo técnicas manuais como a costura e a marcenaria bem como envolvendo tecnologias digitais, como a impressora 3D e as cortadoras a laser (MARTIN, 2015). Em outras palavras, ser um *Maker* significa construir coisas, ser criativo, se divertir, resolver problemas, fazer o bem social, colaborar e aprender (DIXON e MARTIN, 2014). Nas possibilidades do mundo atual que conta com uma forte atuação no digital, é preciso extrapolar a definição inicial de *maker* e considerar o desenvolvimento de soluções e alternativas digitais, além de reconhecer que o uso de ferramentas como o *photoshop* ou os editores de vídeos, por exemplo, configuram habilidades *maker* nesse cenário.

No contexto educacional, alguns valores do Movimento *Maker* se sobressaem como o lúdico, a orientação para o crescimento pessoal e intelectual, a aceitação da falha e a colaboração (MARTIN, 2015). O *maker* irá se diferenciar de outras atividades caracterizadas pela mão-na-massa porque é focado nos interesses pessoais daqueles envolvidos na atividade, diferente de grupos de robótica, por exemplo, que são focados em uma competição específica e trabalham voltados para esse objetivo, o que pode ser desfavorável ao engajamento (MARTIN, 2015). Os *makers* são livres para focar suas atividades no que desejam, podendo

escolher trabalhar suas melhores áreas ou se aventurar por novos territórios para desenvolver novas habilidades (MARTIN, 2015). A liberdade oferecida pelo universo *maker* dialoga com habilidades propostas pela BNCC, como a autonomia e a proatividade para resolução de problemas.

A inserção de práticas pertinentes ao Movimento *Maker* pode trazer vantagens aos estudantes que transcendem a aprendizagem, como é o caso da mentalidade *maker*. De acordo com Dougherty (2013), a mentalidade de um *Maker* é chamada de mentalidade de crescimento, o que encoraja os estudantes a acreditarem que podem aprender qualquer coisa que desejarem. A falha é interpretada como um indicador de mais esforço deve ser colocado ao invés de desestimular os estudantes envolvidos (DWECK, 2000). Além disso, a falha é vista como parte do processo criativo, sendo um degrau para o desenvolvimento pessoal e profissional dos envolvidos (BRANWYN, 2009).

A natureza colaborativa da mentalidade *maker* é observada a partir da escolha em abraçar diferentes projetos e ideias e do desenvolvimento de um forte senso de cooperação para alcançar seus objetivos (MARTIN, 2015). O *making* se dá como uma valiosa atividade para a aprendizagem por estar alinhado com as demandas curriculares atuais previstas na Base Nacional Curricular Comum (BNCC), por facilitar o acesso a novas ferramentas e ao desenvolvimento de novas maneiras de pensar, por estimular a criatividade, por ser tolerante com erros, ser divertido, promover uma mentalidade de crescimento estimulando a busca por desafios, criar ambientes propícios para a autonomia dos envolvidos e desenvolver o senso de cooperação entre os pares (MARTIN, 2015).

O documento da BNCC apresenta, inicialmente, as competências gerais da Educação Básica e, nessas competências, é possível encontrar diretrizes que encorajam a curiosidade intelectual por meio da investigação, da reflexão, da análise crítica, da imaginação e da criatividade (BRASIL, 2018). Essa competência vai ao encontro do que é exposto nesse capítulo, uma vez que as propostas de *design thinking*, *STEAM* e *Maker* são pautadas na criatividade e na investigação, sendo essa uma primeira justificativa para o uso dessas ferramentas metodológicas. Ainda nas competências gerais, é proposto o uso de tecnologias digitais de informação e comunicação – como as redes sociais, em especial no caso desse trabalho, o Instagram - de forma crítica, ética e reflexiva, alinhando com as atividades desenvolvidas sob a perspectiva das ferramentas citadas (BRASIL, 2018).

Por fim, é possível encontrar no documento incentivo à realização de oficinas, construção de laboratórios e promoção de clubes, para que sejam espaços e momentos propícios ao desenvolvimento da investigação, da curiosidade, da criatividade, da cooperação entre pares e de reflexão, principalmente (BRASIL, 2018). Assim, é visível o alinhamento das ferramentas descritas com a BNCC e as suas diretrizes.

3.4. MÍDIAS SOCIAIS E DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA: UM RECURSO LÚDICO

A importância da divulgação da Ciência para o público leigo em uma sociedade que se diz baseada na informação deveria ser clara e simples. A democratização do conhecimento científico é uma das obrigações dos cientistas ao mesmo passo que o direito à informação deve ser garantido ao cidadão. Nos dias de hoje, essa consideração é reducionista visto que para viver bem e se posicionar criticamente na sociedade, o conhecimento científico torna-se uma necessidade e um dever social. Primeiro, para garantir que o cidadão tenha capacidade de agir criticamente sob diversas situações e, segundo, para que a população siga consciente do que está sendo desenvolvido no âmbito científico e tecnológico (CASTELFRANCHI, 2010).

Além da importância econômica, a divulgação científica também possui importância política. Em muitas ações de governança para manutenção da segurança nacional, é necessária a implementação de medidas dependentes da Ciência da Tecnologia de ponta para se obter sucesso e, para tanto, é preciso um aval da população que só será obtido se esta tiver o conhecimento crítico necessário para julgar a natureza da situação. O prestígio e a influência de uma nação também são dependentes da produção científica e tecnológica, tais fatores credibilizam o estado e, por sua vez, são dependentes de mão-de-obra especializada, incentivada e/ou formada a partir da divulgação do conhecimento científico e tecnológico (CASTELFRANCHI, 2010).

Grande parte de cientistas e comunicadores avaliam importante a divulgação da ciência e da tecnologia para a manutenção do bom funcionamento da democracia, uma vez que o cidadão participa de forma direta ou indireta, na tomada de decisões sobre temas importantes para a sociedade. Desta forma, pode-se afirmar que a difusão da cultura científica atende benevolmente a democracia e o cidadão, quer seja pela sua utilidade instrumental, quer seja pelo seu valor intelectual, moral e estético (CASTELFRANCHI, 2010).

A definição de ciência passa por problemáticas ainda atuais de que a ciência, em si, não tem obrigação ou responsabilidade de responder de maneira definitiva, assertiva e objetiva a todos os problemas sociais cotidianos. O cientificismo que mitifica a ciência impede que a mesma seja vista como transitória, passageira, mutável e relativa, uma vez que é feita por indivíduos sujeitos a falhar e evoluir. Desta forma, a ciência idolatrada se afasta de seu real objetivo crítico, voltando-se ao mito, dado a sua objetificação intransigente criada pelo senso comum. Assim, a ciência de acordo com esse conhecimento popular, passa a ser interpretada como uma fábrica de conteúdos objetivos, explícitos e dotados de razão inquestionável, sem

que haja influência da subjetividade sobre as provas concedidas a partir da observação e da experimentação (LOPES, 1999).

As mudanças observadas na dinâmica social prezam o desenvolvimento de uma relação mais estreita entre cientistas e não-cientistas na administração e na validação da pesquisa científica, na disseminação da informação científica e, até, na produção do conhecimento. A ciência contemporânea é mais reflexiva, sendo analisada por diversos grupos, permitindo uma participação social ampliada. Desta forma, percebe-se cientistas e suas instituições em meio a trâmites com pessoas leigas para oportunizar a legitimação do conhecimento científico e tecnológico que vai vir a ser produzido ou que já foi produzido, evidenciando a necessidade da boa comunicação com os não-especialistas (CASTELFRANCHI, 2010).

O discurso científico tende a convencer a sociedade através de atributos que satisfazem a representação social objetiva e exata da ciência, ignorando a lógica e o raciocínio utilizados para a construção desse discurso. O poder inequívoco conferido à ciência sujeita a população a persuasão de vendas de produtos, ideias e mensagens por meio da retórica científica, artifício utilizado para ludibriar o público geral que possui pouco discernimento sobre o que se é vendido. Entretanto, apesar dos artifícios citados, deve-se considerar a sofisticação científica advinda do aumento da complexidade da mesma, responsável por provocar um estranhamento, seguido de fascínio e um sentimento de humilhação por parte daquele que busca compreendê-la (LOPES, 1999).

Ter autonomia na compreensão do conhecimento científico se faz necessário para que o cidadão distante do meio acadêmico possa atuar criticamente na sociedade, esquivando-se de situações que pregam a retórica científica com viés ideológico. Assim, o conhecimento científico torna-se uma ferramenta em prol da liberdade e de uma melhor compreensão do mundo a partir da ciência, de sua atuação e da visão crítica pertinente aos impactos gerados na sociedade. Tendo isso em vista, é justificável a preocupação crescente com o ensino de ciências e com os aspectos qualitativos e quantitativos da divulgação científica (LOPES, 1999).

A ideia contemporânea de ciência deve ser capaz de conceber mudanças e gerar autoquestionamentos, permitindo que o indivíduo possa se posicionar frente a uma notícia de avanço científico, avaliando sua relevância. Por conseguinte, tem-se que a característica básica da ciência é que esta seja construída como uma forma de ver o mundo, mas é como uma pluralidade metodológica que a ciência se concretiza no mundo prático. Tem como primeiro traço característico, o fato de que pode ser tida como uma visão da realidade, apresentada sob

a forma de conceitos, com razão, como uma representação, sem descrever a realidade. O segundo traço aponta que a ciência busca descrever e explicar objetos, passivamente; e, por fim, a ciência se preocupa com a validação (LOPES, 1999).

A divulgação científica vem conquistando espaço e desempenhando um importante papel não somente no cotidiano das pessoas, mas, também, em contextos escolares. Os textos de divulgação científica divulgados em veículos de comunicação podem contribuir com os ambientes de educação formal ao apresentarem diferentes contextos, linguagem mais acessível e abordagem diversificada do tema em questão. Para tanto, é importante traçar a diferença entre a divulgação científica e a disseminação científica; a divulgação se preocupa em levar uma mensagem ao público não-especializado, tornando-se uma ferramenta poderosa para a ciência, enquanto a disseminação parte da premissa da transferência de informações entre especialistas, limitando o alcance desse conteúdo (RIBEIRO e KAWAMURA, 2005).

A divulgação científica realizada pelo projeto consiste em textos curtos, objetivos, leves e que fazem uso do humor e da linguagem informal para que possa atingir o público jovem que está em contato com esse conteúdo. O maior desafio é promover o interesse de adolescentes na ciência buscando atingi-los por meio das redes sociais, transformando o aprender em prazer.

Um dos obstáculos da atualidade no âmbito educacional refere-se à mudança da metodologia de ensino tradicional com o fim de acompanhar as mudanças do mundo, tornando conteúdos mais relevantes ou interessantes para que todos possam ter acesso ao objeto de estudo de maneira mais proveitosa e competente (MORAN, 2014). A divulgação científica deve, também, levar em consideração esses desafios e tirar vantagem do avanço tecnológico, sobretudo as tecnologias de comunicação e informação, pois estas, quando bem empregadas à prática educativa, podem trazer benefícios significativos para o ensino, principalmente pelo fator atratividade e dinamismo (LEÃO et al, 2013).

As propostas educacionais podem ser melhor adequadas à realidade atual quando o assunto é compartilhamento de informações, fugindo intencionalmente do modelo tradicional, centrado no professor, no qual o aluno atua apenas de maneira passiva. A integração entre realidade e mundo virtual possibilita uma transição mais fluida entre espaços, conhecimentos, acontecimentos do cotidiano, etc (VALENTE, 2017).

As redes sociais, em especial, vêm ocupando um espaço cada vez maior no dia-a-dia das pessoas, especialmente entre os jovens. Passaram, inclusive, a desempenhar um importante papel no cenário educacional, possibilitando a criação de espaços dinâmicos de cooperação,

aprendizagem colaborativa e veiculação de informação (BARBOSA *et al*, 2017). Desta maneira, pode-se afirmar que as mídias digitais podem atuar como formas e meios muito colaborativos positivamente para a Divulgação Científica, pois além de favorecerem os conteúdos que são criados, também é possível ter um maior alcance de pessoas, aumentando a popularidade e acessibilidade do projeto, visto que grande parte da população em idade escolar apresenta tanto acesso quanto interesse em relação a essas mídias. Vale ainda ressaltar que o ambiente criado pelas redes sociais é propício para debates, uma postura mais engajada, discussões e trocas nas quais o público de seguidores possa se sentir à vontade para tirar dúvidas e expressar sua opinião de maneira prática e rápida, fazendo com que a sociedade se envolva em debates científicos (PULZATTO, 2019).

O *Instagram* é um aplicativo de celular, que também pode ser utilizado por computadores, *notebooks* ou *tablets*. No cenário atual das redes sociais, o *Instagram* recebe um grande destaque no quesito compartilhamento de imagens e vídeos dos mais diversos assuntos, para os mais diversos públicos. Em sua essência, entende-se que o *Instagram* é uma plataforma de mídia social que surgiu em 2010 e já apresenta mais de 700 milhões de usuários ativos, sendo uma das mídias mais populares de sua categoria. A criação de conteúdo dentro dessa mídia deixou, há algum tempo, de ter como foco apenas o compartilhamento de imagens e vídeos contendo apenas conteúdos pessoais, como as famosas *selfies* (fotos da própria pessoa dona do usuário), e extrapolou para conteúdos educacionais em diversos setores, bem como se tornou uma plataforma de divulgação de produtos digitais ou não (SHAFER, 2018).

O *Instagram* atualmente, além das opções de criação de *posts* que aparecem no *feed* do usuário, também habilitou uma função relativa à criação de *stories*, que são vídeos curtos de 15 segundos que, ao serem postados, ficam no ar por apenas 24h. O mais interessante dessa função é a possibilidade de interação direta com o público, sendo possível realizar testes curtos e pesquisas rápidas e objetivas, além de possibilitar que o público envie uma pergunta ou sugestão por meio de uma "Caixinha de perguntas". Outro recurso interessante são as mensagens diretas, que são recebidas de maneira privada pelo dono do perfil na rede social, possibilitando a criação de um bate-papo instantâneo (PEREIRA, 2021). As publicações realizadas no *Instagram* podem ser divididas em duas grandes categorias: as fixas no perfil do usuário e os *stories* que apesar de durarem apenas 24h, podem ser fixados em um recurso chamado "destaques" (PEREIRA, 2021).

Por meio dos recursos apontados para a mídia social *Instagram*, entende-se que esse aplicativo contempla os objetivos principais da divulgação científica, pautados na possibilidade de educar, informar e cativar o público com descobertas científicas. A partir de adaptações dos assuntos naturais da ciência, é possível fazer com que o conteúdo desenvolvido seja pertinente aos usuários dessa mídia social, capacitando-os a compreender e utilizar as informações entregues por meio dessa rede (BEZERRA, 2021).

Devido à intensificação do uso das redes sociais nas últimas décadas, estas têm se apresentado como um recurso interessante a ser explorado pela Divulgação Científica afinal, a importância que a informação e comunicação desempenha no atual cenário técnico-científico-informacional demanda uma compreensão urgente das possibilidades de acesso à população, inclusive por parte de instituições educacionais (SANTOS & SANTOS, 2014). Alguns profissionais da área da educação, entretanto, argumentam que o uso das redes sociais pode proporcionar resultados não desejáveis como o desinteresse pela leitura, a apropriação de conceitos pré-formados de maneira não crítica e, ainda, uma precariedade na escrita formal (SANTOS & SANTOS, 2014).

A partir de outra perspectiva, o uso desse recurso pode ainda ser uma alternativa para que as pessoas se deparem com informações confiáveis e combatam as *fake news* (notícias falsas), que vêm ganhando espaço no mundo virtual. Em outras palavras, a aproximação da ciência da população pode contribuir ainda com a formação de cidadãos mais críticos e capazes de assumirem posicionamentos esclarecidos em áreas como a política, a saúde pública e o meio-ambiente (CUNHA, 2009) desde que haja uma correta orientação e reflexão sobre esses espaços que constituem a realidade contemporânea da população em diferentes níveis sociais (SANTOS & SANTOS, 2014).

A proposta da BNCC (BRASIL, 2018) menciona as tecnologias digitais como as mídias sociais em diversos momentos. Entre as competências atribuídas para as Ciências da Natureza, por exemplo, a competência 3 diz:

Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) (BRASIL, 2018, p. 558).

Nessa proposição é possível compreender a urgência do manuseio das redes sociais e o impacto que se deseja provocar com o domínio dessas ferramentas, contribuindo especialmente para o engajamento do público mais jovem em assuntos de relevância sociopolítica. Dentro da

competência 3 da BNCC (BRASIL, 2018), é descrita a habilidade 302, que fala especificamente sobre a divulgação científica e a necessidade de que o estudante seja capaz de promover e participar de debates científicos.

O projeto proposto neste trabalho busca contemplar as propostas da Competência 3 da Base Nacional Curricular, dando enfoque a habilidades como a 302, pertinente a essa competência, uma vez que tem como propósito a divulgação do conhecimento científico de maneira lúdica e instigante.

3.5. A CRIAÇÃO DO MACKTRANSFORMA

A pesquisa deste trabalho foi pensada, inicialmente, para desenvolver um projeto dentro de um espaço *Maker* aliando a metodologia DT em um contexto STEAM para o Ensino de Ciências. No entanto, o ano de 2020 foi uma surpresa para o mundo. Ainda em março, foi estabelecido um *lockdown* no Distrito Federal devido a uma pandemia global que se espalhava rapidamente e todas as escolas pararam suas atividades presenciais. Neste momento, foi iniciado o ensino remoto como uma alternativa para que o ano escolar não fosse perdido. Em meio a um contexto diferente de tudo que se conhecia, podia-se notar a insegurança e a desmotivação dos alunos, uma vez que estavam incertos do futuro e não tinham mais suas atividades escolares básicas. Para reduzir essas inseguranças e essas incertezas, foi proposto um projeto para evidenciar o protagonismo dos alunos que teriam a oportunidade de compartilhar conteúdos com a comunidade escolar, bem como desenvolver habilidades além daquelas trabalhadas no ambiente educacional.

O projeto intitulado MackTransforma foi criado após uma reunião online com um grupo de alunos que se manifestou incomodado com o cenário instaurado, e acreditou que poderia oferecer mais de si durante o momento delicado que o mundo enfrentava. A ideia principal girava em torno da produção de conteúdo de qualidade durante a pandemia, esse conteúdo deveria ser escolhido e redigido pelos alunos e, além disso, deveria promover a divulgação científica por meio de postagens em uma plataforma digital, o Instagram. A logística por trás do projeto foi desenvolvida através da mediação da professora responsável, mas toda a execução (conteúdo, design, criação da rede social, etc) é de inteira responsabilidade dos alunos. É importante esclarecer que o papel da professora responsável se desenha como uma ponte de conexão entre as propostas dos alunos e o corpo administrativo da escola, visando integrar os interesses de ambas as partes e possibilitar a discussão de novos percursos. Em

outras palavras, a professora é responsável pela organização do grupo, pela manutenção da motivação dos trabalhos, pela aprovação dos conteúdos a serem divulgados e pela intervenção de novas propostas junto à escola. Dois princípios foram enfatizados durante todo o processo de consolidação do projeto: relevância e empatia.

A estrutura do projeto foi decidida em encontros *online* consecutivos, sempre em conjunto com todos os alunos disponíveis – eles não são obrigados a participar da reunião, bem como o projeto não vale pontos extras no boletim escolar. Inicialmente, foram criados grupos com temáticas que os alunos tinham interesse no momento: ciência, tecnologia, história, psicologia, entretenimento, design, religião e notícias. Os grupos funcionavam de maneira democrática, e os alunos se organizavam de acordo com o que achavam que seria relevante para desenvolver uma postagem na mídia digital. A dinâmica dos grupos era particular para cada temática, bem como a relação desses grupos com a equipe de design, responsável por ilustrar as postagens e criar o conteúdo na rede social.

O grupo de ciência foi intitulado “essenciência” e, em seguida, teve seu nome alterado para *MackScience*, e era responsável por desenvolver postagens que falassem sobre conteúdos gerais de ciências da natureza: química, física e biologia. O propósito do grupo era criar conteúdo científico relevante para o cenário atual da pandemia, informando sobre o que é um vírus, como é produzida uma vacina, etc. A produção desse grupo convergia com os conteúdos criados pelo grupo de tecnologia, intitulado “MackTec”, que discursou sobre temas como as impressoras 3D e desenvolveu protótipos de *faceshields* para doação às unidades de atendimento médico do DF e entorno. O grupo de história assumiu o nome de “MackPast” e ficou responsável por desenvolver conteúdos que estabelecessem uma conexão com o cenário atual de criação do projeto, retratando temas como a peste negra no Brasil e suas consequências. O grupo de psicologia, denominado “MackThought”, responsabilizou-se pela criação e elaboração de conteúdos que auxiliassem as pessoas a passar pelo momento de pandemia, seja como exercícios para melhorar a saúde mental ou dicas para ajudar na procrastinação. A maior parte do conteúdo desse grupo foi gerado por meio da leitura de livros de relevância sobre o tema, assim, os integrantes liam o livro e disponibilizavam o conteúdo de maneira mais didática e acessível à comunidade escolar. O grupo de entretenimento não possui nome específico e é responsável por um conteúdo regular e semanal, disponibilizado na sexta-feira, chamado de “Sextou” e, nesse quadro, ocorre a indicação de um filme ou série que apresenta relevância para os exames de ingresso no nível superior. O grupo de religião é chamado de “Momento Cristão”

e é responsável por postagens que citam passagens da Bíblia e acalentam aqueles que se sentem desorientados durante esse período, caracterizando o caráter confessional da instituição na qual o projeto está sendo desenvolvido. O grupo de notícias é chamado de “MackNews” e é responsável pela divulgação de notícias semanais com fontes de confiança para propagação da informação e combate às fakes *news*. E, por fim, o grupo de design, que também não possui nome específico, é responsável por administrar, desenvolver, executar e analisar dados referentes às postagens na rede social. Esse grupo é de fundamental importância ao projeto.

O funcionamento do MackTransforma na configuração descrita acima durou, aproximadamente, 4 meses (de abril até agosto). As demandas se mostraram voláteis e foi sentida a necessidade de criar uma maior ordem organizacional e motivacional dentro do projeto. Em agosto, estabeleceram-se reuniões mensais ao invés de reuniões semanais, e o calendário de postagens era decidido nessas reuniões através de uma metodologia baseada no *design thinking* e cumprido, dentro do possível, durante o mês. Uma maneira de auxiliar no processo foi proposta em setembro, quando os grupos ganharam lideranças, sugestão dos próprios alunos do projeto. A introdução de lideranças mudou a dinâmica do grupo, permitindo maior organização e, também, responsabilidade. Além de corroborar com habilidades de liderança e organização dos que foram escolhidos como líderes. A escolha dos líderes foi uma decisão do grupo de design, que lida com todos os grupos semanalmente e pode observar indivíduos que apresentariam maior aptidão para desenvolver a liderança.

O amadurecimento da dinâmica do projeto configurou a mudança estrutural na organização e no andamento das postagens. Inicialmente, o projeto era um movimento de exposição do saber científico, visava promover a criticidade dos estudantes frente ao momento delicado que o mundo vivia. A partir desse propósito, percebeu-se que, mesmo em um complexo contexto socioeconômico, o grau de compreensão dos alunos acerca do mesmo não permitia que viabilizassem uma mudança na comunidade em que participam. O desenvolvimento dessa consciência e o despertar para a comunidade escolar por meio de ações que permeiam suas realidades, foi um diferencial na reestruturação do projeto.

A comunidade escolar começou a agregar maior valor para o trabalho desenvolvido pelos estudantes ao tomar ciência de que não era fruto de notas escolares o que estava sendo produzido pelo grupo. O reconhecimento da produção promoveu maior estímulo aos alunos para perseverarem nas atividades e, também, integrarem objetivos: de serem ouvidos, da necessidade de participarem ativamente da comunidade escolar e do espírito de união

promovido na instituição. Assim, os alunos criaram novos grupos baseados em seus interesses particulares como o MackVest, objetivando auxiliar outros grupos estudantis em suas preparações para os principais exames. A mudança estrutural e organizacional pode ser descrita observada na tabela a seguir.

Quadro 1: Discriminação de grupos do projeto MackTransforma

Grupos 1ª Fase	Grupos 2ª Fase
Essenciência, MackTec, MackGeo, MackPast, Design, MackThought, Momento Cristão, MackNews e Sextou.	Essenciência, MackVest, Dicas de Estudos, MackPast, Design, MackThought, Momento Cristão, Marketing e Sextou.

Fonte: os Autores.

Quadro 2: Discriminação de funções por grupo do projeto Macktransforma

Grupos Atuais	Funções dos Grupos	Mudanças
Essenciência	Produção de posts com caráter científico que abordem conteúdos relevantes durante o Ensino Médio, bem como curiosidades da área: experimentos, novas descobertas, etc.	Inicialmente, o grupo deveria abordar temas relacionados apenas com a pandemia como: vírus, vacinas, remédios, etc.
MackNews	Produzir vídeos, textos e infográficos sobre as notícias da semana, utilizando uma linguagem acessível e interessante para quem consome a informação.	O grupo postava apenas stories no Instagram com as principais notícias dos últimos dias.
MackPast	Produzir textos que abordassem conteúdos referentes ao interesse do grupo, datas comemorativas e temas das provas.	O grupo agora trabalha com posts descritivos, cartoons e vídeos relacionando os conteúdos escolhidos.
Sextou	Indicar um filme, que possa apresentar uma relação de conteúdo ou de repertório para os exames de ingresso ao nível superior. A indicação vem através de uma	Atualmente, o sextou aborda também séries e documentários, bem como traça relações importantes com as obras do PAS-UnB (Programa de Avaliação Seriada da UnB).

	sinopse elaborada como um texto descritivo que propõe a relação entre os conteúdos.	
Design	Criar, editar, produzir e desenvolver os designs de todos as postagens realizadas no Instagram. Esse grupo é responsável pela criação de hashtags, pelo engajamento e pela identidade visual do projeto na plataforma digital.	O grupo hoje é, também, responsável pelo desenvolvimento da sequência de postagens mensais, organização da pauta e da ata das reuniões, escolha dos recursos midiáticos a serem utilizados nas postagens, e pelo cumprimento de prazos de envio, correção e postagens dos grupos.
Marketing	Não existia na 1ª fase.	A equipe é responsável pelo planejamento estratégico de marketing do Instagram. Controlam o algoritmo da plataforma digital, decidindo os melhores horários para as postagens e definindo quais temas são os mais relevantes.
MackThought	Leitura e produção de temas relevantes frente a psicologia e a saúde mental.	O grupo é referência na organização dentro do projeto, passou a trabalhar com temas importantes dentro do universo escolar, como a saúde mental em época de prova e também o poder das palavras. Utilizam diversos recursos audiovisuais além dos textos descritivos.
Momento Cristão	Produção de textos que abordem passagens da bíblia e tragam reflexões para o público do Instagram.	Atualmente, a equipe traz para o projeto participações especiais de figuras ativas na cena cristã presbiteriana, produzindo videos com passagens direcionadas a comunidade escolar.
Dicas de Estudos	Não existia na 1ª fase.	O grupo produz dicas curtas de estudos e mantém uma comunicação

		leve, prática e efetiva com o público de menor faixa etária.
--	--	--

Fonte: os Autores.

As temáticas abordadas refletem o que o jovem nessa faixa etária (14 a 18 anos) tem como demanda pessoal e acadêmica. Dessa maneira, houve um maior envolvimento dos alunos em atividades referentes a atualidades, ciências, vestibulares, saúde mental e publicidade. O diálogo em pares tem sido a estratégia utilizada para o desenvolvimento de novas pautas e está sempre em ciclos para que as ideias sejam promovidas e acompanhem o momento que os alunos estão vivenciando na escola. Novas pautas e ideias resultam da experiência que os alunos têm em seus próprios contextos pessoais, as quais geram demandas inéditas para a produção de conteúdo e para escolha de assuntos a serem trabalhados. Portanto, o desenvolver do projeto apresenta um lado humanista e não mecanicista em relação a produção de conteúdo, como era de se esperar ao colocar o jovem em evidência, sendo esse um dos princípios da educação *Maker*.

O papel do professor, nesse projeto, é de manter o engajamento dos alunos a partir de incentivo frente a seus projetos pessoais e de grupo, apresentando abstrações que façam com que os estudantes percebam que produzem um material de relevância para seus pares e para a história da educação. Sendo assim, o professor debate sobre o nível de comprometimento de cada estudante, o rendimento do projeto como um todo, a percepção dos mesmos em relação ao trabalho que desenvolvem, etc. O professor também é responsável por marcar reuniões e participar das mesmas, orientando os conteúdos escolhidos pelos alunos para a abordagem mais adequada no contexto escolar. Além disso, o professor tem o papel de promover o envolvimento dos estudantes na melhoria de seus perfis acadêmicos, buscando promover a reflexão do trabalho realizado e estimulando os alunos a buscarem novas informações e/ou cursos que possam vir a agregar em suas formações individuais.

4 METODOLOGIA

A proposta metodológica pedagógica deste trabalho visou investigar o desenvolvimento das competências da BNCC, bem como suas contribuições diretas e indiretas na aprendizagem significativa de conteúdos relativos às produções dos alunos com a finalidade de promover a divulgação científica. Essas estratégias se distanciam do modelo tradicional bancário empregado nas escolas que deixa de lado a formação completa do estudante e limita seus interesses àqueles ministrados nas matérias curriculares e permite que o estudante possa falar sobre assuntos de seu interesse sob o cunho científico, sem permanecer limitado ao currículo ou à maneira como o conteúdo é abordado. A concretização dessa proposta ocorreu por meio do uso de estratégias de Design Thinking, de STEAM e de Maker que atuam sob a perspectiva da aprendizagem significativa para trabalhar as habilidades e competências descritas na BNCC como requisito para os alunos do século XXI.

O recurso escolhido para a divulgação do trabalho desenvolvido pelas estratégias mencionadas é o *Instagram*, uma rede social que se enquadra nas competências gerais da BNCC como objeto a ser dominado pelos estudantes, dentro da habilidade EM13CNT302, que diz:

Comunicar, para públicos variados, em diversos contextos, resultados de análises, pesquisas e/ou experimentos, elaborando e/ou interpretando textos, gráficos, tabelas, símbolos, códigos, sistemas de classificação e equações, por meio de diferentes linguagens, mídias, tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC), de modo a participar e/ou promover debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural e ambiental (BRASIL, 2018, p. 559).

Por meio desse recurso, os alunos trabalharam suas habilidades e competências relativas à criatividade, a cooperação, a reflexão, a curiosidade, a investigação e a solução de problemas, experienciando processos diferentes daqueles previstos no currículo regular. A aprendizagem significativa obtida por essas estratégias foi mensurada por meio de um estudo qualitativo que foi composto por um questionário de aferição sobre os pontos centrais do tema, o desenvolvimento do conteúdo a ser divulgado na mídia social e, após a divulgação, um novo questionário relacionado ao tema a fim de observar se houve a criação de oportunidade para a ocorrência da associação de novos conteúdos aos subsunçores dos alunos envolvidos no projeto intitulado “MackTransforma”. Os alunos que participaram desse estudo serão apenas aqueles que compõem o grupo intitulado “Essenciência”, o qual aborda temáticas sobre temas pertinentes ao contexto STEAM.

De acordo com Bogdan e Biklen (1982), um estudo qualitativo deve levar em consideração os dados que serão procurados e analisados, sob a perspectiva dos motivos que permeiam o autor para essa pesquisa. A investigação qualitativa busca identificar aspectos

subjetivos de fenômenos sociais e do comportamento humano, nesse caso, referentes aos estudantes participantes. A professora responsável pelo grupo e, também, pesquisadora participante, esteve presente em todas as etapas de desenvolvimento do trabalho, sem o intuito de trazer parâmetros exatos para mensuração da aprendizagem significativa, mas sim apresentar evidências dessa possibilidade.

O público-alvo da pesquisa são os estudantes envolvidos diretamente nesse projeto, cursando as três séries relativas ao Ensino Médio e com idade entre 14 e 17 anos. Esses estudantes estão matriculados em uma escola particular do Distrito Federal, e vêm desenvolvendo esse projeto desde abril de 2020. Por se tratar de uma pesquisa qualitativa, entende-se que esta é demorada e intensiva porque parte de um grande contexto que deve ser cerceado pelo investigador. A partir desses conceitos, a presente pesquisa se caracteriza como uma pesquisa participante que, de acordo com Brandão e Borges (2007), nesta modalidade de pesquisa os sujeitos relacionados a esta também estão envolvidos na construção do conhecimento. Assim, compreende-se que o sujeito não é apenas objeto estudado, mas, também, participante ativo de todo o processo, da mesma forma que o pesquisador deixa de ser detentor de toda a verdade, abrindo mão de algum controle sobre os sujeitos e os objetivos.

A pesquisa participante tem uma vantagem ainda mais interessante, motivo pelo qual foi adotada no presente estudo, o fato de que para que se conheça com profundidade alguma área da vida, da sociedade ou da cultura, é necessário um envolvimento pessoal entre o investigador e o objeto investigado (BRANDÃO; BORGES, 2007).

O intuito foi investigar detalhadamente as vivências escolares nas quais os alunos participantes do projeto desenvolvem, buscando evidências sobre a relevância do projeto para suas vidas acadêmicas e, especialmente, para os processos de aprendizagem significativa durante o período que os alunos estiveram no projeto. A pesquisa participante mostrou-se conveniente uma vez que a professora pesquisadora participa de todas as etapas de desenvolvimento do trabalho dos alunos, a fim de conhecer suas realidades e propor caminhos metodológicos alinhados aos objetivos do projeto. O propósito desenvolvido de maneira geral no projeto visa promover maior engajamento e autonomia para os alunos, se aproximando da proposta da educação Maker e relacionando as ferramentas propostas com o conteúdo escolhido pelos

estudantes.

A investigação proposta foi composta por duas fases distintas: 1) a primeira fase foi composta por uma sequência organizada por meio de um documento coletivo que proporcionou

a criação de uma chuva de ideias, a concepção do conteúdo a ser divulgado e a execução desse conteúdo, enfatizando as competências e as habilidades da BNCC, bem como os apontamentos sobre o uso das ferramentas propostas para o desenvolver do projeto; 2) por fim, a segunda fase consistiu em um questionário preliminar para todos os integrantes do grupo que fizeram parte da elaboração, execução e divulgação dos conteúdos, que será comparado com um questionário de aferição sobre as suas percepções de aprendizagem durante o processo. Os questionários, por visarem evidenciar progressos não-mensuráveis quantitativamente, foram analisados por meio de palavras-chave, com o intuito de mapear uma percepção pessoal em relação ao projeto e aos ganhos individuais notados pelos alunos participantes. A aplicação desses questionários durou o período de um mês, para que as análises dos resultados possam ser realizadas em igual período.

A primeira fase da metodologia envolveu diretamente os estudantes participantes no projeto. Nesta fase foi aplicada a rotina de pensamento proposta pelo *design thinking* (DT) com o intuito de auxiliar os estudantes na organização dos projetos de postagem desenvolvidos. A rotina proposta pelo DT, considerou as seguintes etapas: empatia pelo público-alvo, prototipação da proposta, análise da relevância do conteúdo, estratégias utilizadas, experimentação e criação, e, por fim, reflexão sobre o resultado.

No momento do processo de empatia, os estudantes participantes tiveram que considerar o contexto no qual estão inseridos e o contexto no qual seu público está inserido, a fim de propor um conteúdo interessante que gerasse engajamento. A prototipação da proposta levou em conta a mensagem que a ser passada, bem como a definição do conteúdo principal. A análise da relevância considerou os interesses prévios dos estudantes e, também, o contexto social atual, buscando trazer conteúdos que sejam pertinentes no dia de hoje. As estratégias devem foram definidas baseadas nas etapas anteriores, sempre contemplando o nível de engajamento desejado e buscando caminhos para a inovação. A experimentação e a criação consistiram no mão-na-massa em si, sendo esse o momento no qual os estudantes tiveram que trabalhar em equipe e cooperar para a produção da postagem que foi divulgada no *Instagram*. A reflexão sobre o que foi desenvolvido foi feita baseada na entrega da postagem, avaliando o engajamento do público-alvo e o nível de satisfação pessoal dos integrantes.

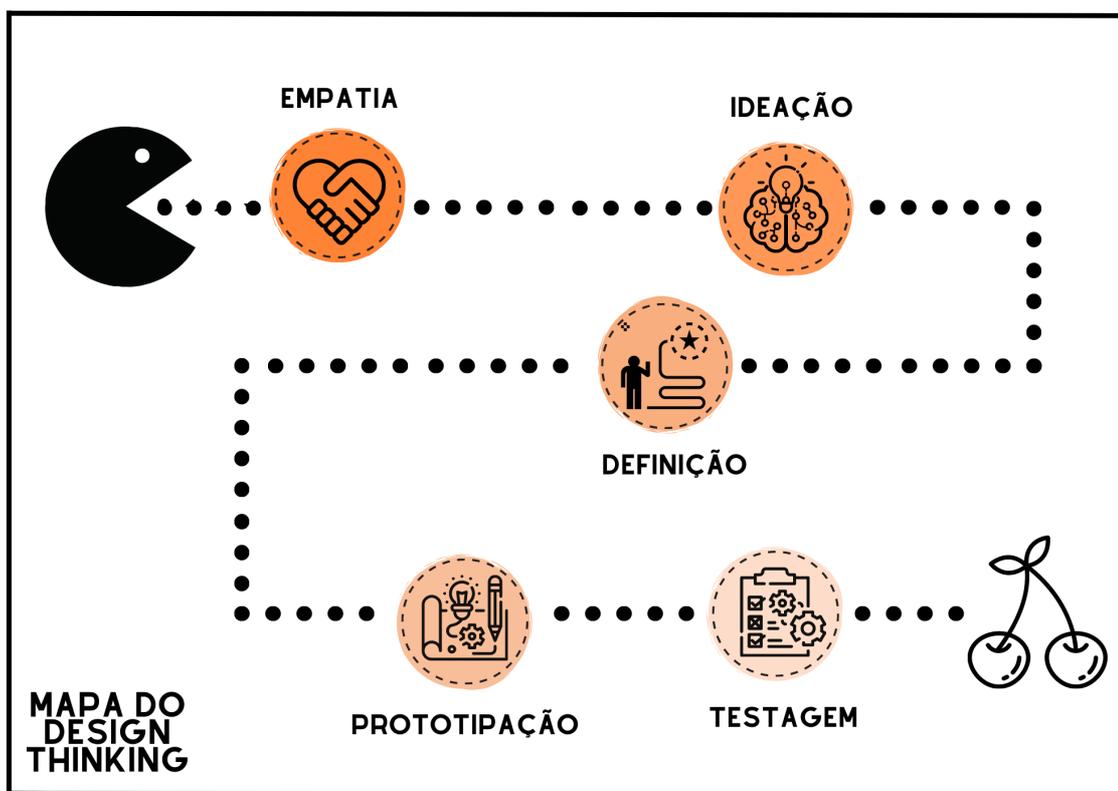
O processo de desenvolvimento da segunda fase foi o que demandou mais tempo e engajamento dos estudantes participantes do projeto. A professora-orientadora participante da pesquisa, precisou dispor de um maior envolvimento durante o processo de execução das etapas

do DT, mas sem imposições sobre os desejos dos alunos, atuando como mediadora dos processos de criação.

A segunda e última fase foi desenvolvida de maneira concomitante com a primeira fase, uma vez que os alunos responderam a um questionário prévio a fim de compreenderem o que sabiam sobre o tema, antes de discutirem o processo de empatia para construção da postagem. Após a finalização da produção e, enfim, postagem na rede social, os alunos responderam a um outro questionário, complementar ao primeiro, o qual visou investigar a compreensão do estudante sobre o assunto após o desenvolvimento da proposta.

Neste trabalho, foram acompanhadas as produções de três postagens realizadas pelo Essenciência, grupo responsável pelo conteúdo de Ciências da Natureza, relativas aos assuntos de linguagem de programação, introdução a quântica e método científico. Os conteúdos abordados foram escolhidos previamente pelos alunos de acordo com os interesses particulares dos estudantes e foram desenvolvidos a partir do *Mapa do Design Thinking* apresentado a seguir.

Figura 3: Mapa do *Design Thinking*



Fonte: os Autores.

O uso do mapa teve como propósito esclarecer para os estudantes participantes as etapas que devem ser desenvolvidas para cada conteúdo explorado, buscando sensibilizar os sujeitos em relação àqueles que irão consumir o conteúdo e provocar a reflexão durante o desenvolvimento da proposta. O primeiro tópico do mapa, a empatia, visa trazer o sujeito para perto do público que deseja alcançar, refletindo sobre os seus interesses, suas dificuldades e suas dores. No tópico seguinte, a ideação, é o momento no qual os estudantes discutem as maneiras como irão desenvolver o conteúdo a ser divulgado, explorando diferentes formatos de apresentação para a postagem. O tópico relativo à definição, contempla a decisão de etapas que precedem a execução da produção de conteúdo, com o propósito de esclarecer papéis e explorar dinâmicas dentro do grupo. A prototipação é o momento da criação do conteúdo e da postagem em si, momento de vivenciar diferentes caminhos e experiências, idealizar o que se deseja criar e colocar em prática. Por fim, o último tópico, a testagem, consiste na postagem em si do conteúdo criado, e não é finalizado nesse momento, mas, sim, em uma outra dinâmica envolvendo a reflexão sobre o que se sucedeu à postagem.

A proposta do MackTransforma é garantir, principalmente, a preservação da autonomia dos alunos e o desenvolvimento da proatividade de todos os envolvidos. Essas mesmas características são observadas quando se analisa a proposta da educação *maker*, que traz o indivíduo como protagonista do seu aprendizado por meio de atividades mão-na-massa. A ideia inicial do *maker* não vislumbrava, necessariamente, a criação de uma rede social para divulgação de conteúdo, mas é pertinente ampliar o olhar sobre essa possibilidade uma vez que se tem os alunos criando, produzindo e aprendendo durante o processo.

As áreas que foram investigadas nesse trabalho permeavam o espaço descrito pela sigla STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts and Math*), que tem força maior do que um conjunto de palavras deslocalizadas, representando a construção de um cenário no qual a ciência, a tecnologia, a engenharia, as artes e a matemática trabalham juntas, similar a interdisciplinaridade observada nos processos criativos do projeto. Esses pontos foram ser englobados desde o momento da sugestão do conteúdo para postagem até a execução dela, considerando as ferramentas de produção e o estilo da abordagem. A metodologia sugerida pelo uso do mapa do *design thinking* propõe uma reflexão do grupo, a fim de aumentar o engajamento e proporcionar novas maneiras de abordar um problema, com o intuito de se aproximar do mundo real. No meio da convergência de habilidades e competências, a proposta deste estudo buscou analisar a aprendizagem significativa de conceitos e conteúdos

desenvolvidos no decorrer do projeto, uma vez que um dos primeiros critérios para que a aprendizagem significativa aconteça é, justamente, a vontade de aprender do aprendiz.

A investigação qualitativa dos aspectos citados, por meio dos questionários, visou contribuir com novas dinâmicas de aprendizagem dentro dos ambientes escolares que promovam maior independência por parte do aprendiz, respeitando sua forma de aprender e seus interesses individuais, além de contribuir para a sua formação humana e acadêmica. A busca por evidências desse progresso é um primeiro passo rumo à inserção de ferramentas interdisciplinares focadas, também, em habilidades sociais e não apenas no conteúdo pelo conteúdo.

A condução do trabalho de campo pela professora-orientadora dos estudantes que integram o projeto viabilizou um maior acesso aos alunos em geral, diminuindo as barreiras durante a investigação. Entretanto, o envolvimento da professora nas atividades desenvolvidas pelo projeto e sua relação mais próxima aos integrantes pode configurar um obstáculo na obtenção de dados fidedignos à realidade. A configuração de observador-participante para a condução dessa pesquisa é irreversível e, por isso, é necessário a aplicação de questionários para observações mais próximas do que, de fato, os alunos sentem e observam sobre si mesmos em relação ao que foi desenvolvido no projeto, complementando as observações já feitas pela professora.

A obtenção de dados para serem analisados dentro do projeto proposto visou estabelecer pontos cruciais na implementação de novas ferramentas no âmbito educacional. Sob a ótica da aprendizagem significativa e de seu discurso sobre o desejo do aprendiz em aprender, é preciso considerar que no MackTransforma toda a participação é voluntária, o que prima por garantir o desejo do indivíduo em estar presente nas atividades do projeto. As respostas para perguntas do tipo “Como o uso dessas ferramentas aumenta o engajamento de estudantes em projetos propostos?”, “Qual a contribuição de um cenário STEAM para o desenvolvimento dos alunos?” e “O protagonismo estimulado pela educação *maker* impacta a aprendizagem significativa do indivíduo?” foram capazes de destacar o sucesso dos fatores previamente citados, e podem ser uma iniciativa para o desenvolvimento e a implementação de outros conjuntos de ferramentas que contribuem para o desenvolvimento de um ambiente escolar com um foco mais amplo do que apenas o acadêmico por si.

Os resultados obtidos foram analisados de acordo com a categoria a qual pertencem, sendo divididos em duas áreas de evidências: da possibilidade de uma aprendizagem

significativa e competências e habilidades da BNCC. A análise sobre a possibilidade da ocorrência de aprendizagem significativa irá ocorrer a partir das respostas dadas pelos alunos nos questionários preliminares e na aferição de resultados posterior à divulgação do conteúdo, sendo este dividido em três categorias: **linguagem de computação, química quântica e método científico**. As questões utilizadas para esse momento estão discriminadas por área nos quadros a seguir.

Quadro 3: Propósitos do Questionário Preliminar - Linguagem de Computação

Linguagem de Computação: Questionário Preliminar	
Perguntas	Intuito de Avaliação
Você sabe o que é uma linguagem de programação?	Aferir a conceituação básica sobre o tema.
Você reconhece a importância das linguagens de programação?	Investigar se o aluno compreende o uso desse recurso nos dias de hoje.
Apresente duas situações do cotidiano que você acredita serem dependentes desse tipo de linguagem.	Compreender se o aluno sabe reconhecer esse conhecimento aplicado.

Fonte: Autores.

Quadro 4: Propósitos do Questionário de Aferição - Linguagem de Computação

Linguagem de Computação: Questionário de aferição	
Perguntas	Intuito de Avaliação
Você saberia dizer com mais detalhes o que é uma linguagem de programação hoje?	Aferir se houve diferença na conceituação básica sobre o tema.
Como a produção deste conteúdo te auxiliou na compreensão das linguagens de programação?	Entender se os processos utilizados levaram o aluno a melhorar seu entendimento sobre o assunto.
Em quais cenários você imagina que essa linguagem pode ser utilizada agora?	Investigar se o aluno compreende o uso desse recurso de maneira mais aplicável após a proposta.

Fonte: Autores.

Quadro 5: Propósitos do Questionário Preliminar - A História da Quântica

Quântico Fantástico: Questionário Preliminar

Perguntas	Intuito de Avaliação
O que a palavra quântica significa pra você?	Aferir quais são as primeiras ideias dos alunos sobre o tema.
Você sabe o que é a química ou a física quântica?	Entender a dimensão que o assunto assume na vida do indivíduo.
Por que você acha a quântica um tema interessante?	Investigar os motivos que levaram os alunos a escolherem esse tema.

Fonte: Autores.

Quadro 6: Propósitos do Questionário de Aferição - A História da Quântica

Quânteto Fantástico: Questionário de aferição	
Perguntas	Intuito de Avaliação
Qual o significado que a palavra quântica tem pra você agora?	Aferir se houve mudança na percepção do tema pelos alunos.
O que você aprendeu sobre química ou física quântica?	Entender se eles reconhecem a aprendizagem.
Você ainda acha a quântica um tema interessante?	Investigar se ainda existem motivos para achar a quântica um tema interessante.

Fonte: Autores.

Quadro 7: Propósitos do Questionário Preliminar - O Método Científico

O Método Científico: Questionário Preliminar	
Perguntas	Intuito de Avaliação
O que é o método científico?	Entender se os alunos conseguem conceituar o método.
Por que o método científico é utilizado na produção científica?	Investigar a noção dos estudantes sobre a necessidade de uso do método.
Como você imagina que são as etapas do método científico?	Investigar se os alunos sabem os processos envolvidos no método.

Fonte: Autores.

Quadro 8: Propósitos do Questionário de Aferição - O Método Científico

O Método Científico: Questionário de aferição
--

Perguntas	Intuito de Avaliação
Como foi utilizado o método científico na sua proposta?	Entender se os alunos conseguem unir a teoria à prática.
Qual etapa do método científico fez mais sentido para você?	Aferir se eles entendem as etapas de aplicação e suas associações com os resultados.
O que você faria diferente durante a produção do conteúdo?	Promover uma reflexão sobre a prática.

Fonte: Autores.

A análise de resultados que evidenciem as competências e habilidades da BNCC foi feita por meio dos relatos da jornada de produção do conteúdo a partir de um diário de bordo feito por várias mãos, de forma simultânea, durante as reuniões de criação. Tais documentos apresentam a dinâmica do grupo e as discussões iniciais desenvolvidas em cada um dos conteúdos propostos, uma vez que essas discussões foram baseadas nas ferramentas propostas.

5 RESULTADOS

Os resultados deste trabalho foram divididos em duas categorias de análise que buscam investigar processos distintos relativos às habilidades possivelmente desenvolvidas. A primeira categoria: "Autonomia, Criatividade e Colaboração: Competências da BNCC" tem como objetivo analisar os diários de bordo registrados nos momentos de reunião para desenvolvimento da proposta de conteúdo com o intuito de investigar a presença de evidências que corroborem com o desenvolvimento das competências mencionadas a partir da Base Nacional Curricular Comum (BNCC). Esses diários relatam aspectos importantes das etapas seguidas dentro da metodologia do *Design Thinking* e apresentam as discussões e o conteúdo criado pelos alunos envolvidos no projeto. A segunda categoria, intitulada: "Caça-Evidências: Aprendizagem Significativa?" tem o intuito de analisar a possibilidade da ocorrência de uma aprendizagem significativa por meio da análise de dois questionários: um preliminar e um de aferição, os quais serviram de base para essa investigação.

A organização dos resultados a partir da perspectiva dos alunos traz cada estudante com um codinome: Wanda, Dr. Estranho, Hulk, Pantera Negra, Capitã Marvel, Mulher Maravilha e Viúva Negra, a fim de preservar suas identidades e manter suas falas sigilosas. A limitação

quantitativa dos estudantes se deu pelo número de integrantes do grupo “Essenciência”, que não envolve todos os participantes do projeto.

5.1. AUTONOMIA, CRIATIVIDADE E COLABORAÇÃO: COMPETÊNCIAS DA BNCC

Os diários de bordo são documentos escritos a várias mãos durante os encontros realizados para criação do conteúdo apresentado. Esses diários apresentavam uma estrutura norteadora para as discussões baseada na metodologia proposta pelo *Design Thinking*. Desta forma, a estrutura básica do diário de bordo está organizada a partir da empatia, ideação, definição e prototipação. A etapa da testagem só é concluída quando o conteúdo criado vai ao ar no *Instagram* do projeto.

O embarque no desenvolvimento do conteúdo é feito a partir de um questionamento simples: "Eu tenho um desafio. Como posso vencê-lo?", esse questionamento é feito após os alunos já terem escolhido o tema, uma vez que cada tema apresenta seus próprios desafios. Entretanto, existem convergências, como no caso do estudo do projeto. Os temas escolhidos foram excepcionalmente de cunho científico-técnico, ou seja, são temas distantes da realidade de muitas pessoas, o que constitui um desafio em si. O segundo questionamento é "Eu aprendi algo. Como posso aplicar meu conhecimento?" nesse ponto, os alunos são instigados a pesquisar e discutir sobre o assunto em questão, durante o encontro, e logo em seguida aplicar na criação do conteúdo o que aprenderam e compartilharam. O terceiro questionamento é "Eu vejo uma oportunidade. Como posso aproveitá-la?". Nesse momento os alunos devem pensar na oportunidade que têm em levar adiante o conteúdo que decidiram, explorando maneiras de fazer com que este seja acessível para outras pessoas distantes da realidade deles. Por fim, o quarto e último questionamento: "Eu tenho uma ideia. Como posso executá-la?", para responder este questionamento os alunos são convidados à ação e devem trabalhar com tudo o que foi discutido anteriormente para criar o conteúdo e uma forma de o expor. Seguindo esses questionamentos os alunos puderam desenvolver, juntos, um processo de criação baseado na sensibilização provocada pelo *Design Thinking*.

Quadro 9: Propósitos das Etapas do *Design Thinking*

Questionamento	Propósito
Eu tenho um desafio. Como posso vencê-lo?	Promover a discussão entre os alunos sobre as possíveis abordagens que podem

	ser utilizadas para tratar do tema que eles escolheram, promovendo a empatia pelo público que irá receber o conteúdo.
Eu aprendi algo. Como posso aplicar meu conhecimento?	Levantar hipóteses sobre os caminhos que podem ser seguidos para levar ao público o conteúdo produzido.
Eu vejo uma oportunidade. Como posso aproveitá-la?	Transformar a ideia concebida originalmente em uma oportunidade de promover a divulgação científica.
Eu tenho uma ideia. Como posso executá-la?	Desenvolver um passo-a-passo organizado para estruturar a maneira como o conteúdo será entregue.

Os temas escolhidos pelos alunos foram a linguagem de programação, a ciência quântica e o método científico. Cada um dos temas apresenta um diário de bordo que será analisado por meio de fragmentos e inferências feitas a partir das discussões de cada encontro.

5.1.1. Linguagem de Programação

O diário de bordo sobre a temática de Linguagem de Programação teve como pontapé inicial a curiosidade de alguns estudantes sobre o tema aliada com o entusiasmo de outros que já se encontravam inseridos no universo da programação.

Os estudantes, ao serem questionados sobre os desafios de falar sobre linguagem de programação de uma maneira técnica, mas ainda divertida e com alguma leveza, apontaram algumas questões como objeções: o tempo, a quantidade de informação que julgavam necessária, o foco devido a diversas linguagens de programação que conheciam e julgavam relevantes, a falta de conhecimento aprofundado e a necessidade de apresentar o conteúdo de uma maneira criativa. Depois de apontadas essas objeções, Dr. Estranho propôs uma discussão para que ele pudesse compartilhar com os colegas tudo que ele já sabia sobre Python, Hulk também tinha alguma experiência com Python e com Java e, assim, ambos aprofundaram nas explicações sobre o que seria a linguagem de programação em si, bem como suas aplicações.

Em um segundo momento, chegou a hora dos estudantes, agora munidos de mais informações, discutir como poderiam aplicar o conhecimento que tinham e aqui surgiram algumas ideias. A Wanda propõe que sejam feitos alguns vídeos demonstrando os recursos

possíveis de serem feitos de maneira prática com a programação, e o Dr. Estranho se ofereceu para gravar o passo a passo para criar uma calculadora utilizando Python. O Hulk fica responsável por narrar o passo-a-passo devido a sua voz de interlocutor, e todos concordam que essa poderia ser uma maneira interessante de trabalhar com um assunto tão denso.

As competências gerais da BNCC, mais especificamente a competência 4, para a educação básica (BRASIL, 2018) apontam que os estudantes devem se comunicar utilizando diferentes linguagens e, na competência 6, é mencionado que o estudante seja capaz de exercer o seu papel com autonomia, liberdade, consciência crítica e responsabilidade. Ao se disporem a dar vida para um projeto como esse, os aprendizes estão se expondo ao desenvolvimento das competências mencionadas na base curricular, aproveitando a oportunidade de se tornarem protagonistas do processo de aprendizagem. A liberdade descrita é enfatizada pelo fato de que os próprios estudantes escolheram o tema, bem como decidiram como iriam retratar o tema escolhido, agindo com responsabilidade para que o conteúdo produzido seja acessível, prático e informativo.

Outra ideia interessante que surgiu foi a criação de um recurso mais dinâmico que atraísse - também - o público menos especializado: um *reels* com a chamada "E se as linguagens de programação fossem pessoas?", nesse vídeo curto, os alunos estariam vestidos de acordo com as linguagens que escolheram, fazendo sátiras sobre os estigmas que estas carregam, por exemplo, o fato de a linguagem Python ser a mais "jovem" e "descolada".

No questionamento sobre a oportunidade e a maneira como aproveitá-la, a discussão se baseou na necessidade que os estudantes enxergam de que a sociedade esteja a par do que é uma linguagem de programação e em quais momentos da nossa vida essas linguagens são usadas e contribuem para o nosso dia a dia. Nesse cenário, os estudantes entenderam que desenvolver esse tipo de conteúdo era uma oportunidade de aproximar um assunto atual e necessário do público que consome as produções do projeto, que é majoritariamente da escola. Apesar de ser um assunto atual, a linguagem de programação não é ensinada na matriz curricular regular da maioria das escolas, portanto, atingir o público de maneira instigante e acessível pode gerar um primeiro contato com esse novo universo gerando, inclusive, novas oportunidades para aqueles que não tinham ouvido falar sobre essa temática anteriormente.

O *maker-centered learning*, conhecido como educação *maker*, é um caminho que pode ser percorrido pela aprendizagem que tem caráter motivador e desafiador (VANSTEENKISTE *et al*, 2004). Ao contrário do que se possa imaginar, uma atividade *maker* não precisa, necessariamente, ser realizada dentro de um espaço *maker*, o que é necessário é que ocorra o mão-na-massa sem que o propósito da atividade se distancie dos interesses pessoais dos estudantes envolvidos (MARTIN, 2015). Ao desenvolverem o conteúdo para essa postagem, os alunos assumiram o protagonismo do processo de criação e executaram todos os passos pensando em seus interesses pessoais e tendo empatia - uma etapa primordial do DT - pelos receptores da comunidade escolar que acompanham a mídia social. Logo, o processo pode ser caracterizado como uma atividade *maker*, inclusive pela presença da colaboração entre os pares.

A execução das ideias dadas pelos estudantes foi iniciada durante a própria reunião. Nesse encontro, para definir o que seria feito, foi retomada a necessidade de criar um conteúdo que fosse leve, dinâmico e intrigante para o público em questão, abordando a empatia para com o público. Em seguida, foi problematizado o que seria feito, como seria feito, qual linguagem seria abordada e quem seria responsável pelo desenvolvimento de cada parte. Os alunos decidiram usar dois recursos distintos do *Instagram* para divulgar o conteúdo: os *reels* e o post tipo carrossel - 8 imagens com conteúdo básico e fácil de ser consumido. As imagens foram estruturadas de acordo com a tabela a seguir.

Quadro 10: Conteúdo desenvolvido sobre o tema "Linguagem de programação"

Descrição da imagem	Conteúdo
<p>Imagem 1: Capa do conteúdo desenvolvido para ser postado em um carrossel no <i>Instagram</i>.</p>	

Imagem 2: Descrição inicial sobre JavaScript.

JAVASCRIPT

Como iniciou (motivação/ criador)

Java Script foi criado por volta da década de 90, pelo programador Brendan Eich, a serviço da Netscape. Empresa que, em pouco tempo percebeu que a web precisava ser menos estática.



Características da linguagem

Tem suporte universal, ou seja, todos os navegadores mais utilizados suporta JavaScript.

Suporta elementos de sintaxe e é associada a valores, não variáveis.

Imagem 3: Vantagens e aplicações do JavaScript.

Aplicações

Possibilita a criação e a adição de um **comportamento interativo nas páginas da web**, a construção servers para desenvolver aplicações e o **desenvolvimento de jogos**.

Vantagens de programar em JavaScript

A **linguagem é leve**, de alto nível e **bem flexível!** Já possui uma comunidade consolidada e existem poucas pessoas no mercado de trabalho que realmente dominam o Java.



Imagem 4: Descrição inicial sobre C#.

C#

Como iniciou (motivação/criador)

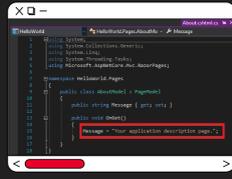
É uma linguagem de programação multiparadigma criada pela **Microsoft**, sendo a linguagem principal da plataforma .NET.

Características da linguagem

É uma linguagem que **dá suporte a orientação de objetos**, além de conceitos comuns como encapsulamento, herança e polimorfismo. A C Sharp também é case-sensitive, ou seja, faz **diferenciação entre letras minúsculas e maiúsculas**.



Imagem 5: Vantagens e aplicações do C#.



Aplicações

A C# é o que chamamos de linguagem multiplataforma, isso significa que **você pode utilizá-la para desenvolver plataformas web, dispositivos móveis e aplicações desktop.**

Vantagens de programar em C#

Seus arquivos podem contar inúmeras classes, estruturas e interfaces, e as inovações propostas pela C# permitem a **escrita de aplicativos de maneira rápida sem perder a elegância das linguagens C-Style.**

Imagem 6: Descrição inicial sobre Python.

PYTHON

Como iniciou (motivação/criador)

Idealizada e desenvolvida por **Guido Van Rossum**, matemático holandês, no início dos anos 90, o Python foi criado com o objetivo de **otimizar a leitura de códigos e estimular a produtividade de quem os cria.**



Características da linguagem

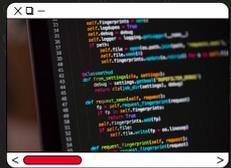
É uma **linguagem com sintaxe** (o conjunto de normas que regulam e coordenam as diferentes variáveis e sua associação) simples e de fácil aprendizado. É o que chamamos de **linguagem de script** (programas escritos para um sistema de tempo de execução especial), ou seja, que pode automatizar tarefas repetitivas.

Imagem 7: Aplicações e vantagens do Python.

Aplicações

Python se aplica em muitas áreas, sendo algumas delas:

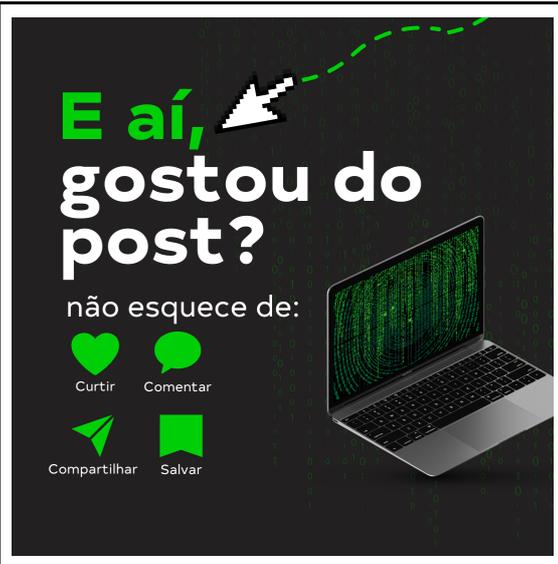
- Script e Automação
- Desenvolvimento Web
- Ciência de Dados
- Computação gráfica
- Inteligência Artificial



Vantagens de programar em Python

Python pode trazer muitas vantagens em sua vida. Além de poder **automatizar trabalhos cotidianos e chatos**, Python também traz boas oportunidades de emprego. E o melhor: Python é **grátis e extremamente simples**, com comandos práticos e fáceis de se aprender, e também roda em multiplataformas!

Imagem 8: CTA - *Call to action* temático.



Tanto o conteúdo desenvolvido para o post em carrossel, sequência de até 10 imagens com conteúdo informativo, quanto o conteúdo desenvolvido para o post no formato *reels* estão disponíveis no feed da página no *Instagram* do projeto, permanecendo de fácil acesso para aqueles que entram no perfil. As métricas alcançadas por essas postagens caracterizam o último critério de análise do diário de bordo, que conta com o tópico intitulado "reflexão", fazendo referência à etapa "testagem" proposta dentro da metodologia do *Design Thinking*. Em 24 horas a postagem carrossel apresentou 46 curtidas em um universo de 1057 seguidores, representando menos de 5% de aprovação. Em contrapartida, a postagem no formato *reels* apresentou 82 curtidas e 1182 visualizações, indicando quase 20% de aprovação dentre os indivíduos que tiveram acesso ao conteúdo. A diferença entre os dois conteúdos está na maneira como são apresentados, em termos de divulgação científica, para Santos & Santos (2014), esta deve apresentar uma linguagem acessível ao público e a ferramenta *reels* proporciona um dinamismo maior para que a informação conquiste o receptor. A produção de ambos os conteúdos contou com a cooperação entre os integrantes participantes do projeto, além da criatividade para tornar o conteúdo oferecido pelo *reels* acessível à comunidade escolar que acompanha a mídia social.

A produção dos estudantes vai ao encontro da competência 3 de Ciências da Natureza da BNCC (BRASIL, 2018) uma vez que proporciona o desenvolvimento da investigação, do senso crítico e da colaboração para a produção das mídias divulgadas com o intuito de comunicar o resultado dos processos de aprendizagem significativa vivenciados pelos aprendizes.

5.1.2. A História da Quântica: Quânteto Fantástico

A história das ciências envolvendo o universo quântico foi a temática escolhida para o desenvolvimento do segundo diário de bordo relatado neste projeto. A física e a química quântica têm sido citadas em várias situações envolvendo a ficção científica e, por isso, têm sido alvo de muita curiosidade. Apesar da sua popularização, o tema ainda apresenta conceitos complexos e difíceis de serem compreendidos por indivíduos que estão distantes do mundo científico, o que configura a maior parte da população.

No início da discussão, para sanar as problemáticas que envolvem o questionamento "Eu tenho um desafio. Como posso vencê-lo?", os alunos se depararam com duas grandes objeções: primeiro a falta de conhecimento básico sobre o tema e segundo a necessidade de falar sobre esse tema de maneira acessível. A partir desse momento, a professora conduziu a discussão apresentando alguns debates sobre a quântica, contando como a história começa com a proposição de Max Planck e os impactos que ocorreram no desenvolvimento da teoria quântica. Esse ponto de partida foi suficiente para que os alunos se empolgassem e fizessem mais perguntas, até que a Wanda chegou na reunião e começou a compartilhar também o que ela já havia lido sobre o tema, tornando o processo mais dinâmico e participativo. Munidos desse novo conhecimento, os estudantes começaram a pesquisar sobre as possíveis aplicações e concluíram que, idealmente, levariam para o público do projeto as histórias introdutórias sobre a quântica, sendo essa a aplicação do conhecimento que eles haviam acabado de adquirir.

Os estudantes perceberam que a densidade do assunto seria um desafio maior do que o previsto e viram uma oportunidade de aproveitar os talentos de outra integrante, a Mulher Maravilha, que desenha de maneira profissional. Partindo do talento da Mulher Maravilha, os estudantes decidiram criar uma história em quadrinhos, parafraseando a história do Rei Arthur, de Excalibur e os cavaleiros da Távola Redonda para explicar a radiação do corpo negro e a consequente proposição dos princípios quânticos. A proposta vai ao encontro do que Martin (2015) descreve para o *maker*, discorrendo sobre o fator ludicidade, diversão e interesse, sendo estes elementos indispensáveis no processo de aprendizagem. Nesse momento, ainda durante a mesma reunião, deu-se início às discussões sobre o tema e criação da história.

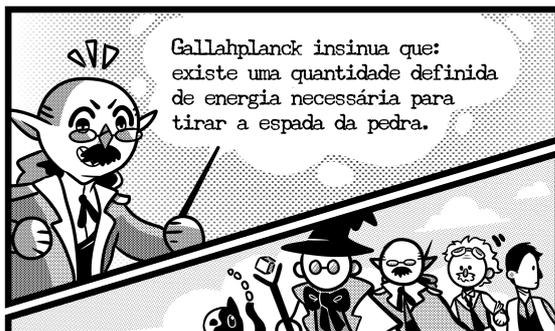
Inicialmente, os estudantes pensaram em um título: "Quantêto Fantástico em: A Busca por Excalibur", com essa definição foi decidido fazer uma brincadeira com o nome de 4 grandes cientistas envolvidos no desenvolvimento da quântica: Max Planck, Albert Einstein, Niels Bohr

e Robert Kirchhoff. A criação da história foi iniciada com a elaboração de analogias, para simplificar o conceito, e o conteúdo foi criado para ser divulgado na forma de um carrossel, com 8 imagens, que podem ser vistas nos quadros abaixo.

Quadro 11: Conteúdo desenvolvido sobre o tema "A História da Quântica"

Imagem 1	Imagem 2
 <p>O quânteto fantástico E A FORJA DE EXCALIBUR</p>	 <p>Num reino muito, muito distante...</p> <p>Um mago poderoso e Kirchoff, seu fiel assistente, criavam uma relíquia que entraria para a história.</p>  <p>No meio da forja de metais, surge uma espada radiantemente quente.</p> <p>O porquê da magia da espada brilhar em tantas cores diferentes, o mago não sabia explicar.</p>
Imagem 3	Imagem 4
 <p>O mago fica assustado com o que desconhece, e pensa ser uma maldição.</p> <p>Sem conseguir explicar a variação de intensidade, o mago atira a espada de sua torre, prendendo-a em uma pedra.</p> <p>A espada, quente como nunca, perfura a pedra e encaixa-se perfeitamente.</p> <p>NADA A TIRARIA DALI!</p>	 <p>O mago, desesperado e triste por seu tempo "perdido", vai desabafa com seus amigos da tábua requântica.</p> <p>Gallahplanck pergunta porque o desespero do mago, e afirma:</p> <p>Eu mesmo resolverei o problema!</p> $E = \frac{h \cdot c}{\lambda}$

Imagem 5



Então, o mago e seus amigos saem na missão para chegar até a pedra na qual a espada ficou presa e testar as ideias de CallahPlanck.



Imagem 6

O quânteto chega ao destino e GallahPlanck enfatiza:



O mago, descrente do plano de CallahPlanck, desafia PedrEinstein e LancerBorht a tentarem remover a espada.



LancerBorht afirma: Aplicando a fórmula de GallahPlanck,

$$E = \frac{h \cdot c}{\lambda}$$

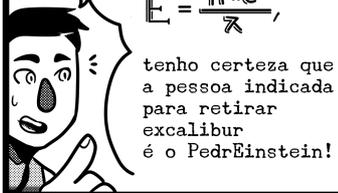


Imagem 7



Imagem 8



Todo o roteiro para produção do quadrinho foi desenvolvido em reunião coletiva e seguiram sendo orientados pela professora e pelo conhecimento recém adquirido dos alunos,

exceto os nomes parafraseados dos quatro cavaleiros, que foi ideia do Dr. Estranho. A cronologia da história foi elaborada pelo Pantera Negra, que organizou as informações discutidas e escreveu passo-a-passo o roteiro dos quadrinhos. A ciência representada faz uma alusão ao efeito fotoelétrico de Einstein e, por isso, ele foi o único que possuía a energia necessária (quantizada) para arrancar a espada da rocha. Bem como a retirada da espada, seguida pela emissão de fótons, é uma referência ao salto quântico descrito por Niels Bohr em seu modelo atômico. A partir dessas inferências, entende-se que os novos conhecimentos tinham um grande potencial de interação com os conhecimentos já consolidados na estrutura cognitiva do aprendiz (AUSUBEL, 1980). Os conhecimentos trabalhados na elaboração desse conteúdo permeiam com destreza o universo STEAM, evidenciando a ciência e as artes como parceiras que podem se manifestar em circunstâncias como a deste projeto e contribuir para a formação dos alunos em um contexto mais amplo socialmente (LORENZIN, 2017).

O conteúdo postado no modelo carrossel teve 68 curtidas em 24 horas de divulgação e o resultado obtido em um universo de 1057 seguidores corresponde a um pouco mais que 6%, indicando que mesmo com o uso do recurso lúdico que é a história em quadrinhos, o nível do conteúdo produzido não é simples e gerou um interesse majoritário no público que acompanha a mídia social. Em contrapartida, a produção dos quadrinhos é embasada pelas competências básicas da BNCC, como a competência 5:

Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva (BRASIL, 2018, p. 9).

Portanto, o uso de recursos como os quadrinhos e as paráfrases, auxiliam na entrega de um conteúdo que seja mais acessível ao público em geral, mesmo aqueles que não tiveram a oportunidade de entrar em contato com um tema tão específico, mas possuem alguns subsunçores relativos aos conceitos do modelo atômico de Bohr, por exemplo, possibilitando uma relação mais estreita com a proposta apresentada.

5.1.3. O Método Científico em "O crescimento de Cristais"

O último conteúdo escolhido pelos estudantes foi o método científico, o principal motivo para essa escolha foi a decisão da Viúva Negra em fazer Geologia como curso de graduação. A partir dessa informação, a Viúva Negra questionou se podíamos fazer algo sobre cristais, pois tinha ouvido falar sobre a disciplina de cristalografia. A professora sugeriu que

fosse feito um experimento para crescer um cristal de sulfato de cobre, mas que era necessário um intuito para fazê-lo e, assim, foi decidido trabalhar com o método científico.

O primeiro questionamento, referente ao desafio e como ultrapassá-lo, apresentou objeções diferentes das anteriores, uma vez que o método científico não é um conteúdo de difícil compreensão ou de abordagem aprofundada, mas segue desconhecido pelo público em geral. Logo, o maior obstáculo a ser vencido é falar sobre o método científico de uma maneira prática e aplicada ao cotidiano, fazendo com que as etapas desse método se materializem em procedimentos simples para que o público perceba que a ciência pode ser encontrada em situações diárias mesmo que não haja a consciência do que está sendo empregado. Nesse ponto, é importante ressaltar que o método científico ensinado na Educação Básica não é exatamente o mesmo que dialoga com o pensamento científico, nesse caso, temos que de acordo com Moreira e Ostermann (1993), a produção do conhecimento científico é uma atividade essencialmente humana e, por isso, pode ser descrita como uma relação entre o pensar, o sentir e o fazer. Essa concepção aumenta o grau de liberdade a ser desenvolvido pelos estudantes que, em um primeiro momento, têm contato apenas com a definição tradicional, metódica e rígida.

A discussão sobre o método científico foi extensa pois após perceberem como este estava presente em seus cotidianos, os estudantes começaram a relatar diversas situações da vida, como a situação descrita por Pantera Negra ao tentar fazer uma receita de bolinho de chuva. Pantera Negra contou que, mesmo com o passo-a-passo, alguns procedimentos executados não contribuíram para o resultado final e ele teve que repetir o processo, ajustando alguns passos. A partir do seu relato, os estudantes decidiram aplicar o método científico à experiência de crescer um cristal, e se organizaram para ir ao laboratório de química realizar esse processo.

A preparação para a ida ao laboratório envolveu uma discussão, ainda em reunião, sobre quais eram as etapas do método científico e como conseguiriam associá-las ao relato dado por Pantera Negra. Viúva Negra começa falando que o método científico está relacionado à criação de hipóteses e experimentação dessas hipóteses, o Pantera Negra reafirma o que foi dito pela Viúva, uma vez que ele tinha a receita do bolinho de chuva, que seria, em tese, o caminho para conseguir reproduzi-lo, e só conseguiu perceber ajustes depois que executou todo o procedimento. Neste momento, a professora questiona se na própria fala do Pantera Negra, já não estaria presente uma outra etapa. A Viúva pergunta se seria a discussão sobre os resultados, uma conclusão, pois o Pantera Negra não saberia o que deu errado em sua experiência se não

parasse para questionar as etapas seguidas. A professora concorda e aponta que ainda falta uma importante etapa para completar o método científico, a observação. Então, os alunos elencam que as etapas que eles irão trabalhar no experimento são: observação, elaboração de hipóteses, experimentação e discussão dos resultados.

A execução da aplicação do método científico, respondendo ao questionamento “Eu tenho uma ideia. Como posso executá-la?” ocorreu no laboratório de Química, sob a supervisão apenas de um técnico. A intenção era que os alunos utilizassem seus conhecimentos e tivessem apenas direções mais básicas para a produção do cristal. Na primeira tentativa, eles colocaram uma pequena quantidade de sulfato de cobre para ser dissolvida em água, com isso, todas as vezes que colocavam a gema para que o cristal crescesse, ela acabava dissolvida e nada acontecia. Depois de três tentativas assim, finalmente conseguiram produzir uma solução saturada e, ao colocarem a gema, ela não dissolveu, resultando nas imagens reproduzidas a seguir.

Quadro 12: Conteúdo desenvolvido sobre o tema "O método Científico"

<p>Introdução do conteúdo que será abordado durante o processo de confecção do cristal de sulfato de cobre</p>	<p>Passos iniciais: adição de água para preparação da solução saturada</p>
	
<p>Passos iniciais: aquecimento da amostra de água para aumentar o coeficiente de solubilidade do sal</p>	<p>Passos iniciais: adição de sulfato de cobre na amostra de água com temperatura elevada até saturar</p>

	
<p>Solubilização total do sulfato de cobre</p>	<p>Momento inicial de adição da gema para ficar em repouso por uma semana</p>
	
<p>Resultado do crescimento do cristal após quatro dias de experimento</p>	<p>Resultado final do cristal após uma semana</p>
	

A produção do cristal foi realizada com base no método científico considerando as etapas para a produção: etapa 1) primeiro, foram estudados relatos de produção de um cristal de sulfato de cobre por meio de vídeos disponíveis na internet; etapa 2) em seguida, os alunos

criaram hipóteses sobre como deveriam proceder, montando seu próprio passo-a-passo; etapa 3) na experimentação foi o momento que os equívocos ficaram evidentes, pois a quantidade de sal adicionada não foi suficiente para saturar a solução; etapa 4) ao perceberem que a gema dissolveu após ter sido adicionada, os alunos discutiram o que poderiam ter feito de errado no processo e concluíram que o problema estava na etapa 3, o que os levou a repetir o procedimento.

A divulgação desse conteúdo foi feita por meio da criação de um *reels* para que a apresentação ficasse mais dinâmica, desta forma, no laboratório, os alunos se organizaram para gravar todo o processo, mesmo os seus erros. Ao término da produção, os alunos editaram todo o conteúdo produzido para criação do *reels*. O foco do recurso em vídeo foi o passo-a-passo para crescer o seu próprio cristal e, na legenda desse recurso, foi feita uma sucinta discussão sobre as etapas do método científico, enfatizando os erros cometidos durante a produção daquele experimento. Em 24 horas, o *reels* apresentou 128 curtidas e 1843 visualizações, indicando um índice de aprovação de quase 7%. É interessante observar que o número de visualizações foi maior que o número de seguidores, indicando que pessoas externas à comunidade escolar que acompanham o perfil no *Instagram* também puderam assistir a produção. Esse foi o conteúdo analisado neste projeto com maior engajamento do público, isso se dá pela acessibilidade tanto do tema quanto do recurso proposto, ou seja, nesse caso é possível observar uma linguagem simples, um tema simples e um recurso de divulgação dinâmico e atrativo, aumentando o interesse dos receptores pelo conteúdo.

5.2. CAÇA-EVIDÊNCIAS: APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA?

A investigação sobre a aprendizagem significativa no processo de produção de conteúdo para o *Instagram* foi realizada por meio de dois questionários - para cada tema escolhido - respondido pelos alunos antes da discussão e após a finalização do trabalho. As participações dos alunos nos momentos de discussão e produção do conteúdo foram critérios decisivos para justificar as respostas fornecidas nos questionários citados. O grau de envolvimento de cada estudante foi único, deixando transparecer que os estudantes com maior domínio sobre o tema ou maior disposição para pesquisa, estiveram mais engajados no processo, reforçando seus conhecimentos prévios.

A proposta da criação de conteúdo para divulgação científica a partir da livre escolha dos estudantes participantes do projeto ressalta um importante aspecto da aprendizagem

significativa que é a predisposição do aprendiz em aprender, ou seja, os alunos participaram por livre e espontânea vontade, além de terem escolhido os temas que iriam abordar, com o intuito de tornar o processo de criação um momento de aprendizagem.

Os conhecimentos prévios de cada estudante reforçaram as posturas individuais de engajamento, bem como aqueles que já estavam envolvidos em outros projetos com temas similares se sentiram mais confortáveis em contribuir no desenvolvimento do conteúdo proposto, uma justificativa para esse ponto é a presença de subsunçores já consolidados sobre o tema, facilitando a aquisição de novos conhecimentos.

A análise resultante para essa investigação foi feita por tema escolhido e será feita de forma individual para cada contexto a fim de investigar se nos processos relatados houve aprendizagem significativa. O material utilizado para essa análise consiste em uma amostra das respostas obtidas nos questionários preenchidos pelos alunos, ou seja, os trechos que representam a ideia como toda relatada pelos estudantes serão transcritos para serem discutidos, o objetivo é retratar a imagem geral do que os estudantes responderam, sem tornar o processo de reprodução repetitivo.

5.2.1. Linguagem de Programação

A investigação para a ocorrência da aprendizagem significativa na produção do conteúdo de linguagem de programação é iniciada pelas respostas aos questionários apresentadas a seguir preservando a identidade dos estudantes. O intuito dessa análise é buscar indícios de que houve a aprendizagem significativa, portanto, as respostas aos questionários foram agrupadas em duplas: uma resposta do questionário preliminar e uma do questionário de aferição. Esse grupamento une aspectos pré-produção do conteúdo e pós-produção, relativos ao conhecimento dos estudantes.

A seção 1, apresentada a seguir, compara as perguntas "Você sabe o que é uma linguagem de programação?" e "Você saberia dizer com mais detalhes o que é uma linguagem de programação hoje?". A primeira pergunta investiga a existência dos conhecimentos prévios dos estudantes e proporciona uma ideia de quais são os subsunçores já presentes no imaginário dos mesmos, enquanto a pergunta do questionário de aferição busca investigar se houve mudança nesse conhecimento. Os questionários foram feitos com 30 dias de intervalo, tendo sido o primeiro realizado no dia 9 de janeiro de 2021 e o segundo, de aferição, no dia 12 de fevereiro de 2021. Os resultados para esses questionamentos estão expressos a seguir.

Quadro 13: Seção 1- Perguntas e Respostas

Questionário Preliminar	
Perguntas	Respostas
<p>Você sabe o que é uma linguagem de programação?</p>	<p><i>Dr. Estranho</i> "Linguagem de programação é uma forma padronizada por um conjunto de regras e comandos que basicamente informam ao IDE o que ele deve fazer."</p> <p><i>Pantera Negra</i> "É a linguagem usada para se comunicar com programas em um computador ou dispositivo eletrônico similar."</p> <p><i>Viúva Negra</i> "Não sei"</p> <p><i>Wanda</i> "Uma linguagem de programação é como se fosse uma língua, só que usada no meio tecnológico. É usada para criar códigos ou programas que vão auxiliar no funcionamento de uma determinada plataforma."</p> <p><i>Hulk</i> "Linguagem de programação é a tradução da forma como os computadores entendem as ordens para uma forma mais próxima do entendimento humano."</p>
Questionário de Aferição	
<p>Você saberia dizer com mais detalhes o que é uma linguagem de programação hoje?</p>	<p><i>Dr. Estranho</i> "Sim, considerando todas as experiências, com bem mais detalhes."</p> <p><i>Pantera Negra</i> "A linguagem de programação é um meio de fornecer instruções que serão executadas pelo dispositivo por meio de um programa."</p> <p><i>Viúva Negra</i> "Sim."</p> <p><i>Wanda</i> "É basicamente um grupo de instruções que os seres humanos criaram para facilitar a comunicação entre eles e uma máquina. Até porque é uma máquina que só entende "0" e "1". O computador faz o seguinte processo: Pega o código fonte (seja em Python, JavaScript, etc) — compila, transformando em</p>

	<p>assembly (um código de baixo nível) — liga, transformando em um código que pode ser executado (com zeros e uns). Através dessas linguagens é possível colocar uma máquina para realizar tarefas. Ps - Quanto mais baixo nível da linguagem mais próxima ela é da linguagem de máquina."</p> <p><i>Hulk</i> "Sim, é uma forma de dar ordens a um computador."</p>
--	---

Fonte: Autores.

A resposta inicial de Dr. Estranho demonstra que o estudante já apresenta um vasto conhecimento prévio sobre o tema, pois utiliza termos como "IDE" (Ambiente de Desenvolvimento Integrado). Entretanto, ao ser questionado posteriormente, o Dr. Estranho não fornece uma resposta conclusiva, apenas afirma se sentir mais confiante para aplicar o seu conhecimento. Durante o processo de discussão sobre o tema, o Dr. Estranho foi um dos estudantes que mais contribuiu com explicações sobre os termos para os demais alunos presentes, reforçando a ideia de que ele tem um conhecimento bem estruturado. Nas perguntas apresentadas na seção 1, não foi possível identificar sinais de evolução no conhecimento prévio do Dr. Estranho, entretanto, de acordo com Ausubel (2000), pode-se afirmar que as atividades realizadas contribuíram para evitar a fragilidade da aprendizagem significativa sobre essa temática, uma vez que o Dr. Estranho lembrou diversos conceitos e teve a oportunidade de compartilhá-los com outros estudantes, fugindo da assimilação obliteradora.

A análise da fala do Pantera Negra é mais alinhada com a busca desse trabalho. O principal ponto a ser observado é que o estudante já tinha um conhecimento prévio sobre o tema, como dito na resposta sobre o que é a linguagem de programação. Em contrapartida, na sua segunda resposta, o estudante escolhe palavras como "executado" para fazer menção ao programa criado pela linguagem, demonstrando que já possuía subsunçores e agora eles estão mais claros, ou seja, houve um acréscimo ao participar da discussão e da elaboração do conteúdo. Para Moreira (2011), os subsunçores são os conhecimentos específicos prévios já acomodados na estrutura dos saberes do indivíduo, e esses conhecimentos devem fornecer a ancoragem necessária para a consolidação de novos conceitos, que é o caso do Pantera Negra. É possível ainda identificar a ocorrência de uma subsunção correlativa, uma vez que o novo material de aprendizagem atuou como uma extensão mais elaborada, uma qualificação de conceitos e/ou proposições de um conhecimento que já havia sido aprendido anteriormente (AUSUBEL, 2000).

As respostas fornecidas pela Viúva Negra foram inconclusivas, e demonstram, de certa forma, uma falta de disposição em aprender. A estudante não buscou interagir com os conceitos discutidos ou contribuir na discussão, o que deixa claro que não haviam subsunçores suficientes para que a aprendizagem significativa acontecesse. A participação da mesma no processo também ficou limitada a execução de comandos pelos outros integrantes ou a pesquisas mais simples de conceitos introdutórios. Uma medida que auxiliaria a Viúva Negra nesse processo, seria o uso de organizadores prévios expositivos, pois estes apresentariam os conceitos necessários de maneira estruturada e poderiam ter sido um diferencial no resultado da Viúva Negra. Entretanto, é preciso esclarecer que esses organizadores não fariam diferença nesse cenário se a estudante não estivesse predisposta a aprender.

Wanda apresenta respostas completas em ambos os questionários, entretanto, assim como foi observado nas respostas do Pantera Negra, a resposta de Wanda para o questionário de aferição demonstra maior grau de conforto e compreensão do conteúdo. Um ponto que deve ser considerado para esse resultado é o uso de um espaço diferente do tradicional, no qual a aprendizagem é retirada do foco no professor e passa a ter foco na interação entre os alunos e no desenvolvimento de um conteúdo a partir de suas discussões, caracterizando uma aprendizagem baseada no fazer (*maker-centered learning*), própria de espaços *makers* (Moreira, 2011). Vale a pena ressaltar a ênfase que Wanda dá na linguagem binária, ao mencionar que o computador entende apenas "0" e "1", sendo esse um conceito que foi discutido no momento do encontro com o grupo para desenvolver o conteúdo, ou seja, foi um conceito adicionado ao campo estrutural de saberes da estudante. É notável a inserção do termo dentro do contexto STEAM, enfatizando a correlação entre as áreas abordadas, bem como a ocorrência de uma aprendizagem significativa subordinada, uma vez que um novo conceito adquiriu significado após a interação com uma ideia prévia especificamente relevante.

O que Hulk escreveu em suas respostas aparece estruturado de maneira distinta mas constitui uma mesma impressão sobre as perguntas, ou seja, os conhecimentos prévios do estudante já eram satisfatórios para o processo de desenvolvimento de conteúdo e, de fato, Hulk foi um dos alunos que mais contribuiu na discussão, tendo como característica pessoal uma simplificação dos conceitos, ao invés da escolha por palavras mais rebuscadas ou formais. Assim como no caso do Dr. Estranho, as respostas de Hulk não demonstram que qualquer novo conceito foi agregado mas, sim, houve uma reafirmação do conhecimento já existente, permitindo uma consolidação do mesmo. É importante trazer à luz desse trabalho que, mesmo

que não tenha acontecido a aprendizagem significativa em si em casos específicos, ou seja, a atribuição de novos significados à estrutura cognitiva, houve uma forte contribuição no processo de assimilação obliteradora, ou esquecimento residual. Nesse caso, Moreira (2011) deixa claro, a partir dos conceitos propostos por Ausubel (2000), que mesmo na aprendizagem significativa pode ocorrer o esquecimento, mas que, quando a aprendizagem tem essa característica, o processo de reaprendizagem é mais dinâmico e mais rápido. É possível apontar ainda a possibilidade da ocorrência de uma subsunção correlativa, caso no qual ocorre uma extensão, uma elaboração, uma modificação ou, ainda, uma qualificação, de conceitos ou proposições que foram aprendidos no passado (AUSUBEL, 2000). Essa afirmação é embasada pela avaliação dos novos termos utilizados pelo aprendiz no comparativo entre os questionários.

A seção 2 traz o comparativo entre os questionamentos "Você reconhece a importância da linguagem de programação?" e "Como a produção desse trabalho te auxiliou na compreensão das linguagens de programação?". O primeiro questionamento busca reconhecer a predisposição dos estudantes em relação a temática abordada, uma vez que o reconhecimento da importância de maneira pessoal pode implicar em um desejo sobre a compreensão do tema, enquanto a segunda pergunta investiga o resultado das participações de cada estudante, analisando o engajamento e o que eles acreditam que foi aprendido durante o processo. As respostas estão retratadas a seguir.

Quadro 14: Seção 2 - Perguntas e Respostas

Questionário Preliminar	
Perguntas	Respostas
Você reconhece a importância das linguagens de programação?	<p><i>Viúva Negra</i> "Sim, qualquer coisa que envolva informática no geral é essencial."</p> <p><i>Pantera Negra</i> "Sim, uma vez que as linguagens de programação tem se tornado cada vez mais importantes e presentes em diversos ramos, substituindo empregos antigos que passam a não existir mais ou tem sua importância reduzida."</p> <p><i>Wanda</i> "sim."</p> <p><i>Dr. Estranho</i> "Completamente."</p>

	<p><i>Hulk</i> "Sim, querendo ou não os computadores estão ficando cada vez mais próximos da realidade das pessoas, e é necessário saber "falar" com esses novos membros da sociedade."</p>
Questionário de Aferição	
<p>Como a produção deste conteúdo te auxiliou na compreensão das linguagens de programação?</p>	<p><i>Viúva Negra</i> "Me ajudou a saber o que engloba esse mundo das linguagens e as ferramentas usadas neles, bem como os objetivos e usos."</p> <p><i>Pantera Negra</i> "A produção deste conteúdo requereu o aprofundamento no conteúdo por meio de pesquisas e estudos, mesmo que básicos, da linguagem de programação."</p> <p><i>Wanda</i> "Me ajudou porque pesquisei sobre algumas que não conhecia e descobri da onde vieram e pra que serviam."</p> <p><i>Dr. Estranho</i> "Produzir e estudar materiais sobre as linguagens me ajudou a programar melhor, e compreendi conceitos e mecanismos destas linguagens que antes não conhecia."</p> <p><i>Hulk</i> "Me auxiliou a entender melhor o conceito das linguagens."</p>

Fonte: Autores.

A Viúva Negra respondeu o primeiro questionário identificando positivamente a relevância das linguagens de programação, apesar de restringir esses conceitos dentro do universo da informática, demonstrando uma associação com o senso comum e pouco conhecimento específico, o que já havia sido identificado nas respostas anteriores. A sua segunda resposta, é uma resposta generalista, trazendo muito da pergunta e deixando a desejar nos esclarecimentos sobre os possíveis novos conhecimentos adquiridos. Na análise do material fornecido pela Viúva Negra, não é possível identificar características da aprendizagem significativa ou de conceitos relacionados, pelo contrário, apresenta características que corroboram com o desinteresse, que nada mais é do que a ausência à predisposição para aprender, critério inicial para a ocorrência da aprendizagem significativa (AUSUBEL, 2000).

As respostas do Pantera Negra para essas duas perguntas são coerentes com o que o estudante respondeu relativo às perguntas iniciais. Essa afirmação é feita porque quando disserta sobre a relevância das linguagens de programação, o estudante demonstra uma

preocupação com o futuro do mercado de trabalho, um motivador para a aprendizagem desse conceito. A coerência também é vista quando o estudante enfatiza que o desenvolvimento desse conteúdo demandou que ele aprofundasse seus conhecimentos por meio de pesquisas e estudos, e essa característica foi observada nos termos que o estudante utilizou para responder a segunda pergunta, na seção 1, caracterizando que ocorreu uma aprendizagem significativa proposicional, uma vez que o aluno foi capaz de reconhecer o conceito, atribuir funções aos novos conhecimentos e, por fim, aplicá-los a novos contextos (MOREIRA, 2011), como foi o caso da produção desse conteúdo. A discussão pode ser debatida, ainda, sob a luz de uma subsunção correlativa, por permitir a inferência de que o novo material apresentado é uma extensão e uma modificação dos conceitos já existentes na estrutura cognitiva do aprendiz.

A análise para Wanda, segue sendo superficial uma vez que quando questionada sobre reconhecer a importância da linguagem de programação, a aluna se limita a responder "sim", sem maiores discussões, entretanto, assume na segunda pergunta que fez pesquisas sobre o tema e teve contato com termos que não conhecia anteriormente, nesse caso, temos um exemplo de um organizador prévio não intencional e expositivo, ou seja, um material que expôs a aprendiz a um conceito no qual ela não tinha conhecimentos prévios em sua estrutura cognitiva, e este não foi suficiente para encorajar a estudante a discorrer sobre possíveis aprendizagens no processo de criação do conteúdo. Nessa circunstância, existem duas possibilidades: a estudante não aprendeu devido à maneira expositiva e uma indisposição à aprendizagem ou a estudante teve uma aprendizagem significativa conceitual, ou seja, foi capaz de atribuir nomes à conceitos, sem profundidade na abordagem. Para Ausubel (1980), a aprendizagem significativa precisa da interação entre os novos conhecimentos e aqueles especificamente relevantes que já estejam consolidados na estrutura cognitiva do aprendiz, no caso de Wanda, é possível uma falha no processo interativo, prejudicando a associação de conceitos.

O Dr. Estranho relata muito da sua experiência pessoal, apesar de dar uma resposta mais simples ao ser questionado sobre reconhecer a importância da linguagem de programação. Na sua segunda resposta, ele enfatiza as conclusões já tidas anteriormente, que teve uma oportunidade de consolidar conceitos que já possuía e, até viver novos desafios como o de ensinar para os outros estudantes. Esse fenômeno pode, também, ser caracterizado como uma aprendizagem significativa representacional, pois o aprendiz já conhecia conceitos e funções, e usou seu conhecimento para desenvolver o conteúdo do trabalho. Em outras palavras, o

aprendiz recrutou o seu conhecimento desenvolvido em diversas áreas para formular um argumento conciso sobre o tema abordado, uma característica do contexto STEAM.

Por fim, Hulk apresenta um relato muito similar ao do Dr. Estranho, apesar de apresentar uma preocupação com o mercado de trabalho, assim como o Pantera Negra, a resposta de Hulk sobre o que aprendeu no projeto é mais próxima do relato do Dr. Estranho, configurando também uma aprendizagem significativa representacional e contribuindo para a não ocorrência da assimilação obliteradora, ou seja, associação de conceitos e significados que não são coerentes com o conhecimento em questão.

Na seção 3, temos o quadro comparativo para o questionamento "Apresente duas situações do cotidiano que você acredita serem dependentes desse tipo de linguagem" e "Em quais cenários você acredita que essa linguagem pode ser utilizada agora?". Esses questionamentos tinham o objetivo de investigar qual era a percepção sobre o uso da linguagem de programação no dia a dia dos estudantes antes da produção do conteúdo e como essa percepção ficou, ou seja, aqui o que está sendo investigado é o reconhecimento do uso das linguagens de programação. Os resultados estão expressos abaixo.

Quadro 15: Seção 3- Perguntas e Respostas

Questionário Preliminar	
Perguntas	Respostas
Apresente duas situações do cotidiano que você acredita serem dependentes desse tipo de linguagem.	<p><i>Dr. Estranho</i> "O próprio ato de poder clicar em alguns botões deste formulário usa linguagem de programação. O botão de "enviar", por exemplo, provavelmente deve usar JavaScript ou HTML para te redirecionar a outra página ao acabar as respostas. Clicar em vídeos do youtube, sites, pesquisas, design gráfico e outras situações usam linguagens de programação diretamente."</p> <p><i>Pantera Negra</i> "Estudar por meio da internet, enviar uma mensagem."</p> <p><i>Viúva Negra</i> "eletrônicos(celular, computador), internet."</p> <p><i>Wanda</i> "Literalmente tudo que eu faço na internet, como assistir uma série na netflix ou jogar um jogo."</p> <p><i>Hulk</i> "Uso de páginas Web (Javascript) e Jogos com IA (C#)."</p>

Questionário Preliminar	
Questionário de Aferição	
Em quais cenários você imagina que essa linguagem pode ser utilizada agora?	<p><i>Dr. Estranho</i> "Desenvolvimento web, análise de dados, construção de projetos, jogos, aplicativos, muitas coisas necessárias para o mundo atual."</p> <p><i>Pantera Negra</i> "Ainda nos mesmos cenários, uma vez que possuía alguns conhecimentos prévios. Em diversas aplicações do cotidiano, desde celulares e computadores até mesmo a uma máquina de lavar."</p> <p><i>Viúva Negra</i> "Em qualquer coisa que precisa ser programada ou executada por um aparelho tecnológico."</p> <p><i>Wanda</i> "No desenvolvimento de redes sociais, mercado financeiro, robótica, desenvolvimento de jogos, entre muitos outros."</p> <p><i>Hulk</i> "Criando sistemas de automação na casa, criando pequenos programas para hobby entre outros."</p>

Fonte: Autores.

Nesta seção, a investigação é de um ponto específico: o reconhecimento do uso da linguagem de programação, portanto, a análise será feita em dois grupos, aqueles que já apresentavam conhecimentos prévios estruturados em seus respectivos campos do saber, e aqueles que tinham um conhecimento prévio menos robusto, mas acreditavam compreender a aplicação das linguagens de programação na construção do mundo e dos recursos que temos hoje.

No primeiro bloco, podemos observar uma maior proficiência nas falas do Dr. Estranho e do Hulk, é curioso observar que ambos já usavam uma linguagem robusta quando descreveram inicialmente as situações do cotidiano que fazem uso da linguagem de programação. Por exemplo, tanto o Dr. Estranho quanto o Hulk, citam o uso de JavaScript, que é uma linguagem de programação, em suas respostas iniciais, deixando claro que já tiveram contato com esse conceito e suas aplicações, mesmo que não dominem todas as habilidades necessárias para desenvolver projetos nessa linguagem. Em contrapartida, em suas argumentações sobre aplicação, após a discussão e tendo passado um período relevante desde

o primeiro questionário, o Dr. Estranho e o Hulk usam como exemplos atuais as suas próprias vivências e interesses. Demonstrando, mais uma vez, a ocorrência da aprendizagem significativa proposicional que, para Moreira (2011), essa aprendizagem tem como pré-requisito a aprendizagem conceitual e representacional, uma vez que os aprendizes dominam o conteúdo, identificam situações para aplicá-lo e fazem uso do mesmo com um propósito. No caso do conteúdo produzido, o Dr. Estranho e o Hulk foram os principais responsáveis pelo desenvolvimento dos vídeos de programação, pois era uma oportunidade de utilizarem suas habilidades e testarem seus conhecimentos em um contexto STEAM que não fora trabalhado nas aulas regulares da escola.

O segundo grupo de análise consiste nos aprendizes que estão menos familiarizados com o conceito de linguagem de programação e seu uso, ou seja, estão ainda galgando uma aprendizagem significativa conceitual. Nesse ponto, cabe mencionar que a aprendizagem significativa pode assumir três diferentes formas: subordinação, superordenação e combinatória (MOREIRA, 2011). A subordinação se dá quando novos conceitos são desenvolvidos e servirão como ancoragem para conceitos futuros; a superordenação se dá quando ocorre um processo de abstração, indução e síntese, os quais subordinam novas ideias, criando conceitos; e, por fim, a combinatória, resultado da atribuição de significados a um novo conceito a partir de conhecimentos já existentes. Nesse caso inicial, podemos afirmar que havia a possibilidade de ocorrência de apenas a aprendizagem significativa subordinada, pois novos conceitos ainda estavam sendo inseridos no campo estrutural do saber dos aprendizes.

Ao desenvolverem o conteúdo para o projeto e participarem de maneira ativa nas pesquisas conceituais, mesmo que feitas com organizadores expositivos não-intencionais, os estudantes tiveram a oportunidade de ampliar os seus conceitos, ou seja, não só são capazes de reconhecer o significado do termo linguagem de programação, agora eles também compreendem a regularidade em eventos e objetos, e extrapolam para situações que não foram citadas por eles anteriormente, como é o caso da resposta da Viúva Negra, a qual foi superficial em um primeiro momento, mas quando questionada novamente traz termos como "programação" e "execução", próprios para descreverem processos da linguagem de programação. Em outras palavras, ao utilizarem termos próprios dos conceitos de linguagem de programação, os estudantes demonstram que tiveram contato com o conteúdo e que estiveram sujeitos a vivenciar uma subsunção derivativa, processo no qual o novo material de

aprendizagem é como um exemplar específico de um conceito ou proposição estabelecido na estrutura cognitiva do aprendiz (AUSUBEL, 2000).

Em termos de conclusão, é razoável afirmar que houve um processo de aprendizagem significativa na produção do conteúdo de linguagem de programação, as respostas dos estudantes indicam o engajamento relativo ao projeto e como estes puderam ampliar seus conhecimentos, alguns de maneira inicial, com a introdução de conceitos, e outros de maneira mais robusta. É importante frisar que esse resultado é, também, fruto do espaço diferenciado ao qual os alunos tiveram acesso. Apesar de não ser um espaço físico, o espaço de discussão e criação proporcionou um ambiente livre para a aprendizagem significativa, garantido a curiosidade e a vontade para aprender e reforçar saberes, assim como prevê Martin (2015), para as atividades categorizadas como atividades *makers*.

5.2.2. A História da Quântica: Quânteto Fantástico

A investigação para a ocorrência da aprendizagem significativa na produção do conteúdo de ciência quântica é iniciada pelas respostas dos formulários apresentadas a seguir preservando a identidade dos estudantes. A análise das respostas dadas aos questionários sobre esse tema foi feita a partir do comparativo realizado em três seções distintas, seguindo o mesmo processo realizado para a linguagem de programação: respostas do questionário preliminar sendo comparadas com as respostas do questionário de aferição. O questionário preliminar sobre quântica foi aplicado para os alunos no dia 15 de janeiro e, o questionário de aferição, foi aplicado no dia 20 de fevereiro, um intervalo de pouco mais de um mês entre os eventos. O conteúdo relativo à essa postagem já havia sido desenvolvido na data do questionário de aferição.

A seção 1 desta temática compara os questionamentos "O que a palavra quântica significa pra você?" e "Qual o significado que a palavra quântica tem pra você agora?", o principal objetivo é entender quais são os subsunçores que os estudantes apresentam e se houve mudança nos conhecimentos do aprendiz após a realização do projeto.

Quadro 16: Seção 1- Perguntas e Respostas

Questionário Preliminar	
Perguntas	Respostas
O que a palavra quântica significa pra você?	<i>Wanda</i> "Estudo das partículas atômicas e subatômicas. Ou transformar tudo em bolinhas."

	<p><i>Viúva Negra</i> "Antes de conversar um pouco sobre parecia uma coisa surreal cheia de formas e cores diferentes, caleidoscópios e coisas do tipo."</p> <p><i>Pantera Negra</i> "O que pode ser quantificado"</p> <p><i>Dr. Estranho</i> "Algo muito pequeno"</p> <p><i>Capitã Marvel</i> "Uma quantificação de partículas atômicas e subatômicas, que fazem parte da formação de um átomo, que constitui a matéria."</p>
Questionário de Aferição	
Qual o significado que a palavra quântica tem pra você agora?	<p><i>Wanda</i> "O estudo da matéria em escalas bem pequenas. Ela basicamente tá ali porque muitas vezes o que funciona no macro, não funciona do mesmo jeito pro micro."</p> <p><i>Viúva Negra</i> "Quantidade, quantificar"</p> <p><i>Pantera Negra</i> "O quântico representa uma ramificação da física e da química que abrange um objeto de estudo diferente, focando-se no atômico e subatômico."</p> <p><i>Dr. Estranho</i> "Sinceramente, a palavra quântica antes só me remetia à pensar sobre a física quântica em si. Mas, depois de fazer o trabalho, quântica significa um momento que passei com amigos trabalhando em um projeto incrível, se tornou mais do que só física, mas uma memória e experiência."</p> <p><i>Capitã Marvel</i> "Quântica é uma quantidade, quando Planck criou a teoria quântica ele quantificou a energia, dizendo que a energia era igual a um número inteiro vezes o quantum, como se fossem pacotes de energia."</p>

Fonte: Autores.

A análise das respostas desses questionamentos será feita de maneira individual, para melhor comparação entre as respostas. A Wanda afirma, inicialmente, que a quântica estuda partículas atômicas e subatômicas e faz uma analogia com as bolinhas, essa resposta indica que existem conceitos associados ao pensamento da Wanda como a estrutura atômica, as partículas

subatômicas como prótons, elétrons e nêutrons e o modelo atômico de Dalton, que utiliza "bolinhas" para representar os átomos. Entretanto, esse conhecimento prévio, não é relativo de maneira direta com a química quântica e é necessária a discussão sobre a circunstância uma vez que a maneira como a discussão será guiada resulta na criação de novos conhecimentos ancorados por esses subsunçores. No questionário de aferição, Wanda relata que a quântica se relaciona ao estudo da matéria em escalas bem pequenas, enfatizando o funcionamento da matéria no macro e a divergência para a compreensão do mesmo no aspecto micro. Apesar de apresentar um argumento mais maduro, Wanda ainda parece não compreender o significado de quântica, que é referente ao *quantum* proposto por Max Planck, e este seria uma quantidade definida de energia que, a partir de agora, seria descrita em quantidades discretas e não mais de maneira contínua. É possível afirmar que houve um avanço no campo dos saberes de Wanda, mas que não houve aprendizagem do conceito de quântica de maneira integral a partir da análise das respostas fornecidas.

A análise das respostas da Viúva Negra traz um pouco mais de subsídio para a investigação proposta. Preliminarmente, a Viúva Negra relata que sua ideia sobre a palavra quântica estava relacionada a cores e formas diferentes, algo parecido com um caleidoscópio, o que remete a uma visão muito abstrata do conceito. Nesse caso, é necessário ponderar quais são os subsunçores existentes para a estudante, pois parecem relativos a cenas de obras fictícias que buscam retratar o universo quântico. Em contrapartida, no questionário de aferição, a Viúva Negra se restringe a definir a quântica como algo que foi quantificado, fazendo menção às ideias de Max Planck sobre o *quantum*. A conclusão está embasada na simplicidade do argumento apresentado, uma vez que a estudante agora mostra deter algum conceito inicial para a descrição sobre a quântica e o que foi feito por Planck na determinação de quantidades discretas. O intervalo entre os questionários é um fator significativo pois como algum tempo foi transcrito entre o momento da discussão e da apresentação de conceitos em organizadores prévios não-expositivos, a resposta da estudante demonstra que ocorreu uma aprendizagem significativa subordinada, pois houve o desenvolvimento de novos conhecimentos potencialmente significativos com o intuito de adquirir significados em um processo de ancoragem cognitiva e interativa (MOREIRA, 2011). O argumento para esse resultado pode ser satisfeito com o trabalho colaborativo desempenhado pelos aprendizes para criar uma história em quadrinhos que, necessariamente, demandava um conhecimento aplicado sobre os conceitos recém

discutidos que permeiam o universo delimitado pelo STEAM, promovendo a articulação entre os conceitos trabalhados e o mundo fora do contexto escolar (LORENZIN, 2017).

As respostas do Pantera Negra apresentam um resultado oposto ao que se era desejado e são contraditórias em relação às respostas de Wanda e da Viúva Negra. Isso ocorre porque, inicialmente, Pantera Negra afirma que a quântica está relacionada com aquilo que pode ser quantificado e, como já dito sobre a teoria de Max Planck, essa é uma forma resumida de apresentar suas proposições. Já quando questionado novamente sobre qual seria o significado de quântica no momento, Pantera Negra faz menção ao mundo atômico e subatômico, sendo que a quântica trata de eventos ainda menores que, conseqüentemente, interagem com o atômico e o subatômico, mas não são descritos nessa magnitude. No caso do Pantera Negra observa-se que existiam subsunçores estabelecidos, mas estes serviram para ancorar conceitos equivocados sobre a teoria em análise. Isso foi previsto por Ausubel (2000), uma vez que indica que a aprendizagem significativa está relacionada a construção de um campo de saberes a partir de conhecimentos prévios que sirvam como âncoras mas não garante que os conceitos ancorados estarão de acordo com o que seria considerado satisfatório ou cientificamente correto.

O Dr. Estranho apresentou respostas com padrões que não podem ser analisados em termos da aprendizagem significativa, mas cabem no lúdico, outro ponto deste trabalho previsto no desenvolvimento de atividades *maker* (MARTIN, 2017). Essa inferência pode ser abordada pois no lúdico o aprendiz tem maior liberdade de criação e lhe é proporcionado autonomia nos processos, além da presença da diversão que, muitas vezes, é refletida na memória afetiva relatada pelo aprendiz. No questionário preliminar, o estudante relata que a quântica lhe remete algo muito pequeno, entretanto, no questionário de aferição, o aprendiz não apresenta nenhum conceito novo sobre a quântica, mas menciona que após a experiência desenvolvendo esse conteúdo ele terá memórias com os seus amigos trabalhando nesse projeto específico e discutindo sobre a química e a física quântica, sendo possível inferir que o estudante teve uma experiência positiva no projeto.

Por fim, as respostas da Capitã Marvel são as que apresentam maior coerência com a proposta. Assim como Wanda, a Capitã Marvel descreve a quântica como a quantificação de partículas atômicas e subatômicas, relatando ainda que essas fazem parte do átomo. Como visto anteriormente, a quântica está além do conceito do átomo, descrevendo um quantitativo para a energia. No questionário de aferição, a Capitã Marvel não só relata a quântica como um

processo quantitativo, mas cita Max Planck e a quantificação de energia, criando evidências concretas das mudanças no seu campo de saberes e, conseqüentemente, corroborando para uma aprendizagem significativa, pois de acordo com Moreira (2003), uma característica desse processo de aprendizagem se dá quando o aprendiz consegue aplicar os novos conceitos a situações divergentes das quais estes foram adquiridos. Neste ponto, os estudantes adquiriram conceitos a partir da discussão orientada e, em seguida, por meio de pesquisas sobre o tema, aplicando-os ao desenvolvimento do conteúdo. Aqui, foram associados ao conceito prévio de quantificação, a ideia de quantificar a energia e a origem dessa quantificação com Max Planck e com o *quantum*.

A seção 2 traz um comparativo entre os questionamentos "Você sabe o que é a química ou a física quântica?" e "O que você diria que aprendeu sobre química ou física quântica?". O primeiro questionamento é similar aos apresentados na seção 1, mas difere por ser mais incisivo na questão, enquanto na seção 1 existia uma tolerância para a abstração. Apesar de parecer trivial, a clareza da pergunta faz diferença na maneira como os estudantes respondem aos questionamentos. O principal ponto aqui é reconhecer os subsunçores a partir dos conhecimentos prévios dos aprendizes. O segundo questionamento busca investigar o que os alunos galgaram em relação aos possíveis novos conhecimentos sobre o assunto. Desta forma, a análise desses questionamentos irá evidenciar se houve ou não uma aprendizagem significativa nesse processo. As respostas estão relacionadas a seguir.

Quadro 17: Seção 2 - Perguntas e Respostas

Questionário Preliminar	
Perguntas	Respostas
Você sabe o que é a química ou a física quântica?	<p><i>Wanda</i> "Estudo da matéria quando ela tem valores muito pequenos."</p> <p><i>Viúva Negra</i> "Vagamente, só o nome talvez mas uma ideia do que possa ser."</p> <p><i>Pantera Negra</i> "São áreas da química e da física que abordam o microscópico, sistemas em que as leis da física não se aplicam corretamente."</p> <p><i>Dr. Estranho</i> "Física/Química quântica é a área de estudo que aborda acontecimentos em nível molecular/atômico."</p> <p><i>Capitã Marvel</i></p>

	<p>"A física quântica é o estudo das propriedades físicas das partículas subatômicas e atômicas e os fenômenos que ocorrem nessas partículas. A química quântica estuda a eletrosfera de um átomo, como a quantidade de elétrons, a camada de valência, etc."</p>
<p>Questionário de Aferição</p>	
<p>O que você diria que aprendeu sobre química ou física quântica?</p>	<p><i>Wanda</i> "O tal do Planck resolveu que ia revolucionar o mundo da ciência e foi atrás de pesquisar mais sobre a luz e o calor. Dai pra facilitar a vida dele ele inventou que a energia na verdade era emitida em pequenos pacotinhos (quanta). A partir daí ele também resolveu o problema do corpo negro, dizendo que a frequência que ele emite vai estar diretamente ligada a temperatura. Pegando uma estrela como exemplo: Uma estrela azul é mais quente que uma estrela vermelha (sim, azul é a cor mais quente!)."</p> <p><i>Viúva Negra</i> "Aprendi que é uma área extremamente complexa porém interessante que busca entender mistérios da parte diminuta da natureza."</p> <p><i>Pantera Negra</i> "A partir da produção do conteúdo, foi necessário investigar e aprofundar os conhecimentos no tema, de modo a produzir um material interessante. Conceitos como o efeito fotoelétrico e cientistas importantes para a quântica foram vistos."</p> <p><i>Dr. Estranho</i> "Principalmente sobre os principais pensadores da química e física quântica, além de algumas regras e conceitos que eu sequer fazia ideia que existiam."</p> <p><i>Capitã Marvel</i> "A física e química quântica não são duas áreas de estudo muito diferentes umas das outras, basicamente a diferença é que a física ou mecânica quântica estuda o que vem primeiro à nossa mente que é quântica: comportamento dos elétrons, prótons, neutrons, quarks, glúons, etc. A química quântica estuda uma parte bem pequena deste vasto mundo, que é mais focada na quantidade de elétrons presentes na camada de Valência. Existiram 6 importantes nomes para quântica: Plank, Einstein, Schrodinger, Bohr, Rutherford e Heisenberg, sendo que quem levou o nome de pai da física quântica foi Max Plank. Na história em quadrinhos utilizamos da radiação do corpo negro, que foi como a quântica foi pensada pela primeira vez, com quatro desses importantes nomes, formando o Quânteto Fantástico."</p>

Fonte: Autores.

As respostas de Wanda para o questionamento sobre seus conhecimentos iniciais sobre a física e/ou a química quântica demonstram que a aprendiz tinha uma noção sobre o tamanho dos valores que estavam sendo analisados, mas fez referência à matéria, que não é o foco da teoria quântica. Em outras palavras, é possível afirmar que existiam subsunçores suficientes para a ancoragem de novos conhecimentos e, é exatamente a confirmação dessa afirmação que é vista na resposta seguinte. Ao ser questionada sobre o que ela aprendeu sobre a química e a física quântica, Wanda menciona Planck, a luz e a energia térmica, além de falar sobre os quanta como pacotinhos de energia para descrever a teoria de Planck. Wanda ainda foi capaz de aplicar essa teoria à resolução do problema da radiação do corpo negro a qual trata-se de um problema na observação da emissão de energia por sólidos aquecidos. O segundo relato de Wanda apresenta aspectos majoritários tanto do que foi discutido em reunião, quanto do que foi utilizado na criação dos quadrinhos, ambos com ocorrência no mesmo dia. Portanto, é possível inferir que houve aprendizagem significativa subordinada uma vez que os subsunçores atuais da aprendiz são mais sofisticados do que aqueles observados antes do projeto, ou seja, estão prontos para ancorar outros conhecimentos (MOREIRA, 2011).

As perguntas com maior ênfase não surtiram o mesmo efeito nas respostas da Viúva Negra. A aprendiz começa relatando uma possibilidade de saber algo sobre a química e a física quântica, mas se furta o direito de dissertar sobre esse processo quando menciona que sabe algo "vagamente". No questionamento seguinte, a estudante relata que a quântica é uma área extremamente complexa o que, de fato, o é, mas a relaciona com a compreensão dos mistérios de pequenas partes da natureza. Apesar da energia fazer parte do todo que é abrangido pelo conceito de natureza, é passível de compreensão um questionamento sobre o comentário da aprendiz que, apesar de não errar termos, parece relacionar a quântica com o estudo da matéria em si.

O Pantera Negra já apresenta respostas mais interessantes para a análise. No primeiro questionário, o Pantera Negra menciona que a física e química quântica são áreas microscópicas nas quais as leis da física não se aplicam corretamente, e é importante ressaltar que a motivação de Bohr para o estudo do átomo partiu de uma aplicação defasada da mecânica clássica no modelo de Rutherford, sendo somente após a estruturação da quântica que o modelo atômico passa a explicar a razão para que os elétrons não descrevam uma trajetória em espiral na direção do núcleo, justificando a menção do Pantera Negra. Na resposta do questionário de aferição,

Pantera Negra descreve um pouco sobre a sua experiência e menciona o efeito fotoelétrico, assunto que foi tratado na discussão do conteúdo e, também, utilizado para a produção dos quadrinhos. Dessa forma, pode-se dizer que aos subsunçores iniciais do Pantera Negra, novos conhecimentos foram agregados a partir do momento de discussão e exposição de organizadores prévios orais, garantindo que o aprendiz consolidasse um novo termo, o efeito fotoelétrico, e fosse capaz de relacioná-lo com a química quântica. O progresso apresentado por Pantera Negra, corrobora com a ideia de que a aprendizagem pode buscar outros focos distintos da clássica avaliação, e que se aproximem da compreensão, captação de significados ou ainda da capacidade de transposição do que foi aprendido (MOREIRA, 2011).

A análise das respostas fornecidas pelo Dr. Estranho será pouco proveitosa para o trabalho, uma vez que o aprendiz começa relatando sobre os acontecimentos em nível molecular/atômico o que ocorre de fato, entretanto, não abrange todos os aspectos da quântica, incluindo a sua criação, a partir da quantificação da energia. No questionário de aferição, o estudante narra, novamente, a sua experiência, assim como o fez na seção 1, e se limita a dizer que aprendeu sobre os principais pensadores, além de algumas regras e conceitos, mas não os identifica. Dessa forma, a análise é inconclusiva para a ocorrência da aprendizagem significativa, pois seria necessário compreender a quais objetos de estudo o aprendiz quis fazer menção. É possível, entretanto, a ocorrência de uma subsunção derivativa, tendo o material discutido desempenhado um papel de exemplificar um conceito, ou uma proposição, estabelecido na estrutura cognitiva ou, até mesmo, um papel ilustrativo desse conceito (AUSUBEL, 2000).

A Capitã Marvel apresentou as respostas mais completas para esse estudo. Inicialmente, já é possível observar que a aprendiz foi muito detalhista tanto no questionário preliminar, quanto no questionário de aferição e, por esse motivo, proporcionou subsídio para algumas conclusões. De acordo com a resposta inicial da Capitã, seu conhecimento prévio sobre o assunto já estava bem estruturado no campo dos saberes, proporcionando excelentes subsunçores para os conhecimentos que seriam tratados na discussão. O êxito do processo ficou claro com as respostas do questionário de aferição, que indicam que agora a estudante é capaz de diferenciar o universo estudado pela química quântica e pela física quântica, indicando com mais detalhes o que é descrito pela química quântica em relação à eletrosfera atômica, por exemplo. A facilitação da ocorrência da aprendizagem significativa pode ser identificada nessas circunstâncias pois foi levado em consideração os conhecimentos prévios dos estudantes

(MOREIRA, 2011). Nesse caso, podemos afirmar que ocorreu uma aprendizagem significativa representacional, pois a estudante já possuía os conceitos e, agora, é capaz de extrapolar o universo de coisas que podem ser descritas por esses saberes, ou seja, agregou novos significados a um mesmo conceito.

A seção 3 tem como objetivo comparar questionamentos para a investigação da predisposição dos aprendizes a trabalharem com a temática que eles escolheram. De acordo com Ausubel (1998), um dos pré-requisitos para que aconteça a aprendizagem significativa é o desejo do aprendiz em aprender. Sem esse fator, a aprendizagem significativa pode ficar comprometida. O questionamento preliminar foi "Por que você acha a quântica um tema interessante?" e a motivação para esse questionamento foi entender o motivo que levou os estudantes a escolhê-lo, de maneira espontânea. O segundo questionamento foi "Você ainda acha a quântica um tema interessante?" e esse questionamento visa investigar o fator diversão dos estudantes durante o processo, pois mesmo que achem que a quântica agora configura uma temática mais complexa, a dinâmica do projeto pode ter proporcionado uma experiência positiva. As respostas aos questionários estão discriminadas a seguir.

Quadro 18: Seção 3 - Perguntas e Respostas

Questionário Preliminar	
Perguntas	Respostas
Por que você acha a quântica um tema interessante?	<p><i>Wanda</i> "TODO FENÔMENO PODE SER QUANTIFICADO."</p> <p><i>Viúva Negra</i> "Porque parece coisa de outro mundo, mas pelo menos na teoria é mais simples do que parece."</p> <p><i>Pantera Negra</i> "Não sei."</p> <p><i>Dr. Estranho</i> "Pelo fato de estudar acontecimentos tão mínimos e raros."</p> <p><i>Capitã Marvel</i> "Porque ela foi criada para explicar coisas que não eram explicadas pela física clássica e eu me interessei muito por radioatividade e a área nuclear. Além de ter um nome legal."</p>
Questionário de Aferição	
Você ainda acha a	<i>Wanda</i>

<p>quântica um tema interessante?</p>	<p>"Com certeza. Parece que quanto mais eu pesquiso sobre mais perguntas eu tenho haha"</p> <p><i>Viúva Negra</i> "Sim, extremamente."</p> <p><i>Pantera Negra</i> "Certamente, uma vez que o aprofundamento no conteúdo demonstrou as diversas possibilidades apresentadas. Ao buscar entender melhor a quântica, também foi possível achar diversas outras áreas interessantes."</p> <p><i>Dr. Estranho</i> "COM CERTEZA GALLAPLANK SEMPRE VOLTARÁ."</p> <p><i>Capitã Marvel</i> "Claro que sim!!"</p>
--	--

Fonte: Autores.

A análise das respostas de Wanda para os questionamentos desta seção refletiu tanto o seu conhecimento prévio, ao afirmar que todo fenômeno pode ser quantificado, assim como a resposta do questionário de aferição indica que a estudante desenvolveu um interesse passível de motivá-la a continuar estudando sobre o tema, pois a mesma afirma ter mais perguntas agora que se aprofundou. Esse é um fenômeno interessante, pois de acordo com Paulo Freire (1996, p. 33), a curiosidade epistemológica é um fator motivacional na aprendizagem, o que vai ao encontro da fala de Ausubel (2000), sobre os pré-requisitos para uma aprendizagem significativa. Em outras palavras, Wanda parece estar disposta a aprender de maneira significativa assuntos relacionados a essa temática mesmo após o desenvolvimento do projeto. Indicando que o mesmo funcionou como um fator de predisposição à aprendizagem.

A resposta da Viúva Negra no questionário preliminar demonstra empolgação sobre o tema que, em geral, é desconhecido para alunos que estão frequentando o ensino médio e acabam ouvindo falar apenas por meios de divulgação, inclusive os filmes de ficção. Na aferição, a Viúva Negra não se preocupa em aprofundar seu interesse, mas segue confirmando que acha o tema relevante. O processo inverso é visto com as respostas do Pantera Negra que, no questionário preliminar, afirma não saber o motivo pelo qual acha a quântica interessante, essa resposta poderia indicar uma barreira para a aprendizagem do estudante, entretanto, não é coerente com as suas contribuições durante o processo. Em seu próprio questionário de aferição, o Pantera Negra diz ter descoberto novas áreas que são igualmente interessantes, demonstrando que, mesmo com o seu conhecimento prévio ainda superficial, foi possível se engajar e aprofundar nos temas propostos.

O Dr. Estranho segue com respostas mencionando o que foi desenvolvido no projeto. Apesar de sua resposta no questionário preliminar ter feito relação da quântica com o estudo de acontecimentos mínimos e raros para justificar o seu interesse, em seguida, o Dr. Estranho relata no questionário de aferição que GallaPlanck sempre voltará, sendo esse um dos personagens criados na história em quadrinhos que aborda o tema. Dessa maneira, o Dr. Estranho deixa claro o seu interesse no assunto, além de enfatizar o seu apreço pela criação do conteúdo, ao relembrar um dos personagens da trama. O relato do Dr. Estranho remete aos conceitos observados no lúdico como a diversão e a voluntariedade, além da afetividade apresentada em suas respostas. É possível concluir que havia, por parte do aprendiz, uma predisposição à aprendizagem, bem como esse interesse segue sendo válido para situações posteriores às do projeto. Uma resposta similar à do Dr. Estranho, foi dada pela Capitã Marvel que, no primeiro questionamento, esclarece seu interesse por áreas distintas da física clássica, e específica um interesse maior pela radioatividade e a área nuclear, o que justifica achar a quântica um tema interessante. Já no questionário de aferição, ela se resume a concordar que continua achando o tema interessante, sem maiores explicações, mas, também, sem limitar seus próximos passos na área, provando que a experiência foi positiva.

A análise das seções 1, 2 e 3, permitem a afirmação de que houve uma aprendizagem significativa devido a presença de novos termos no vocabulário dos aprendizes, inclusive a descrição de processos relativos ao meio quântico. Além disso, foi possível avaliar uma maior predisposição para o assunto por parte dos alunos envolvidos no projeto, preparando-os para discutir outros processos a partir de subsunções mais robustos do que os que tinham no início da discussão. Outro fator relevante nesse tópico, é o produto final criado: a história em quadrinhos. Essa história foi criada a partir da paráfrase da história do Rei Arthur e os cavaleiros da Távola Redonda, que junto a criação dos quadrinhos configuram características da ludicidade presente no projeto, como o interesse pessoal e espontâneo dos participantes na criação e no desenvolvimento, bem como a liberdade de criação.

5.2.3. O Método Científico em "O Crescimento de Cristais"

A investigação para a ocorrência da aprendizagem significativa na produção do conteúdo sobre o método científico é dada pela análise das respostas dos formulários preliminar e de aferição. O processo foi realizado de maneira comparativa com o intuito de destacar diferentes aspectos da aprendizagem significativa em cada seção explorada. O questionário

preliminar foi aplicado no dia 15 de fevereiro e o questionário de aferição, no dia 2 de abril. O conteúdo referente a essa postagem já havia sido produzido quando o questionário de aferição foi aplicado. Dentre os tópicos abordados neste trabalho, o método científico foi o que deu maior liberdade para os alunos envolvidos, pois era um tema comum às aulas de ciências do ensino médio. Além disso, apenas dois alunos participaram da produção desse conteúdo, pois demandava uma maior disponibilidade de tempo para que estivessem no laboratório.

A seção 1 deste assunto é iniciada com a investigação do conhecimento prévio sobre o tema com o questionamento "O que é o método científico?" e, em seguida, o questionamento "Como o método científico foi utilizado na sua proposta?", com o intuito de identificar se houve uma aprendizagem significativa proposicional, uma vez que foi deduzido que os alunos já tinham conhecimento sobre os conceitos (aprendizagem significativa conceitual) e as representações (aprendizagem significativa representacional), o que pode vir a ser confirmado pela análise do primeiro questionamento. As respostas dos estudantes estão discriminadas a seguir.

Quadro 19: Seção 1- Perguntas e Respostas

Questionário Preliminar	
Perguntas	Respostas
O que é o método científico?	<p><i>Wanda</i> "É o método adotado por vários cientistas para testar suas hipóteses para depois serem transformadas em Teorias ou Leis."</p> <p><i>Pantera Negra</i> "É um método pelo qual é possível estudar e entender o funcionamento de diversas coisas, além de possibilitar chegar a um resultado completamente novo a partir de suas etapas."</p>
Questionário de Aferição	
Como foi utilizado o método científico na sua proposta?	<p><i>Wanda</i> "Comecei pesquisando como um cristal de sulfato é formado, a fase de observação. Depois me perguntei: como fazer esse cristal? A fase de questionamento. Depois minha hipótese foi: se eu dissolver uma quantidade qualquer de sulfato de cobre na água fervendo, um cristal será formado, a fase de hipótese. Depois parti para fase experimental, na qual eu descobri que minha hipótese estava errada, não deveria ter colocado uma quantidade qualquer de sulfato e dissolver aquela quantidade apenas, deveria saturar aquela solução de sulfato de cobre com a utilização de um catalisador que esquentasse a solução, o</p>

	<p>fogo. Com isso, quando a solução esfriasse, ela estaria supersaturada na temperatura ambiente, fazendo com que o CuSO₄ cristalizasse, então com a adição de um cristal de base (o sulfato), a cristalização ocorrerá ao redor dele. Após os testes, essa hipótese foi comprovada, o cristal foi formado. Então pude concluir que deve-se deixar a solução saturada para que a formação de um cristal ocorra."</p> <p><i>Pantera Negra</i> "Durante a produção do cristal, foi necessário observar os efeitos do experimento e reagir conforme seus resultados."</p>
--	--

Fonte: Autores.

As respostas para o primeiro questionamento, tanto de Wanda quanto do Pantera Negra demonstram o que já era esperado, os estudantes apresentam um bom conhecimento prévio sobre o método científico. De acordo com Dewey (1979), o método científico não é um manual de etapas que guiam o desenvolvimento da ciência, passo a passo, permitindo que o indivíduo teste suas hipóteses e apresente conclusões robustas. A descrição dos estudantes foi ao encontro da definição do método científico para os livros didáticos, distante do pensamento científico, como pode ser visto na fala da Wanda, ao dizer que o método é adotado por cientistas para testar suas hipóteses e criar teorias e leis, ou na fala do Pantera Negra, que afirma que o método permite o estudo e os testes em diversas situações, sempre com o objetivo de chegar a uma conclusão. Apesar de entender que o conhecimento prévio dos alunos é robusto e servirá de subsunçores bem dispostos, é necessário enfatizar que esse conhecimento ainda é sucinto, não explorando categoricamente o método.

Na resposta do segundo questionamento, o Pantera Negra foi sucinto, mas esteve acompanhando a Wanda em todo o processo e ela descreve como eles trabalharam para obtenção do cristal de sulfato de cobre. No relato da Wanda é possível observar todas as etapas descritas para o método científico comum aos livros de ciências da educação básica, ela aponta a fase de observação, levantamento de hipóteses e experimentação, pontuando que na discussão da primeira tentativa, percebeu que havia cometido alguns equívocos e teve que recomeçar, a partir da própria observação, repetindo as fases descritas. Como apontado por Moreira e Ostermann (1993), o método científico não deve ser descrito como uma estrutura rígida ou, ainda, exclusivamente indutiva.

A seção 2 apresenta o comparativo entre o questionamento preliminar "Por que o método científico é utilizado na produção científica?" e o questionamento de aferição "O que você faria diferente durante a produção do conteúdo?". O intuito entre esses comparativos é

promover uma discussão que visa investigar se os estudantes reconhecem a importância do método científico e, mais do que isso, entendem como empregar os conceitos que possuem acerca do tema. A confirmação desse grau de maturidade sobre o assunto pode ser aferida pelo segundo questionamento, que induz o pensamento reflexivo dos estudantes. As respostas para essa seção estão dispostas a seguir.

Quadro 20: Seção 2 - Perguntas e Respostas

Questionário Preliminar	
Perguntas	Respostas
Por que o método científico é utilizado na produção científica?	<p><i>Wanda</i> "Ele é utilizado para produção científica, pois é por meio dele que é possível ter certeza de uma hipótese. Se um cientista diz que a Terra é redonda, por exemplo, ele utilizará desse método para provar que a Terra é redonda."</p> <p><i>Pantera Negra</i> "Ele é utilizado como um meio de desenvolver o conhecimento científico, uma vez que é dividido em etapas, o que torna sua execução prática."</p>
Questionário de Aferição	
O que você faria diferente durante a produção do conteúdo?	<p><i>Wanda</i> "Teria mais paciência para lidar com o erro, pois a ciência é fruto de erros e tentativas."</p> <p><i>Pantera Negra</i> "Testaria diferentes alternativas para poder observar de maneira clara qual delas produziria um resultado melhor."</p>

Fonte: Autores.

A análise do resultado dessa seção indica se os alunos entendem como aplicar o método científico e se identificam problemas na execução desse método durante a produção do cristal de sulfato de cobre. É importante ressaltar que o desenvolvimento desse conteúdo, em específico, contou com uma maior autonomia dos estudantes que ficaram livres para desenvolver o seu pensamento científico. Isso se dá porque no momento da discussão coletiva apenas ficou decidido que seria crescido um cristal de sulfato de cobre, sem maiores discussões sobre metodologias rígidas para o processo. Esse fato é coerente com a resposta de Wanda, na seção 1, para o questionamento sobre como o método científico foi utilizado, na qual a aprendiz relata buscar maiores informações na internet sobre como fazer o processo de crescimento do cristal.

Tanto a Wanda quanto o Pantera Negra fornecem respostas similares que tratam o método científico como uma metodologia que apresenta um alto índice de satisfação quando o problema está no desenvolvimento de um saber científico. Wanda afirma que é graças ao método científico que podemos ter certeza sobre uma hipótese, ignorando outros aspectos do pensamento científico e, inclusive, do pensamento reflexivo. De acordo com Moreira e Ostermann (1993), o método científico não deve ser aplicado como um método rígido ou sequer como etapas definitivas para a investigação científica. Defendem ainda que o método não deve ser indutivo, ou seja, o resultado obtido ali não deve ser tomado como uma verdade para quaisquer experiências similares. No relato dos estudantes, é possível observar ainda essa rigidez, faltando um aprofundamento na aprendizagem significativa representacional, relativa à atribuição de outros significados para determinado conhecimento prévio.

O Pantera Negra, em sua resposta para o primeiro questionamento, evidencia a praticidade do processo quando este obedece a uma série de etapas. A organização das etapas do método científico funciona, para os estudantes, como um organizador prévio auxiliando na reaprendizagem do que já foi conceituado anteriormente, resgatando conhecimentos prévios com subsunçores mais relevantes para a aplicação na experiência relatada (AUSUBEL, 1968). Apesar de pertinente, o intuito não é julgar se o método científico da forma como é ensinado na escola é adequado, mas, sim, compreender quais limites esse processo cria para os aprendizes.

A resposta ao segundo questionamento irá nos auxiliar a entender melhor esses limites, pois a pergunta promove uma reflexão sobre a experiência que foi vivenciada pelos estudantes. Nesse questionamento, Wanda afirma que gostaria de ter mais paciência para lidar com o erro pois, ao aplicar o método científico pela primeira vez nesse projeto, observou a falha na tentativa inicial. Isso significa que Wanda imaginava que o caminho para desenvolver o experimento seria linear e bastava seguir as etapas do método alinhadas ao conteúdo adquirido por uma rápida pesquisa, para que a estudante soubesse exatamente como executar a ideia. O erro é um dos princípios muito abordados na educação *maker*, principalmente porque esse modelo de aprendizagem considera o *mindset* de crescimento descrito por Carol Dweck (2000) em sua tese, ou seja, existe um estímulo que induz o aprendiz a buscar o acerto lidando com a frustração do erro, ao invés de desistir de tentar. Essa é a conclusão apresentada por Wanda, o que pode representar uma mudança no *mindset* da aprendiz.

Em contrapartida, a resposta de Pantera Negra em relação a esse questionamento apresenta elementos que embasam o pensamento reflexivo, proposto por Dewey (1979) e que,

também, é observado nas proposições de Moreira e Ostermann (1993). Essa conclusão é baseada na afirmação do estudante sobre o seu desejo de realizar mais testes em busca de outros resultados a fim de comparar o que foi obtido com outras metodologias que seguissem diferentes etapas. De acordo com Moreira e Ostermann (1993), esse é o pensamento científico, que vai muito além de etapas definidas e seguidas como se fossem estáticas.

A seção 3 desta temática busca analisar o comparativo entre o questionamento preliminar "Como você imagina que são as etapas do método científico?" e o questionamento de aferição "Qual etapa do método científico fez mais sentido para você?". O intuito neste comparativo é investigar quais etapas os estudantes entendiam existir no que conhecem como método científico e qual etapa fez mais sentido para o propósito do projeto. Mais uma vez a busca pela aprendizagem proposicional é intensificada para que possa ser determinado se houve um aspecto de progressão relativo à aprendizagem significativa. As respostas desta seção estão discriminadas a seguir.

Quadro 21: Seção 3 - Perguntas e Respostas

Questionário Preliminar	
Perguntas	Respostas
Como você imagina que são as etapas do método científico?	<p><i>Wanda</i> "Observação, questionamento, hipótese, teste, Teoria ou Lei."</p> <p><i>Pantera Negra</i> "Observação, hipótese, experimentação, análise e conclusão."</p>
Questionário de Aferição	
Qual etapa do método científico fez mais sentido para você?	<p><i>Wanda</i> "A fase de análise dos resultados, pois pude perceber o que eu tinha errado para repetir o experimento com o objetivo de acertar."</p> <p><i>Pantera Negra</i> "A observação, que se mostrou extremamente útil para perceber os problemas e erros cometidos enquanto fazíamos o cristal."</p>

Fonte: Autores.

As respostas de Wanda e Pantera Negra para o primeiro questionamento foram muito similares, havendo apenas uma diferenciação dos termos utilizados para designar as etapas do método científico. Como já visto, ambos os estudantes apresentam subsunçores mais complexos sobre o tema e, por isso, a investigação não pode ser sobre a aprendizagem significativa em si

mas, sim, sobre a progressão dos conhecimentos dos estudantes. A aprendizagem significativa conceitual ocorre quando novos conceitos são ancorados em subsunçores próximos ao conhecimento que deve ser desenvolvido pelo aprendiz; já a aprendizagem significativa representacional discorre sobre a atribuição de novos significados a conceitos já existentes no campo estrutural do indivíduo; e, por fim, a aprendizagem significativa proposicional descreve o uso do conhecimento prévio aplicado a um propósito bem definido pelo aprendiz.

O comparativo dos questionamentos da seção 3 evidenciam a aprendizagem significativa proposicional. As evidências para essa afirmação se baseiam nas respostas dos aprendizes quando estes declaram as etapas próprias do método científico ensinado nos livros didáticos mais comuns e, em seguida, são capazes de usar o senso crítico para definir qual etapa julgaram mais importante no processo de desenvolvimento desse conteúdo. Wanda discorre que a etapa mais significativa foi a análise dos resultados, ou seja, uma discussão sobre o ocorrido durante a primeira tentativa. Enquanto isso, Pantera Negra define que a observação foi a etapa mais significativa e apresenta os mesmos argumentos de Wanda para a sua escolha. Logo, interpretando os processos executados pelos estudantes, é possível afirmar que ambos relatam as mesmas circunstâncias sobre a etapa mais importante: o momento em que puderam confrontar seus erros e propor alternativas para os mesmos. Essa conclusão abrange não só a aprendizagem significativa proposicional, pois houve uma aplicação de conceitos já existentes com um fim, o crescimento do cristal, mas também envolve uma aprendizagem representacional, na qual significados distintos foram abordados para etapas que parecem ser diferentes.

O método científico pode parecer uma sequência de passos imutáveis que devem ser seguidos de maneira rigorosa, mas não é assim que a ciência é feita, como pode ser visto na proposição de Moreira e Ostermann (1993). A conclusão dos aprendizes comprova com inferência dos fatos, que não há uma linearidade no método científico como os estudantes acreditavam, pelo contrário, existe uma transição sutil entre as etapas que não precisa ser respeitada para que seja produzido o conhecimento desejado. De maneira mais discreta, os estudantes chegaram nesse patamar de conforto sobre a temática, sentindo-se capazes de propor soluções e refletir sobre os percursos escolhidos.

6 CONCLUSÃO

A finalização deste estudo será baseada em três perguntas que irão nortear a conclusão, essas perguntas buscam questionar se a proposta do trabalho foi alcançada e como o corpo de todo o trabalho contribuiu para esse resultado.

A primeira pergunta consiste "Como o uso dessas ferramentas aumenta o engajamento de estudantes em projetos propostos?", essa pergunta indaga sobre o uso do DT, do STEAM e do *maker*, ou seja, está relacionada com a prática de todo o trabalho, independente do resultado de aprendizagem. Ao se utilizar o *Design Thinking* como precursor da rotina de pensamento do indivíduo, se é dada uma oportunidade para que a estruturação dos saberes passe, também, por um processo reflexivo. O uso do STEAM garantiu que os alunos que se voluntariaram a participar do projeto pudessem estar em contato direto com áreas variadas dentro de seus respectivos interesses, como foi relatado: computação, quântica e método científico, tópicos contemplados dentro da metodologia STEAM. Além do conhecimento técnico, a abordagem da imersão em cada um dos tópicos correspondentes está descrita na metodologia STEAM, bem como uma preparação para trabalhar nessas áreas após o ciclo da educação básica. O *maker*, entretanto, é a ferramenta responsável pelos fatores liberdade e autonomia, gerando motivação para que os estudantes pudessem permanecer engajados uma vez que foram donos da escolha dos temas de seus respectivos projetos. O processo de garantia desses fatores pode ser árduo, pois exige a descentralização da figura do professor e demanda um maior engajamento dos estudantes.

O segundo questionamento relata "Qual a contribuição de um cenário STEAM para o desenvolvimento dos alunos?", essa questão diz respeito a previsões futuras relativas às habilidades desenvolvidas pelos estudantes participantes das etapas do projeto. Uma contribuição clara e imediata é resultado do contato dos estudantes com o pensamento científico que traz de maneira intrínseca a necessidade do estudante lidar com a própria frustração e compreender os caminhos que deve percorrer ao se deparar com o erro. Além disso, proporciona o desenvolvimento de um *mindset* de crescimento, voltado para o desafio dentro da ciência. Olhar para a ciência como caminho a ser percorrido para resolução de problemas que afligem o mundo é uma forma de despertar nos alunos a vontade de permanecer no universo contemplado pelo STEAM e criar oportunidades para que estes se destaquem e contribuam com a sociedade.

O último questionamento diz "O protagonismo estimulado pela educação *maker* impacta a aprendizagem significativa do indivíduo?" apesar de parecer restrito à educação *maker* esse é um questionamento amplo sobre a aprendizagem significativa e quais ferramentas podem contribuir para a sua ocorrência. A educação *maker* em si, traz dois pontos de maior relevância em um contexto no qual se deseja que ocorra a aprendizagem significativa: motivação e protagonismo. A aprendizagem significativa se dá a partir de um processo de descentralização do professor como única fonte detentora do conhecimento, o que vai de encontro à ideia do *maker* que busca a aprendizagem obtida a partir da execução proposital de projetos que evoquem os conhecimentos prévios dos estudantes. Essa descentralização traz o indivíduo como protagonista do seu aprendizado, desenvolvendo subsunçores mais robustos devido aos questionamentos e à interação com o processo. A motivação proporcionada pelo *maker* é relativa a possibilidade de escolha do que se deseja estudar ou prototipar, sendo de competência do aluno buscar um assunto de seu interesse para desenvolver suas ideias. Essa liberdade pode garantir um maior interesse partindo da premissa que o tópico sugerido pelo estudante é de seu interesse pessoal.

A comprovação tanto das competências e habilidades dispostas na BNCC quanto da aprendizagem significativa nos processos de desenvolvimento de conteúdo dispostos neste projeto comprovam que o ensino e a aprendizagem podem ser desenvolvidos por diversos caminhos sem que necessite de uma rigidez garantida pela sala de aula dita como tradicional. Os alunos se engajaram durante todo o processo e foram capazes de concluir o que, de fato, lhes era atraente e mereciam continuar no seu campo de atenção, bem como puderam optar por não seguir as trajetórias experimentadas durante o desenvolvimento do trabalho. O uso de novos caminhos para o processo de ensino e aprendizagem pode ser uma alternativa no resgate de estudantes que não se encontram motivados com o caminho da ciência e acreditam que todo e qualquer trabalho relativo a essa área será custoso em termos de tempo e de capacidade cognitiva.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AUSUBEL, D. P. Educational psychology: a cognitive view. *New York, Holt, Rinehart, and Winston*, 685 p., 1968.
- AUSUBEL, D. P. Schemata, Cognitive Structure, and Advance Organizers: A Reply to Anderson, Spiro and Anderson. *American Educational Research Journal*, v. 17, n. 3, p. 400-404, 1980.
- AUSUBEL, D. P. The acquisition and retention of knowledge: A cognitive view. Springer Netherlands, 2000.
- BARBOSA, M. S. S. O papel da escola: Obstáculos e desafios para uma educação transformadora. *Universidade Federal do Rio Grande do Sul*, Porto Alegre/RS. 2014.
- BRANDÃO, C. R.; BORGES, M.C. A Pesquisa Participante: um momento da educação popular. *Rev. Ed. Popular*, v. 6, p. 51-62, 2007.
- BECKER, K. H.; PARK, K. Integrative Approaches among Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Subjects on Students' Learning: A Meta-Analysis. *Journal of STEM Education*, v. 12, n. 5, 2011.
- BELL, D. The reality of STEM education, design and technology teachers' perceptions: a phenomenographic study. *Int J Technol Des Educ*, v. 26, p. 61–79, 2016.
- BEZERRA, J. S.; MACIEL, R. P.; BATISTA, M. E. P.; SOUSA, J. P.; SOUSA, M. K.; VELOSO, A. C.; CARVALHO, C. O. Divulgação Científica através do *Instagram*: uma ação de extensão universitária. *Revista de Extensão da URCA*, v. 1, n. 1, 2021.
- BRANWYN, G. Adam Savage, at Maker Faire, talking on the importance of failure. *Make Magazine Blog*, 2009. Acessado em: <http://makezine.com/2009/06/05/adam-savage-at-maker-faire-talking/>.
- BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, 2018.
- BREINER, J. M.; HARKNESS, S. S.; JOHNSON, C. C.; KOEHLER, C. M. What is STEM? A Discussion About Conceptions of STEM in Education and Partnerships. *School Science and Mathematics*, v. 112, n. 1, 2012.
- BROWN, T. *Design Thinking*: uma metodologia poderosa para decretar o fim das velhas ideias. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.
- BROWN, T. *Design Thinking*. Harvard Business School Publishing Corporation, 2008.
- BROWN, T.; WYAAT, J. Design Thinking for social innovation. *Stanford Social Innovation Review*, v. 8, n. 1, Winter 2010.

BUENO, W.C. Jornalismo Científico: conceito e funções. *Ciência e Cultura*. V. 37, n. 9, p.1420-1427, 1985.

BULLOCK, S. M.; SATOR, A.J. Maker Pedagogy and Science Teacher Education. *Journal of the Canadian Association for Curriculum Studies*. V. 13, n. 1, 2015.

CARNEIRO, M. H. S. Por que divulgar o conhecimento científico e tecnológico? *Revista Virtual de Gestão de Iniciativas Sociais*. Edição Especial, p. 1 – 4, 2009.

CAVALCANTI, C.C.; FILATRO, A. Design Thinking – Na Educação presencial, a distância e corporativa. São Paulo: Saraiva, 2017.

CUNHA, M. B. A percepção de Ciência e Tecnologia dos estudantes de ensino médio e a divulgação científica. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo. São Paulo, p. 364, 2009.

DA ROSA, G. A.; GROSCH, M. S.; LORENZINI, V. P. Reflexões sobre educação na contemporaneidade: certezas, (in)certezas e desafios. *Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação*, Araraquara, v. 12, n. esp., p. 1037–1055, 2017.

DEWEY, J. Como pensamos: como se relaciona o pensamento reflexivo com o processo educativo: uma reexposição. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1979.

DIXON, C.; MARTIN, L. Make to relate: Narratives of, and as, community practice. *Proceedings of the International Conference of the Learning Sciences*, p. 1591-1592, 2014.

DOUGHERTY, D. The maker mindset. *Growing the next generation of STEM innovators*, p. 7-16, 2013.

DWECK, C. Self-theories: Their role in motivation, personality, and development. *Psychology Press*, 2000.

ENGLISH, L. D. Advancing elementary and middle school STEM Education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, v. 15, n. 1, p. 5-24, 2017.

ENGLISH, L.D. STEM education K-12: perspectives on integration. *IJ STEM*, v. 3, n. 3, 2016.

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

FILHO, V.M.; GERGES, N.R.C.; FIALHO, F.A.P. *Desing Thinking*, cognição e educação no século XXI. *Revista Diálogo Educ*. Curitiba, v. 15, n.45, p. 579-596, 2015.

GOWIN, D.B. *Educating*. Cornell University Press. 210p, 1981.

HONEY, M.; KANTER, D. E. Design, make, play: Growing the next generation of science innovators. Routledge, p. 1-6, 2013.

KNEZEK, G.; CHRISTENSEN, R.; TYLER-WOOD, T.; PERIATHIRUVADI, S. Impact of Environmental Power Monitoring Activities on Middle School Student Perceptions of STEM. *Science Education International*, v. 24, n. 1. 2013.

LORENZIN, M. P. Sistemas de atividade e STEAM: possíveis diálogos na construção de um currículo globalizador para o Ensino Médio. *Choices USP*, 2016.

LEÃO, M. F.; REHFELDT, M.J. H.; MARCHI, M. I. O uso de um ambiente virtual de aprendizagem como ferramenta de apoio ao ensino presencial. *Centro Universitário UNIVATES*, Brasil. 2013.

LUITEN, J. ACKERSON, G. E.; BRADLEY, J. M. A procedure to estimate the probability of error when using reading placement tests. *Reading World*, v. 18, n. 2, 1978.

MACHADO, E. S.; JÚNIOR, G. G. Interdisciplinaridade na investigação dos princípios do STEM/STEAM *education*: definições, perspectivas, possibilidades e contribuições para o ensino de química. *Scientia Naturalis*, Rio Branco, v. 1, n. 2, p. 43-57, 2019.

MALEY, D. Research and experimentation in the junior high school. *The industrial arts teacher*, v. 18, p. 12-16, 1959.

MARTIN, L. The Promise of The Maker Movement for Education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, v. 5 (1), p. 30-39, 2015.

MORAN, J. Mudanças necessárias na educação hoje. *Papirus*, p.21-29, 2014.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. Aprendizagem Significativa: A teoria de David Ausubel. Porto Alegre, RS: Moraes Ltda, 1982.

MOREIRA, M. A.; OSTERMANN, F. Sobre o ensino do método científico. *Cad. Cat. Ens. Fis.*, v. 10, n. 2, p. 108-117, 1993.

MOREIRA, M. A. Linguagem e Aprendizagem Significativa. *II Encontro Internacional de Linguagem, Cultura e Cognição*, Belo Horizonte, MG, 2003.

MOREIRA, M. A. Aprendizagem Significativa: a teoria e textos complementares. São Paulo: *Livraria da Física*, 2011.

NOVAK, J. D.; GOWIN, D. B.; JOHANSEN, T. The use of Concept Mapping and Knowledge Vee Mapping with Junior High School Science Students. *Science Education*, v. 67, n. 5, p. 625-645, 1983.

OLIVEIRA, A.C.A. A contribuição do *design thinking* na educação. E-Tech: Tecnologias para competitividade industrial, Florianópolis, n. Especial Educação, p. 105-121, 2014.

PATTON, R.M.; KNOCHEL, A.D. Meaningful Makers: Stuff, Sharing, and Connection in STEAM Curriculum. *Art Education*, Boulder, 70:1, p. 36-43, 2017.

PEREIRA, G. C. C. Instagram como instrumento de Divulgação Científica para a Biologia. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Biológicas) - Universidade Federal de São Carlos. Sorocaba, p. 67, 2021.

PINHEIRO, T.; ALT, L. *Design Thinking Brasil: empatia, colaboração e experimentação para pessoas, negócios e sociedade*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

PONTES, A. N.; SERRÃO, C. R.; FREITAS, C. K. A.; SANTOS, D. C. P.; BATALHA, S. S. A. O Ensino de Química no Nível Médio: Um Olhar a Respeito da Motivação. *XIV Encontro Nacional de Ensino de Química*, UFPR, 2008.

PUGLIESE, G. O. STEM EDUCATION – um panorama e sua relação com a educação brasileira. *Currículo sem fronteiras*, São Paulo, v. 20, n. 1, p. 209-232, 2020.

PULZATTO, M. M.; CONTIERI, B.B.; MUNIZ, C. M.; GRANZOTTI, R. V.; SCOARIZE, M. M. R; BENETIVO, E. O papel das redes sociais na divulgação científica do projeto S.O.S. Riachos de Maringá. *UEM - Universidade Estadual do Maringá*. Maringá/PR. 2019.

ROCHA, J.C. *Design thinking* na formação de professores: novos olhares para os desafios da educação. In: BACICH, L.; MORAN, J. (Orgs). *Metodologias ativas para uma educação inovadora*. Porto Alegre: Penso, 2018.

SANDERS, M. STEM, STEM Education, STEMmania. *The Technology Teacher*, v. 68, n. 4, p. 20-26, 2009.

SANTOS, V. L. C.; SANTOS, J. E. As redes sociais e sua influência na sociedade e educação contemporâneas. *Holos*, v. 6, p. 307-328, 2014.

SEGURA, E.; KALHIL, J. B. A METODOLOGIA ATIVA COMO PROPOSTA PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS. *REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática, [S. l.]*, v. 3, n. 1, p. 87-98, 2015.

SHAFER, S.; JOHNSON, M. B.; THOMAS, R. B.; JOHNSON, P. T.; FISHMAN, E. K. Instagram as a Vehicle for Education: What Radiology Educators Need to Know. *Academic Radiology*, v. 25, n. 6, p. 819-822, 2018.

SHERIDAN, K. M.; HALVERSON, E. R.; LITTS, B. K. BRAHMS, L.; JACOBS-PRIEBE, L.; OWENS, T. Learning in the making: A comparative case study of three makerspaces. *Harvard Educational Review*, v. 84, n. 4, p. 505-531, 2014.

SILVA, I. O.; ROSA, J. E. B.; HARDOIM, E. L.; NETO, G. G. Educação Científica empregando o método STEAM e um *makerspace* a partir de uma aula-passeio. *Latin American Journal of Science Education*, v. 4, n. 222034, 2017.

VALENTE, J. A.; ALMEIDA, M. E. B.; GERALDINI, A. Metodologias ativas: das concepções às práticas em distintos níveis de ensino. *Revista Diálogo Educacional*, v. 17, n. 52, p. 455, 2017.

VANSTEENKISTE, M.; SIMONS, J.; LENS, W.; SHELDON, K. M.; DECI, E. L. Motivating learning, performance, and persistence: the synergistic effects of intrinsic goal contents and autonomy-supportive contexts. *Journal of Personality and Social Psychology*, v. 87, n. 2, p. 246, 2004.

VERGNAUD, G. (1990). La théorie des champs conceptuels. *Recherches em Didactique des Mathématiques*, v. 10, n. 23, p. 133-170, 1990.

VIANA, M. et al. *Design Thinking: inovação em negócios*. Rio de Janeiro: MJV Press, 2012.

WELSH, M.A.; DEHLER, G.E. Combining critical reflection and design thinking to develop integrative learners. *Journal of management Education*, v. 37, n. 6, p. 771-802, 2012.

APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO



Universidade de Brasília
Instituto de Química
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências
Mestrado Profissional em Ensino de Ciências

AUTORIZAÇÃO, TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIMENTO

Caro (a) responsável pelo estudante _____, este documento é um convite para que seu filho participe de uma pesquisa que será desenvolvida por meio de um estudo de caso referente ao projeto desenvolvido no *Instagram* intitulado MackTransforma, no Colégio Presbiteriano Mackenzie de Brasília.

Se concordar com a participação, de colaboração voluntária, nas atividades de pesquisa a serem desenvolvidas pela professora-pesquisadora Marianna Brandão, aluna do programa de pós-graduação em Ensino de Ciências (PPGEC) da Universidade de Brasília, orientada pelo professor Dr. Eduardo Luiz Dias Cavalcanti, por favor, assine abaixo seu nome por extenso.

Declaro que fui esclarecido (a) sobre o fato de que:

1. As informações colhidas durante a elaboração desta pesquisa de mestrado serão divulgadas em publicações da área de educação, sendo reservadas as identidades dos participantes;
2. A professora-pesquisadora durante a execução do projeto pode ser consultada para esclarecer qualquer dúvida sobre o desenvolvimento das atividades propostas.

Brasília, ____ de _____ de 2022.

Assinatura do (a) Responsável pelo Aluno (a)



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE QUÍMICA**

PROPOSTA PEDAGÓGICA

MARIANNA BRANDÃO

**COMO CRIAR UM AMBIENTE DE TRANSFORMAÇÃO NA MINHA
COMUNIDADE ESCOLAR?**

Brasília – DF

2º/2021

1 UMA BREVE INTRODUÇÃO

O Ensino de Ciências configura uma seara que, mesmo quando muito explorada, abre margem para maiores projeções à medida que a sociedade, a ciência e o desenvolvimento tecnológico avançam. A compreensão do contexto no qual o jovem do século XXI está inserido permite ao educador um novo leque de possibilidades que contemplam habilidades para além daquelas já abordadas nos currículos escolares tradicionais, é o que vem sendo tratado na Base Nacional Curricular Comum (BNCC), um documento importante para a Educação Básica do Brasil. E, para pôr em prática esse documento, é necessário ampliar os horizontes e utilizar novas ferramentas no processo de ensino e aprendizagem.

O *design thinking* (DT) é um recurso que apresenta o intuito de oferecer uma organização disruptiva e eficiente para lidar com a solução de problemas. Esse recurso tem como base o caráter humano por levar em consideração a intuição, o reconhecimento de padrões, o desenvolver de ideias com peso emocional e peso funcional, e a expressão dessas ideias a partir de diferentes mídias (CAVALCANTI; FILANTRO, 2017).

As propostas do STEM ou STEAM configuram este recurso como uma ferramenta de inovação para o ensino de ciências, buscando ir além do que é ofertado pelo ensino tradicional por meio da proatividade e da interação do aluno com o objeto de estudo. Propostas STEAM favorecem a conexão do estudante com o conteúdo de sala e como esse conteúdo é utilizado no mundo real e empírico (PUGLIESE, 2020). Vale dizer que as propostas do STEAM são frutos da contemporaneidade e que está preocupado com as demandas geradas no século XXI, trazendo as Ciências da Natureza, a Tecnologia e o Design para a evidência e atuando em busca do desenvolvimento de competências e habilidades (BECKER; PARK, 2011).

Por fim, o movimento *maker* é o último recurso utilizado por propor a aprendizagem baseada no fazer e, não apenas, no campo das ideias. Dessa maneira, o *maker* permite que os estudantes participem não apenas do processo de prototipação, mas, também, da construção de objetos que tem um propósito em si (MARTIN, 2015). Essa experiência corrobora com as demandas da BNCC para que seja desenvolvida a criatividade e a criticidade (DIXON; MARTIN, 2014).

A união das ferramentas descritas pode proporcionar a concretização da aprendizagem significativa, a qual depende das ferramentas e do manejo do professor em relação ao uso dessas ferramentas. O ápice dessa proposta é a culminância dessas ferramentas em um trabalho de Divulgação Científica, o qual tem como função primordial fazer com que o conhecimento científico seja democrático, ou seja, não apenas disponibilizar o acesso, mas fazer com esse seja entregue a partir de recursos linguísticos que tornem a ciência acessível à população leiga. Desta forma, entende-se que a divulgação científica contribui diretamente para que cidadãos sejam incluídos em debates referentes a temas especializados, que podem proporcionar um grande impacto em sua atuação no ambiente profissional ou mesmo na vida pessoal do cidadão comum (BUENO, 2010).

O projeto intitulado “MackTransforma” é fruto dos primeiros meses de pandemia no Brasil e surge com o intuito de romper barreiras entre a escola, o seu espaço físico e a comunidade escolar. O objetivo do projeto é proporcionar acesso à informação de qualidade para os membros da comunidade escolar local, e de outros estados, por meio da rede social denominada *Instagram*. O grupo é formado por alunos do Ensino Médio e possui um professor-orientador, executando projetos sob demanda de seus próprios integrantes e suas respectivas curiosidades e vivências. A aprendizagem nesse projeto se dá de maneira significativa por contar, principalmente, com a iniciativa dos estudantes envolvidos. De maneira geral, o MackTransforma pode ser descrito como um projeto de criação e divulgação de conteúdo científico e tecnológico, abrangendo diversas áreas de interesse da comunidade escolar.

2 MOTIVOS PARA CRIAR A SUA REDE DE TRANSFORMAÇÃO

A criação de um projeto de divulgação científica similar ao MackTransforma começa com a observação da dinâmica do projeto, a qual inclui as ferramentas mencionadas nessa proposta.

Inicialmente, é possível reconhecer o valor do *design thinking* (DT) nos mais diversos processos de criação, os quais devem envolver o esforço dos alunos em estar sempre em movimento, agindo de maneira criativa, crítica e cooperativa para solucionar problemas que surgem durante o desenvolvimento das atividades corriqueiras. O recurso STEAM é o norteador das temáticas abordadas no projeto que visam trabalhar com a ciência – humana e da natureza -, com a tecnologia, a engenharia, as artes e a matemática. A manifestação do movimento *maker* é marcada pelo aprender fazendo ou, ainda, *maker-*

centered learning, dinâmica que rege as atividades do grupo visto que é formado por estudantes que tomam a frente dos processos e agem para manter seus interesses e desenvolver novas habilidades.

O projeto é deve ser desenvolvido a partir do esforço dos alunos e, portanto, eles produzem o conteúdo a partir de pesquisas e discussões em grupos de interesse, além de serem os responsáveis pela métrica da rede social e da produção gráfica e edição de cada conteúdo liberado na página do projeto. Em outras palavras, os alunos desenvolvem todas as atividades, colocando a mão na massa em todos os processos do projeto. Sob a perspectiva da aprendizagem significativa, as etapas vivenciadas pelos alunos correspondem às expectativas de promoção de significado em suas produções, garantindo uma aprendizagem que pode apresentar maior duração e ser mais fácil de ser transposta para outras áreas da vida do estudante.

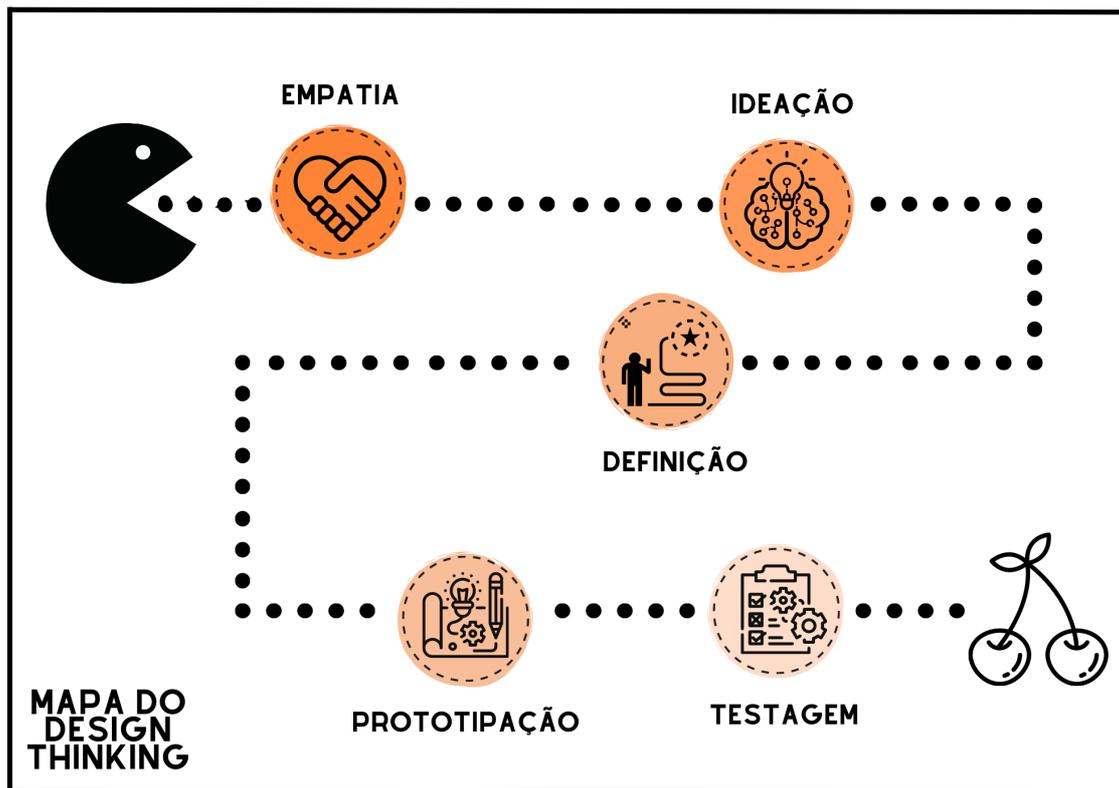
A divulgação da ciência tem início com a própria ciência. Atualmente, trabalha-se para que esse conhecimento seja amplamente disseminado fazendo uso, inclusive, da linguagem informal, mais próxima aquela acessível ao público de leigos (CARNEIRO, 2009). É explícito na proposta do projeto que os interesses dos alunos devem ser levados em consideração durante a seleção de conteúdos a serem divulgados, bem como a forma de divulgação, buscando criar um meio relevante de divulgação da ciência que fosse satisfatório para todos os envolvidos.

Um projeto como este tem como fim o estreitamento de laços entre os membros da comunidade escolar, agregando alunos, professores, coordenadores, auxiliares e responsáveis, além de esclarecer que não devem existir limites físicos para o impacto de uma instituição de ensino sobre os membros da sua comunidade.

3 COLOCANDO A MÃO-NA-MASSA

A execução de um projeto de divulgação científica utilizando as ferramentas apresentadas: *design thinking*, STEAM e a educação *maker* deve levar em consideração diversas particularidades do contexto no qual se deseja implementar, bem como os objetivos que são desejáveis para o projeto. O passo-a-passo sugerido nesta proposta pedagógica será norteado pelo mapa do *design thinking*, comprovando a sua eficiência na organização de soluções para um problema.

Figura: Mapa do *Design Thinking*



Fonte: os Autores.

O primeiro passo para o desenvolvimento de um projeto desse porte é a compreensão da comunidade escolar na qual se deseja inserir essa nova dinâmica. Perguntas como: “Quais são os interesses dos membros da minha comunidade?”, “Como meus alunos se sentiriam protagonistas da sua aprendizagem?”, “Sobre o que meus alunos gostariam de falar?”, “Quais habilidades sou capaz de estimular o desenvolvimento nos meus alunos?” e “Quanto tempo e recurso tenho disponível para executar esse projeto?”, são indagações iniciais básicas que podem auxiliar na orientação desse processo de desenvolvimento. O importante nesse passo é compreender as necessidades e as inclinações dos integrantes da comunidade escolar, tanto daqueles dispostos a trabalhar no projeto como, também, daqueles dispostos a consumir o material criado pelos estudantes.

O segundo passo conta com a ideação do projeto, ou seja, o momento da chuva de ideias! É nesse passo que você deve se perguntar se o uso do DT, de um contexto STEAM e dos princípios da educação *maker* realmente valem a pena na sua realidade. Caso a resposta seja afirmativa, é hora de avaliar possíveis caminhos pedagógicos nos quais essas ferramentas se encaixam. Um bom parâmetro para essa avaliação são os objetivos que se espera alcançar com um projeto de divulgação científica desse modelo, principalmente por ser um compromisso que os alunos assumem sem promessas de notas extras em troca do que eles se dispõem a executar.

O terceiro passo é chamado de definição pois é nesta etapa que deve sair uma distribuição de tarefas, funções, estratégias, entre outros, já atribuídas e com objetivos bem delineados. Até aqui o professor idealizador já avaliou o contexto da sua comunidade e debateu com os possíveis interessados quais estratégias seriam coerentes com os objetivos propostos, portanto, é o momento de definir responsabilidades e estruturas. Um exemplo desse passo é a definição de qual será o meio de comunicação utilizado para desenvolver a divulgação científica própria dessa proposta: será uma rede social? Se sim, qual? Quem cuidará da rede social? Essas definições atuarão como fatores determinantes para os próximos passos.

O quarto passo é a prototipação, nesse momento o projeto já foi pensado, discutido e definido, estando pronto para se tornar um protótipo. É nesse passo que as definições devem tomar forma junto com as funções que foram atribuídas, e todas essas determinações devem estar em harmonia com os objetivos traçados pelo professor idealizador. Durante a prototipação, o projeto passa a ser imaginado e até criado por aqueles que serão os integrantes: “Se vamos criar uma rede social, qual seria o nome?”, “A qual identidade queremos estar associados?”, “Qual tipo de mensagem queremos passar?”, “Como lidaremos com os obstáculos que podem surgir?”, essas indagações auxiliarão os integrantes a ter maior clareza do que está por vir e como podem driblar os desafios.

Por fim, o quinto passo é a testagem. Nesse passo, tudo que foi pensado, idealizado, definido e prototipado deve ser colocado em prática. Se houve a decisão pela rede social, que ela seja criada; se houve a sugestão de uma metodologia a partir do *design thinking* para criação de conteúdo, que ela seja aplicada. É importante utilizar tudo que foi definido no terceiro passo para que as ferramentas utilizadas no projeto sejam claras e possam apresentar os benefícios que foram os motivadores iniciais para a criação do projeto.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O sucesso do projeto intitulado MackTransforma que inspirou essa proposta pedagógica parte de alguns valores que devem ser considerados com a máxima sensibilidade pelo professor idealizador de um novo projeto que utilize das mesmas máximas para a divulgação científica.

Os valores mais pertinentes são a autonomia, o trabalho colaborativo, a proatividade e a curiosidade. O *design thinking*, o STEAM e o *maker* são processos e, portanto, tornam-se ferramentas que só apresentam valor por estarem inseridos em uma comunidade

formada por pessoas que acreditam na sensibilização da sociedade por meio da ciência. É necessário que o professor idealizador da criação de um projeto com esse objetivo tenha ciência do que, de fato, faz com que o projeto aconteça: o envolvimento daqueles se dispuseram a levar a divulgação da ciência a outro patamar em suas vidas e na comunidade em que são integrantes.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BECKER, K. H.; PARK, K. Integrative Approaches among Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Subjects on Students' Learning: A Meta-Analysis. *Journal of STEM Education*, v. 12, n. 5, 2011.

BUENO, W.C. Jornalismo Científico: conceito e funções. *Ciência e Cultura*. V. 37, n. 9, p.1420-1427, 1985.

CARNEIRO, M. H. S. Por que divulgar o conhecimento científico e tecnológico? *Revista Virtual de Gestão de Iniciativas Sociais*. Edição Especial, p. 1 – 4, 2009.

CAVALCANTI, C.C.; FILATRO, A. Design Thinking – Na Educação presencial, a distância e corporativa. São Paulo: Saraiva, 2017.

DIXON, C.; MARTIN, L. Make to relate: Narratives of, and as, community practice. *Proceedings of the International Conference of the Learning Sciences*, p. 1591-1592, 2014.

MARTIN, L. The Promise of The Maker Movement for Education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, v. 5 (1), p. 30-39, 2015.

PUGLIESE, G. O. STEM EDUCATION – um panorama e sua relação com a educação brasileira. *Currículo sem fronteiras*, São Paulo, v. 20, n. 1, p. 209-232, 2020.

DECLARAÇÃO DE ORIGINALIDADE DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO OU TESE DE DOUTORADO

Declaro que a presente dissertação/tese é original, elaborada especialmente para este fim, não tendo sido apresentada para obtenção de qualquer título e que identifique e cito devidamente todas as autoras e todos os autores que contribuíram para o trabalho, bem como as contribuições oriundas de outras publicações de minha autoria.

Declaro estar ciente de que a cópia ou o plágio podem gerar responsabilidade civil, criminal e disciplinar, consistindo em grave violação à ética acadêmica.

Brasília, 9 de junho de 2022.

Assinatura do/a discente:



Marianna Brandão

Nome completo: Marianna Brandão

Título do Trabalho: MackTransforma e a Investigação da Aprendizagem Significativa: o Uso do Design Thinking, do STEAM e de um MakerSpace em um Projeto de Divulgação Científica

Nível: Mestrado () Doutorado

Orientador/a: Eduardo Luiz Cavalcanti