

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE MATEMÁTICA E ESTATÍSTICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE MATEMÁTICA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE MATEMÁTICA

Kellen Cardoso Barchinski

**CONSTRUÇÃO DE OBJETOS COM MOVIMENTO NAS FORMAS DIGITAL E NÃO-DIGITAL:
ONDE ESTÁ A MATEMÁTICA?**

Porto Alegre

2022

Kellen Cardoso Barchinski

**CONSTRUÇÃO DE OBJETOS COM MOVIMENTO NAS FORMAS DIGITAL E NÃO-DIGITAL:
ONDE ESTÁ A MATEMÁTICA?**

Dissertação de mestrado elaborada junto ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática, como requisito parcial de para obtenção do título de Mestre em Ensino de Matemática da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Orientadora: Prof^a Dra. Márcia Rodrigues Notare

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Marcus Vinicius de Azevedo Basso
(PPGEMAT-UFRGS)

Prof. Dr. Rodrigo Dalla Vecchia
(PPGEMAT-UFRGS)

Profa. Dra. Aline Silva De Bona
(IFRS)

Resumo

O trabalho consiste em uma pesquisa que estuda as estratégias desenvolvidas por estudantes em construções digital e não-digital de protótipos de objetos com movimento. A pesquisa propõe a realização de experimento prático na forma de oficina em uma escola municipal de Canoas-RS, com alunos dos anos finais do Ensino Fundamental. A oficina propõe a construção de protótipos de objetos com movimento, nas formas digital e não-digital. O objetivo da investigação é analisar o que emerge de estratégias e conteúdos matemáticos nas construções realizadas pelos alunos. A análise teórica da pesquisa está sustentada pela teoria epistemológica de Jean Piaget e nas ideias de Seymour Papert sobre a relação entre as crianças e o computador, bem como a escola na era tecnológica no qual estamos inseridos. Abordamos também a relação dessas construções com ideias propostas pela Cultura Maker e pelas metodologias ativas. Os resultados da pesquisa revelam que os estudantes desenvolveram diversos conhecimentos matemáticos-em-uso, em um ambiente de “faça o que é possível com os recursos que você tem”. Também foi possível observar avanços em relação à apropriação tecnológica dos participantes ao trabalhar com tecnologias digitais, em especial, com matemática dinâmica. A partir das análises realizadas, foi observado que alunos construtores, em ambientes digitais ou com materiais manipuláveis, trabalham com conteúdos matemáticos frequentemente, criando estratégias, elaborando projetos e realizando constantes aperfeiçoamentos em suas construções. A oficina gerou um produto didático, que pode ser adaptado e trabalhado em sala de aula por professores de Matemática.

Palavras-Chave: Tecnologias Digitais. Cultura Maker. Construções digitais e não-digitais. Objetos em movimento. Metodologias ativas.

Abstract

The work consists of research that studies the strategies developed by students in digital and non-digital constructions of prototypes of objects with movement. The research proposes to carry out a practical experiment in the form of a workshop in a municipal school in Canoas-RS, with students from the final years of Elementary School. The workshop proposes the construction of prototypes of objects with movement, in digital and non-digital forms. The objective of the investigation is to analyze what emerges from strategies and mathematical contents in the constructions carried out by the students. The theoretical analysis of the research is supported by Jean Piaget's epistemological theory and Seymour Papert's ideas about the relationship between children and the computer, as well as the school in the technological era in which we are inserted. We also approach the relationship of these constructions with ideas proposed by the Maker Culture and by the active methodologies. The survey results reveal that students developed diverse mathematical knowledge-in-use, in a "do what you can with the resources you have" environment. It was also possible to observe advances in relation to the technological appropriation of the participants when working with digital technologies, in particular, with dynamic mathematics. From the analyzes carried out, it was observed that student builders, in digital environments or with manipulable materials, work with mathematical content frequently, creating strategies, developing projects and making constant improvements in their constructions. The workshop generated a didactic product, which can be adapted and worked on in the classroom by Mathematics teachers.

KeyWords: Digital Technologies. Maker Culture. Digital and non-digital constructions. Moving objects. Active methodologies.

Lista de Ilustrações

Figura 1- Maneiras de saber	21
Figura 2 – Relação Sujeito e objeto segundo Piaget.....	33
Figura 3 - Esquema de passagem do “porque” ao “como”	36
Figura 4 - Sala de matemática e algumas das caixas de matérias da sala.....	51
Figura 5 - Sala Google da escola.....	51
Figura 6 - Alguns dos recursos do GeoGebra	54
Figura 7 – Quadriláteros estáveis e instáveis.....	55
Figura 8 – Luminárias esboçadas no GeoGebraBook.....	55
Figura 9 – Escavadeiras para construção no GeoGebra.....	56
Figura 10 – Movimento da porta pantográfica	57
Figura 11 - Tela inicial do GeoGebraBook – Articulações e Movimentos	60
Figura 12 – Interface do GeoGebraBook – Capítulo GeoGebra	60
Figura 13 – Interface do GeoGebraBook – A Oficina	61
Figura 14 - Interface GeoGebraBook – Luminária de Mesa	61
Figura 15 - Atividades GeoGebraBook – Construções realizadas.....	62
Figura 16 - Atividade do GeoGebraBook – Construções de Movimento.....	62
Figura 17 - Atividade GeoGebraBook - Apresentações.....	63
Figura 18 – Alunos na elaboração das construções.....	65
Figura 19 - Atividade da Luminária de Mesa no GeoGebraBook.....	66
Figura 20 - Registro no caderno do aluno A – descrição da luminária.....	68
Figura 21 – Registro no caderno do aluno A – esboço da luminária.....	68
Figura 22 – Aluno A realizando a construção da luminária.....	69
Figura 23 - Construção digital da Luminária do Aluno A.....	69
Figura 24 - Registro no caderno do aluno C – descrição da luminária	70
Figura 25 - Registro no caderno do aluno C – esboço da luminária	70
Figura 26 - Material para a construção dos objetos não digitais.....	71
Figura 27 - Construção não digital da luminária pelo aluno A.....	71
Figura 28 – Interface da Atividade da Escavadeira no GeoGebraBook.....	74
Figura 29 – Produção do aluno A – escavadeira digital.....	75
Figura 30 – Produção do aluno B – escavadeira digital.....	76
Figura 31 – Construção parcial do aluno C – escavadeira digital	77
Figura 32 – Produção do aluno C – escavadeira digital	77
Figura 33 – Registro no caderno do aluno C – escavadeira digital.....	78
Figura 34 – Construção do aluno C – ponto J na escavadeira digital	80
Figura 35 - Aluno com sua construção ampliada.....	80
Figura 36 - Movimentação pantográfica no GeoGebraBook.....	81
Figura 37 - Construção através de polígonos do aluno A - Pantográfica.....	82
Figura 38 - Construção realizada pelo aluno B - Pantográfica.....	83
Figura 39 – Aluno A registrando com seu celular os detalhes da lixeira.....	84
Figura 40 - Construção da Lixeira digital pelo aluno A	86
Figura 41 - Fechador de pastel que inspirou a construção do Aluno B.....	86
Figura 42 - Construção do fechador de pastel digital do aluno B – Tentativa 1	88
Figura 43 - Construção do fechador de pastel digital do aluno B– Versão final.....	89
Figura 44 - Produção do aluno C – perna mecânica digital	91
Figura 45 – Construção da lixeira não digital do aluno A.....	93
Figura 46 – Aluno B realizando a construção.....	94

Figura 47 – Fechador de pastel não digital construído pelo aluno B	94
Figura 48 – Perna mecânica não digital construída pelo aluno C.....	95

Lista de Quadros

Quadro 1– Relação professor e aluno.....	23
Quadro 2 – Quatro pilares para a educação do século XXI.....	29
Quadro 3 - Trabalhos selecionados para análise	39
Quadro 4 - Portal de teses e dissertações Capes	42
Quadro 5 - Trabalhos do XIII ENEM.....	46
Quadro 6 – Programação da Oficina de acordo com os encontros	52

Sumário

1. Introdução.....	9
2. Fundamentação Teórica	12
2.1 Tangenciando o universo das tecnologias na escola.....	12
2.2 Metodologias Ativas	22
2.3 A Cultura Maker.....	25
2.4 Construção do Conhecimento Segundo Piaget	31
2.5 A tecnologia na escola segundo Seymour Papert.....	36
2.5 Inspirar é preciso: trabalhos relacionados.....	38
2.5.1. Artigos em Periódicos	38
2.5.2 Teses e Dissertações	42
2.5.3 Artigos em Eventos	46
3. Percursos Metodológicos.....	49
3.1 Cenário da Pesquisa	50
3.3 Sequência de atividades.....	52
3.4 GeoGebraBook – Articulações e Movimentos	59
4 Descrição dos Encontros e Análises	64
4.1. Encontro 1 - Aventurando-se com o GeoGebra.....	64
4.2 Encontro 2 - As reflexões sobre as construções.....	72
4.3 Encontro 3 - Ajustando os modelos anteriores	78
4.4. Encontro 4 - Construções de movimentações pantográficas	81
4.5 - Encontro 5 - Iniciando os projetos	84
4.6. Encontro 6 - Finalizando os projetos.....	92
4.7 - Categorias de análise observadas: uma retomada.....	97
5 Considerações Finais.....	99
Referências.....	102
Apêndice A – Termo de Assentimento	105
Apêndice B – Termo de Consentimento.....	106
Apêndice C – Carta de Apresentação	107
Apêndice D – Produto Didático	108

1. Introdução

A educação é um direito de todos. Essa frase é corriqueira em vários lugares onde o debate educacional está presente. Um dos pontos que podemos refletir sobre tal pensamento é como tal direito é reservado a cada setor ou região da nossa sociedade. O direito é igual a cada comunidade dessa sociedade? Analisando brevemente as diferentes realidades que constituem nossa sociedade, a primeira resposta que nos remete a pergunta anteriormente feita é: não, os direitos não são de equidade a todos.

Essa pesquisa é realizada em um meio social de vulnerabilidade, da qual a autora atua há quatro anos. A escola está localizada em um bairro considerado de invasão, no qual o poder aquisitivo das famílias é baixo. Durante essa trajetória na escola, nota-se repetidamente que, mesmo vivendo em uma sociedade tecnológica, nem todos os alunos têm acesso a esses recursos. Raros são os alunos que possuem telefone celular, raros são os alunos que possuem uma internet de qualidade, sem contar que aqueles que possuem aparelho de celular fazem uso de um aparelho de baixa qualidade de memória e, frequentemente, é um telefone de modelo mais antigo.

Considerando essa realidade, temos como proposta incluir a tecnologia nas aulas de matemática, tornando-a aliada do aluno e do professor na construção de conhecimentos. Analisaremos também, como conhecimentos matemáticos estão implícitos nas construções dos estudantes, como manusear materiais e programar softwares, pois, não raras as vezes, podemos não perceber que a matemática “está acontecendo”. Não utilizamos matemática apenas quando aplicamos fórmulas. Na verdade, procedimentos mecânicos pouco dizem a respeito do saber matemático.

A escola e a aprendizagem, para muitos dos alunos em nossa comunidade, se resumem a um caderno e um lápis. Só se aprende com o uso desses dois elementos. A Matemática, em particular, é vista como uma ciência de receitas prontas, em que não há espaço para criação, invenção, exploração e descoberta. Contudo, nesta pesquisa estamos direcionados à Matemática como uma ciência viva, como uma ciência do fazer. Mas afinal, o que é fazer matemática? Para Bkouche et al. (2021, p.132) “o fazer matemática é FAZÊ-las, no verdadeiro sentido da palavra, construí-las, fabricá-las, produzi-las, seja na história do pensamento humano ou no aprendizado individual.”

Voltando à realidade da escola na qual a pesquisa se desenvolveu, os recursos tecnológicos não costumam fazer parte da escola como meio para aprender. Entendemos que a utilização de tais recursos não deve se resumir apenas ao acesso a redes sociais e jogos na internet, como ocorre para muitos estudantes. O computador, por exemplo, proporciona um leque de possibilidades e espaços para agir e pensar, que pode remeter à construção de conceitos matemáticos. Construir algo que esteja diferente do colega ou que seja de autoria própria do aluno corre o risco de ser considerado completamente errado. Tais fatos remetem a aulas voltadas à memorização e à aplicação de procedimentos mecânicos. Elaborar estratégias, relacionar matemática com o cotidiano, ou construir não fazem parte das rotinas da sala de aula. Meier (2012) relata que os alunos possuem dificuldade em estabelecer conexões entre conteúdos matemáticos e suas interações com o mundo. Tais inquietações acabam fazendo parte da rotina de um professor. Como tornar nossas aulas momentos instigantes?

Dentro dessa perspectiva, destacamos que o programa de Pós-Graduação do Instituto de Matemática e Estatística da UFRGS oferece disciplinas voltadas ao currículo digital, constituído de plataformas digitais e alunos engajados em atividades com foco no fazer matemática em ambientes digitais, como espaços com a utilização de computador.

Outro fator, que paralelamente à questão de memorização e aplicações mecânicas, está presente na rotina das aulas de Matemática são os conceitos de certo e errado. Muitos veem a Matemática como uma ciência do certo ou errado. Resumidamente, em uma questão da disciplina ou você tira dez (acerta) ou você tira zero (erra). Não se tem meio termo. Um dos objetivos com essa pesquisa é refletir sobre o aperfeiçoamento de estratégias. Não há resposta totalmente errada e nem totalmente certa. Tudo pode ser aprimorado, todas as ideias são válidas. A discussão nesse ponto é primordial pois também aprendemos entre as trocas.

Sobre essas reflexões, a presente pesquisa propõe a construção de uma oficina que propicie aos alunos o contato com a tecnologia não somente voltada a redes sociais e jogos. A proposta é voltada ao desenvolvimento de postura ativa e de atitudes de engajamento do aluno, por meio de suas estratégias e tomadas de decisões. Outro ponto primordial nessa caminhada são as trocas de vivências e reflexões acerca do que o outro constrói.

Avaliaremos nesse trabalho as construções e fabricações realizadas pelos alunos. Segundo Bergson (Apud. Abbagnano 2007, p. 435), o termo fabricação é a atividade própria da inteligência. Essa é, com efeito, "a faculdade de fabricar objetos artificiais, especialmente utensílios para fazer outros utensílios, e de variar indefinidamente sua fabricação."

Dessa forma, a pesquisa propõe a seguinte questão norteadora: Quais estratégias e conteúdos matemáticos emergem da construção de objetos manipuláveis digitais e não digitais?

Para responder à questão, a pesquisa propõe o planejamento e a aplicação de uma oficina, cujo objetivo é trabalhar com a construção de objetos com movimento, digitais e não digitais, com estudantes do nono ano do Ensino Fundamental, que possuem idade em torno de 13 e 14 anos. A partir das construções elaboradas pelos alunos, investigamos possibilidades de construção do conhecimento matemático, buscando por evidências de ação e compreensão de conceitos matemáticos empregados no processo de construção dos objetos.

O trabalho inicia com o capítulo de fundamentação teórica, que está subdividido entre quatro subseções, sendo elas: as tecnologias na sala de aula, as metodologias ativas, a cultura maker, o construtivismo de Piaget e o levantamento e estudo sobre trabalhos relacionados ao tema de pesquisa, constituído de trabalhos correlatos sobre nossa temática de investigação.

No terceiro capítulo apresentamos o percurso metodológico da pesquisa. Nele relatamos nossas escolhas metodológicas, o cenário em que a pesquisa foi realizada, os participantes da pesquisa e o detalhamento do planejamento dos encontros que a oficina propõe, bem como objetivo e estratégias que adotaremos em cada um.

As análises após a experiência prática serão contempladas no capítulo quatro. Tal capítulo é destinado à análise dos dados produzidos, ancoradas pelos quadros teóricos abordados no capítulo dois.

As considerações finais estão destinadas ao quinto capítulo. Neste capítulo apresentamos as conclusões sobre a análise de dados e reflexões sobre a oficina perante as teorias estudadas. O produto didático da dissertação encontra-se no Apêndice D e apresenta uma proposta para a abordagem em sala de aula das atividades da oficina realizada na dissertação, acompanhado de comentários para o professor.

2. Fundamentação Teórica

Neste capítulo, apresentaremos os autores e teorias escolhidas para suportar a análise de dados. A fundamentação teórica está aportada em três teorias. Primeiramente apresentaremos as ideias sobre o uso das tecnologias digitais de Seymour Papert. Como a metodologia e roteiro tem o viés de envolvimento e construção dos alunos, optamos também por abordar a teoria das metodologias ativas e da Cultura Maker. Pela busca do entendimento das resoluções, estratégias e construção dos estudantes, nos apoiamos nos escritos de Jean Piaget com o viés das obras “tomada de consciência” e “fazer e compreender”. A seguir, trazemos as teorias citadas anteriormente.

2.1 Tangenciando o universo das tecnologias na escola

Poderíamos começar convidando a refletir sobre o fato de que as tecnologias estão sendo cada dia mais utilizadas e é função da escola inseri-la no seu contexto, pensamento esse muito encontrado nas leituras e falas corriqueiras em corredores e debates na escola. Presenciamos professores envolvidos com planos e planejamentos de aulas, e esquecemos de refletir sobre os impactos na vida do aluno que esse conhecimento trará. Papert (1994) provoca-nos a refletir sobre como utilizar computadores nas aulas e manter o sistema de controle na escola. A questão hierárquica em uma escola, de que o professor ensina (portador de comandos) a criança (que obedece às instruções), com o avanço tecnológico e a rapidez no acesso a informações, torna essa hierarquia falha, ou pelo menos questionável.

Porém, refletir sobre as formas nas quais as tecnologias podem auxiliar na construção do conhecimento e no pensar do estudante parece mais pertinente no âmbito escolar. Afinal, a tecnologia está presente na vida de todos, sendo aceita ou não. Dessa forma, tão importante quanto ter a tecnologia presente é saber o que fazer com ela e o que ela proporciona ao seu usuário. Papert (1994) reforça que muito mais do que treinamento, é necessário que os professores desenvolvam a habilidade de beneficiarem-se da presença dos computadores e de levarem esses benefícios para seus alunos. Tal fato incentiva-nos a sermos professores pesquisadores e também

os alunos pesquisadores, que constroem com a utilização das máquinas e que buscam diferentes estratégias para essas construções.

Ao se tratar dos computadores, por exemplo, raramente nos questionamos como sua presença em um ambiente, constituído por crianças e adolescentes, considerados nativos digitais, pode contribuir para processos mentais, não somente como instrumento, mas como essa presença influencia o pensamento dos indivíduos. Para a utilização da tecnologia na escola, é importante pensar que ela é nossa aliada e que nós determinamos o que e como ela deve proceder, e não é ela a portadora de fórmulas e instruções; quem dita as regras são os programadores da máquina. Nos colocamos no papel de pensar com a tecnologia e não somente esperar dela soluções. Ou seja, o que podemos elaborar para que, ao ingressar com os comandos necessários, a máquina execute o que desejamos. O caminho a ser percorrido para o êxito envolve o raciocínio e estratégias individuais dos indivíduos.

Podemos, como em alguns casos, nos limitar e sermos resistentes a mudanças provocadas pela tecnologia. Tal pensamento reflete, em certas situações, a falta de argumentos e estratégias de utilização. Nem sempre estamos preparados para tal desafio que nos é imposto perante uma sala de aula repleta de computadores. Existe nessa situação um impasse sobre o que um computador, por exemplo, pode fazer e o que a sociedade decidirá fazer com ele. Papert (1985) já mencionava que computadores podem ser os portadores de inúmeras ideias e sementes de mudança cultural e que tais mudanças podem acarretar quebra de barreiras entre a ciência e seres humanos.

Um indivíduo em contato com o computador está interligado a uma forma de comunicação. O que estamos nos referindo é que quando operamos um computador precisamos nos comunicar com a linguagem que a máquina fornece. Essa comunicação deve ser clara a ambos os envolvidos nas mensagens programadas. Papert (1985) descreve sobre programar computadores, e para ele programar significa comunicar-se com um computador numa linguagem que ambos possam “entender”.

Atividades de programação, em que o estudante é o protagonista e autor do produto que está sendo desenvolvido, podem refletir na utilização do que Papert (1994) chama de conhecimento-em-uso. Segundo ele, o aprender-em-uso libera os

estudantes para aprender de uma forma pessoal, e tal fato libera os professores para oferecer a seus alunos algo mais pessoal e mais gratificante para ambos. Papert (1994) ainda traz provocações sobre o estilo pessoal que cada professor tem de ensinar e sobre os currículos escolares. Será que todas as turmas de sétimo ano, por exemplo, devem aprender números inteiros no primeiro trimestre e devem saber operar, ordenar e classificar para estarem aptos a tirarem notas acima da média?

Um recurso muito utilizado, na maioria dos casos, quando estamos oferecendo atividades aos alunos com a utilização do computador é aquele no qual a máquina fornece informações ao aluno, perante consulta no mesmo e acesso à internet. Em muitos debates acerca da necessidade de tecnologias na escola, uma ideia recorrente é a de que “com os computadores na escola teremos um bom meio de realizar pesquisas com os alunos. ”. O termo pesquisa, nessa perspectiva a qual nos referimos, resume-se a algumas leituras na internet e trabalhos escritos, quando na realidade a pesquisa científica possui um leque maior de abrangência, envolvendo práticas, pesquisas, situações problemas, coleta de dados e a produção de materiais. Papert (1985) relata este momento como a situação em que o computador programa a criança, pois é o computador que está transmitindo o que a criança irá ler e fazer. Para o desenvolvimento do pensamento, é necessário que o fluxo seja inverso, ou seja, que a criança programe o computador e que esse aja de forma que a criança dê as orientações.

A criança, ao programar a máquina, está no controle da situação, alguma reação só irá ocorrer se essa der as instruções ao computador. Ao programar uma situação, a criança desenvolve um raciocínio antecipado sobre a resposta que irá ocorrer quando ela executar o programa. Quer se falar que, para realizar algo com a utilização da máquina, é preciso pensar de forma antecipada sobre o comando que provocará o resultado desejado.

Utilizar o computador como recurso na sala de aula também se destina ao educador averiguar o que se alcança com o computador que não se alcança sem ele e vice-versa. Papert (1985, p.37) faz a analogia utilizando a televisão e seus programas, afirmando que *“Vila “sésamo” pode oferecer explicações melhores ou mais envolventes do que as que a criança recebe dos pais ou de professores de pré primário, mas a criança continua ainda como ouvinte das explicações.”*.

Juntamente com tal pensamento, Papert (1985, p. 37) destaca a importância do aluno construtor:

Em contraste quando a criança aprende a programar, o processo de aprendizagem é transformado. Em particular, o conhecimento adquirido para o propósito pessoal reconhecível. A criança faz alguma coisa com ele. O novo conhecimento é uma fonte de poder e é experienciado como tal a partir do momento que começa a se formar na mente da criança.

Vinculado a estas ideias, podemos relacionar a autonomia do aluno como programador e ainda mais, como programador independente da máquina. Ao se mencionar a questão de proporcionar a autonomia dos alunos, outro leque de reflexões abre-se: aquele dos procedimentos “certos e errados”. O famoso está certo ou está errado retorna às nossas salas de aula constantemente, como se existissem fórmulas e receitas prontas. Papert (1988) salienta que muitas crianças têm sua aprendizagem retardada justamente porque a aprendizagem é baseada apenas no “acertou” e “errou”. Ao se programar uma máquina sem que haja receitas prontas para os seus comandos normalmente nas primeiras tentativas não conseguimos obter o êxito esperado. Porém, quando não chegamos ao resultado desejado, nossa programação deve ser alterada, e uma das formas mais acessíveis de fazer isso é analisar a programação e procurar a “chave” que resultou na não execução desejável. Esta cena citada anteriormente, quando referida a quadro e giz, normalmente acaba por se apagar com a borracha todo o seu desenvolvimento. Fato muito recorrente quando há a famosa aula de “correção de exercícios”. Pouco se analisa o ponto chave que provocou o erro nas questões, situações e desenvolvimentos. Pouco se pergunta “Onde posso melhorar minha estratégia para chegar onde quero?”.

Outro ponto primordial em aulas é a frase “o meu desenvolvimento está diferente do meu colega, e diferente do que a professora realizou no quadro”. E se não está igual, a borracha acaba por apagar tudo sem que haja reflexão sobre as situações, que muitas vezes retratam o mesmo por meios e caminhos diferentes. Cada pessoa pode seguir um caminho e chegar ao mesmo ponto de encontro desejado inicialmente. Para Papert (1988), não há algum modelo que dê certo ou errado, existem modelos que podem ser executáveis.

Um termo utilizado na obra de Papert (1988) é matofobia, que está ligada aos tabus da aprendizagem e ao medo que a matemática pode causar nos estudantes. Em alguns casos, a matofobia acontece a partir do momento que certas definições

não fazem mais sentido para o estudante. Quando algo deixa de fazer sentido, é comum que o envolvido perca o interesse de seguir seu desenvolvimento. A vontade de avançar muitas vezes está ligada com o entendimento, afinal continuar em algo que não estamos entendendo onde chegar e nem caminhos de chegar parece não ter valor algum. Quando o que está em questão são procedimentos envolvendo matemática, é viável que se busque meios de se expressar a matemática que, como citado anteriormente, não se reduza apenas a questões certas e questões erradas.

O protagonismo do estudante na escola também está ligado ao planejamento que será posto em prática na sala de aula. Papert (1988) salienta que muitas mudanças são necessárias na estrutura escolar, sejam elas físicas ou de conduta. Reforça também que professores devem sempre refletir sobre como ensinar a matemática escolar existente, a reconstrução do conhecimento de tal forma que não seja necessário grande esforço para ensiná-lo. Ao pensarmos sobre tal ideia trazida por Papert, podemos retroceder ao pensamento de que o educando é responsável por todo o processo, ou seja, que é só dar as orientações de atividades e conteúdos e esperar que nos entreguem tudo pronto, o que não é verdade. Quando mencionamos que os meios de comunicação devem fazer sentido em sala de aula e na aprendizagem, também estamos citando a importância do diálogo e trocas em sala, sendo elas entre estudantes e professor. Nesse quadro de situação todos são aprendizes. O processo de aprendizagem é vasto e ocorre de muitas formas e uma delas citada por Papert (1994) é a importância do diálogo em sala. A boa discussão promove a aprendizagem, o que não se limita apenas entre estudantes. Ao expor as situações, muitas ideias podem surgir, e é possível se dar conta de falhas a serem corrigidas ou procedimentos que podem ser melhorados.

É importante e fundamental ao planejamento de uma aula saber o que se objetiva com a proposta, mas a expressão “colocar a mão na massa” está cada dia mais enraizada e ganha mais força nas relações escolares. O aluno em construção de conhecimento está sujeito a constantes mudanças e avanços. Ao realizar construções, deixamos de lado a questão de certo e errado, porque por mais que um procedimento dê certo ele sempre pode ser aprimorado. Observamos em sala de aula alunos que querem abandonar questões, que estão impondo obstáculos, para começar outras. Muitas vezes não conseguem resolvê-las e se frustram, fato esse que também deve ser trabalhado em sala de aula. Uma expressão utilizada por Papert

(1994) é “dar-se o tempo”, tão importante e tão pouco utilizada entre os estudantes. Muitas vezes não conseguimos resolver algo de imediato. A primeira impressão que temos é que não somos capazes ou que não somos aptos a tal área de conhecimento. Em grande parte das situações, o que precisamos é dar-nos um tempo, analisar melhor para então resolver o problema.

Sobre a resposta certa ou errada, relacionamos a uma atividade feita no caderno. Quando um exercício está errado, a primeira intenção é apagá-lo e começar de novo. Ao se estar diante de um protótipo construído que falha em algum movimento, por exemplo, raramente irá se desfazer tudo para começar do zero. Nessas situações é mais comum que se queira encontrar a falha, o problema pontual. Em comparação ao caderno, normalmente esquecemos a resposta errada e colocamos a certa no lugar, o que não induz a pensar sobre o erro e avançar na compreensão do conceito envolvido. Quando se tem algo a ser consertado (um objeto ou um programa), a chance do estudante se envolver em pensar sobre o ponto em que ocorreu o erro é muito maior. Quando estamos focados na arte de aprender, não é a regra que resolve o problema, é pensar sobre o problema ou mostrá-lo para alguém mais que desencadeia a aprendizagem (PAPERT, 1994). Dar-se tempo, observar a situação e debater com mais pessoas são consideradas peças chaves para se obter bons resultados.

Para Papert (1988) alguns procedimentos e programações realizadas pelos alunos apresentam bug, que é uma, ou mais, falha ao executar a construção desejada. Ou seja, algo que foi programado não saiu como o esperado. O processo de eliminar esse bug é chamado de debugging e tal ação faz com que aconteçam situações muito importantes para o aprendizado. Uma delas corresponde à subdivisão das dificuldades perante um problema a ser resolvido. Tal momento é destinado à detenção do erro (bug) no procedimento, no qual a resolução é analisada por partes para se achar o ponto, ou pontos, que provocaram o erro. A questão da subdivisão sobre o que vai ser analisado é pertinente de ser realizada, pois em muitos casos é difícil detectar onde está o bug. Podemos dizer, então, que o debugging é realizado mediante uma análise e reforma dos procedimentos. Da mesma forma, essa vistoria subdividida do experimento idealizado faz com que seja revisto todo o desenvolvimento que foi construído e, em alguns casos, podem também gerar incremento no que já está certo mas pode ser melhorado. Aprende-se também que

algo dar errado nem sempre é ruim, que erros podem ser benéficos. Se o procedimento dá certo normalmente parte-se para a próxima etapa, e a construção segue. Quando temos um bug, refletimos e buscamos mais conhecimento para assim resolvê-lo.

Em alguns momentos, o bug pode ser complexo de ser resolvido, mesmo que ele esteja detectado no seu foco. Tal situação pode gerar o que Papert (1988) relaciona com as ideias de desenvolvimento cognitivo de Piaget. Ao se verificar um problema, subdividindo-se ou não como citado anteriormente, o aluno pode se reportar a pensar em questões de ordem mais simples sobre o que precisa ser feito para se obter a resposta da questão complexa a ser solucionada. É importante estimular a busca de algo semelhante a tal situação que o estudante já conheça e saiba resolver. Com essa atitude temos estimuladas várias formas de aprender como ações, imagens, desenhos, símbolos, que podem ser utilizados pelo aluno e fazem com que os padrões de desenvolvimento comum em sala de aula sejam descartados.

A comunicação matemática apoiada em tais atitudes torna-se importante pela ideia de que nenhum conhecimento é inteiramente redutível a palavras e nenhum é totalmente indescritível. Acaba-se, desta forma, quebrando a barreira de que existe apenas uma resposta certa ou que, ao não encontrar o resultado desejado, tudo está errado. O fato não é expressar apenas o suficiente para se conseguir um resultado de sucesso, mas as maneiras de se chegar ao desejado. Ou seja, o caminho percorrido na construção tem importância na análise e desenvolvimento do conhecimento. Ainda sobre a comunicação, expressar-se sobre o que se está construindo e de que tais expressões façam sentido ao construtor é importante para o seu desenvolvimento. Dessa forma, não se espera que tudo dê certo na primeira tentativa e, dando errado, não há julgamentos sobre o erro e sim reflexões e ações para melhorar e corrigir o que não está no devido lugar.

A tomada de decisão do estudante é imprescindível nessa trajetória e salienta-se que tal atitude é construída em conjunto, entre professores e estudantes. É importante que o estudante aprenda a tomar decisões, e uma das tarefas do professor nesse processo é encorajar a criança a tal. Algumas atitudes ajudam na construção dessa autonomia no estudante. Uma delas é encorajar o aluno a descrever as situações, retomando ideias e processos sobre como fez, o que fez e

porque fez determinada construção. O objeto construído precisa fazer sentido. Essas atitudes descartam em maior número pensamentos de “fazer até conseguir”, ou seja, obter sucesso por meio de tentativas. É preciso que o estudante entenda o que está fazendo e os procedimentos envolvidos nesse fazer.

A respeito do planejamento, Papert (1988) traz a questão de como proporcionar um maior aprendizado a partir do mínimo de ensino, chamado de *matética*. Inicialmente, temos a ideia de que não é necessário um estudo metodológico para as aulas. Mas, pelo contrário, o professor que busca o protagonismo dos alunos precisa estar preparado para o novo que irá surgir. O educador nesse novo contexto de aula em muitos momentos pode se deparar com situações que nem ele já tinha se deparado antes, e não há problema nenhum neste fato. Entra em ação o professor que faz, e deixa-se de lado o professor apenas que diz, afinal o aprendizado é via dupla entre eles.

O estudante em vários momentos para resolver um problema, acaba estabelecendo relações com o que já sabe resolver, e isso é válido. A busca por semelhanças entre um procedimento a ser resolvido e um procedimento já conhecido pode fazer com que o aluno reflita sobre tal solução e, desta forma, aquilo foi entendido pelo estudante. A teoria piagetiana relata que a criança assimila o novo no velho por meio do processo que é chamado de *assimilação*. Dessa forma, a criança elabora um micromundo com suas formas de se expressar e conjecturas que são válidas para ela. É a ideia de aprender construindo seu próprio conhecimento.

Sobre a ideia de construções e alunos colocando a mão na massa, Papert (1994) traz o conceito de *bricolagem*, que em poucas palavras diz: “use o que você tem, improvise e vire-se” (PAPERT, 1994, p.138). Essa ideia também expressa pessoas fazendo e operando coisas nas quais não são especialistas. O fato é, use o que você tem para operar, faça estratégias, espere seu tempo, divida seu problema em partes e comece observando algo que você consiga realizar e que seja semelhante a algo que você já sabe realizar. Essa última, é por muitas vezes citada em Papert (1994) no qual defende a ideia de “divida e domine” para chegar ao resultado desejado.

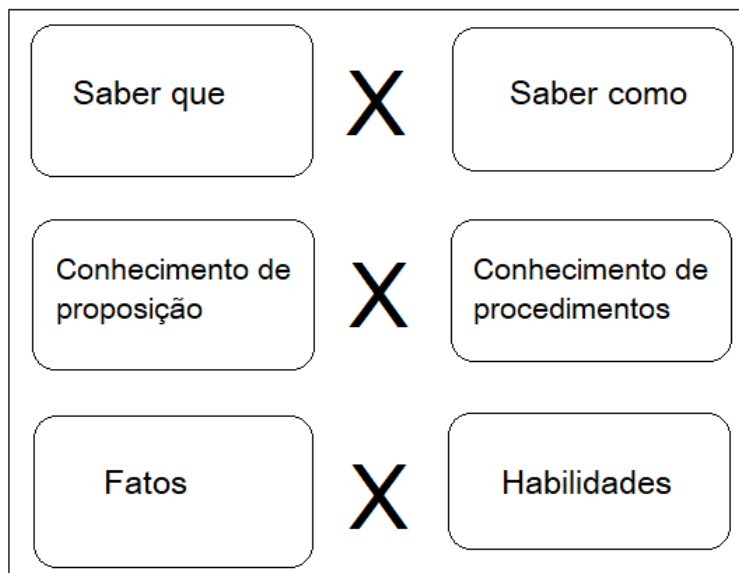
Se analisarmos a ideia de *bricolagem*, notamos que ela tem fortes relações com o conceito de *matética*. Faça o que se pede com o que você tem (falamos aqui

em ferramentas mentais). Se pensarmos no cotidiano, essa ideia nos remete a uma metodologia que permite permanecer perto de situações concretas. É como se tivéssemos algo quebrado em casa e quiséssemos, dentro de algumas horas, utilizar tal equipamento. Precisamos pensar o que temos de ferramentas para o conserto, na forma de utilizar tais ferramentas e de que maneira o equipamento será utilizado. Cabe lembrar que, para solucionar o problema do equipamento, não temos o manual de instruções e nem temos algum técnico disponível para tal. Nós é que daremos as coordenadas e tentaremos, de alguma forma, sanar o problema, com o conhecimento e as ferramentas que temos à disposição. E porque não podemos utilizar tais ideias na sala de aula? Porque não quebrar as barreiras e tabus de fórmulas prontas e receitas dadas?

Quando temos algo a ser construído, podem vir à tona duas situações: a primeira referente à teoria que idealizamos e que poderá dar suporte à construção; e a segunda sobre a observação que fizemos do cotidiano sobre o protótipo a ser construído. Um fator importante nessas duas situações citadas são os pré-requisitos que serão colocados para disparar o passo inicial. Mesmo sendo um protótipo novo a ser construído, são necessários meios para explorar, conceituar e compreender esse objeto. Retorna a questão de partir do simples para chegar a questões mais complexas. A busca por facilitadores da apropriação de algo novo é constante durante as construções. Por isso é importante conhecer e se aprofundar no que se quer. As atitudes apontadas tentam diminuir as diferenças entre os dois mundos citados anteriormente, fazendo dessa forma que nenhum conhecimento seja colocado em vão.

Papert (1988) destaca a distinção comum entre duas maneiras de saber, que expressamos na Figura 1 abaixo:

Figura 1- Maneiras de saber



Fonte: Produção da autora.

Dentro desses contextos, Papert salienta que o aluno em contato com a tecnologia e construindo seus artefatos descobre os saberes apontados no Quadro 1. Mas, segundo ele, a experiência primordial da aprendizagem não é a memorização de fatos ou prática de habilidade. O que é defendido é que o fundamental do aprendizado é o “vir a conhecer”. Ou seja, dentro de um procedimento ou situação, é importante que se entenda o que se pode ou não fazer e o porquê dessas movimentações. Ao adentrar nesse mundo das possibilidades, os estudantes sentem-se mais familiarizados e confortáveis para a tomada de ações. Com isso, a questão da matemática torna-se mais evidente e enraizada no estudante.

Em alguns discursos é debatido sobre a desmotivação e a matofobia, que é denominada pelo bloqueio perante conteúdos e a disciplina de matemática, como já mencionado anteriormente. Tais fatos podem ser justificados, de uma das formas, com uma aprendizagem dissociada. É como se a aula de matemática fosse resumida apenas em fórmulas. O aluno, ao olhar aquela quantidade de fórmulas e resoluções, tem uma possibilidade grande de se perder e, a partir de determinado ponto, não entender mais nada sobre o assunto abordado. Aquilo passa a não fazer mais sentido para ele, ele não consegue operar com as fórmulas e acaba por se sentir incapaz de

aprender matemática. Tais fatos causam as frases tão ouvidas “eu sou fraco em matemática”, ou então “eu sou da área das humanas”, sendo que a matemática também é uma via de comunicação e que nada quando se diz respeito à aprendizagem está dissociado.

Uma questão que se deve debater é que até mesmo a inovação necessita de ideias novas. Ou seja, sempre podemos incrementar o que já foi feito, sempre podemos melhorar, acrescentar algo. Certos momentos, utilizamos o currículo como um refúgio para a não inovação em aulas e acabamos recorrendo, mesmo sem perceber, a aulas de memorização e procedimentos sistemáticos que nada incentivam a busca do “vir a conhecer”, defendida por Papert (1988). Inovar é preciso, e quando citamos a palavra inovação na sala de aula não estamos somente nos referindo a diferentes tipos de materiais a serem utilizados, e sim na forma como lidamos com os diferentes recursos que temos ao nosso alcance.

2.2 Metodologias Ativas

A construção do conhecimento em nossas vidas, desde criança, se dá pela ação. A partir do ato de agir o indivíduo pode refletir sobre os procedimentos utilizados nas ações e, assim, compreende-los e aprimorá-los. Tem-se com isso a ideia de que a aprendizagem é ativa. Podemos comparar com o processo de aprendermos a pular corda: inicialmente, precisamos que o rodar da corda seja devagar e, após as primeiras tentativas, nosso instinto impulsiona a utilizar de mais velocidade. Em alguns momentos, arriscamos até mesmo pular com um pé só na corda. Assim, mesmo com esse exemplo que parece elementar, enfatizamos que a aprendizagem é ativa; aquela que se adquire executando e que avança em espiral, de níveis mais simples para níveis mais complexos de conhecimento e de competência.

Segundo Moran (2018), desde que nascemos aprendemos com situações concretas, que aos poucos são ampliadas e generalizadas, indutivamente. Aos poucos também vamos aprendendo com teorias e ideias, que depois são testadas concretamente, pelo processo dedutivo. Assim como em outros processos, cada indivíduo aprende de uma forma. Utilizando novamente o exemplo de pular cordas, cada pessoa vai adaptar sua coordenação para conseguir realizar as atividades. Tais exemplos comparam-se a outras atividades que possamos realizar, de modo que cada indivíduo segue um caminho com escolhas que possibilitem a compreensão.

As pesquisas atuais da neurociência comprovam que o processo de aprendizagem é único e diferente para cada ser humano, e que cada pessoa aprende o que é mais relevante e o que faz sentido para si, o que gera conexões cognitivas e emocionais. (MORAN, 2018, p.2)

Anteriormente, se fez uso de uma palavra que é de importância para o estudo de metodologias ativas: conexão. No processo de aprendizagem estamos constantemente fazendo conexões, de diversas formas. Quando realizamos alguma tarefa, algo pode nos despertar maior atenção, e é a partir dessas situações que evoluímos e buscamos ampliar nossos conhecimentos sobre determinado assunto ou objeto.

Nessa perspectiva, a sala de aula também sofre alterações, mediante alunos que chegam na escola com questionamentos e situações que eles mesmos querem desenvolver por conta própria. A função dos educadores torna-se cada dia mais de mediadores do saber. Prensky (2010) apresenta a seguinte tabela sobre a interação entre estudante e professor nessa proposta (Quadro 1).

Quadro 1– Relação professor e aluno

Professor	Estudante
Não fala, pergunta.	Não toma notas, procura.
Sugere tópicos e instrumentos.	Pesquisa e encontra soluções.
Aprende tecnologia com os estudantes.	Aprende sobre qualidade e rigor com o professor.
Avalia as soluções e repostas dos estudantes, examinando a qualidade e rigor.	Refina e melhora as respostas, adicionando rigor, contexto e qualidade.

Fonte: Prensky, 2010

As metodologias ativas e as tecnologias digitais estão associadas ao dinamismo e rapidez com que as informações são acessadas. A ideia de compartilhamento é ressaltada, visto que a colaboração é aumentada com o uso de conectividade. Salas de aula não ficam mais baseadas apenas a atos e sim ganham visão geral por meio de murais online e redes sociais de comunicação e não somente àqueles que se faziam presentes pessoalmente nas aulas. Agora, temos a opção de expor nossas ideias e projetos para um grande número de pessoas através do

compartilhamento de informações pela internet. Tal cenário para os jovens é rotineiro, afinal, todas as vezes que alguma informação é publicada em redes sociais ou em grupos de aplicativos, o indivíduo já tem em mente que aquele conteúdo vai chegar a diversas pessoas e que tais pessoas podem tecer comentários sobre a publicação.

Identificando aproximações da ideia de compartilhamento, nosso trabalho usará tal recurso para trocas de informações e aperfeiçoamento de construções. Tais compartilhamentos podem ser feitos por aplicativos de mensagens e grupos em redes sociais.

Ainda segundo Moran (2018), salienta-se que uma escola sem um currículo digital já pode ser considerada como uma escola incompleta nos dias atuais, pois é como se deixasse de lado uma das dimensões básicas do século. O mundo atual é cada dia mais híbrido, e as fronteiras físico-digitais estão cada dia mais próximas da realidade.

[...] por meio da mídiatização das tecnologias de informação e comunicação, o desenvolvimento do currículo se expande para além das fronteiras espaço-temporais da sala de aula e das instituições educativas; supera a prescrição de conteúdos apresentados em livros, portais e outros materiais; estabelece ligações com diferentes espaços do saber e acontecimentos do cotidiano; e torna públicas as experiências, os valores e os conhecimentos, antes restritos ao grupo presente nos espaços físicos, onde se realizava o ato pedagógico. (VALENTE, ALMEIDA 2012, p. 60).

Quando falamos na aplicabilidade das metodologias ativas, nos referimos a várias formas. O ideal é que os caminhos a serem seguidos sejam diversificados, tornando possíveis várias soluções. Isso quer dizer que não se tem um roteiro a seguir, que não há um modelo pronto, é uma construção, um possível fazer de um mesmo conteúdo que pode ocorrer de diversas formas e metodologias. É necessário que se mantenha sempre o equilíbrio entre os caminhos metodológicos a serem percorridos. Entretanto, o que é comum a todas as propostas é que o aluno seja o centro do processo. Que ele possa ser autônomo e que o professor, conforme sugere Moran (2018), atue como curadoria e apenas aponte possíveis caminhos que podem ser seguidos no desenvolvimento do projeto do aluno.

Temos como proposta principal a ideia do professor como curadoria, no sentido de dar suporte e referências aos alunos, e a pesquisa sobre informações básicas sobre o tópico de estudo fica a cargo do aluno, nas mais diversas oportunidades informativas de que dispõe. Conforme o assunto vai avançando, o professor vai

adentrando nos conceitos mais aprofundados e criando atividades de acordo com cada desenvolvimento apresentado. Cada aluno irá acessar o conteúdo de acordo com o nível que atingir, assim gradativamente. O trabalho é colaborativo, visto as trocas e interações que estudantes e professor fazem durante o processo.

Com isso, na perspectiva de metodologias ativas, temos a Cultura Maker (movimento do “faça você mesmo”), que será abordada a seguir.

2.3 A Cultura Maker

A prática pedagógica contemporânea seguidamente enfatiza sobre as habilidades de criar, de interpretar e de testar estratégias. Nos documentos da BNCC (Base Nacional Comum Curricular), a atual referência que temos para o currículo das escolas, a segunda competência, das dez, menciona sobre:

2- Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas. (BRASIL, 2010, p.9)

Um dos objetivos de parte dos professores, quando propõe atividades, é estimular o protagonismo investigativo dos estudantes em relação a conteúdos e assuntos abordados. Um dos meios de protagonismo é fazer com que os alunos construam seus próprios instrumentos de trabalho e estudo, de acordo com características que julgam necessárias e benéficas para os objetivos que desejam alcançar. Elencada a esse estilo de construção autônoma está ligada a cultura Maker, que será debatida no decorrer dessa seção.

A ideia de cultura Maker tem origem datada na década de 70, a partir da implementação de computadores domiciliares e seu uso mais contínuo. A palavra Maker significa “fazer” e podemos associá-la à dinâmica do “faça você mesmo”. O termo cultura Maker originou-se da criação da revista Maker magazine, em 2005, tendo a primeira feira Maker, nos Estados Unidos, em 2006 (DOUGHERTY, 2012, apud COHEN, 2017). O crescimento tecnológico está diretamente ligado à cultura Maker em relação à implementação de novas máquinas de criação, como impressoras 3D, cortadores digitais e a laser, fresadoras digitais, entre outras. Tais recursos auxiliam na construção de objetos criados a partir de características definidas pelos usuários. A tecnologia de fabricação digital torna-se acessível a

muitos e as atividades intelectuais baseadas na tecnologia ganham valorização e importância. O movimento Maker é um movimento crescente que envolve diferentes áreas de conhecimentos e pessoas, desde amadores, engenheiros e artistas. Mesmo a iniciativa primeira do movimento sendo datada em determinado momento, a atividade do fazer surge de antigas atividades, como a dos artesãos, marceneiros, costureiros e eletrônicos. Os artefatos digitais, ultimamente, permitem o compartilhamento, divulgação, críticas e comentários sobre construções.

Mesmo esse movimento tendo origem fora das escolas, há uma busca para que tais metodologias e práticas sejam incorporadas nas escolas. A era da memorização e aplicação de procedimentos cede espaço para a era do fazer.

...um novo conjunto de necessidades sociais, novas tecnologias, novas formas de usar o conhecimento e o reconhecimento de que uma tarefa anteriormente monopolizada por especialistas era potencialmente acessível a “reconstruções” de massas. (BLIKSTEIN, 2013, p.1)

A ideia de definir problemas e projetar soluções, visada como por exemplo na engenharia, aproxima-se da tarefa do fazer na educação. Para Martin (2015), a qualidade lúdica de muitos projetos favorece um contraponto à percepção de que os currículos escolares são muito rígidos e padronizados. A atividade do fazer também pode auxiliar a promover a autonomia do aluno, que pode apoiar-se na resolução do problema e na criação de sentido matemático para sua construção, levando à compreensão de conceitos.

Poderíamos definir essa teoria com uma palavra: fazer. Mas como podemos definir o termo fazer? Cabe enfatizar que podemos pensar na função dessa palavra no ramo educacional. Sheridan (2014) considera a questão do fazer na educação um assunto emergente e reflete sobre os potenciais impactos pedagógicos que tal prática pode ocasionar. Antes de pensar no fazer educacional, é importante a reflexão sobre a palavra fazer. Para Martin (2015), ainda não temos uma definição para a palavra dentro do contexto educacional. Honey e Kanter (2013) traduzem o fazer como a construção ou adaptação de objetos a mão, pelo prazer pessoal de descobrir como as coisas funcionam. Sheridan et al (2014) relacionam o fazer com o lugar em que as ações são realizadas, onde frequentam diferentes personalidades, que combina tecnologias digitais e físicas para explorar ideias e criar produtos novos. Todas as definições citadas são relevantes para a cultura Maker. A reflexão de que para se fazer algo é necessário estar motivado nos remete a pensar que o processo de

construção e obtenção de algum resultado desperte curiosidade e seja questionador para que se alcance o resultado desejado.

Para fazer, no sentido atribuído pela cultura Maker, é frequentemente citado o indivíduo que executa as tarefas como um criador (que na verdade é um criador!). Na cultura estudada, tais pessoas são chamadas Makers. Kalil (2013) os define como pessoas que projetam e fazem coisas em seu próprio tempo, pelo prazer de fazer, resolver problemas, descobrindo e compartilhando o que aprendem. Outro termo utilizado na literatura para as “pessoas que criam” são os fabricantes, que para Halverson e Sheridan (2014) estão associadas às identidades de cada indivíduo, que são capazes de inspirar diferentes abordagens teóricas e empíricas em um trabalho coletivo. Halverson e Sheridan (2014) ditam que o aprender por meio do fazer ultrapassa a linha entre aprendizado formal e informal, fazendo-se pensar de forma ampla sobre onde e quando o aprendizado acontece.

Aliatti (2017) utiliza o termo fabricante que, conforme nossa pesquisa, tem relação direta com os Makers. Segundo Aliatti (2017), fabricantes do próprio conhecimento significa que os estudantes se apropriam dos conhecimentos envolvidos na produção dos objetos manipulativos e, dessa forma, a aprendizagem dos conceitos matemáticos por trás da manipulação está, na verdade, à frente. Ainda sobre os materiais confeccionados pelos estudantes, a autoria destes materiais é dos próprios estudantes, eles são os construtores dos objetos, e isto os transformou em fabricantes do seu próprio conhecimento. Hoffmann, Martins e Basso (2009), afirmam:

Recursos manipulativos, digitais e não-digitais, podem possibilitar a exploração de propriedades observáveis pelas crianças, pois, quanto mais diversificadas forem as formas (objetos virtuais, objetos não-virtuais, desenhos, produções textuais, etc.) com as quais os alunos tenham oportunidade de manipulação livre e experimentação a fim de conhecer o objeto, operar com suas propriedades, quanto maiores forem as trocas entre os pares e com o professor, nas quais estão incluídos conteúdos atitudinais (trabalho em equipe, cooperação, respeito, solidariedade, etc), quanto mais situações-problema, nas quais os alunos encontrem significado e possam se envolver criativamente, maiores as probabilidades de que esses conceitos sejam aprendidos e não simplesmente decorados para serem repetidos. (p. 2-3)

Analisando a BNCC, nas competências apontadas pelo documento, identificamos que em muitos itens a utilização da cultura Maker se faz presente. A primeira das dez competências gerais da BNCC apresenta a proposta de “Valorizar e utilizar conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, social,

cultural e digital” (BRASIL, 2010, p.9) com o intuito de valorizar o conhecimento da realidade. Ao se pensar em utilizar conhecimentos históricos, podemos imaginar a evolução de determinados objetos. Podemos pensar em itens do dia a dia para tal reflexão. Vamos pensar no aparelho de TV da nossa sala, será que era o mesmo modelo que nossos pais tinham na sua infância? Bom, a resposta provavelmente seja não. Os aparelhos tecnológicos sofreram alterações e aperfeiçoamentos no decorrer destes anos, fato que acontece com muitos objetos se começarmos a lista-los. Vamos voltar ao aparelho de TV da nossa sala. Ele sofreu alterações significativas; antes a imagem que víamos era em preto e branco. Não sabíamos decifrar as cores de roupas ou de ambientes que a imagem projetava. Antigamente também as TVs eram formadas por tubos enormes as quais era preciso mais de uma pessoa para carregá-las, caso o tamanho da tela fosse grande. Assim, temos o mesmo objeto, a TV, com avanços. A partir de estudos e estratégias, foi possível chegar aos aparelhos que temos hoje em nossos lares, ou seja, um aparelho que praticamente não ocupa espaço físico e que a cada dia possui uma resolução de imagem melhor.

A cultura do “siga o modelo”, nessa perspectiva, acaba perdendo força para dar espaço à autonomia de ação e construção do indivíduo. Fórmulas prontas, atividades de copiar e colar, pintar o desenho pronto já não fazem mais sentido nesta perspectiva. Muitas vezes a curiosidade só é despertada por assuntos e temas de interesse dos indivíduos.

Associados à cultura do “faça você mesmo”, temos os denominados espaços Maker. A literatura aponta para a importância de termos um espaço destinado a esta prática. Um ambiente que seja constituído dos artefatos necessários para a fabricação do que desejamos produzir e que esteja de livre acesso aos estudantes. Temos nesta perspectiva, o estilo de um laboratório que pode ser acessado a qualquer momento pelos estudantes e que possua os recursos necessários.

Sieves (2018) trata da realidade escolar relatando que muitas escolas não possuem uma realidade financeira que permita adquirir máquinas como, por exemplo, impressoras 3D - o que é o caso da escola da presente pesquisa. Contudo, Sieves defende que tais fatores não devem impedir a propagação da cultura Maker. Desta forma, o autor cita três meios de se implementar a cultura Maker nas escolas, por meio de projetos pedagógicos. O primeiro consiste na criação do espaço Maker, mesmo que seja em um ambiente já existente na escola, desde que seja reorganizado para tal. O segundo defende a ideia de que é importante estimular a comunidade

Maker. Isso envolve que diferentes áreas do conhecimento trabalhem juntas. Por fim, temos a relevância de realizar intercâmbio entre os makers, momento em que estudantes expõem suas construções e também que possam ver outras. O importante é que estudantes troquem experiências, conheçam outras criações e mostrem suas construções aos colegas, relatando o que aprenderam e construindo conceitos de forma coletiva.

A ideia de se trabalhar com objetos com movimentação e a construção de protótipos que tenham características criadas pelo grupo de alunos, proposta desta pesquisa, tem forte relação com a cultura Maker. Cardins (2014, p.41) relata que “a cultura do faça você mesmo, na internet, é caracterizada pela criação de conteúdo, através do qual os usuários têm a oportunidade de criar produtos, imprimindo suas opiniões, desejos, personalidades e criatividade”[...].

Em 2017, a ONU¹ apresentou o relatório da Comissão Internacional sobre Educação para o século XXI, Educação, um tesouro a descobrir. Nesse documento citou os quatro pilares para a educação do século XXI: aprender a conhecer, aprender a fazer, aprender a viver juntos e aprender a ser (UNESCO, 2017). Abaixo, no Quadro 2, as descrições, de acordo com a UNESCO, sobre cada forma de aprender.

Quadro 2 – Quatro pilares para a educação do século XXI

Aprender a conhecer	Combinando uma cultura geral, suficientemente ampla, com a possibilidade de estudar, em profundidade, um número reduzido de assuntos, ou seja; aprender a aprender, para beneficiar-se das oportunidades oferecidas pela educação ao longo da vida.
Aprender a fazer	A fim de adquirir não só uma qualidade profissional, mas, de uma maneira mais abrangente, a competência que torna a pessoa apta a enfrentar numerosas situações e a trabalhar em equipe. Além disso, aprender a fazer no âmbito das diversas experiências sociais ou de trabalho, oferecidas aos jovens e adolescentes, seja espontaneamente na sequência do contexto local ou nacional, seja formalmente, graças ao desenvolvimento do ensino alternado com o trabalho.
Aprender a conviver	Desenvolvendo a compreensão do outro e a percepção das interdependências - realizar projetos comuns e preparar-se para gerenciar conflitos - no respeito pelos valores do pluralismo da compreensão mútua e da paz.

¹ Organização das Nações Unidas.

Aprender a ser	Para desenvolver, o melhor possível, a personalidade e estar em condições de agir com uma capacidade cada vez maior de autonomia, discernimento e responsabilidade pessoal. Com essa finalidade, a educação deve levar em consideração todas as potencialidades de cada indivíduo; memória, raciocínio, sentido estético, capacidades físicas, aptidão para comunicar-se.
-----------------------	---

Fonte: UNESCO (2017)

Podemos observar que os quatro pilares para a educação do século XXI apontados pela UNESCO estão também relacionados com a cultura Maker. Quando, inicialmente, cita-se sobre “aprender a conhecer”, podemos relacionar com a observação e a reflexão sobre aquilo que queremos realizar e estudar em profundidade os conhecimentos necessários para sua execução e compreensão. O aluno torna o protótipo idealizado uma meta e o estuda para criá-lo e desenvolvê-lo, em um processo de aprender a aprender. No “aprender a fazer”, temos a execução de todo seu estudo e conhecimento sobre o assunto colocado em prática. “Aprender a conviver” remete às trocas que citamos anteriormente quando mencionamos a importância do projeto ser compartilhado com outros grupos, e também da valorização do diálogo dentro do próprio grupo de trabalho e exposição de diferentes opiniões e estratégias. Aliados a todo o conjunto, apresenta-se o “aprender a ser”, que é a junção de todas as questões anteriores, quando o aluno se torna um ser atuante e de fácil comunicação e debate, respeitando diferentes opiniões e que é capaz de criar estratégias.

A cultura Maker, aliada ao nosso trabalho, nos dá essa opção, de analisarmos o cotidiano e aprimorar certos instrumentos de acordo com nossas necessidades e vontades. Ressalta-se que tais evoluções não necessariamente estão relacionadas apenas com a disciplina em questão, a Matemática. Quando pensamos em construir ou evoluir algo que já temos, os aspectos históricos dos objetos em questão são importantes, bem como a pesquisa para seu aprimoramento, que pode envolver muitas áreas de conhecimento.

Cabe enfatizar que, quando se fala em trabalhar atividades e promover ações que levem em consideração o cotidiano do aluno, não se restringem às atividades práticas da sua comunidade, e sim, de tratar o ensino da Matemática e da Física de forma ampla e aplicada, buscando exemplos de aplicações dos conceitos estudados

dentro de diferentes áreas do conhecimento e da formação profissional (OLIVEIRA; ROSSI; SANTOS, 2019).

2.4 Construção do Conhecimento Segundo Piaget

O autor principal do referencial teórico da presente pesquisa é Jean William Fritz Piaget nascido em 1896 na Suíça. Formado em ciências, ao ingressar em um laboratório de psicologia iniciou os estudos sobre o comportamento dos indivíduos bem como seu desenvolvimento, abordando a teoria chamada de Epistemologia Genética.

A teoria piagetiana propõe-se a estudar os processos cognitivos individuais, a observação e reflexão do sujeito acerca de objetos bem como o agir sobre os mesmos, tornando a interação sujeito e objeto sua fonte de estudo. Para Piaget, o indivíduo obtém maneiras, a partir de questionamentos, necessidades ou curiosidade, de construir capacidades de conhecer e transformar situações.

Quando falamos em desenvolvimento cabe ressaltar que os seres humanos não nascem prontos em relação a suas capacidades. Tão pouco pode-se pensar que o desenvolvimento da criança se dá apenas por estímulos, defendido pelo apriorismo, ou seja, que o desenvolvimento surge a partir da experiência com o meio físico mediada por seus sentidos. Para Becker (2009), Piaget mostra como o indivíduo, logo que nasce, apesar de trazer uma fascinante bagagem hereditária que remonta a milhões de anos de evolução, não consegue emitir a mais simples operação de pensamento ou o mais elementar ato simbólico. Mostra ainda que o meio social, por mais que sintetize milhares de anos de civilização, não consegue ensinar a esse recém-nascido o mais elementar conhecimento objetivo. A criança nasce e vem preparada para agir, visto que a movimentação é sua primeira manifestação. Sobre as teorias citadas, Becker (1997. p.22) ressalta:

A solução piagetiana supera ambas as correntes enquanto, rejeitando algumas de suas características, acolhe outras as quais acrescenta um componente e que as transfigura completamente: o processo de equilíbrio.

A cognição, processo de adquirir conhecimento, é decorrente do agir e pensar e também do pensar e agir do indivíduo. O ponto essencial da teoria é que o conhecimento resulta de interações entre sujeito e objeto, que são mais ricas do que

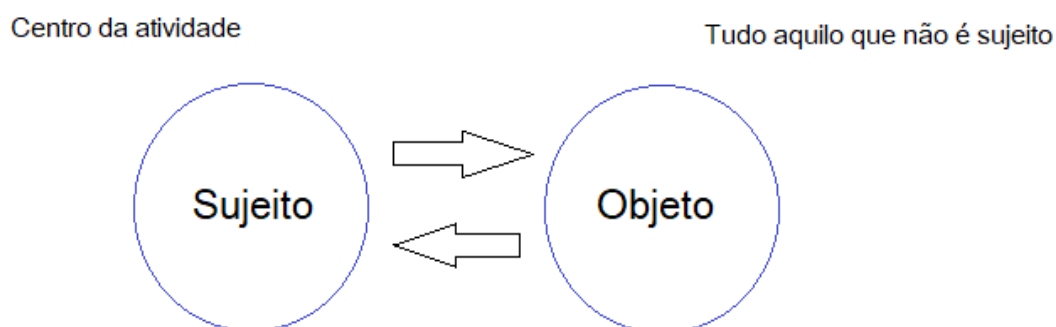
os objetos podem fornecer por eles mesmos. Tais interações não devem ser entendidas como uma imposição de regras e leis prontas, pois cada indivíduo desenvolve suas potencialidades de raciocínio de uma forma. Quer-se dizer que não há padrões para a aprendizagem. Se formos relacionar a aulas de matemática, da qual muitos têm a imagem de que “se você não é bom decorador você não será bom em matemática” ou então “você só aprende se fizer muitos e muitos exercícios”. Notare (2009. p. 27), referentemente a isto, relata que

Pode-se dizer que o sujeito aprende porque age. A ação é a força propulsora do desenvolvimento humano, ou seja, é por meio das ações, assimiladoras e acomodadoras, portanto adaptadoras, que o sujeito mesmo pratica, que ele se desenvolve. Entretanto não é qualquer ação que leva a avanços no conhecimento; é preciso uma ação significativa, que tenha sentido para o sujeito, que o faça pensar sobre o que fez e sobre o próprio pensamento.

Ora, poderíamos entender que a aprendizagem depende apenas da ação do sujeito sobre o objeto, fato que poderia ser justificado com a frase “só se aprende matemática quando a gente faz muitos exercícios, praticando muito”. Porém, é importante ressaltar esta forma de agir. Não se deve fazer exercícios por mera repetição e sim quando fizer sentido a respeito do que se está fazendo. Ou seja, a ação deve fazer sentido para o sujeito. Outro fator importante é que a ação deve fazer o indivíduo pensar sobre o que fez e sobre o seu próprio pensamento. Por exemplo, uma criança pode possuir todos os brinquedos que estimulem a associatividade de cores, porém só fará sentido para a criança se a mesma manipular e a associatividade de cores fizer sentido para ela.

Assim, a aprendizagem só se dá por meio de interações entre sujeito e objeto, a ponto de se modificarem e criarem novas situações. Por tais colocações, Piaget (1977, 1978) descreve sobre a importância da interação, conceito que é abordado em todas as obras que foram estudadas. A Figura 2 apresenta um esquema de interação entre sujeito e objeto.

Figura 2 – Relação Sujeito e objeto segundo Piaget



Fonte: Produção da autora

Dessa forma, um dos aspectos principais, na teoria piagetiana, é a ação do sujeito perante as resoluções que deve realizar. A ideia de trabalhar construções de objetos com movimento nesta pesquisa defende a ideia de que os alunos criem estratégias de ação, não somente realizando manipulações por tentativas e erros, ou seguindo roteiros pré-estabelecidos. Inicialmente, o estudante pode sim utilizar de experimentações e da tentativa e erro, que corresponde ao nível da ação, porém os desafios propostos exigem também o desenvolvimento de conhecimentos, que compreendem o nível da compreensão.

Assim, a ação e a aprendizagem caminham concomitantemente na vida do indivíduo. O desenvolvimento humano, se pensarmos nesta perspectiva, depende da ação. Porém, é necessário que as ações realizadas pelo sujeito tenham significação, ou seja, façam sentido. É fundamental que se reflita sobre as ações e o pensamento que os fez executá-las.

Para Piaget tudo depende do que a criança faz. Ou seja, o processo cognitivo depende de suas ações e não somente de fatores genéticos. A criança avança os estádios quando chega ao máximo do anterior. É o que o sujeito faz que o determina, assim como é o que o sujeito faz que possibilita que seu cérebro se organize, aumentando as suas capacidades (BECKER, 2012).

Um dos desafios de escolas e professores é justamente esse, programar planos de estudo que têm por objetivos aumentar a capacidade cognitiva dos alunos. O ambiente escolar, desta forma não se torna mais um acumulador de conteúdos que

em muitas vezes não é utilizado pelo aluno, tornando-se desgastante e sem interesse por parte dos estudantes. O verdadeiro objetivo escolar, segundo Becker (2012), é aumentar a capacidade do aluno de aprender e desenvolver o conhecimento. Didáticas repetitivas perdem o sentido para o aluno, se este só aplica procedimentos prontos.

A repetição ao aluno só fará sentido se houver compreensão, que para Piaget ocorre quando o indivíduo se apropria da informação. Quebra-se, desse modo, o chavão “repetir para aprender”, tão defendido por alguns professores, e direciona-se o pensar do “repetir somente se aprendeu”, ou seja, se faz sentido para o aluno. Nesse aspecto, aulas teóricas deveriam ser demandadas por nossos próprios estudantes. É necessária uma pedagogia ativa, que se conscientize de que quem copia e repete não necessariamente adquire capacidade de criar algo novo. Piaget observou que há uma diferença entre o fazer com sucesso e o compreender o que foi feito.

Quando pensamos nas escolas atuais, as diferenças entre esses modelos de escolas atuais e escolas que nossos pais tiveram não parecem tão diferentes. O momento escolar se encontra imóvel. O aluno chega na escola, o professor o recebe, entram na sala e normalmente a aula só começa quando se obtém silêncio, com a ideia de que aí sim o professor consegue “passar o conhecimento”. Para Becker (2001), o professor age assim porque acredita que o conhecimento pode ser transmitido para o aluno. Ele acredita no mito da transmissão do conhecimento - do conhecimento como forma ou estrutura; não só como conteúdo. Becker (2000) apresenta-nos um trabalho com falas de professores e, em um desses relatos, temos que “o conhecimento se dá à medida que as coisas vão aparecendo e sendo introduzidas por nós nas crianças.” (p.63). O pensamento que acabamos de mencionar remete à teoria empirista, que entende a criança como uma tábua rasa, do qual o processo de aprender se faz a partir do meio físico mediado pelos sentidos. De acordo com essa teoria, o aluno chega na escola sem saber nada e é o professor que “insere” o conhecimento, o que deixa totalmente de fora o que defendemos a respeito da importância da interação e das ações do sujeito.

A inteligência, para Piaget, segundo Basso e Notare (2012), é construída por meio da adaptação do organismo a uma situação nova e isso implica a construção de

novas estruturas. A ação do sujeito e suas vivências são fundamentais na construção do conhecimento, bem como seu agir sobre o meio. A ação conscientizadora ocorre no indivíduo da periferia para o centro, ou seja, a percepção do “que fazer” do “como fazer” e do “por onde fazer” são as primeiras ações para a tomada de consciência (PIAGET, 1983). Fala-se aí em um dos conceitos centrais da obra de Piaget: a assimilação.

Salientando novamente a importância das ações, Piaget (1978) traz à tona um processo fundamental para a tomada de consciência: a observação. Ao observar um problema a resolver ou a construir, o indivíduo pode se questionar sobre o que foi dito anteriormente sobre o “como fazer” e o “que fazer” para a tomada de ações.

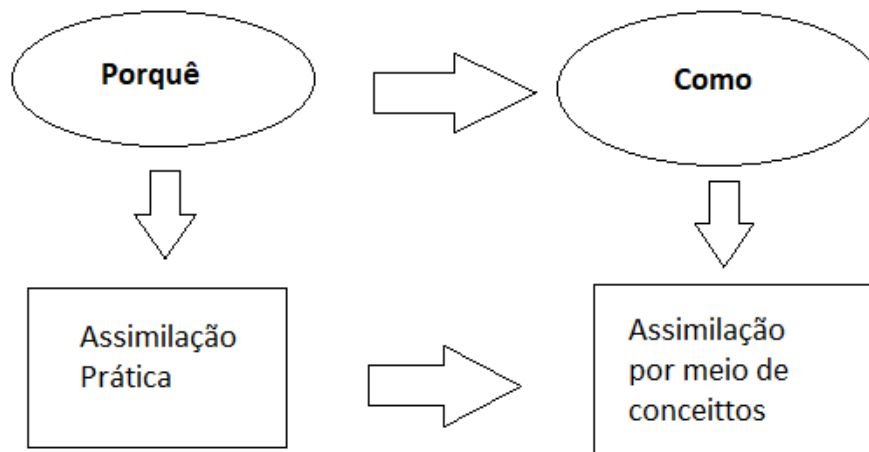
...não definiremos a periferia nem pelo objeto e nem pelo sujeito, mas pela reação mais imediata e exterior do sujeito em face do objeto: utilizá-lo em conformidade com um objetivo (o que, para o observador, equivale a assimilar esse objeto a um esquema anterior) e anotar resultado obtido. (PIAGET, 1978, p. 198).

Piaget (1978) analisa os mecanismos para a tomada de consciência do indivíduo. Manifesta a importância da interiorização de conceitos. Quando tal fato ocorre, passamos da inicial análise material de um objeto como, por exemplo, as características e utilidades do mesmo, para o pensamento. Ou seja, olhar ou manipular o objeto não é mais fator primordial, pois adquiriu-se a habilidade de relatar sobre o objeto, mesmo sem tê-lo a seu alcance.

Se se passa do “porquê” ou razões funcionais da tomada de consciência a seu “como” portanto ao mecanismo efetivo que torna conscientes os elementos que permaneciam até aquele momento inconscientes, é claro, então, que esse processo não reduz de forma alguma a simples iluminação que os torna perceptíveis sem com isso modificá-los, mas consiste, e isso desde o início, numa conceituação propriamente dita, em outras palavras numa passagem de assimilação prática (assimilação do objeto a um esquema) a uma assimilação por meio de conceitos. (PIAGET, 1978, p.200)

Abaixo, na Figura 3, tem-se um esquema que sintetiza as passagens do “porquê” ao “como”. Interessante também falarmos que todos os termos e eventos são importantes para o desenvolvimento cognitivo. É a partir do “porquê” que chegaremos ao “como”.

Figura 3 - Esquema de passagem do “porque” ao “como”



Fonte: Produção da autora

Na seção a seguir, apresentamos as ideias sobre tecnologias digitais na escola pelo olhar de Seymour Papert.

2.5 A tecnologia na escola segundo Seymour Papert

Utilizando a mesma linha, temos em consonância o autor Seymour Papert (1985), que ao observar a teoria de Piaget, relata que as crianças podem ser vistas como construtores das próprias estruturas intelectuais. Crianças, antes mesmo de frequentarem a escola, apresentam conhecimentos, como a fala e noções geométricas de espaços, por exemplo. Ora, se vimos as crianças como construtores, temos que ter em mente que, para toda construção, materiais se fazem necessários. Nessa questão, o uso do computador pode ser um grande aliado.

A inserção do computador nas escolas, por mais tecnológica que seja a era em que vivemos, em muitos lugares ainda é vista como algo desnecessário ou inacessível. Quando, para alguns professores, o uso de computador resume-se apenas a pesquisas na internet, desconhece-se as construções de conhecimentos que ele pode proporcionar. A obra de Papert desperta o pensar sobre a criança aprendendo a comunicar-se com computadores, retirando a ideia de que é a máquina que determina o que ocorre, o que muitas vezes acontece. Ora, é o indivíduo que deve determinar o que o computador deve fazer, ou seja, o computador só irá processar de acordo com a programação dada pelo indivíduo. Se desfaz a crença de

que “o computador ensina a criança” e cresce a ideia de que o computador é uma máquina a ser ensinada.

Nas escolas ainda é comum encontrar professores que não se sentem confortáveis com a utilização do computador como possibilidade para a aprendizagem. Um discurso ainda comum é que eles só utilizam a tecnologia no telefone como forma de comunicação e quando utilizam o computador é para redigir provas e notas de aulas. Outro argumento muito comum entre professores é de como trabalhar com uma tecnologia em sala de aula na qual o aluno domina muito melhor do que eles próprios. Papert (1994) apresenta o relato de um professor sobre a tecnologia: “*Desde o momento em que computadores surgiram, comecei a temer o dia em que meus alunos saberiam mais sobre programação do que eu jamais saberia*” (PAPERT, 1994, p.63). Em consonância, há o momento atual em que vivemos que, devido à pandemia da COVID-19 e as medidas preventivas de isolamento social da população, no qual a aprendizagem foi toda remanejada para o meio digital. Inicialmente essa nova realidade causou desconforto aos profissionais das escolas que, em sua maioria, a tecnologia utilizada em aula eram as “cópias do Xerox”. Um dos recursos, que já vinha sendo implementado no ano anterior à pandemia, foi a utilização de plataformas de estudos, como o Google Classroom. Porém, na escola em que a prática da dissertação foi desenvolvida, nenhum aluno havia tido acesso ao seu login e senha para iniciar o planejamento professor/aluno por meio da plataforma.

Retomando as ideias de Papert (1985), parte de seus estudos abordam o período operatório formal (referente à teoria de Piaget). Para Papert (1985), o computador pode concretizar e personalizar o formal. Sendo assim, o computador não é somente um instrumento de educação, é um poderoso meio de passagem do pensamento infantil para o pensamento adulto. Segundo o autor,

Eu acredito que o computador pode nos permitir mudar os limites entre o concreto e o formal. Conhecimentos que só eram acessíveis através de processos formais podem agora ser abordados concretamente. A verdadeira mágica vem do fato de que estes conhecimentos incluem elementos necessários para tornar alguém “pensador formal”. (PAPERT, 1985, p.37).

Entre crianças e adolescentes, é comum na disciplina de Matemática a busca por respostas certas. Muitas crianças têm sua aprendizagem retardada por pensar que só existem respostas certas ou erradas. Ao programar uma máquina, normalmente deveremos ter que aprimorar nosso sistema inicial, pois provavelmente

a primeira construção na máquina não será a versão final. Isso é fundamental na rotina de um professor, salientar aos alunos que as respostas podem ser aprimoradas, que não existe o certo e o errado, que acima de tudo, existem várias maneiras de expressar um mesmo objeto de pensamento e que o conhecimento está em constante construção.

2.5 Inspirar é preciso: trabalhos relacionados

Diante da proposta dessa investigação, foi realizada uma busca por trabalhos relacionados ao tema, que objetivou responder à pergunta: Qual o panorama atual de pesquisas que abordam o trabalho com mecanismos manipuláveis e digitais e não digitais, inseridos no contexto de metodologias ativas e da Cultura Maker, para a construção de conceitos matemáticos?

A partir dessa questão, realizou-se uma busca de referências que caminhassem junto ao trabalho em diferentes bases de dados: portal de periódicos da Capes, Catálogo de teses e dissertações da Capes, anais de 2020 do Workshop Informática na Escola do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação e Anais de 2020 do Encontro Nacional de Educação Matemática (ENEM). As pesquisas são apresentadas a seguir.

2.5.1. Artigos em Periódicos

O portal de periódicos Capes possui uma vasta galeria de trabalhos, por isso foi importante refinar a pesquisa. Optamos por três pilares: cultura maker, cultura maker e matemática. Porém, ao iniciarmos a pesquisa, identificamos que esses termos geravam um número elevado de trabalhos, os quais vários se afastavam da nossa proposta de estudo. As buscas foram refinadas buscando considerar exclusivamente trabalhos relacionados com as áreas de educação, ciências humanas e matemática, de acordo com as opções disponibilizadas pelas plataformas de busca, sendo excluídos da pesquisa trabalhos de outras áreas.

No Quadro 3 a seguir, apresentamos os trabalhos selecionados para análise, por meio dos seguintes critérios de inclusão: Matemática e Educação, Educação, Pesquisas no Brasil.

Quadro 3 - Trabalhos selecionados para análise

Termo de Busca	Título	Autor	Fonte/ano
Cultura Maker Filtro: Educação e pesquisas no Brasil (1167 trabalhos)	<i>Inclusão digital, escola e cidadania</i>	Marcelo Vieira Pustilnik, Carlos Eduardo Miranda, Katharine Rafaela Diniz Nunes	Revista Educação e Cultura Contemporânea, Vol. 16, n. 43 (2019)
Cultura Maker e Matemática Filtro: Matemática (7 trabalhos)	<i>Seres humanos - com - internet ou internet - com - seres humanos: uma troca de papéis?</i>	Daise Lago Pereira Souto, Marcelo De Carvalho Borba	Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa (2016)
Geometria Dinâmica -Filtro: Educação e Matemática (177 trabalhos)	<i>Geometria dinâmica na sala de aula: o desenvolvimento do futuro professor de matemática diante da imprevisibilidade.</i>	Guilherme Henrique Gomes da Silva, Miriam Godoy Penteadó	Ciênc. educ. (Bauru), vol. 19, .2, Bauru, 2013.
	<i>Ambientes de geometria dinâmica: potencialidades e imprevistos</i>	Guilherme Henrique Gomes da Silva	R. B. E. C. T., vol 5, núm 1, jan./abr. 2012
	<i>Utilização do Geogebra com smartphone: Geometria Dinâmica por meio de um cenário para investigação</i>	Bernarda Souza de Menezes	REMAT, Bento Gonçalves, RS, Brasil, v. 4, n. 1, p. 68-77, agosto de 2018.

Fonte: Elaboração da autora

O trabalho intitulado “Inclusão digital, escola e cidadania” (PUSTILNIK, MIRANDA e NUNES, 2019), descreve sobre a inclusão digital nas escolas públicas e programas incorporados nessa finalidade, ressaltando a regra de que a educação é um bem que deve ser destinado a todos. É relatado no trabalho o uso de redes sociais

e rastreio de dados. O estudo possui uma sessão sobre a cultura maker e a cidadania, retratando a necessidade dos espaços labs estarem em fácil acesso a todos. A aproximação com o nosso trabalho despertou-nos atenção inicialmente com o título e confirmou-se com a leitura do trabalho. A inclusão digital assim como escolas informatizadas, como defendemos na dissertação, é um direito de todos os estudantes, sendo eles de escolas públicas ou não. Os autores também mencionam sobre a Cultura Maker, uma das linhas do nosso trabalho, e salientam a importância dos estudantes terem acesso a tais metodologias de construção. O autor conclui o trabalho enfatizando a necessidade de expansão da Cultura Maker bem como o direito ao acesso digital a crianças e adolescentes.

Souto e Borba (2016) refletem sobre a velocidade de informações e a quebra do paradigma do professor como sendo o centro do processo de aprendizagem e o portador completo da informação. Os pesquisadores definem as mídias como autores não humanos, que também participam da formação humana. A teoria que fundamenta o trabalho é a teoria da atividade. O conceito de moldagem recíproca é levantado pelos autores, segundo o qual, os *feedbacks* dados por uma determinada mídia influenciam no raciocínio de quem interage com elas. Ou seja, podemos dizer que, para Souto e Borba (2016), a mídia molda o ser humano, mas também o ser humano pode ser moldado pelas mídias. Em consonância com nossa dissertação, os autores debatem sobre a sala de aula nos tempos atuais e a compatibilidade com o uso da internet que ela nos exige bem como o aluno, que na prática relacionada é destinada a professores em formação, como roteirista de suas pesquisas e formas de aprender com o suporte da internet. A metodologia dos autores também envolve tarefas com a utilização do GeoGebra, software utilizado em nossa dissertação, e incentiva o diálogo diante das construções das propostas apresentadas. Ao concluir o trabalho, os autores retomam sobre o título e a questão que é levantada com ele, sendo assim citam que é um trabalho de compartilhamento, como uma via de mão dupla. Manifestam também, os autores, a importância de uma formação de seres humanos críticos perante a sociedade.

Silvia e Penteado (2013) apresentam uma pesquisa voltada a estudantes de licenciatura e a utilização do software GeoGebra, que também é proposto em nosso trabalho. A ideia de “deixar rolar” quando se tem uma adversidade nas resoluções de questões é um dos pontos do artigo. Para sustentar o estudo, um dos autores

utilizados é Skovsmose e as vantagens de uma educação crítica e reflexiva. O artigo se refere a uma prática com estudantes de graduação em licenciatura em matemática destinada à construção de uma oficina voltada para o ensino médio com o uso de tecnologias. Assim como a nossa dissertação, trata-se de um estudo de caso, que busca analisar as particularidades de cada indivíduo. Também é potencializada a interação do aluno com a tecnologia e seu papel ativo na construção do conhecimento e o software trabalho é o GeoGebra. As conclusões referem-se ao fato de que os contratempos que ocorrem no percurso de construção das atividades são mais potentes do que as que ocorrem quando a aula é destinada com o quadro e giz, sendo o professor o condutor central da aula. Outro fator de destaque é o diálogo entre os envolvidos na elaboração das aulas e o aprimoramento de ideias, fato esse que ocorre na nossa pesquisa entre orientadora e mestranda.

Em “Ambientes de geometria dinâmica: potencialidades e imprevistos” (SILVA, 2012) é feito um estudo com um grupo de futuros professores que discutiu textos e elaborou atividades de geometria dinâmica para o ensino médio. O artigo apresenta uma discussão sobre vários softwares e também uma sequência de atividades e resultados, na sua maioria com a utilização do GeoGebra. Em relação a nossa dissertação, temos a ideia de softwares que possibilitam a função “arrastar”, característica da geometria dinâmica, e assim como na presente dissertação o recurso utilizado para as construções foi o GeoGebra. Outro ponto em comum é o diálogo e trocas entre os participantes. As considerações finais relatam a importância de se trabalhar com o conhecido e habitual em sala de aula e o desconhecido, trazida pelo manuseio dos softwares, e o momento de aprendizagem entre professores e alunos que ocorre com tais situações.

Menezes (2018) em “Utilização do GeoGebra com smartphone: Geometria Dinâmica por meio de um cenário para investigação”, retrata uma proposta com o aplicativo GeoGebra para alunos. Uma das ideias da autora é o estímulo ao protagonismo dos alunos, que é fato aproximador com nossa dissertação. O suporte literário retrata o paradigma do exercício de Skovsmose (2000). Também cita-se a teoria piagetiana para a construção e formulação do conhecimento a partir da ação do sujeito, momento que o trabalho se aproxima do nosso, bem como a utilização do software GeoGebra. A reflexão final relata o GeoGebra como auxílio para o pensar

matemático e o aprendizado a partir do dinamismo geométrico das figuras construídas.

2.5.2 Teses e Dissertações

Outra fonte de busca foi o catálogo de teses e dissertações da Capes. Nossa primeira busca foi feita por meio do termo “Cultura Maker na Educação”, da qual originou 120773 trabalhos. Realizamos com esse termo duas refinações: a primeira relacionada à área de conhecimento Educação, gerando 14987 trabalhos e a segunda por área de concentração em educação escolar, resultando em 205 trabalhos. Dentre os trabalhos encontrados, selecionamos apenas um para ser analisado. Selecionamos o trabalho que se enquadra com a Cultura Maker na sala de aula, visto que vários trabalhos selecionados com o refinamento eram voltados para as áreas de engenharias.

O segundo termo de busca utilizado foi “Geometria Dinâmica”, dos quais 80498 trabalhos foram apresentados. Utilizamos, ao mesmo tempo, filtros de: área de conhecimento (Educação e Matemática) e área de concentração (Educação, Matemática e Ensino de Matemática), resultando em 1152 trabalhos.

Outra busca realizada foi sobre “Robótica na sala de aula de matemática”, que gerou 121.680 trabalhos. Optamos por não utilizar filtros visto que na primeira página da busca dois trabalhos despertaram a nossa atenção, conforme constam no Quadro 4.

Quadro 4 - Portal de teses e dissertações Capes

Termo de Busca	Título	Autor	Fonte/ano
Cultura Maker na Educação (120.773 trabalhos)	<i>A Aprendizagem Transmídia na Sala de Aula: potencialidades de letramento midiático</i>	Patricia Gallo de Franca	Tese/2015 Universidade Federal do Rio Grande do Norte Programa: Educação

Geometria Dinâmica (80498 trabalhos) Filtros: Área de conhecimento : Educação - Matemática (1152 trabalhos)	<i>O software GeoGebra como proposta facilitadora do processo de ensino aprendizagem da geometria plana no ensino fundamental</i>	Leonlivier Max Garcia Pereira	Dissertação/2015 Universidade Federal de Goiás Programa: Matemática em rede nacional
	<i>O uso do GeoGebra como ferramenta auxiliar na compreensão de resultados de Geometria pouco explorados no Ensino Básico</i>	Cassio Marins Ferreira	Dissertação/2015 Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro/Instituto de Ciências Exatas - Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional – PROFMAT
Robótica na sala de aula (121.168 trabalhos)	<i>A construção da prática pedagógica do professor: o uso de lego/robótico na sala de aula</i>	Aliete Creschin Labegalini	Dissertação/2007 Pontifícia Universidade Católica do Paraná Programa: Educação
	<i>Robótica na sala de aula de matemática: os estudantes aprendem matemática?</i>	Elisa Friedrich Martins	Dissertação/2012 Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática-UFRGS

Fonte: Elaboração da autora

O trabalho de Franca (2015) possui dois momentos de pesquisa: o primeiro é sobre o uso das tecnologias e mídias no processo de ensino-aprendizagem, investigando alunos e professores; e o segundo é a aprendizagem transmídia na sala de aula, uma intervenção pedagógica na escola-campo de pesquisa. Esses dois vieses caminham para o tema comum, que são as mídias digitais. Em consonância com nossa dissertação, mas em discurso direto aos professores, é salientada a necessidade de professores e alunos aprenderem juntos, visto que a tecnologia em muitos casos é mais convencional para o aluno do que para o professor. Na metodologia de pesquisa, dois autores citados são também referências na nossa dissertação, Bogdan e Biklen (1994), tendo como objetivo averiguar de quais formas

os alunos se apropriam para o desenvolvimento das atividades e a obtenção de respostas. Uma das discussões de Franca (2015, p.61) reflete sobre a questão do letramento, que certas vezes pode ser interpretada como o exercício da escrita e leitura. Franca (2015), através de Rojo (2009), aponta que a noção de letramento é ampliada para o campo da imagem, da música, das outras semioses que não somente a escrita. Dessa forma, podemos dizer que a utilização da tecnologia deve ser ingressada nas escolas e tal atitude deve ser sempre de formação. Franca defende a ideia de que a escola deve ser uma agência de letramento, sendo os envolvidos não somente a leitura e a escrita. A metodologia do trabalho, assim como da nossa dissertação, baseia-se no diálogo entre os participantes. Franca (2015) nos propõe a refletir que na medida em que o professor alarga e aprofunda sua visão analítico-crítica sobre as tecnologias e mídias – apropriando-se de seus usos, vai oportunizando mais momentos em sala de aula para privilegiar o letramento midiático de seus alunos, mediando, assim, a aprendizagem, ou seja, estabelecendo mais conexões com as práticas socioculturais em que as tecnologias e mídias estão inseridas.

Pereira (2015) em “O software GeoGebra como proposta facilitadora do processo de ensino aprendizagem da geometria plana no ensino fundamental”, apresenta um estudo acerca de construções de geometria plana com o objetivo de assimilação de conceitos geométricos na etapa do 8º ano do ensino fundamental. A proposta do autor foi construir as noções básicas da geometria euclidiana como, por exemplo, retas opostas pelo vértice. Como em nossa proposta de dissertação, em alguns momentos foi possível a reconstrução a partir de construções iniciais que não obtiveram êxito, sem ter que começar do zero a construção. Foram coletadas informações dos alunos sobre a utilização de computadores e motivação na escola. Pereira (2015) conclui que, com o desenvolvimento do trabalho, foi possível aumentar o nível de motivação dos alunos, frente ao uso do computador em aulas de Matemática, contribuindo com a aprendizagem dos conteúdos e na relação dos alunos com a disciplina e com o professor. Destacamos que nosso entendimento sobre a utilização das tecnologias digitais e, em especial, do GeoGebra, vai além da possibilidade de aumentar o nível de motivação dos alunos, conforme apontado pelo autor, reconhecendo no GeoGebra um recurso com potencial para pensar e aprender Matemática.

A tese de Ferreira (2015) tem por objetivo fazer construções com a utilização do software GeoGebra com demonstrações que não são realizadas habitualmente no ensino e propor a reflexão de que conteúdos simples de se propor nem sempre são simples de serem demonstrados. Os teoremas abordados na pesquisa foram: Teorema de Morley, Teorema de Hiparco, Teorema de Stewart, Teorema de Menelau e Teorema do Círculo de 9 Pontos. Assim como nossa dissertação, a proposta de Ferreira (2015) aborda um caráter interativo entre professor e aluno operando e pensando junto sobre construções e resultados. Com o diálogo posterior com os alunos, é possível observar no trabalho o potencial que o software GeoGebra apresenta para as construções. Um dos estudantes relata que se somente analisasse a construção no quadro ou em um livro, poderia pensar que tais construções foram realizadas propositalmente para darem certo. Ao concluir o trabalho, Ferreira (2015) relata que é possível tornar o ensino da Geometria mais dinâmico, tornando as aulas mais atrativas, onde os alunos são mais participativos e mediante suas construções vão criando conjecturas e construindo conhecimento. Entendemos, contudo, que a exploração de demonstrações não usuais com a utilização do GeoGebra pode trazer contribuições importantes para o desenvolvimento do pensamento geométrico e para a construção de demonstrações geométricas, indo além de contribuições que apontam para aulas mais atrativas.

Labegalini (2007) pesquisa nas edições da revista de educação tecnológica Zoom a utilização das práticas propostas em sala de aula, destinada ao estudo de tais propostas. Como nossa dissertação, um dos autores utilizado para justificar a tecnologia é Seymour Papert. Labegalini cita, apoiada nos autores, que quando falamos em tecnologias não podemos nos referir apenas ao computador como recurso único. Muitas são as formas de se inserir tecnologia no ambiente escolar, o lego e suas funcionalidades são um bom exemplo destes. As análises da pesquisa foram feitas por etapas pelos professores participantes da mesma. Ao concluir, Labegalini questiona que certas vezes professores não fazem uso de recursos por várias adversidades de programação, como o tempo destinado a tais metodologias.

Em Martins (2012) é proposta, mediante a realização de uma oficina, a inserção das atividades propostas nas revistas Super Zoom entre alunos do ensino fundamental. Um dos objetivos principais da pesquisa é a análise dos conteúdos matemáticos que emergem durante as manipulações com o kit Lego. A prática está

embasada nas ideias de Papert, assimilando-se com a nossa dissertação, para justificar a aprendizagem através da tecnologia juntamente com a teoria de Lopes (2008) para a inserção de robôs nas aulas de matemática. Objetivando o estudo de matemática nesse ambiente, a autora fez uso da teoria dos campos conceituais, de Vergnaud. Assim como nossa análise de dados, Martins (2012) também utiliza a análise das produções de acordo com diário de bordo e registro dos alunos. As percepções finais do trabalho relatam que é possível trabalhar com robótica educacional com lego e explorar conteúdos matemáticos nesse processo.

2.5.3 Artigos em Eventos

A seleção de trabalhos do XIII ENEM foi feita por meio de análise de título e leitura prévia de seus resumos, selecionados a partir da aproximação com nosso tema de pesquisa. Os trabalhos selecionados para o estudo constam no Quadro 5 abaixo.

Quadro 5 - Trabalhos do XIII ENEM

Título	Autor	Instituição/2020
<i>O logo no processo de aprendizagem em matemática</i>	Gabriel Geraldino Cardoso, Elisângela Pavanelo	UNESP – Campus de Guaratinguetá
<i>A utilização do software GeoGebra no processo de aprendizagem da matemática</i>	Adenir Pereira de Araujo Moulin, Gilda Carvalho, Gabriela Felix Brião	FAETEC. SEEDUC-RJ. Universidade do Estado do Rio de Janeiro
<i>Robótica Educativa e Ensino de Matemática: Desenvolvimento de Competências e Habilidades</i>	Carlos Alves de Almeida Neto, Dalmarcio Heitor Miranda de Abreu, Gilberto Santos Cerqueira, Josaphat Soares Neto	Universidade Federal do Ceará (UFC)

Fonte: Elaboração da autora

Cardoso e Pavanelo (2020) retratam a linguagem Logo, bem como seu precursor Seymour Papert com a ideia dos indivíduos fornecendo comando a máquinas. Trata-se de um minicurso com o objetivo de apresentação da linguagem Logo e a interação com a programação Logo. A similaridade com nossa dissertação é que, através de algum mecanismo, a matemática pode ser trabalhada naturalmente entre os alunos, tendo nesse processo as ideias matemáticas sendo desenvolvidas caso sejam necessárias. A conclusão destaca sobre os recursos que as mídias digitais oferecem, que os recursos antigos não nos permitiriam alcançar.

O trabalho “A utilização do software GeoGebra no processo de aprendizagem da matemática” (MOULIN, CARVALHO, BRIÃO, 2020) faz um estudo com alunos do 7º ano do ensino fundamental mediante uma proposta de atividades com a utilização do Software GeoGebra e o estudo de geometria. Apoiado nas teorias de Moran (2000) e D’Ambrosio (1989), os autores defendem a temática de que quando tratamos de algo do nosso cotidiano, o estudo torna-se mais proveitoso, bem como a construção da autoconfiança do fazer em matemática. Em consonância com nossa dissertação, temos uma proposta voltada ao software GeoGebra, através da geometria plana. A conclusão do trabalho reflete acerca do enriquecimento que o GeoGebra traz para a sala de aula em conteúdos e estratégias matemáticas.

“Robótica educativa e o ensino de matemática: desenvolvimento de competências e habilidades” (ABREU, CERQUEIRA, NETO, NETO, 2020) é um trabalho que se dedica a uma atividade de construção em sala de aula, na qual os alunos se organizam em equipe sendo cada agente da equipe destinado a uma função. O objetivo das atividades propostas é a resolução de situações problemas, trazidas pelo professor, que comparado à presente dissertação se assemelha à parte inicial de nossa metodologia. Na conclusão, os autores salientam que a robótica educacional pode ser um bom instrumento para o desenvolvimento de competências e habilidades em aula.

Pesquisar e ler sobre pesquisas de outros autores refletindo sobre ideias similares a da nossa pesquisa nos remete à importância e à relevância de trabalharmos em sala de aula com tecnologias digitais e alunos construtores. A prática da leitura sobre temas que convergem e divergem de nosso estudo nos conduz à reflexão sobre nossas tarefas enquanto professor. O elo de aproximação ou

distanciamento entre autores é um dos meios de reflexão e crescimento da pesquisa. Nossa investigação, visto as demais, destaca-se pelo trabalho com objetos manipuláveis digitais e não digitais de forma concomitante e complementar. Analisamos também ser um trabalho adaptável à sala de aula, visto que ele é flexível e pode ser executado de acordo com as necessidades do professor.

No capítulo a seguir, apresentamos os percursos metodológicos da pesquisa.

3. Percursos Metodológicos

Essa pesquisa, de cunho qualitativo, busca investigar estratégias e conteúdos matemáticos que emergem da construção de objetos manipuláveis digitais e não digitais. Dessa forma, elaborou-se uma oficina “Construindo movimentos” que propõe o trabalho inspirado em espaços Maker, nos quais os alunos são protagonistas no processo de construção de objetos manipuláveis não digitais a partir de materiais reciclados, e de objetos manipuláveis digitais no ambiente de matemática dinâmica GeoGebra. A pesquisa conta com o envolvimento de estudantes dos anos finais do Ensino Fundamental (sexto a nono ano) de uma escola da rede pública municipal da cidade de Canoas.

A investigação consiste em uma pesquisa qualitativa, pois estará baseada em dados empíricos de observações e não apenas em coleta de dados exatos ou de pesquisa de opinião. A investigação qualitativa tem por uma das características a busca de padrões entre um determinado estudo. As estratégias para tal podem ser diversas, como análise de imagens, experiências educacionais, entrevistas entre pessoas, entre outras. “Os dados recolhidos são designados por qualitativos, o que significa ricos em pormenores descritivos relativamente a pessoas, locais e conversas, e de complexo tratamento estatístico.” (BOGDAN e BIKLEN, 1994, p. 16).

Tal investigação nos faz estudar minuciosamente os detalhes dessa análise. A busca dos “comos” e dos “porquês” tal fato ocorre são norteadores de tal estudo. Mais uma vez justifica-se o fato de não termos facilidade de levantar dados estatísticos a respeito, pois cada caso nos gerará diferentes tipos de informações, que podem ser totalmente diferentes em outros. A pesquisa de dissertação se dedica a justamente a indagação dos “comos” e dos “porquês” com o invés da aprendizagem matemática através de construções.

Porém, nossa trajetória metodológica precisou prever mudanças que não eram esperadas. No início do ano de 2020, fomos surpreendidos com o surgimento de uma crise de saúde mundial, causada pelo aparecimento do vírus denominado Coronavírus, que provoca a doença conhecida como Covid-19. A pandemia provocada por esse vírus afetou diretamente a vida de todo o país e, conseqüentemente, nossas rotinas foram alteradas. A oficina foi preparada para ser ministrada em formato digital. Porém, quando o planejamento da sequência de

atividades para a oficina ficou pronta, as aulas da escola voltaram para a modalidade presencial. Dessa forma, optamos, mesmo com uma quantidade menor de alunos em realizar as oficinas no formato presencial, respeitando as medidas de distanciamento social de todos os participantes da pesquisa.

Com relação ao grupo de estudantes participantes da pesquisa, todos eram estudantes do Ensino Fundamental da mesma escola, mas em número reduzido, com um número de três alunos, de modo a permitir um melhor acompanhamento de cada participante para preservar a qualidade da produção dos dados. Anteriormente, a proposta consistia em trabalhar com grupos de alunos na sala temática de Matemática da escola, e tais grupos interagiam entre si em seminários nos quais todos iriam compartilhar suas construções para proporcionar um debate em conjunto, no qual todos os grupos relatariam o desenvolvimento de seus trabalhos. O objetivo desses momentos seria proporcionar trocas de ideias, auxílios e debates entre os grupos para que todos soubessem sobre os progressos dos demais colegas.

Com a nova realidade em que vivemos, optamos por propor construções individuais, visto que estamos em situação de distanciamento e cuidados sanitários. Tomamos essa escolha em função de acreditarmos que as construções físicas sofreriam perdas, visto que a questão de tato e manuseio são importantes para nossa observação e pesquisa. Também optamos pela sala Google da escola, visto que a sala de matemática nos momentos da oficina estaria sendo ocupada por outras turmas. Dessa forma, para mantermos sempre o mesmo espaço optamos por essa sala.

Para a produção de dados, utilizamos o registro de imagens, vídeos e os cadernos de campo dos alunos e da professora pesquisadora, a partir do acompanhamento e observação do trabalho dos participantes nos encontros. A oficina foi organizada em dois encontros semanais.

O objetivo principal é se aventurar no mundo da tecnologia fazendo com que o aprender faça sentido e que com isso tenhamos a motivação de ir além.

3.1 Cenário da Pesquisa

A escola está localizada no município de Canoas-RS, localizada em uma área de invasão. É uma escola que prioriza o acolhimento e os alunos na escola. Por tais motivos acontecem muitos projetos em contra turnos e sábados, como oficina de

flauta, torneios de futebol, entre outros. A escola é uma escola Municipal que atende alunos desde o primeiro ano dos anos iniciais até o nono ano dos anos finais e seu público é em maioria das proximidades.

A sala de aula é destinada apenas à disciplina de Matemática, sendo que cada disciplina possui uma sala e cabe ao professor organizar os materiais que considera necessários disponibilizar na sala. A sala de Matemática é constituída de quinze computadores e caixas com materiais de sucata, jornais e papelão, conforme Figura 4.

Figura 4 - Sala de matemática e algumas das caixas de matérias da sala.



Fonte: Arquivo pessoal da Pesquisadora

Em função da pandemia, e considerando que os alunos deveriam se locomover de seus lugares para realizar certas construções, optamos por fazer a oficina na sala Google da escola (Figura 5).

Figura 5 - Sala Google da escola



Fonte: arquivo pessoal da pesquisadora

A escola autorizou a realização da pesquisa, conforme termo de concordância apresentado no Apêndice C.

3.2 Participantes da pesquisa

Os participantes da pesquisa são três alunos do nono ano do Ensino Fundamental e possuem 14 anos de idade. Os alunos foram convidados via grupo do WhatsApp da escola, no qual estão inseridos os alunos e seus responsáveis. Somente os três alunos demonstraram interesse em participar da oficina. São alunos que já apresentaram engajamento em outras situações, participando de feiras de pesquisa da escola com a professora. Para a integridade das identidades dos participantes, no decorrer da análise de dados nomearemos os alunos como aluno A, aluno B e aluno C. Todos os participantes da pesquisa entregaram os termos de assentimento e consentimento assinados, apresentados nos Apêndices A e B.

A seguir apresentamos a sequência de atividades elaboradas para a oficina, distribuída em três semanas, cada uma contendo dois encontros.

3.3 Sequência de atividades

A oficina foi organizada em seis encontros. Em cada encontro será construído um protótipo de objeto com movimento, nas formas digital e não-digital, seja ele coletivo ou individual. Os encontros estão organizados em três semanas, contendo elas dois encontros cada.

Os encontros foram realizados na sala Google da escola, e os alunos utilizaram Cromebooks, dos quais cada aluno teve acesso a um aparelho. O Quadro 6 a seguir apresenta informações gerais sobre os encontros da oficina e, na sequência, o detalhamento dos percursos.

Quadro 6 – Programação da Oficina de acordo com os encontros

Encontro	Objetivo	Produto
1º	<ul style="list-style-type: none">- Apresentação da proposta- Apresentar funções do GeoGebra- Refletir quando construções são válidas	<ul style="list-style-type: none">- Luminária

2º	<ul style="list-style-type: none"> - Refletir acerca do encontro anterior sobre possíveis dificuldades que os alunos tenham encontrado - Debater os procedimentos utilizados para a construção do braço hidráulico de uma escavadeira e finalização do mesmo 	<ul style="list-style-type: none"> - Braço Hidráulico da escavadeira
3º	<ul style="list-style-type: none"> - Construir uma movimentação pantográfica 	<ul style="list-style-type: none"> - Protótipo que se movimente inspirado em abertura pantográfica
4º	<ul style="list-style-type: none"> - Produzir algum objeto de movimentação 	<ul style="list-style-type: none"> - Objeto Pessoal 1
5º	<ul style="list-style-type: none"> - Apresentar os objetos elaborados através do encontro anterior - Iniciar na construção do objeto - pessoal 2 	<ul style="list-style-type: none"> - Objeto Pessoal 1
6º	<ul style="list-style-type: none"> - Apresentação do objeto pessoal 2 	<ul style="list-style-type: none"> - Objeto Pessoal 2

Fonte: Elaborado pela pesquisadora

A seguir, apresentamos o planejamento de cada encontro.

- 1º encontro: Aventurando-se com o GeoGebra (em grupo)

O objetivo deste encontro é proporcionar familiarização com o ambiente de matemática dinâmica GeoGebra. Também temos como objetivo desse encontro a construção em conjunto de um objeto articulado nas formas física e digital. Destacaremos a dinâmica que será seguida na oficina; que todos os objetos deverão ser construídos de duas formas: física, com materiais que eles possuem em casa; e digital, com a utilização do GeoGebra.

Solicitaremos que os estudantes tenham em mãos um caderno de anotações, para os encontros virtuais e durante suas construções fora do ambiente digital. Vamos objetivar conscientizar os estudantes sobre a importância de seus registros e da ajuda que ele pode proporcionar ao aluno e ao grupo na busca de aperfeiçoar o trabalho realizado. Apontaremos os seguintes aspectos para anotações:

1- Quais materiais serão utilizados para a construção do meu objeto articulado?

2- Esboço do que desejo construir.

3- Por onde começar a construção?

4- Quais os pontos chave para a movimentação do objeto?

Para abordar a ideia de “construções válidas” realizadas no GeoGebra, ou seja, construções estáveis sob a ação do movimento, vamos destacar o recurso “mover”, que é representado pela seta, como mostra a Figura 6.

Figura 6 - Alguns dos recursos do GeoGebra



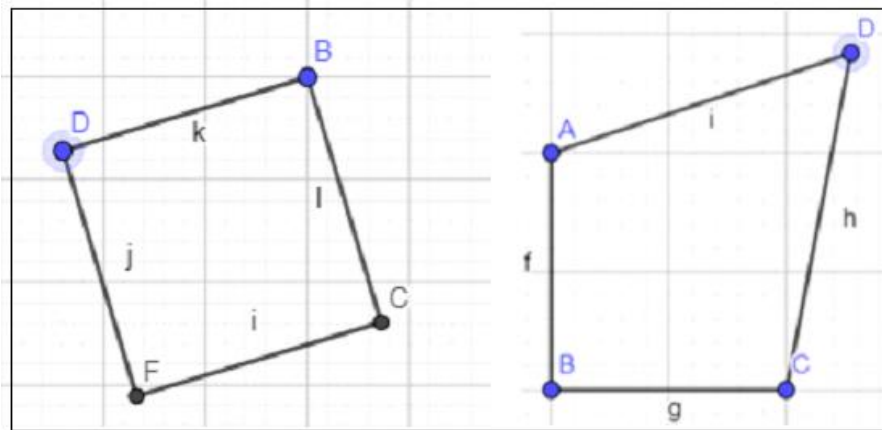
Fonte: Elaborado pela autora.

Quando ativamos o botão mover temos a opção de movimentar nossa construção por meio dos pontos azuis da figura. Com a função mover ativada e ao não deformar a construção, temos que a construção realizada é válida do ponto de vista das propriedades matemáticas. Ou seja, a construção é feita seguindo padrões geométricos e matemáticos que fazem com que a figura não se deforme. Mostraremos duas possíveis construções de um quadrado.

Perguntaremos quais figuras temos construídas nas duas imagens acima. Acreditamos que os alunos não terão dificuldade em identificar que se trata de dois quadrados.

Em seguida mostraremos as duas figuras geométricas com o recurso mover ativado, resultando nas movimentações ilustradas na Figura 7. Questionaremos a respeito de qual figura manteve as características iniciais. O objetivo central é familiarizar os estudantes com o ambiente e os princípios da matemática dinâmica.

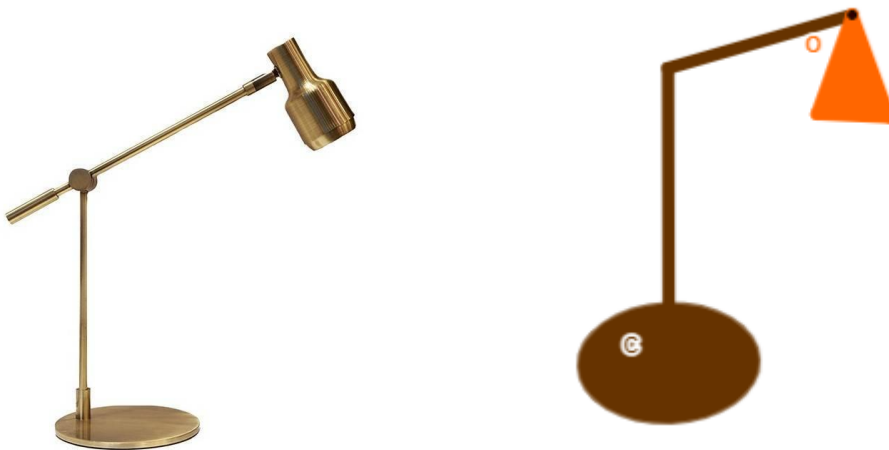
Figura 7 – Quadriláteros estáveis e instáveis



Fonte: Elaborado pela autora.

Apresentaremos aos alunos a imagem de uma luminária, conforme ilustrada na Figura 8, e questionaremos sobre sua construção no GeoGebra. Discutiremos sobre uma construção pronta da luminária no GeoGebra, explorando as possibilidades de movimentação e articulação.

Figura 8 – Luminárias esboçadas no GeoGebraBook



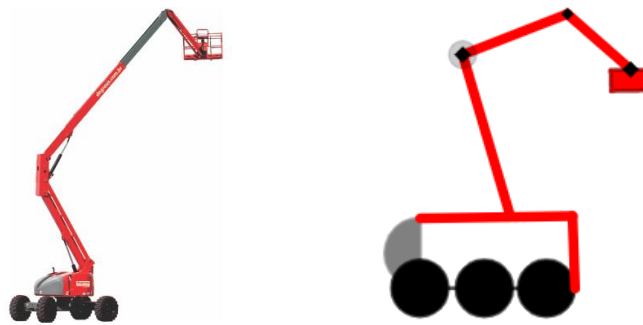
Fonte: Elaborado pela autora.

Os alunos serão incentivados a pensarem sobre as características da luminária. Se os movimentos de articulação desse objeto não forem mencionados, vamos provocar os estudantes a pensarem sobre “Como o objeto reproduz sua articulação?” ou então “Como ela se movimenta para ficar na posição desejada pelo

manuseador?”. Debateremos também, sobre quais materiais poderíamos utilizar para realizar a construção física desse objeto.

Ao final desse encontro, apresentaremos a imagem de uma escavadeira, conforme ilustra a Figura 9, para que os alunos realizem a construção sozinhos. Suas construções serão debatidas e aprimoradas no encontro seguinte, que será realizado de forma individual.

Figura 9 – Escavadeiras para construção no GeoGebra



Fonte: Elaborado pela autora.

Destacamos que as duas construções propostas utilizam mecanismos de articulação semelhantes. Do ponto de vista de conceitos matemáticos, temos segmentos de retas que se movimentam a partir de articulações, porém uma articulação mal construída pode deformar todo o objeto.

Deixaremos a seguinte questão para os alunos pensarem: Em quais objetos temos mecanismos semelhantes ao que construímos acima?

- 2º encontro: As reflexões sobre as construções

O objetivo desse encontro é debater individualmente sobre a construção sugerida na aula anterior. O aluno será convidado a debater com a professora pesquisadora sobre as construções do encontro passado bem como o que ele realizou após o encontro. Perguntas que serão levantadas nesses encontros serão as seguintes:

- Em qual situação demorou mais para concluir? Porquê?

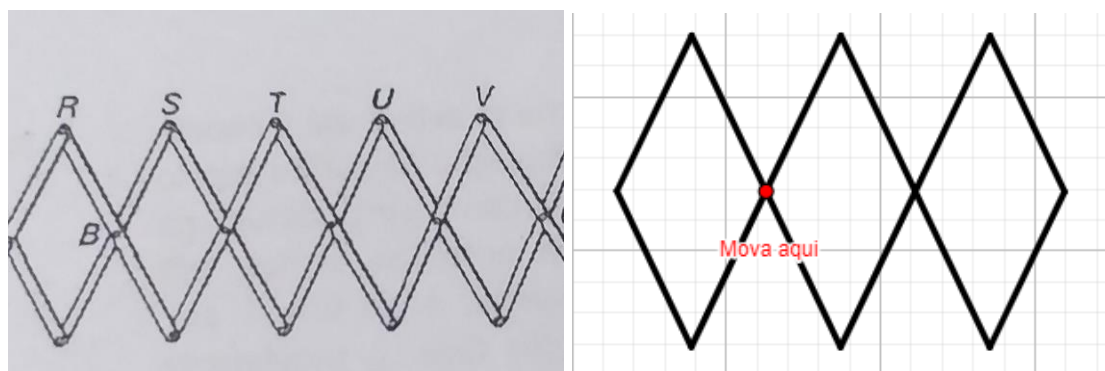
- Utilizou algo que já tinha visto antes para resolver a construção?
- O que ainda acha que deve ser estudado para conseguir construir melhor?

O aluno, novamente, será incentivado a realizar anotações sobre as questões debatidas no caderno próprio, que foi solicitado no primeiro encontro. O objetivo é um debate entre professora e estudante acerca do que vem sendo proposto. Pensamos que em alguns casos não será possível resolver todas as construções neste encontro. Tal fato não é ruim, visto que o aluno está instigado a pensar sobre as construções durante o tempo de processo da oficina, e não apenas nos encontros virtuais.

- 3º encontro: A construção de movimentos diferentes

O objetivo desse momento é construir de forma conjunta com os alunos o movimento, semelhante à de uma grade pantográfica, como ilustrado na Figura 10.

Figura 10 – Movimento da porta pantográfica



Fonte: Elaborado pela autora.

O objetivo desta construção é que as sugestões dos estudantes se entrelacem, formando procedimentos a serem adotados para chegar a construção final da grade. A professora estará em modo de compartilhamento de tela e esboçará no GeoGebra as sugestões dos alunos. Caso o grupo julgue necessário, cada um usará os comandos desejados em seus próprios aparelhos para discussão futura.

Após a construção, será realizado um debate sobre o mecanismo construído e quais objetos podemos associar a esse tipo de movimentação. Pensando novamente

na construção física, incentivaremos os alunos a construírem com o material que dispuserem em suas casas.

Para o encontro seguinte, solicitaremos que os alunos registrem, por meio de fotos, desenho ou vídeo, algum objeto que tenha algum tipo de articulação e movimento. Chamaremos esse objeto de objeto pessoal 1.

- 4º encontro: A elaboração de uma movimentação

A partir desse encontro, nosso objetivo é indagar e provocar curiosidade e, por que não, dúvida dos alunos. A partir do material que será coletado por eles, solicitado no encontro anterior, iremos levantar os seguintes questionamentos, dos quais eles irão compartilhar suas ideias e realizar anotações:

- 1- Quais as características do protótipo escolhido?
- 2- Com quais materiais o protótipo pode ser produzido?
- 3 – Como iremos iniciar a construção no GeoGebra do protótipo?

Dito isso, os alunos irão colocar as “mãos à obra” para a construção do protótipo registrado. A partir deste encontro, nosso papel será de mediadora das construções e avanços na busca de soluções.

- 5º encontro: O debate das construções

O objetivo desse encontro consiste em analisar individualmente o que cada estudante produziu. Enfatizamos que os estudantes serão incentivados a produzir o máximo de registros durante as produções (fotos, anotações, desenhos, vídeos), nos momentos em que a pesquisadora não estiver acompanhando de forma síncrona.

Para o encontro seguinte, solicitaremos que o estudante pense em algum objeto articulado útil para a sua rotina ou para a sociedade em geral. O aluno também deverá descrever a importância do protótipo bem como ideias para construção física e no GeoGebra. Dessa forma, o aluno deve fazer as seguintes ponderações para a realização do objeto:

- Registro de desenho do objeto.

- Qual a finalidade e utilização o objeto possui?
- Qual benefício o objeto fornece para o aluno e a sociedade?

Tal construção será nomeada de objeto pessoal 2.

Para o próximo encontro vamos orientar os alunos que se organizem para a apresentação de seu objeto construído, bem como nas respostas das questões levantadas anteriormente.

- 6º encontro: A apresentação das construções finais

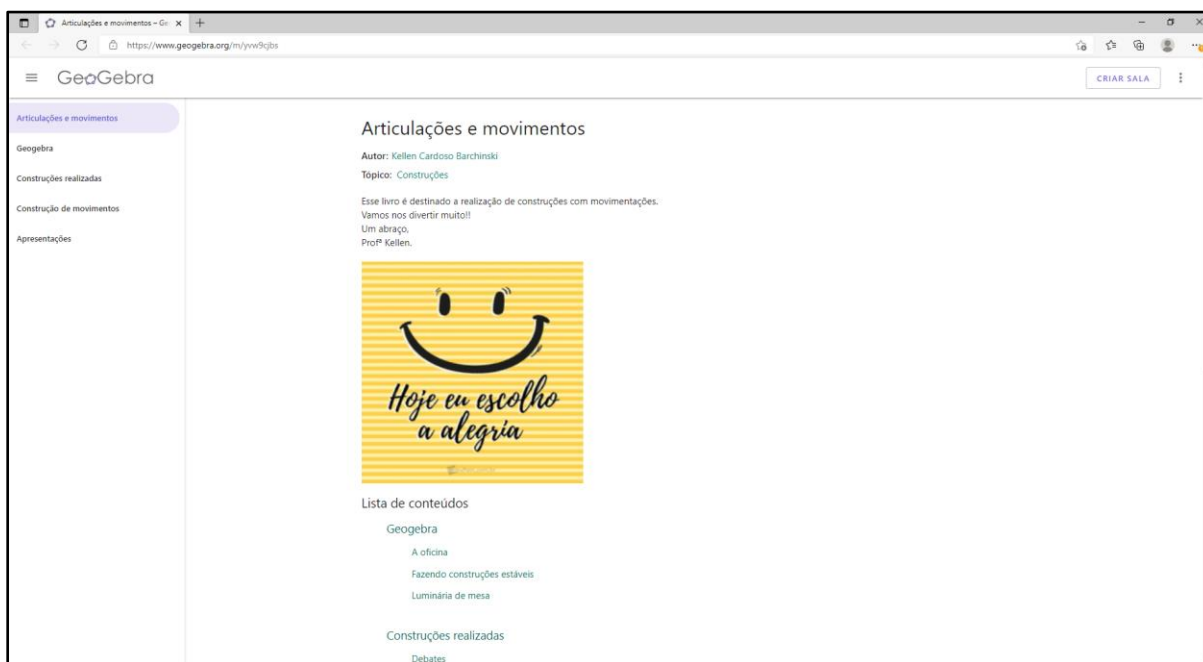
Iniciaremos com o debate sobre o que os alunos já construíram, lembrando que nesse momento é importante que todos opinem e troquem ideias acerca dos objetos dos colegas com o intuito de ajuda mútua.

O objetivo desse encontro é realizar o fechamento de tudo que foi produzido pelos alunos. Relataremos toda a caminhada realizada até aqui, os desafios que tivemos e o que ficou de ensinamento desses momentos.

3.4 GeoGebraBook – Articulações e Movimentos

Apresentamos nessa seção o GeoGebraBook (livro digital) desenvolvido para a oficina, que deu origem ao Produto Didático dessa dissertação de mestrado profissional, revisado após a finalização do experimento prático, compilado em material impresso e acompanhado de comentários para o professor. O material digital pode ser acessado em <https://www.geogebra.org/m/yvw9cjbs> e sua interface inicial está apresentada na Figura 11.

Figura 11 - Tela inicial do GeoGebraBook – Articulações e Movimentos



Fonte: <https://www.geogebra.org/m/yvw9cjbs>

O primeiro capítulo do livro, conforme mostra a Figura 12, está subdividido em três momentos: *A Oficina*; *Fazendo construções estáveis*; *Luminária de Mesa*.

Figura 12 – Interface do GeoGebraBook – Capítulo GeoGebra



Fonte: <https://www.geogebra.org/m/yvw9cjbs>

O primeiro momento, denominado *A oficina*, destina-se a uma conversa apresentando a proposta da oficina. A Figura 13 apresenta este item.

Figura 13 – Interface do GeoGebraBook – A Oficina

A oficina

Autor: [Kellen Cardoso Barchinski](#)

Como funcionará a oficina

O objetivo da oficina é construir objetos com movimentos e que essas construções sejam realizadas na forma física, utilizando o material que você possui em casa, e na forma virtual, através do Geogebra.

É importante que você possua um caderno de campo, do qual fará as anotações dos passos e estratégias que aderir.

Fique atento aos seguintes aspectos para anotações:

- 1- Quais materiais serão utilizados para a construção do meu objeto articulado?
- 2- Esboço do que desejo construir.
- 3- Por onde começar a construção?
- 4- Quais os pontos chaves para a movimentação do objeto?

Será um ótimo trabalho.

Fonte: <https://www.geogebra.org/m/yvw9cjbs>

No segundo momento, *Fazendo construções instáveis*, vamos explorar e analisar a construção de dois quadrados no ambiente de geometria dinâmica, um que se deforma e outro que mesmo após movermos permanece instável. O objetivo deste momento é debater sobre construções dinâmicas estáveis para familiarizar os participantes com o GeoGebra.

No terceiro momento, é proposta a construção de uma luminária de mesa articulada, para que os alunos analisem sua movimentação e reproduzam (Figura 14).

Figura 14 - Interface GeoGebraBook – Luminária de Mesa



Fonte: <https://www.geogebra.org/m/yvw9cjbs>

O segundo capítulo do livro digital está organizado em dois momentos: o primeiro titulado de *Debates*, que está destinado aos alunos preencherem um formulário referente ao encontro anterior, relatando o desenvolvimento conforme sua análise; o segundo denominado *Construção de várias movimentações*, no qual propõe a manipulação e construção de uma escavadeira (Figura 15).

Figura 15 - Atividades GeoGebraBook – Construções realizadas



Fonte: <https://www.geogebra.org/m/yvw9cjbs#chapter/640745>

O terceiro capítulo, denominado *Construção de Movimentos*, aborda a construção de uma movimentação pantográfica e também dos encaminhamentos para o projeto final da oficina, conforme a Figura 16 abaixo.

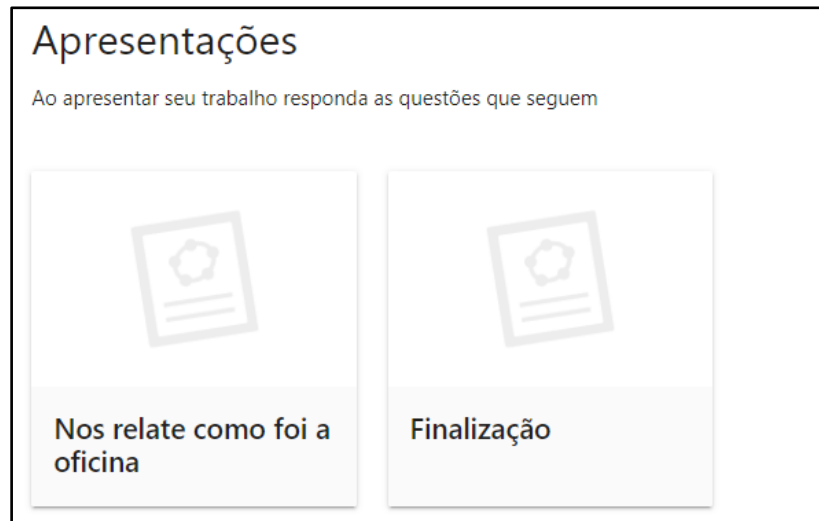
Figura 16 - Atividade do GeoGebraBook – Construções de Movimento



Fonte: <https://www.geogebra.org/m/yvw9cjbs#chapter/673839>

O último capítulo é destinado às apresentações dos projetos realizados pelos alunos bem como uma conversa sobre como foi a experiência de participar da oficina. Na Figura 17 abaixo temos a organização do encontro final.

Figura 17 - Atividade GeoGebraBook - Apresentações



Fonte: <https://www.geogebra.org/m/yvw9cjbs#chapter/673843>

No capítulo a seguir, apresentamos a descrição dos encontros realizados e as análises das produções e interações dos participantes da pesquisa.

4 Descrição dos Encontros e Análises

Neste capítulo, apresentamos a descrição dos encontros realizados no experimento prático e análises dos dados produzidos. O capítulo está organizado em encontros e traz uma primeira descrição, que busca relatar o desenrolar dos encontros e episódios que apresentam elementos importantes para análise.

Participaram dos encontros da Oficina três estudantes. Nomearemos os participantes como A, B e C para preservação de suas identidades.

A seguir, os relatos dos encontros e a análise dos dados.

4.1. Encontro 1 - Aventurando-se com o GeoGebra

O encontro foi iniciado abordando como seria organizada a oficina, explicando que todas as construções seriam realizadas com materiais recicláveis de forma não digital e no ambiente digital do GeoGebra. A oficina foi realizada na sala Google da escola², através dos Cromebooks que a escola dispõe nesta sala. Estavam presentes três alunos do nono ano. Como tínhamos na escola um bom acesso à internet, optamos por utilizar o GeoGebra online (<https://www.geogebra.org/classic>).

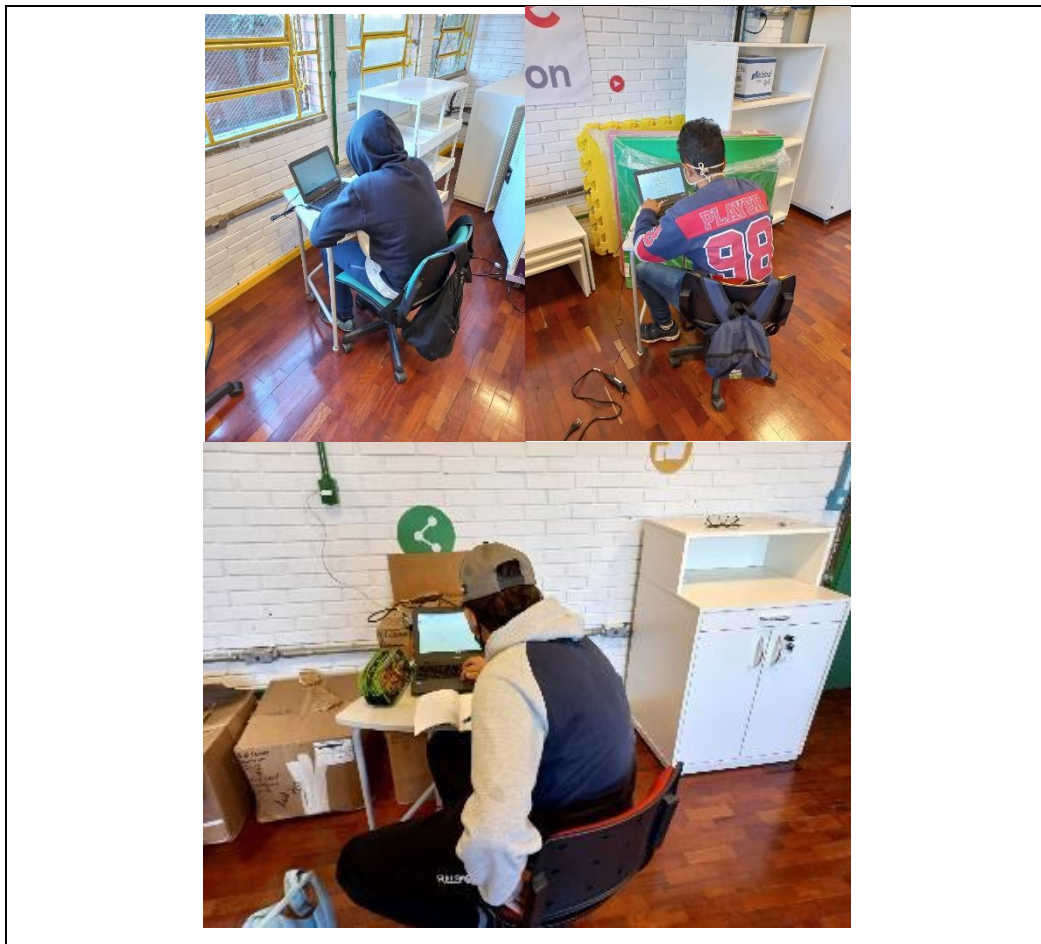
Nossa primeira ação na oficina foi apresentar o GeoGebraBook aos estudantes <https://www.geogebra.org/m/yvw9cjbs>. Indagamos os participantes sobre a possibilidade de construir e movimentar objetos geométricos, por meio da opção mover contida no software. Apresentamos a construção de, aparentemente, dois quadrados e solicitamos aos estudantes que movimentassem os pontos móveis e observassem o efeito provocado no quadrilátero. O aluno B, imediatamente observou que uma das construções não estava estável, ou seja, deformava quando movimentada, sem preservar as propriedades de quadrado (lados congruentes e ângulos congruentes). Debates sobre construções em geometria dinâmica e que, para termos construções estáveis, que preservam propriedades sob a ação do movimento de arrastar, seria necessário que a construção estivesse bem estruturada

² Destacamos que a escola na qual a pesquisa foi realizada, no período dos encontros, estava operando com aulas presenciais. Todos os cuidados de distanciamento social e higiene foram tomados no espaço realizado com os três estudantes participantes da pesquisa.

matematicamente, ou seja, que as propriedades dos objetos geométricos fossem utilizadas no momento da construção. Ancorados nas ideias propostas pelas metodologias ativas, em que, conforme Prensky (2010), o papel do professor centra-se em realizar questionamentos aos alunos, perguntamos sobre o que seria preciso para construir um quadrado de fato, quais eram suas características. Imediatamente, os alunos citaram a propriedade dos quatro lados iguais. Para dar continuidade aos questionamentos e provocar os alunos a refletirem sobre a figura quadrado, no quadro a pesquisadora desenhou uma figura com os quatro lados iguais, porém sem os lados perpendiculares. Dessa forma, mesmo sem fazermos a construção do quadrado em conjunto, ficou definido que deveríamos ter duas características principais para a construção de um quadrado: lados de mesma medida e ângulo reto entre os lados.

A Figura 18 ilustra momentos de exploração do GeoGebra pelos estudantes A, B e C.

Figura 18 – Alunos na elaboração das construções

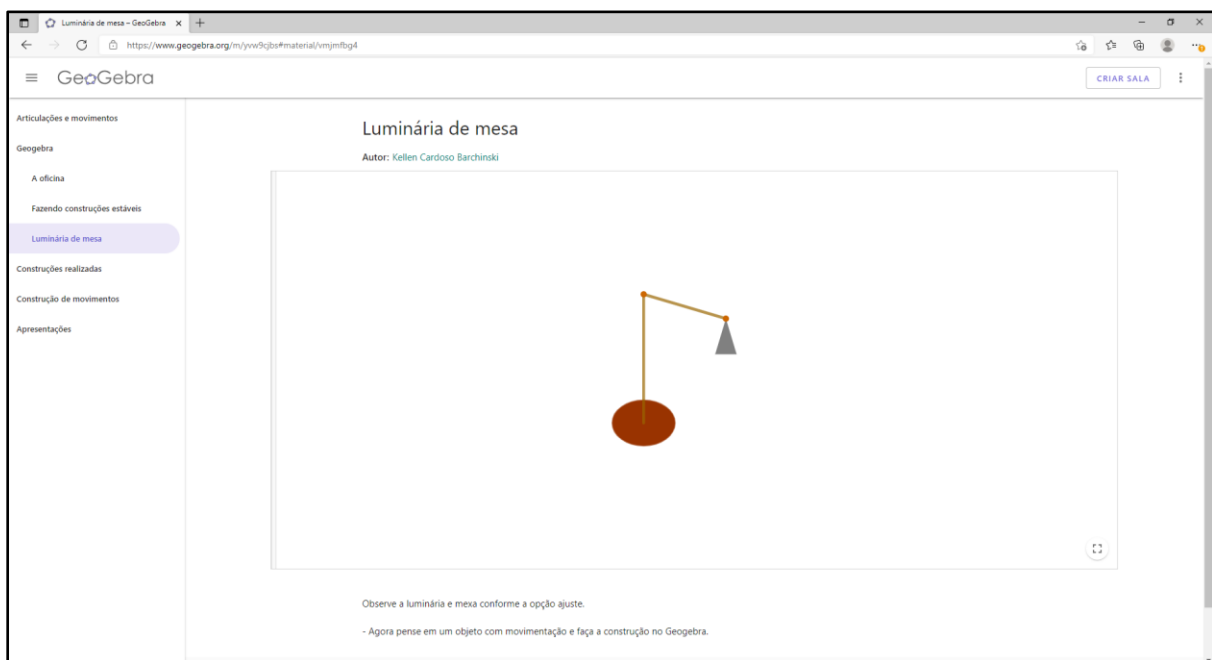


Fonte: Arquivo pessoal da autora

Em seguida, construímos segmentos a partir de dois pontos e realizamos sua movimentação, com o objetivo de familiarizar os alunos com o ambiente de geometria dinâmica. O próximo passo era a construção de uma luminária de mesa, sugerida no GeoGebraBook. Cada estudante poderia criar a luminária como desejasse, a única restrição era que possuísse a movimentação na haste articulada que contivesse a luz. Nossa intenção era analisar as ações dos alunos perante o software, sem dar maiores informações sobre construções, apenas orientar segundo seus passos, valorizando o papel do aluno em pesquisar e encontrar soluções numa perspectiva de aprendizagem ativa (PRENSKY, 2010).

Segundo Moran (2018) uma das palavras que representa as metodologias ativas é: conexão. Um dos nossos objetivos com essa atividade, entre física e digital, era que os alunos fizessem conexões entre as duas construções. Durante a realização de determinada atividade, estamos constantemente estabelecendo conexões. Tais reflexões incentivam alunos a autonomia de construção própria, que também é um dos objetivos da proposta. A Figura 19 apresenta a tela da atividade no GeoGebraBook.

Figura 19 - Atividade da Luminária de Mesa no GeoGebraBook



Fonte: <https://www.geogebra.org/m/yvw9cjbs#material/vmjmfbg4>

Um dos primeiros aspectos a serem destacados foi com relação à exploração dos alunos no GeoGebra. Em pouco tempo, eles conseguiram explorar, experimentar e descobrir os recursos e movimentações para realizar suas construções. Outro ponto interessante observado foi com relação à linguagem matemática utilizada por eles quando se comunicavam entre si ou quando precisam comentar sobre como fizeram determinada construção. Falavam sobre construção de segmentos e pontos, por exemplo, com suas devidas nomenclaturas. Exemplos da linguagem utilizada pelos estudantes no encontro, que revelam apropriação de linguagem geométrica adequada para comunicar suas construções, são:

Aluno A: *Através dos pontos A e B foi construído o segmento b.*

Aluno B: *Posso criar um círculo e depois seu segmento (raio) e movimentar. Ainda estou conhecendo as ferramentas, mas vou tentar assim.*

Aluno C: *Para que o segmento da luminária não aumente é preciso que se trave o círculo.*

Professora: *O que seria travar o círculo?*

Aluno C: *A gente tem que fazer com que o círculo não aumente de tamanho prof.*

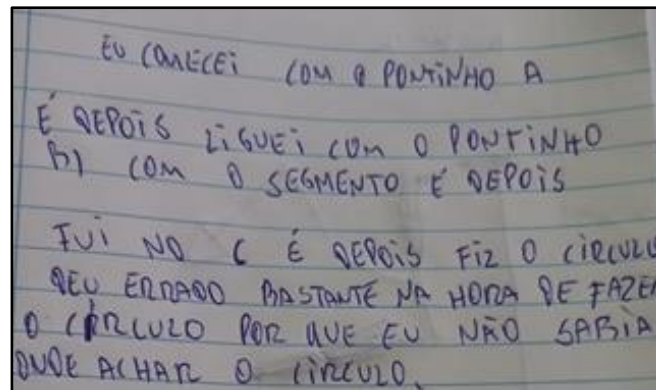
Professora: *Como podemos fazer para travar o círculo como vocês sugeriram?*

Notamos, pela fala do aluno B que, ao optar por seguir uma estratégia não descarta que seu procedimento possa sofrer alterações futuras. Papert menciona sobre o “dar-se o tempo” para as resoluções mesmo que não se consiga executá-las em uma primeira tentativa. Mesmo o procedimento considerado certo, sempre poderá ser aprimorado.

Para Piaget (1977) o indivíduo obtém maneiras, a partir de questionamentos, inquietações, necessidade ou curiosidade, de desenvolver a capacidade de conhecer e transformar situações. O que temos acima na argumentação dos alunos é a busca por uma estratégia para não deformar o tamanho da luminária, provocada pela inquietação dos próprios alunos. Nesse momento, identificamos o começo da resposta à questão do “como”, que chegará aos porquês após análises e estudos.

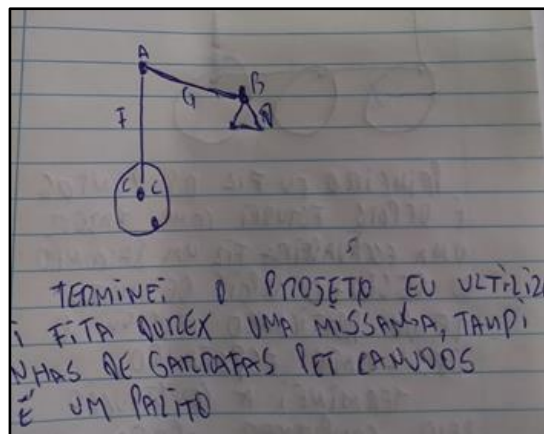
A Figura 20 traz a descrição do Aluno A para a construção da luminária e a Figura 21 mostra o desenho realizado para ilustrar sua construção física.

Figura 20 - Registro no caderno do aluno A – descrição da luminária



Fonte: Dados da pesquisa.

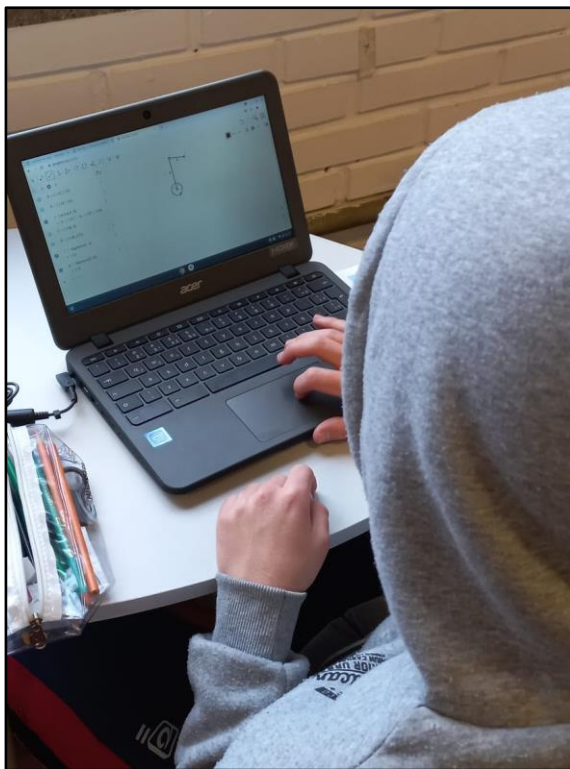
Figura 21 – Registro no caderno do aluno A – esboço da luminária



Fonte: Dados da pesquisa

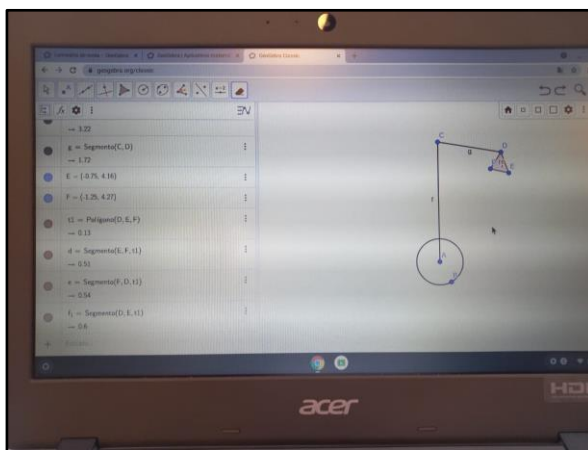
Nessa etapa do processo, podemos dizer que, segundo os estudos de Piaget (1978), o aluno A se encontra predominantemente no nível da ação, percorrendo o percurso de tentativa e erro. Acreditamos que seja mais notório esse nível em decorrência de ser o primeiro contato com o GeoGebra, o que torna viável que façamos experimentações para a obtenção de sucesso perante o objetivo a ser alcançado. A Figura 22 mostra o aluno A realizando a construção da luminária no GeoGebra e a Figura 23 sua tela de construção.

Figura 22 – Aluno A realizando a construção da luminária



Fonte: Dados da pesquisa

Figura 23 - Construção digital da Luminária do Aluno A



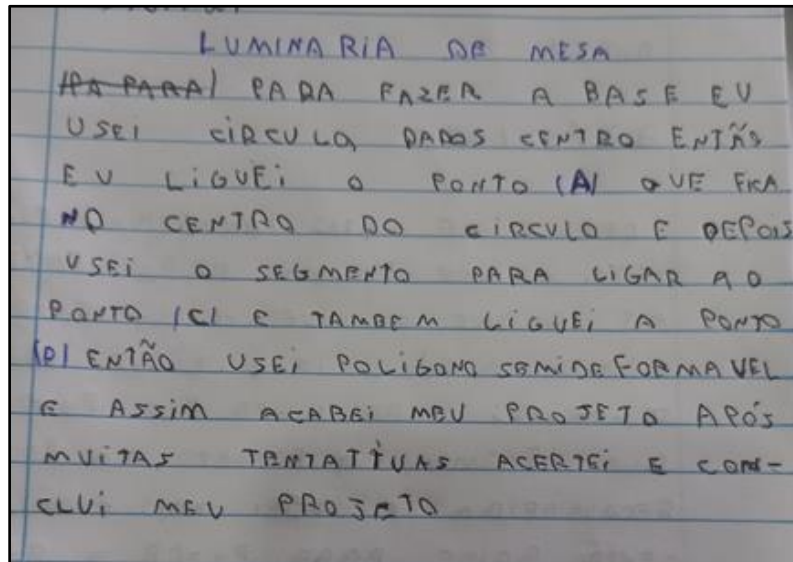
Fonte: Dados da pesquisa

Notamos no desenho do aluno A (Figura 23) que ele também fez a reprodução da nomenclatura dos objetos que desenhou. Mais uma vez temos a questão do nível de ação. Outra forma de analisarmos tais procedimentos iniciais é, o que segundo Piaget (1978), é chamado de assimilação prática. Nesse período os alunos estão

caracterizando e dando nomes às formas utilizadas. Os três alunos nessas primeiras resoluções, ao dedicarem-se pela primeira vez no GeoGebra, estão no período de assimilação prática.

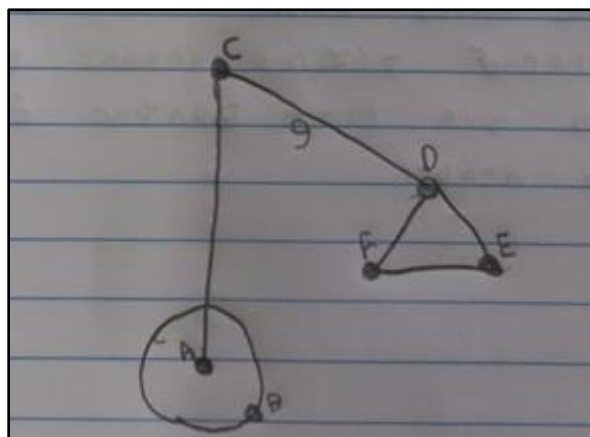
O Aluno C descreve seu processo de construção da luminária conforme Figura 24 e Figura 25.

Figura 24 - Registro no caderno do aluno C – descrição da luminária



Fonte: Dados da pesquisa

Figura 25 - Registro no caderno do aluno C – esboço da luminária



Fonte: Dados da pesquisa

Uma das características dos ambientes Makers é o acesso a materiais para os Makers, as pessoas que fabricam. Na sala temos à disposição caixas com materiais

recicláveis, canudos, palitos, cola, tesoura e outros materiais, conforme ilustra a Figura 26.

Figura 26 - Material para a construção dos objetos não digitais



Fonte: Dados da pesquisa

A construção física da luminária foi semelhante para os três alunos. Todos utilizaram palitos para as hastes, tampas de garrafa para a base e miçanga para construir a parte da lâmpada. A construção do aluno A está apresentada na Figura 27.

Figura 27 - Construção não digital da luminária pelo aluno A



Fonte: Dados da pesquisa

O encontro finalizou com a reflexão entre as duas construções, física e digital. Os estudantes atentaram à questão de que no GeoGebra a construção fica “melhor elaborada”, visto que é possível trabalhar melhor com as movimentações. No encontro seguinte iniciaremos com tais reflexões, proporcionando um momento para os alunos relatarem por escrito suas produções.

4.2 Encontro 2 - As reflexões sobre as construções

No segundo encontro, iniciamos com um formulário para questionar as percepções que os estudantes tiveram no encontro anterior. Seguem as perguntas e as respostas de acordo com cada estudante³.

1) Em qual situação demorou mais para concluir? Porquê?

- Aluno A: demorou bastante na parte que teve que fazer os pontos de A a b por que eu não achava as configurações

- Aluno B: foi a parte da luz, da luminária.

- Aluno C: bom. na hora de montar o meu projeto foi complicado pq o meu pensamento era diferente do que o meu projeto ficou e no meu projeto no computador não foi muito complicado mas na parte do segmento ele não ligava nos pontos mais após consegui

2) Utilizou algo ou algum conteúdo matemático que já tinha visto antes para resolver a construção?

- Aluno A: não utilizei nenhum conhecimento matemático para fazer

- Aluno B: eu não usei nenhum conteúdo matemático para a construção da luminária de mesa.

- Aluno C: talvez sim mas eu não me lembro muito bem

Destacamos que, nessa questão, os alunos acabam não percebendo que o que estão fazendo é sim matemática. A busca por fórmulas e a não utilização constante de números pode dar a ideia de que não seja matemática. Podemos pensar que para muitas pessoas a matemática está associada apenas a questões numéricas. Isso faz parte do que Papert (1994) chama de “conhecimento em uso”, que quando colocamos em prática certos conceitos, mesmo sem perceber que ele está sendo

³ A redação dos estudantes foi preservada.

utilizado, estamos sim aprendendo. Tal conceito sugere, segundo Papert, que o conhecimento seja direcionado de acordo com a individualidade de cada aluno. Piaget (1978) também ajuda a compreender as falas destes estudantes, que resolvem a situação proposta no nível da ação, desconhecendo ainda as razões que justificam o êxito, ou não, de suas ações. A afirmação dos três alunos de que não há conhecimento matemático em suas construções revela que os conceitos ainda não se tornaram conscientes.

3) O que ainda acha que deve ser estudado para conseguir construir melhor?

- Aluno A: estudar um pouco de informática para os movimentos da construção dar certo
- Aluno B: as medidas da luminária, para ficar estruturado e proporcional.
- Aluno C: na vdd eu n sei pq e minha primeira experiencia com a robotica mas tudo que a professora kellen ensinar sera o mlhr para termos uma experiencia ótima

Novamente, as respostas dos estudantes trazem à tona a ausência de assimilação por meio de conceitos matemáticos (PIAGET, 1978), sendo central a ideia de que conhecimentos de informática ou robótica poderão auxiliá-los a realizar uma construção melhor.

4) O que você achou do primeiro encontro da Oficina?

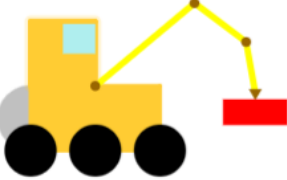
- Aluno A: muito bom construimos um pequeno projeto a aula foi bem boa e a professora kellen estava bem atenciosa
- Aluno B: muito bom!
- Aluno C: sensacional pq apesar das dificuldades o pensamento de conseguir montar algo legal foi ótimo

Após a resolução do questionário foi lançado o desafio de construir uma escavadeira hidráulica, tendo como inspiração a figura apresentada no GeoGebraBook (<https://www.geogebra.org/m/yvw9cjbs#material/r3jdhy3n>), conforme mostra a Figura 28.

Figura 28 – Interface da Atividade da Escavadeira no GeoGebraBook

Observe a escavadeira. Ela possui três movimentações, indicadas na construção. Movimente-as e analise como elas foram construídas.

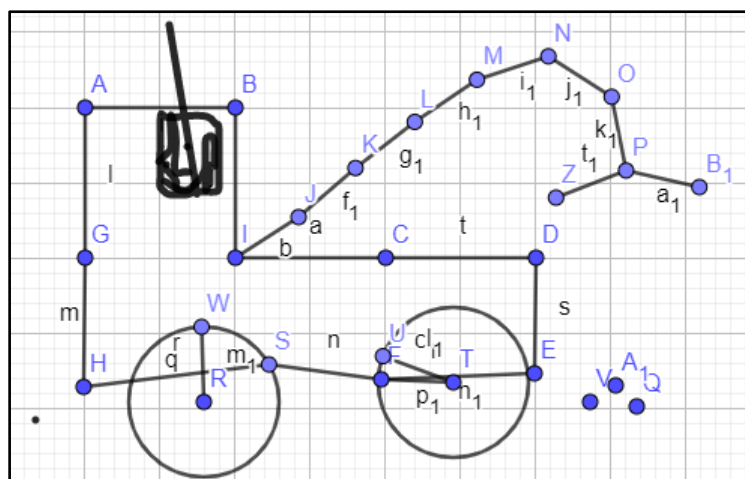
- Agora, faça um objeto que possua mais de uma movimentação.
É importante que você registre como o objeto é, através de um desenho ou uma foto do objeto caso tenha acesso a ele.
Também é importante que você registre os passos e estratégias que adotará para tais construções.



Fonte: Dados da pesquisa

O aluno A encontrou dificuldades para a construção da escavadeira. Foi possível perceber pela observação de suas ações um processo de tentativas e erros, até atingir uma construção que o satisfizesse, caracterizando nível ainda da ação, no qual o aluno A não reconhece as razões que justificam o sucesso ou fracasso de suas ações (PIAGET, 1978). O resultado final de sua construção (Figura 29) apresenta muitos pontos de deformação em decorrência de realizar todo o projeto a partir de segmentos, não percebendo o papel do dinamismo e a necessidade de estabilidade no ambiente de geometria dinâmica. Este aluno optou por construir a escavadeira como se estivesse com lápis e papel. Traçava os segmentos um a um os ligando, sem perceber que precisava fazer construções a partir de propriedades matemáticas. Para desencadear um processo de reflexão sobre a construção, a professora sugeriu ao Aluno A que analisasse a movimentação da construção inicial e refletisse sobre os efeitos dessa movimentação. Todas as construções começaram pela forma digital.

Figura 29 – Produção do aluno A – escavadeira digital



Fonte: Dados da pesquisa

O aluno B iniciou sua construção pelas rodas. Optou pelo recurso do círculo de comprimento fixo. Interessante que esse aluno optou por deixar as rodas no extremo de seu desenho, para isso fez uso da malha quadriculada que o software dispõe. Ao projetar as rodas ele fez uso do recurso círculo dado centro e raio. Ao determinar o tamanho do raio, é possível identificar que o Aluno B tem noção sobre proporcionalidade e medidas.

Durante o processo de construção, entre eles, conversavam e trocavam ideias:

Aluno C: Vou utilizar o raio 2 para a construção das rodas
Aluno B: Vai ficar muito grande para onde tu quer construir, as rodas vão se encontrar. Tem que usar 0,5 ou 0,6 que dai fica bom na distância que tu colocou.

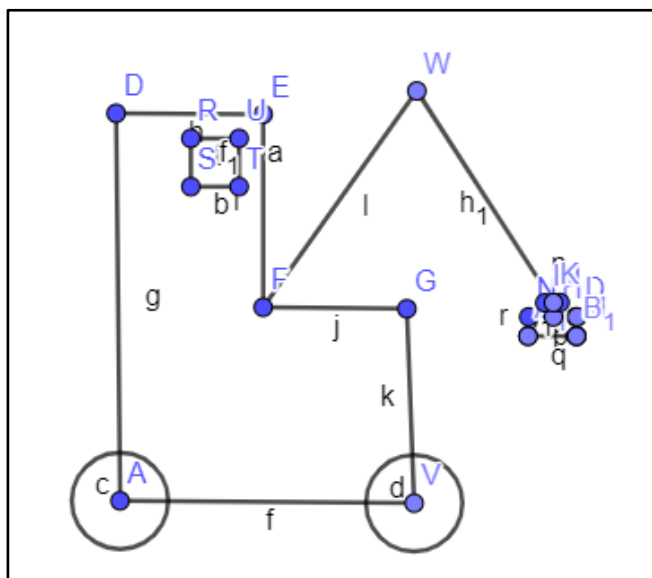
Nas ideias trazidas pela cultura Maker, salienta-se a importância do intercâmbio entre Makers. O importante é que estudantes troquem experiências, conheçam outras criações e mostrem suas construções aos colegas, relatando o que aprenderam e construindo conceitos de forma coletiva.

Piaget (1977) fala sobre as inaptações úteis, que ocorrem mediante a intervenção do mecanismo de regulações: nesses casos, constatamos que o que desencadeia a tomada de consciência é o fato de que tais regulações automáticas correspondem a correções parciais, negativas ou positivas, dos meios já em atuação. Identificamos o mecanismo de regulações dos alunos na tentativa de ajustar a medida do raio das rodas da escavadeira, comparando com a medida total da base da

mesma. É preciso procurar novos meios de regulação mais ativas, o que supõe a consciência das escolhas tomadas.

O aluno B fez a construção da estrutura da escavadeira com segmentos de tamanhos fixos (Figura 30). Embora observe-se instabilidade dinâmica na estrutura geral da escavadeira, as hastes ficaram com a correta movimentação e articulação.

Figura 30 – Produção do aluno B – escavadeira digital



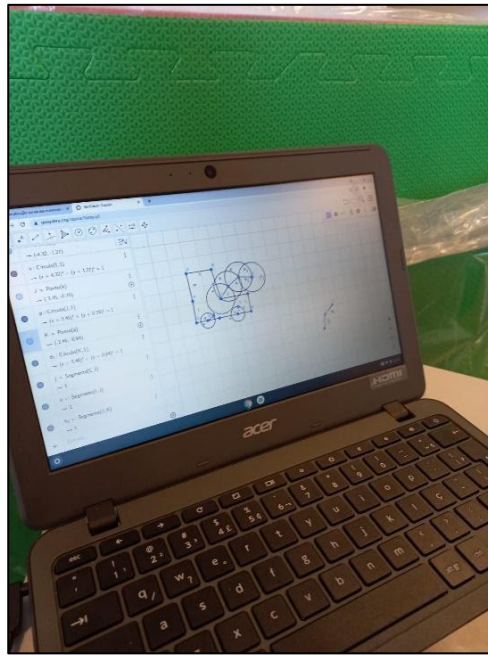
Fonte: Dados da pesquisa

O aluno C optou por construir primeiro a parte sem haste, marcando os pontos para, em seguida, construir segmentos que os ligassem. Podemos fazer conexões com o que o aluno já está habituado em sala de aula, com a utilização de régua, na qual marcamos os pontos e traçamos os segmentos. Esse processo de construção digital está sendo vivenciado pela primeira vez pelos alunos e identificamos que os mesmos utilizaram várias vezes a mesma estratégia, possivelmente fruto de muitas aulas de matemática cuja repetição é predominante.

Para a construção do braço da escavadeira, o aluno C utilizou o recurso de círculos de raios iguais, utilizando o recurso círculo dado centro e raio. Essa opção foi fruto do diálogo apresentado acima sobre as medidas dos raios. A escolha pelo recurso círculo dados centro e raio foi realizada pelos alunos em exploração inicial do GeoGebra. A Figura 31 mostra a foto de sua construção no GeoGebra, a Figura 32 mostra construção final com os círculos auxiliares escondidos e a Figura 33 mostra

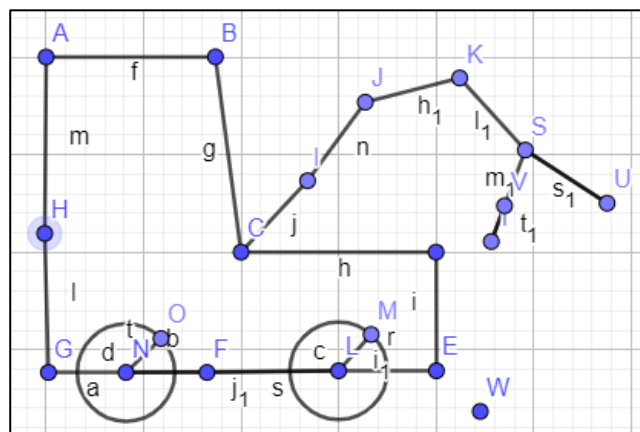
seu registro no caderno. O aluno C optou por fazer o que ele chamou de “mão” para pegar os objetos, ao invés de construir um objeto fixo como nosso projeto de escavadeira sugerido como inspiração.

Figura 31 – Construção parcial do aluno C – escavadeira digital



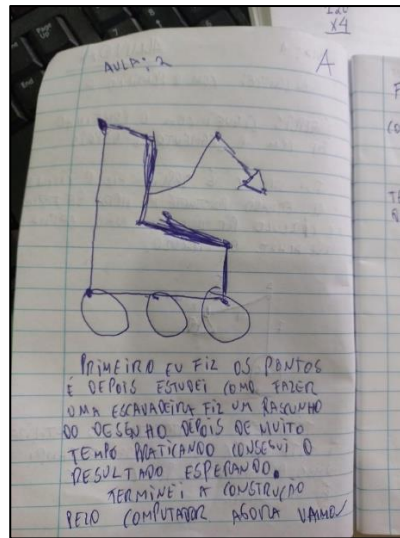
Fonte: Dados da pesquisa

Figura 32 – Produção do aluno C – escavadeira digital



Fonte: Dados da pesquisa

Figura 33 – Registro no caderno do aluno C – escavadeira digital



Fonte: Dados da pesquisa

Embora a cabine da escavadeira se deforme quando movimentada, destacamos que o braço da escavadeira não deforma e apresenta movimentação articulada, conforme a proposta da atividade. A ação conscientizadora sobre como fazer o movimento funcionar obteve sucesso, sendo possível identificar a movimentação do objeto (PIAGET, 1987).

4.3 Encontro 3 - Ajustando os modelos anteriores

O terceiro encontro destinou-se a aprimorar as construções realizadas nos encontros anteriores. Compareceram a esse encontro dois alunos (os alunos B e C).

As construções estavam disponíveis para que os alunos analisassem o que poderia ser melhorado. Os alunos optaram por dialogar entre si sobre a construção do aluno B. O processo de aprendizagem é vasto e ocorre de muitas formas e uma delas, citada por Papert (1994), é a importância do diálogo em sala. A boa discussão promove a aprendizagem, o que não se limita apenas entre estudantes. Ao expor as situações, muitas ideias podem surgir, e é possível dar-se conta de falhas a serem corrigidas ou procedimentos que podem ser melhorados. Os alunos B e C fizeram construções diferentes e optaram cada um por uma estratégia. O aluno C construiu o braço da escavadeira utilizando a opção “círculo dados centro e raio”, isso fez com que o braço não deformasse. Enquanto isso, o aluno B optou por utilizar a opção

“segmento de comprimento fixo”, o que fez com que os segmentos, mesmo sem sofrer alteração de tamanho, não estivessem interligados. Destacamos que, a partir das experiências e dos diálogos entre os estudantes, os recursos do GeoGebra foram tornando-se mais familiares para esses estudantes, o que culminou em regulações automáticas que revelam tomada de consciência sobre as funcionalidades dos recursos do software e, de forma ainda implícita, dos conceitos matemáticos inerentes a eles (PIAGET, 1978).

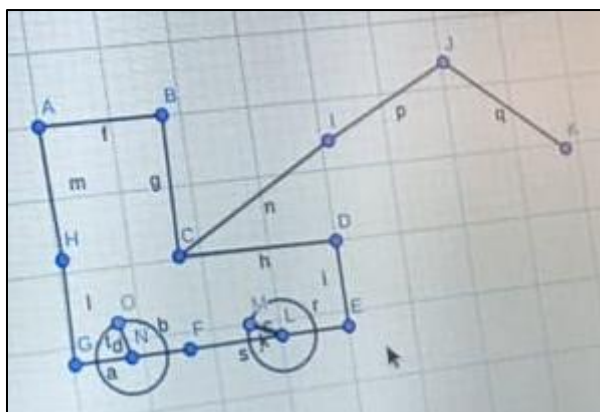
Após cada um mostrar como fez suas construções, notou-se uma busca por generalização em suas falas. Ainda sobre Papert, realçamos a ideia da importância das falas entre alunos para o aprimoramento de argumentos e soluções. Muitos desses resultados não seriam bem aproveitados se fossem dados individualmente, sem poder dar continuidade. Trazemos a fala abaixo para ilustrar a importância das trocas.

Aluno C: Olha o ponto J ali na tua construção, ele tá deformando. Não podemos construir somente através de pontos pois sempre vai deformar.

Quando iniciaram as primeiras construções, os alunos normalmente optavam por marcar os pontos e ligar com o segmento. Porém, tal estratégia faz com que o objeto construído se deforme quando movimentado.

Ao identificarem que o aluno C construiu os segmentos a partir de círculos, eles optaram por colocar no ponto J, local no qual a construção estava instável, um círculo com o raio dado. Isso fez com que suas construções das hastes ficassem sem deformação e se movimentassem corretamente. Temos, segundo a teoria piagetiana, apoio sobre a observação do que foi feito anteriormente. Para a movimentação da luminária realizada no primeiro encontro, os alunos fizeram uso da mesma estratégia de construção relatada acima. Ao nosso entendimento essa ação, matemática, teve significado ao aluno. Para Piaget, há compreensão quando o indivíduo se apropria da informação e sabe explicar as razões de seu êxito. Na Figura 34 apresentamos a localização do ponto J na construção.

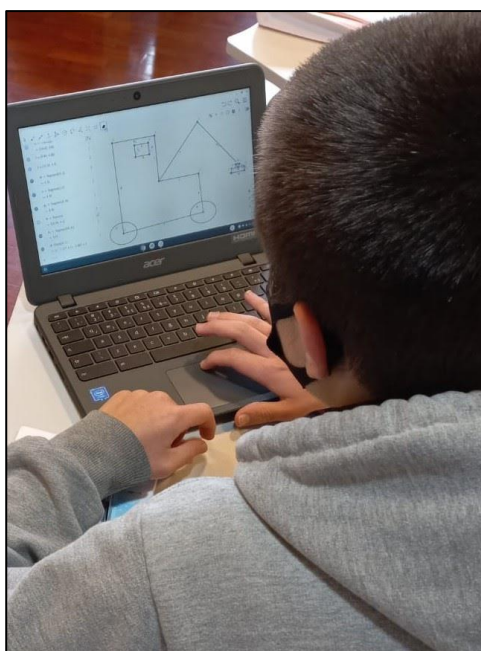
Figura 34 – Construção do aluno C – ponto J na escavadeira digital



Fonte: Dados da pesquisa

Com o braço da escavadeira movimentando corretamente, os alunos partiram para a estrutura da escavadeira, pois as duas construções se deformavam. O aluno B ampliou o desenho e ocultou os rótulos, tornando a construção, segundo ele “mais limpa” (Figura 35). Para Papert (1985), o empenho em melhorar o produto final pode estar relacionado ao interesse do aluno na construção, que é de sua autoria, fazendo com que ele busque aprimorar o desenvolvimento e se empenhe no processo até a finalização.

Figura 35 - Aluno com sua construção ampliada



Fonte: Dados da pesquisa

A partir de suas explorações nos menus de recursos do GeoGebra e engajado em resolver o problema de movimentação indesejada de pontos, o aluno C descobre o recurso ponto médio e manifesta um argumento interessante, conforme apresentado no extrato abaixo.

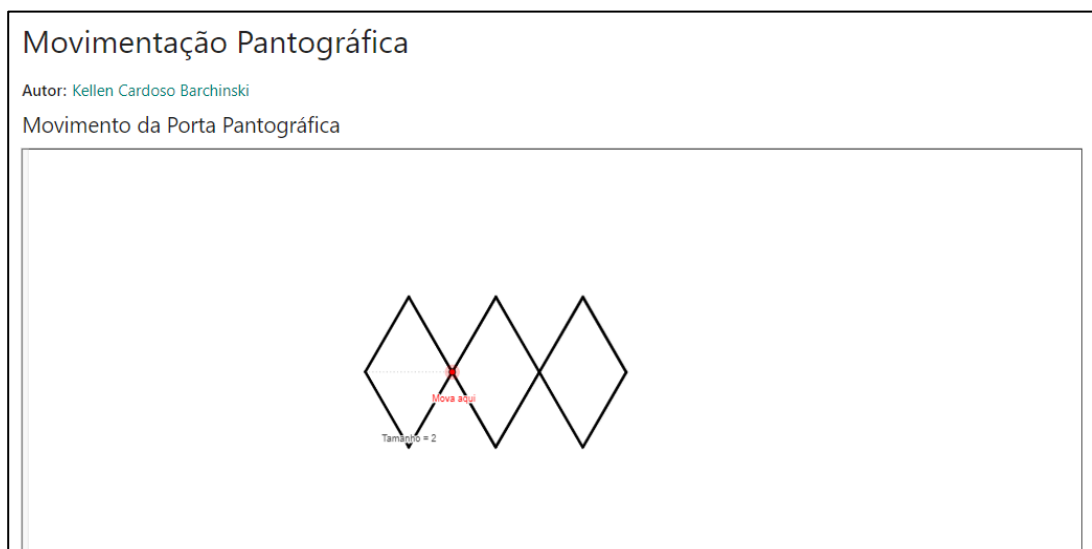
Aluno C - Quando eu construo o ponto médio em um segmento e não consigo movimentar ele. Posso tentar construir através dos pontos médios porque sei que ele não se movimenta.

Outra estratégia tomada pelo aluno C foi a de construir um segmento fixo para, a partir dele, construir as rodas da escavadeira. O aluno optou por construir o segmento e construir o ponto médio dos pontos médios e, a partir deles, construir as rodas nos pontos médios por circunferências dado o raio. Isso revela que ele está compreendendo os princípios da geometria dinâmica e conceitos de geometria. Temos conceitos de matemática envolvidos nessa construção como pontos médios, a construção de segmentos e de círculos conforme seu desejo a partir da medida do raio sendo dada.

4.4. Encontro 4 - Construções de movimentações pantográficas

Nesse encontro foi apresentado aos alunos o movimento pantográfico, conforme ilustra a Figura 36. O movimento corresponde a um “abre e fecha” ou “vai e vem”, que, na construção dinâmica e articulada, não pode se “desmontar”.

Figura 36 - Movimentação pantográfica no GeoGebraBook

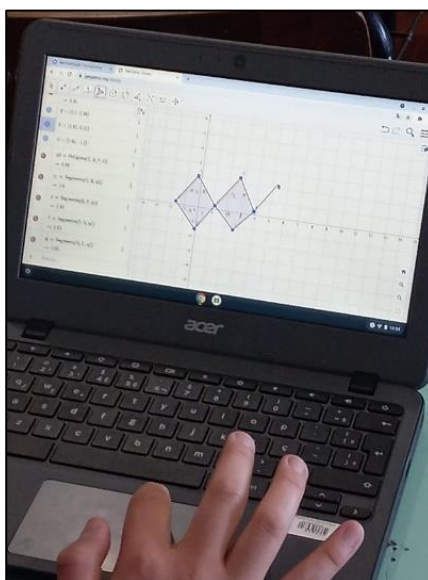


Fonte: <https://www.geogebra.org/m/yvw9cjbs#material/urfuhemq>

Pedimos então, para que os alunos construíssem essa movimentação. Tivemos neste encontro a participação dos três alunos.

O Aluno A começou a construção a partir de polígonos, como mostra a Figura 37. Identificamos que a construção foi desenvolvida à “mão livre”, sem preocupação com propriedades geométricas ou recursos do GeoGebra para garantir movimento com estabilidade.

Figura 37 - Construção através de polígonos do aluno A - Pantográfica

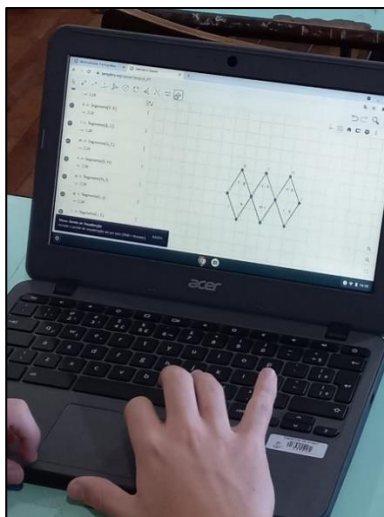


Fonte: Dados da pesquisa.

O Aluno B construiu primeiramente os pontos, alinhados com a malha e os uniu com segmentos (Figura 38). Apesar da preocupação com a congruência dos segmentos, que revela conhecimento sobre propriedade do losango, mesmo que de forma ainda inconsciente, o fato de utilizar os pontos da malha quadriculada provoca deformação quando movimentados.

Já o Aluno C realizou inicialmente a construção com segmentos de comprimento fixo, provavelmente preocupado com possíveis deformações durante a movimentação.

Figura 38 - Construção realizada pelo aluno B - Pantográfica



Fonte: Dados da pesquisa.

Analisando a construção do aluno B, notamos que a construção está alinhada e simétrica. Porém, em função da forma como foi construída, quando movimentamos notamos que ela se deforma e não permanece estável.

O aluno C começou a construir segmentos de comprimento fixo a partir dos pontos da construção e a movimentar para ajustar na posição certa. Porém, mais uma vez, ao final da construção não obteve sucesso e sua construção não ficou estável.

O fato dos três alunos não terem conseguido realizar uma construção estável provocou um debate entre eles. Começaram por analisar a movimentação original e notaram que nem todos os pontos se movimentam, apenas um ponto se movimenta. O aluno B notou que a movimentação acontecia no sentido horizontal, dessa forma falou que poderiam construir a partir de uma reta. Imediatamente a professora comentou que seria um bom caminho. Destacamos um movimento de agir e pensar desses estudantes, que realizaram uma construção (agir), não obtiveram sucesso, e debruçaram-se para pensar sobre suas ações e, a partir dessas reflexões, retomaram a construção (agir novamente), agora antecipando a construção da reta que daria suporte ao movimento.

Logo os três alunos debruçaram-se na construção da nova estratégia e, após trocarem ideias sobre a construção, o aluno B construiu um dos losangos na reta de sustentação (chamada por eles de eixo) fazendo com que toda a imagem deslizasse sobre a reta. Depois de realizada esta construção, o aluno escondeu a reta, fazendo

com que tivéssemos a impressão de movimento da figura na horizontal. Do ponto de vista da linguagem matemática, em sala de aula regular a expressão eixo apenas era utilizada para nos referirmos a eixo de coordenadas. A ideia de que o eixo também pode servir como sustentação para o movimento desejado partiu dos alunos. Pela teoria de Piaget entendemos que, nesse caso, tivemos uma assimilação prática que resultou na elaboração de conceitos. Em função do tempo, não conseguimos finalizar as construções nesse encontro.

4.5 - Encontro 5 - Iniciando os projetos

O encontro foi destinado à construção de um projeto que fosse de interesse dos participantes da oficina. As orientações foram as seguintes: reproduza algum objeto que seria útil para si mesmo ou para alguma pessoa.

O aluno A inicialmente pensou em construir algum objeto relacionado ao álcool gel. Comentou em construir um “porta álcool gel elétrico”. Em seguida observou a sala em que estávamos e argumentou:

Aluno A: Vou construir uma lixeira parecida com essa que está na sala. Lixeiras sempre são importantes.

A Figura 39 mostra o aluno A analisando a lixeira da sala.

Figura 39 – Aluno A registrando com seu celular os detalhes da lixeira.



Fonte: Dados da pesquisa.

O aluno A realizou sua construção ligando pontos por segmentos, o que fez com que ficasse instável ao ser movimentada. Quando o aluno chamou para mostrar sua construção, solicitei que desenhasse a lixeira e a ideia de movimento em seu caderno de anotações para observar como poderia construí-la no GeoGebra.

Em seguida o aluno argumentou:

Aluno A: Eu preciso fazer linhas retas, como os do quadrado que vimos no primeiro dia de oficina.

A partir da fala do aluno A, podemos perceber a preocupação em fazer uma subdivisão do problema a ser resolvido. O aluno A parou, analisou e pensou no início da construção. Pensou sobre o que poderia ser mais simples de resolver e já foi feito anteriormente para partir para a construção completa e mais complexa. A busca por algo semelhante em construções previamente realizadas é importante pela possibilidade de retomada que se é feita.

Em seguida o aluno construiu uma reta horizontal, utilizando os eixos da malha. Explorou o software na intenção de obter uma reta que, quando construída, não se deformasse quando movimentada. Foi então que ele optou por construir retas perpendiculares e paralelas. Marcou um ponto na reta e traçou a reta perpendicular passando por este ponto. Em seguida, marcou um ponto na segunda reta construída e traçou a reta paralela à primeira reta. Em seguida traçou, no local onde a lixeira seria construída, um polígono rígido. Salientamos que os conceitos formais de retas paralelas e perpendiculares pouco são abordados na sala de aula convencional desses estudantes. Mais uma vez observamos o desenvolvimento de conhecimentos matemáticos nesse processo.

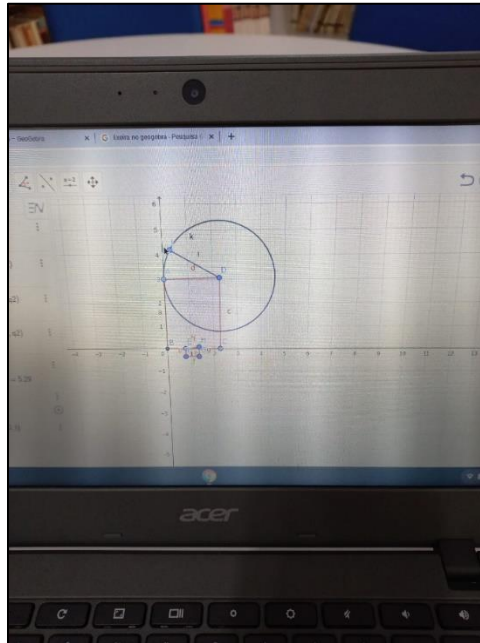
Neste momento, questionamos: como fazer a tampa da lixeira? Após algum tempo, o aluno A comentou:

Aluno A: A movimentação é parecida com o braço da escavadeira, porém uma parte só. Vou olhar lá.

O aluno A analisou a movimentação construída anteriormente, que estava registrada em seu caderno e optou por realizar a movimentação por meio de um círculo com o raio dado. Tal ação para o aluno, ao nosso entendimento, possui

significado para ele. A questão da retomada de conceitos anteriormente estudados, como o círculo com raio dado, nos remete, segundo Piaget (1987), à assimilação por meio de conceitos, pois nesse momento o aluno faz utilização de um conceito estudado e aprendido e o retoma. A construção do aluno A ficou conforme ilustra a Figura 40.

Figura 40 - Construção da Lixeira digital pelo aluno A



Fonte: Dados da pesquisa.

O aluno B optou por construir um fechador de pastel, semelhante ao ilustrado na Figura 41, impulsionado pelas atividades realizadas por sua mãe, que prepara pasteis para vender.

Figura 41 - Fechador de pastel que inspirou a construção do Aluno B



Fonte: <http://google.com>

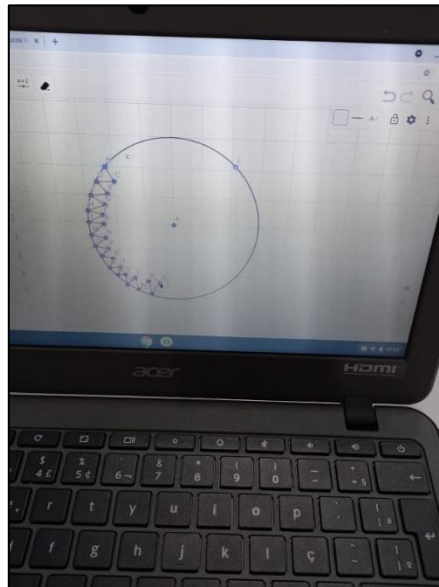
O aluno B iniciou sua construção pela base do fechador, construindo a parte de formato circular, que possui um movimento de rotação. No extrato a seguir, trazemos o registro do aluno B sobre o processo de construção desta etapa.

Aluno B: Para fazer o fechador de pastel primeiramente fiz um círculo e dentro desse círculo, com a função polígono rígido fui tentando fazer mini triângulos, porém estava ficando muito torto e apaguei. Então eu me lembrei que era possível mudar a malha, então coloquei uma malha circular, então o círculo ficou simétrico para fazer os triângulos que seriam os dentes que iam fechar o pastel.

Identificamos no registro do aluno B a ideia de bricolagem, que em poucas palavras sugere: “use o que você tem, improvise e vire-se” (PAPERT, 1994, p.138). O “bricolador”, no sentido abordado por Papert (1994), remete à ideia de pessoas realizando tarefas nas quais não são especialistas. Papert defende que se pode usar o que se tem para dar conta do desafio, estabelecer estratégias, dar-se tempo, dividir o problema maior em partes, observar e analisar para resolver etapas que possam ser semelhantes a algo já realizado, resgatando no repertório de ferramentais mentais, aquelas que podem ser úteis para obter sucesso na tarefa ou em parte dela. E este foi o comportamento observado nas ações do aluno B: ele tentou construir “mini triângulos”, mas não gostou do resultado (pois estavam “muito tortos”). Então, vasculhando em sua “caixa de ferramentas mentais” (e também nas ferramentas do GeoGebra), lembrou da “malha circular”, que permitiu a construção do círculo e dos triângulos da forma como desejava. Percebemos que o aluno B, conforme defende Papert (1994), “dividiu e dominou” para chegar ao resultado desejado.

Destacamos que, em nenhum momento do encontro, foi sugerido a este aluno a troca de malha. O aluno, por meio de suas ações e motivado pelo seu objetivo de construção, tomou a decisão de trocar e malha. A Figura 42 ilustra esta etapa de construção do aluno B.

Figura 42 - Construção do fechador de pastel digital do aluno B – Tentativa 1



Fonte: Dados da pesquisa.

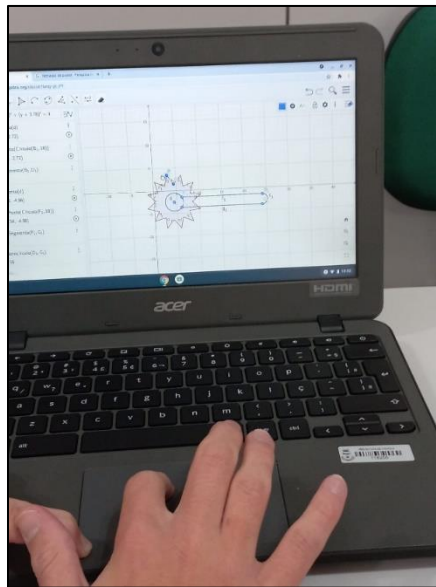
Ao manipular sua construção, arrastando os pontos com liberdade movimento, o estudante ficou incomodado com a instabilidade e com a deformação que ocorria com seu fechador de pastel digital. Papert (1988) salienta que, ao se programar uma máquina (e neste caso, ao se realizar uma construção geométrica no GeoGebra) sem que haja receitas prontas para os seus comandos, inspirados em tutorias que dizem como o aluno deve proceder, normalmente nas primeiras tentativas não conseguimos obter o êxito esperado. Nestes casos, quando não chegamos ao resultado desejado, nossas estratégias devem ser retomadas, analisadas e, possivelmente, alteradas. E uma das formas de fazer isso é analisar a construção e procurar a “chave” que provocou o resultado inesperado. Episódios como este, quando ocorrem em aulas com lápis e papel, normalmente acabam por apagar com a borracha todo o desenvolvimento, sem procurar analisar o que já foi produzido. Pouco se analisa o ponto chave que provocou o erro. Pouco se pergunta “Onde posso melhorar minha estratégia para chegar onde quero?”. Para Moran (2008) as metodologias ativas dão ênfase ao papel do protagonista do aluno, ao seu envolvimento direto, participativo e reflexivo em todas as etapas do processo, experimentando, desenhando e criando e buscando soluções quando os obstáculos aparecem.

Assim, o aluno B não desistiu de aprimorar sua construção, dando continuidade ao processo. A seguir, seguem os registros do aluno sobre seu processo de construção, revelando as tentativas, as falhas e as superações.

Aluno B: Depois fiz um círculo no meio e botei 2 pontos no círculo e puxei um seguimento para frente, e o outro ponto também fiz a mesma coisa, e liguei tudo com o meio do círculo, formando a bastão do fechador de pastel e movimentei tudo. E desmontou tudo. Então, liguei os dentes no círculo com seguimento fixo e depois ocultei ele, em seguida fiz outras linhas com segmentos fixo, então consegui movimentar tudo.

Após as mudanças de estratégias (e das ferramentas utilizadas) em sua construção, o estudante construiu o seu fechador de pastel como desejava, conforme mostra a Figura 43.

Figura 43 - Construção do fechador de pastel digital do aluno B– Versão final.



Fonte: Dados da pesquisa.

E sobre os conceitos matemáticos, o que o aluno B aprendeu? De imediato, poderíamos elencar a utilização dos objetos geométricos presentes em sua construção: noção de círculo e raio, mas também de círculos concêntricos, que permitiram o aspecto visual desejado; noção de congruência de segmentos de retas, para garantir que todos os dentes do fechador de pastéis tivessem o mesmo tamanho; noção do movimento de rotação, implícito no instrumento escolhido por ele para

construção. Além disso, o aluno B foi capaz de descobrir e utilizar a malha de coordenadas polares, mesmo sem estudar as formalizações deste conceito, revelando um processo de aprender-em-uso, apontado por Papert (1988). Notamos também, o aprimoramento na linguagem geométrica do estudante, provavelmente impulsionado pela utilização dos menus do software, referindo-se aos objetos geométricos corretamente, conforme podemos observar em suas falas.

Destacamos que o processo de aprendizagem dos estudantes e, em especial do aluno B, foi transformado. O conhecimento adquirido foi impulsionado pela vontade de criar um instrumento da sua realidade, caracterizando-se como um propósito pessoal do aluno B. O aluno B reconhece que o objeto é real e útil para sua mãe e isto o estimulou a construir também na versão digital. O novo conhecimento construído pelo aluno B, mesmo que sem as formalizações de uma sala de aula convencional, torna-se uma fonte de poder criativo.

Nas palavras de Papert (1985),

Minha suposição é que o computador pode concretizar (e personalizar) o formal. Sob este prisma, o computador não é somente mais um instrumento educacional poderoso. Ele é o único a nos permitir os meios para abortar o que Piaget e muitos outros identificam com o obstáculo que deve ser transposto para a passagem do pensamento infantil para o pensamento adulto. (PAPERT, 1985 p. 37)

Ainda sobre as metodologias ativas (ALMEIDA; VALENTE, 2012. P.60) salientam que as tecnologias propiciam a reconfiguração da prática pedagógica, a abertura e a plasticidade do currículo. Se pensarmos na nossa prática em sala de aula, raros são os momentos em que tais procedimentos são realizados, salvo quando nos preparamos para férias científicas. No entanto, vimos com a oficina, que conhecimentos matemáticos foram utilizados, mesmo que o professor nunca tenha “ensinado” estes conceitos aos participantes em nenhum momento. O aluno aprende-em-uso sobre conceitos matemáticos, que emergem da necessidade de construir seus projetos.

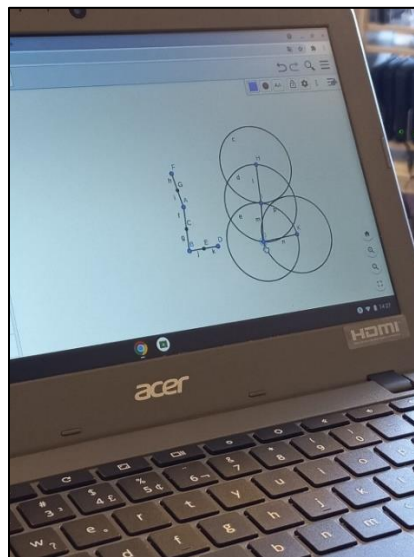
O aluno C decidiu construir uma perna mecânica. Inicialmente o aluno realizou a construção utilizando círculos sobrepostos e com raios conforme seu gosto. Em seguida, ligou os centros dos círculos a um ponto na sua extremidade. Após realizou a construção através de pontos e os ligou por segmentos de reta.

Vendo que sua construção se deformou ao movimentar os pontos, o aluno C permaneceu alguns minutos em silêncio (provavelmente analisando a situação ou procurando por estratégias de solução) e em seguida teve uma ideia.

Aluno C: Vou deixar essa construção aqui e vou ver como eu fiz a escavadeira. O movimento que quero é parecido com aquele.

Em seguida, o aluno C retomou sua construção por meio do recurso círculo dado a medida do raio. Solicitei que ele deixasse a primeira construção no GeoGebra e fizesse ao lado a nova construção. As construções do aluno C estão registradas na Figura 44.

Figura 44 - Produção do aluno C – perna mecânica digital



Fonte: Dados da pesquisa.

Aqui, na construção da perna mecânica, temos a retomada de aprendizagem, realizada na escavadeira. O aluno buscou, em seu repertório de situações consideradas de sucesso, uma estratégia para construir a perna mecânica com o movimento que desejava. Essa ação revelou que não somente o estudante sabia realizar a construção do movimento, como compreende o que foi feito, fato esse justificado pelas suas falas e explicações a respeito da construção. As ações anteriores do aluno C, que resultaram em aprendizagens, permitiram que essa construção obtivesse êxito, utilizando um mecanismo similar a um já feito, revelando regulações automáticas. Para Piaget (1977) a ação deve fazer o indivíduo pensar

sobre o que fez e sobre seu próprio pensamento. Nesse momento o aluno C rebuscou sua própria ação ao realizar a nova construção. Temos uma mesma construção, considerado por Piaget como objeto, sendo transposto a outro objeto.

Ainda em Piaget (1977) temos a caracterização da tomada de consciência de um esquema de ação, o que foi feito anteriormente na outra construção, transformado em um conceito e essa tomada de consciência constituindo, portanto, numa conceituação.

Do ponto de vista do desenvolvimento de conhecimentos matemáticos, o aluno utilizou a noção de círculo e raio, bem como as construções de círculos justapostos. Conforme mencionamos anteriormente, Papert (1985) utiliza o termo conhecimento-em-uso, que reflete situações em que o aluno aprende de forma pessoal, de acordo com suas necessidades nas construções.

Papert (1985) afirma que a vontade de avançar em procedimentos está relacionada com o processo de entendimento pelo aluno. Os meios de comunicação devem fazer sentido. O aluno mostrou-se independente e autônomo nas tomadas de decisões, tanto nas orientações quanto em debates com colegas.

Para Piaget (1977) temos a ideia de que o indivíduo aprende por que age e a importância da ação para a sua aprendizagem. A ação significativa, que faz sentido, deve estar presente no movimento do aluno. O fazer pensar sobre o próprio pensamento, construção, é o que torna a ação válida a nível de conhecimento.

4.6. Encontro 6 - Finalizando os projetos

O último dia de oficina foi destinado à construção dos objetos manipuláveis realizados no encontro anterior de forma digital.

O aluno A procurou na sala uma caixa de papelão que pudesse representar a estrutura da lixeira. Em seguida, juntou na caixa de materiais recicláveis, palitos de picolé para fazer a construção do pedal, provavelmente com a noção de que utilizar papelão para o pedal não proporcionaria a rigidez necessária para reproduzir o movimento de abre-fechar da lixeira. Finalmente, com um elástico, o aluno A buscou simular a movimentação que ocorre entre a tampa da caixa (lixeira) e o pedal. A Figura 45 mostra a construção da lixeira física do aluno A.

Figura 45 – Construção da lixeira não digital do aluno A



Fonte: Dados da pesquisa.

O aluno B, para construir seu fechador de pastel, selecionou pedaços de papelão e utilizou um compasso para traçar o círculo no papelão e recortar. Temos aqui a utilização de ferramentas geométricas físicas, que exigem habilidades manuais, mas também conhecimentos-matemáticos-em-uso como o raio que vai determinar o tamanho do instrumento construído. Para construir as garrinhas que fecham o pastel no círculo, o aluno B pensou em como poderia construir triângulos, lembrando de sua construção no GeoGebra. Assim, o estudante buscou na caixa de materiais recicláveis uma tampinha de garrafa para analisar como eram construídas suas garrinhas. Observando as marcações na tampinha, o aluno B decidiu contá-las para utilizar essa ideia na sua construção. Assim, o aluno B dividiu seu círculo em tamanhos iguais de marcações para traçar os segmentos que formariam os triângulos, ou seja, as garrinhas do fechador de pastel. Halverson e Sheridan (2014) afirmam que aprender por meio do fazer ultrapassa a linha entre aprendizado formal e informal, provocando-nos a pensar de maneira ampla sobre onde e quando a aprendizagem acontece. A Figura 46 mostra o aluno B engajado em sua construção.

Figura 46 – Aluno B realizando a construção



Fonte: Dados da pesquisa.

Após fazer as marcações, o aluno B recortou a parte circular e dentada de seu instrumento. Em seguida, pensando no movimento de rotação do objeto, o estudante perfurou o centro do círculo e recortou duas hastes. Finalmente, para finalizar sua construção, o aluno B utilizou um palito que transpassou as hastes e o círculo e possibilitou o movimento funcional de rotação de um fechador de pastéis, como mostra a Figura 47. Identificamos evidências da noção de centro de rotação deste aluno. A utilização do palito também realça a compreensão sobre o movimento, pois, caso o estudante colasse as partes do instrumento, o movimento de rotação não seria possível.

Figura 47 – Fechador de pastel não digital construído pelo aluno B



Fonte: Dados da pesquisa.

O aluno C, para construir a perna mecânica física utilizou papelão e palitos, retirados da caixa de materiais recicláveis disponíveis na sala. Com os pedaços de papelão, o aluno C fez três moldes, um para representar a coxa, outro para representar a canela e o terceiro para representar do pé da perna mecânica. Todos os moldes foram duplicados e conectados, dois a dois, por palitos, para permitir a articulação das partes da perna mecânica. Identificamos, a partir das escolhas do aluno C, noções sobre o movimento articulado, no qual os pontos estabelecidos pelos palitos representam os pontos de articulação da perna mecânica. A utilização do palito evidencia compreensão sobre o movimento, pois, caso o aluno C colasse as três partes da perna, os movimentos de dobrar joelho e tornozelo não seriam possíveis. A Figura 48 mostra a construção do aluno C.

Figura 48 – Perna mecânica não digital construída pelo aluno C



Fonte: Dados da pesquisa.

Destacamos que a cultura do “siga o modelo”, nessa perspectiva, acaba perdendo força para dar espaço à autonomia de ação e de construção do indivíduo. Fórmulas prontas, atividades de copiar e colar, pintar o desenho pronto já não fazem mais sentido nesta perspectiva. Muitas vezes a curiosidade e a criatividade só são despertadas por assuntos e temas de interesse dos indivíduos e se dermos oportunidades para que elas aflorem.

Finalizamos a oficina com um formulário com três questões para que os alunos respondessem. A seguir estão contidas as perguntas e respostas das mesmas.

1) Como você avalia a oficina realizada?

Aluno A: Muito boa, aprendi várias coisas importantes como ângulos e etc.

Aluno B: Nessa oficina de robótica, aprendemos várias coisas, como mexer no GeoGebra, aprendemos mais sobre movimentos. No geral a oficina foi muito boa.

Aluno C: Muito top. Adorei a experiência de aprender muitas coisas como a importância da robótica. Talvez eu possa trabalhar no futuro com coisas que aprendi hoje.

2) Em alguma construção (no GeoGebra ou com os materiais recicláveis) você utilizou conteúdos matemáticos? Se sim, quais foram eles?

Aluno A: Sim, utilizei ângulos na retroescadeira

Aluno B: No GeoGebra utilizamos vários conteúdos matemáticos em todos os objetos, como na luminária, retroescavadeira, o objeto pantográfico e o fechador de pastel. São eles: formas geométricas, segmentos, ângulos.

Aluno C: Na retroescavadeira usei ângulos, círculo e raio. Não lembro bem...a e segmentos.

3) Quais diferenças você identificou entre construir os objetos no GeoGebra e com os materiais recicláveis?

Aluno A: As diferenças foram bastante, pois no geogebra nós utilizamos as configurações e o computador. Já com o material foi mais difícil de fazer. Fizemos uma luminária, foi muito bom gostei bastante. Mas demorou bastante e finalmente terminamos. Comecei a fazer a lixeira de movimento. Deu tudo certo eu e meu grupo incluindo a professora Kellen., Acho que conseguimos obter resultados. Tivemos as aulas com muito aprendizado.

Aluno B: São muitas diferenças, no Geogebra eu acho mais fácil, porque tem funções para fazer os objetos, já com o material é limitado.

Aluno C: No Geogebra eu tive alguns problemas porque não tinha usado antes, mas conforme o tempo aprendi e acho que no Geogebra foi mais difícil porque no material eu já tive uma ideia do que fazer.

Terminamos o encontro questionando sobre o primeiro formulário que os alunos responderam, quando inicialmente eles relataram que não identificaram nada de Matemática ao manusear o GeoGebra. Os estudantes questionaram que inicialmente não é como a Matemática da sala de aula, que parece ter um cronograma para acontecer. Ao manusear o GeoGebra e sendo eles que dão as instruções para a máquina inicialmente parece ser algo mais manual do que algo que envolva Matemática.

4.7 - Categorias de análise observadas: uma retomada

Após a análise das resoluções e tomadas de consciência dos participantes da pesquisa, voltamos a refletir e sobre a pergunta diretriz dessa dissertação: “Quais estratégias e conteúdos matemáticos emergem da construção de objetos com movimento digitais e não digitais?”. A questão e o experimento realizado remetem-nos a uma reflexão sustentada pelas teorias estudadas nessa pesquisa. A seguir, retomaremos os pontos que, ao nosso olhar, se sobressaem nas construções realizadas ao longo da oficina.

A cultura Maker, mesmo sendo uma abordagem atual, nos remete ao pensamento de que fabricantes e Makers, ao realizarem suas construções, utilizam estratégias de medir, analisar e projetar protótipos de objetos reais e construções que sejam proporcionais ao que desejavam construir. No experimento realizado, tivemos Makers que elaboravam estratégias matemáticas para o êxito de suas ações, tanto nas construções realizadas no GeoGebra, como no uso do material reciclável para a construção dos protótipos de objetos não digitais. No sentido da palavra “fazer”, conforme Bkouche et al. (2021), os estudantes construíram, fabricaram e produziram conceitos matemáticos. Já nas construções iniciais destes estudantes com o GeoGebra, identificamos noções matemáticas de ponto, segmento, retas e circunferência. Ainda, precisaram colocar em prática a ideia de congruência de segmentos e de ângulos, o que provocou a utilização de compasso e retas perpendiculares. Para Bkouche et al. (2021, p.133),

...a atividade matemática não é olhar e desvelar, mas sim criação, produção e fabricação. Os conceitos matemáticos não são um bem cultural transmitido hereditariamente como dádiva ou socialmente como capital, mas o resultado

de um *trabalho* de pensamento, o dos matemáticos ao longo da história, o das crianças através da sua aprendizagem.

A linguagem matemática foi sendo construída ao longo do processo. Vimos emergir também a noção de medidas e proporcionalidade na construção da escavadeira quando os estudantes precisaram determinar a medida das rodas a partir da medida total da mesma. O conceito de ponto médio também foi produzido pelos estudantes quando buscavam pela estabilidade de suas construções. As propriedades do losango emergiram da análise do comportamento da porta pantográfica.

As metodologias ativas, que colocam o estudante como protagonista do processo, ao ser trabalhada com alunos visando tanto resoluções individuais quanto em grupo, possibilitou também a discussão em equipe, que proporcionou o desenvolvimento de noções de geometria dinâmica sem ao menos terem contato anteriormente com ela. A presença da Matemática, nas mais variadas situações, se fortaleceu em discussões e em momentos que os alunos tiveram que traçar metas e segui-las, sem regras prontas, mas criando, fazendo, fabricando.

No desenvolvimento dos projetos finais, as construções foram conduzidas pelos interesses individuais de cada participante. Nesta etapa emergiram com mais ênfase as noções de movimento, em especial a rotação. Identificamos também a noção de circunferências concêntricas, circunferências justapostas, triângulos e a consolidação da ideia de segmentos congruentes. Conforme Bkouche et al. (2021, p.134), “Fazer matemática é um trabalho de pensamento, que constrói conceitos para resolver problemas”.

A teoria piagetiana, por meio da análise das tomadas de decisões dos alunos, permitiu mostrar a passagem do nível da ação para o nível da operação. Inicialmente, os alunos utilizavam termos “não matemáticos” nas construções e, com o passar do tempo, emergiu a ideia de construções em geometria, com escritas matemáticas e diálogos com linguagem matematicamente correta. O que inicialmente era dito como “constrói um traço” no decorrer da oficina evoluiu para “constrói um segmento através de dois pontos passando por tal circunferência”. Assim, verificamos que a linguagem (e futuramente o rigor) resultam da atividade matemática (e não o contrário).

No capítulo a seguir, apresentamos as considerações finais da pesquisa.

5 Considerações Finais

As tecnologias digitais propiciam a reconfiguração da prática pedagógica, além da abertura e da movimentação do currículo escolar. Vimos, com a experiência analisada na oficina “Articulações e Movimentos”, que conhecimentos matemáticos foram utilizados, mesmo que o professor nunca tenha “ensinado” estes conceitos aos participantes em nenhum momento. O aluno aprende-em-uso sobre conceitos matemáticos, que emergem da necessidade de construir seus projetos.

O conhecimento-em-uso fez com que os alunos utilizassem recursos da geometria dinâmica ou conceitos matemáticos, fazendo com que a aprendizagem fosse de forma pessoal, visto que cada aluno optou por caminhos diferentes de construções. Para Papert (1994) tal característica nos remete não a modelos certos e errados, mas em modelos executáveis. Além disso, sendo executável toda construção pode ser aprimorada. Ao termos alunos que construíram objetos para o seu dia a dia, como o fechador de pastel ou a lixeira, para a facilitação do seu cotidiano, destacamos que a valorização da vida e da rotina dos alunos se faz presente na escola e deve ser valorizada.

Inicialmente, nem mesmo os alunos percebiam que suas construções envolviam Matemática. Quando nos perguntamos sobre “onde está a Matemática?”, podemos identificar diversas situações geométricas, como a utilização na prática de conceitos de raio e circunferência, de retas perpendiculares e paralelas, de segmentos e ângulos congruentes, situações de troca de malha espontânea para que o aluno se orientasse melhor na construção, situações de linguagem e escrita matemática que evoluíram no decorrer da oficina, resultado da atividade matemática dos participantes. A evolução dos alunos nesse percurso, identificadas nas retomadas de estratégias, que inicialmente foram tomadas com receio, porém sem medo de ter que reformular procedimentos, apontam que, em certos momentos, houve compreensão e conceituação desses alunos.

Da retomada de estratégias de construções, bem como das reflexões acerca das mesmas, emergiram conhecimentos matemáticos necessários para a boa execução dos objetos construídos. Durante estes processos de retomada e reflexão, em certos momentos os alunos tiveram que reorganizar suas estratégias de

construção, em um movimento de agir e pensar para voltar a agir. Percebemos que, quando estes estudantes registraram que a “matemática é uma ciência de receitas prontas”, no momento do manuseio com o GeoGebra eles mesmos construíram suas próprias receitas e as aprimoravam, em um processo de produção, criação e construção de conhecimento matemático.

Neste sentido, o que em vários momentos observamos foi a ideia, salientada por Moran (2018), de aprendizagem ativa. Tal aprendizagem se desenvolve agindo, partindo de conhecimentos simples para conhecimentos mais complexos, conforme foi analisado no decorrer da oficina. Por se tratar de aprendizagens únicas, de cada indivíduo, se aprende o que é mais relevante para si de acordo com seu objetivo de percurso e resultado. Agir e pensar, juntamente com pensar e agir, segundo Piaget (1988) nessa perspectiva foram ações necessárias e fundamentais para os resultados obtidos na oficina.

Quanto à utilização das tecnologias digitais na escola em que se desenvolveu a pesquisa, a realidade que apontamos no início desta caminhada, de que as tecnologias não fazem parte da escola como meio para aprender, começa a ser modificada, mesmo que em um contexto particular. Na oficina, verificamos que os estudantes utilizaram a tecnologia para pensar e agir, para resolver problemas, e não para esperar delas soluções. Retomando nossas reflexões iniciais, quando consideramos a palavra inovação na sala de aula, nos referimos à forma como lidamos com os diferentes recursos que temos ao nosso alcance. O “vir a conhecer”, destacado por Papert (1988), toma uma proporção significativa na sala de aula, visto que os alunos lidam de maneiras diversas com o mesmo material. Nesse contexto, uma mesma situação pode tomar diferentes rumos e ter objetivos distintos. Tudo isso reflete sobre a forma de agir em relação aos materiais, sendo eles digitais ou não digitais. Inovar é, muitas vezes, agir diferente sobre objetos já conhecidos.

Na oficina realizada, que teve duração de seis encontros, os estudantes que se envolveram nas construções de objetos em movimento (a saber, braços de luminária de mesa, escavadeira, porta pantográfica, perna mecânica entre outros) não realizaram construções impecáveis, mas realizaram construções possíveis, dentro das possibilidades que suas “caixas de ferramentas matemáticas” permitiram. Tornaram-se bricoleiros mirins, colocaram a “mão na massa” e agregaram novas ferramentas em seu repertório, adquirindo novos conhecimentos que poderão ser formalizados em experiências posteriores.

Cabe, contudo, a reflexão sobre a retomada e formalização dos conceitos matemáticos que emergiram ao longo da oficina. Este momento não foi realizado ao longo dos encontros, mas ao finalizar a pesquisa, entendemos que seria importante, em um ambiente de diálogo e debates com os participantes, identificar de forma mais explícita, nas construções de cada um, os conceitos-matemáticos-em-uso utilizados, para retomá-los, conceituá-los e, se possível, formalizá-los.

O produto didático desenvolvido nesta dissertação a partir das atividades aplicadas na oficina indica possíveis conceitos matemáticos que podem ser trabalhados em cada capítulo. Entendemos ser importante também incluir no produto didático parte das construções dos objetos de movimento ao professor, constituindo pequenas dicas que apontam um caminho possível. O produto pode ser facilmente modificado e adaptável a diferentes cotidianos escolares.

Ao finalizar essa pesquisa, percebo que o ingresso no mestrado e estar em contato com a pesquisa em Ensino de Matemática reforça a importância de estar em constante aperfeiçoamento das ações e das didáticas em sala de aula. O que antes parecia não executável em sala de aula, decorrente da falta de recursos e cultura tecnológica, após a finalização desta dissertação reforça que é possível trabalhar com tecnologia em salas de aulas e realidades diversas e que ela pode trazer contribuições para a aprendizagem da Matemática.

Em decorrência dessa pesquisa, pensamos que esse estudo pode ser ampliado e gerar artigos e discussões acerca de tecnologias na aula de Matemática. A troca e o debate entre professores podem proporcionar novos rumos para a presente pesquisa.

Referências

- ABBAGNANO, Nicola. Dicionário de Filosofia. Martins Fonte. São Paulo, 2007.
- ALIATTI, Camila. **Fábrica de Matemática: aprendizagem de geometria via confecção e manipulação de objetos digitais e não-digitais**. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática (Dissertação), UFRGS, 2017.
- BECKER, F. **Da ação a operação: o caminho da aprendizagem em J. Piaget e P. Freire**. DPeA. Porto Alegre, 1997.
- BECKER, F. **Educação e construção do conhecimento**. Artmed. Porto Alegre, 2012.
- BKOUICHE, R.; CHARLOT, B.; ROUCHE, N. A Epistemologia Implícita das Práticas de Ensino da Matemática. **Revista Ensino de Matemática em Debate**, v.8 n.3, 2021.
- BLIKSTEIN, P. Digital Fabrication and 'Making' in Education: The Democratization of Invention. In: J. Walter-Herrmann & C. Büching (Org.). **FabLabs: Of Machines, Makers and Inventors**. Bielefeld: Transcript Publishers, 2013. p. 203-221.
- BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Porto: Porte Editora, 1994.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018
- CARDINS, J. S. C. **A cultura do faça você mesmo como princípio da cibercultura e a crítica da inversão da lógica da indústria cultura**. João Pessoa, 2014.
- DOUGHERTY, D. **The Maker moviment**. Innovations, 2012.
- FERREIRA, C. M. **O uso do GeoGebra como ferramenta auxiliar na compreensão de resultados de Geometria pouco explorados no Ensino Básico**. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro/Instituto de Ciências Exatas - Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional – PROFMAT, 2015.
- FRANCA, P. G. **A Aprendizagem Transmídia na Sala de Aula: potencialidades de letramento midiático**. Universidade Federal do Rio Grande do Norte Programa: educação, 2015.
- HALVERSON, E. R.; SHERIDAN, K. M. **The Maker Moviment in Education**. Harvad Educational Review, 2014.
- HOFFMANN, D. S; MARTINS, E. F.; BASSO, M. V. A. **Experiências física e lógico-matemática em espaço e forma: uma arquitetura pedagógica de uso integrado de recursos manipulativos digitais e não-digitais**. SBIE, 2009

KALIL, T. **Have fun-learn somenthing, do somenthing, make somenthing**. New York 2013.

LABEGALINI, A. C. **A construção da prática pedagógica do professor: o uso de lego/robótico na sala de aula**. Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Programa: Educação, 2007.

MARTIN, L. The Promise of the Maker Movement for Education. **Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)**, v. 5, n. 1, p. 30–39, 29 abr. 2015.

MARTINS, E. F. **Robótica na sala de aula de matemática: os estudantes aprendem matemática?** Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática (Dissertação), UFRGS, 2012.

MEIER, M. **Modelagem geométrica e desenvolvimento do pensamento matemático no ensino fundamental**. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática (Dissertação). UFRGS, Porto Alegre, 2012.

MENEZES, B. S. Utilização do GeoGebra com smartphone: Geometria Dinâmica por meio de um cenário para investigação. **REMAT**, Brasil, v. 4, n. 1, 2018.

MIRANDA, C. E.; DINIZ, K. R.; PUSTILNIK, M. V. **Inclusão digital, escola e cidadania** *Revista Educação e Cultura Contemporânea*, Vol. 16, n. 43, 2019.

MORAN, J. BACICH, L. **Metodologias ativas para uma aprendizagem mais profunda**. Porto Alegre. Penso, 2018.

NOTARE, M. R.; BASSO, M.V.A. Tecnologia na educação Matemática: Trilhando o caminho do fazer ao compreender. **RENOTE - Revista Novas Tecnologias na Educação**. CINTED-UFRGS, Porto Alegre, v.10, n. 3, dez. 2012.

PAPERT, S. **A máquina das crianças**. Repensando a escola na era da informática. Porto Alegre: Artes Médicas, 1994.

PAPERT. **Logo: computadores e educação**. São Paulo. Editora Brasiliense, 1985.

PEREIRA, L. M. G. **O software GeoGebra como proposta facilitadora do processo de ensino aprendizagem da geometria plana no ensino fundamental**. Universidade Federal de Goiás, Programa: Matemática em rede nacional, 2015.

PIAGET, J. **A Tomada de Consciência**. São Paulo: Melhoramentos, 1977.

PIAGET. **Fazer e compreender**. São Paulo: Melhoramentos, 1978.

PIAGET, Jean. **O desenvolvimento do pensamento: equilibração das estruturas cognitivas**. Lisboa: Dom Quixote, 1977.

PRENSKY, M. **The Role of Technology in teaching and the classroom**. Educational Technology, Nov-Dec 2008.

UNESCO. **Educação. Um tesouro a descobrir**. Relatório para a UNESCO da Comissão Internacional sobre Educação para o século XXI. 2010.

SIEVES, C. 3 exemplos de como incentivar o movimento maker na educação. Disponível em: <https://playtable.com.br/blog/3-exemplos-de-como-incentivar-o-movimento-maker-na-educacao> Acesso em 12 de novembro de 2021.

SILVA, G. H. G.; PENTEADO, M. G. **Geometria dinâmica na sala de aula: o desenvolvimento do futuro professor de matemática diante da imprevisibilidade** Ciênc. educ. (Bauru), vol. 19, .2, Bauru, 2013.

SILVA, G. H. G. **Ambientes de geometria dinâmica: potencialidades e imprevistos**. R. B. E. C. T., vol 5, núm 1, jan./abr. 2012.

SOUTO, D. L.P; BORBA, M. C. Seres humanos-com-internet ou internet- com-seres humanos: uma troca de papéis? **Revista Latino Americana de Investigación em Matemática Educativa**, 2016.

VALENTE, J. A.; ALMEIDA, M. E. B. **Integração currículo e tecnologias e a produção de narrativas digitais**. **Currículo sem Fronteiras**, v. 12, n. 3, p. 57-82, Set/Dez 2012.

Apêndice A



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE MATEMÁTICA E ESTATÍSTICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE MATEMÁTICA



TERMO DE ASSENTIMENTO INFORMADO

Eu, _____, aluno(a) da turma _____, declaro, por meio deste termo, que concordei em participar da pesquisa intitulada: **CONSTRUÇÃO DE OBJETOS COM MOVIMENTO NAS FORMAS FÍSICA E DIGITAL: ONDE ESTÁ A MATEMÁTICA?** desenvolvida pelo(a) pesquisadora **Kellen Cardoso Barchinski**. Fui informado(a), ainda, de que a pesquisa é coordenada/orientada por **Marcia Notare Meneghetti**, professora acadêmica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

Tenho ciência de que a minha participação não envolve nenhuma forma de incentivo financeiro, sendo a única finalidade desta participação, a contribuição para o sucesso da pesquisa. Fui informado(a) dos objetivos estritamente acadêmicos do estudo, que, em linhas gerais, são:

- Aprimorar a aprendizagem dos alunos a partir do software Geogebra, além de inseri-los na linguagem de programação do software, apresentando uma nova forma de se pensar Matemática.
- Construir conceitos de Matemática a partir das ações de programação no software Geogebra.

Fui também esclarecido(a) de que os usos das informações oferecidas por mim serão apenas em situações acadêmicas (artigos científicos, palestras, seminários etc.), identificadas apenas pela inicial de meu nome ou nome fictício e pela idade.

A minha colaboração se fará por meio de entrevista/questionário escrito etc, bem como da participação em oficina, em que serei observado(a) e minha produção analisada, sem nenhuma atribuição de nota ou conceito às tarefas desenvolvidas. No caso de fotos ou filmagens, obtidas durante a minha participação, autorizo que sejam utilizadas em atividades acadêmicas, tais como artigos científicos, palestras, seminários etc, sem identificação. Esses dados ficarão armazenados por pelo menos 5 anos após o término da investigação.

Cabe ressaltar que a participação nesta pesquisa não infringe as normas legais e éticas. Porém, para que não ocorram constrangimentos, estou ciente de que será mantido o anonimato das entrevistas. Além disso, estou ciente de que poderei deixar de participar da investigação a qualquer momento, caso não se sinta confortável com alguma situação.

Como benefícios, é esperado desde estudo, produzir informações importantes sobre Tecnologias Digitais na Educação Matemática, a fim de que o conhecimento construído possa trazer contribuições relevantes à educação.

Ciente também, de que minha colaboração se iniciará apenas a partir da entrega desse documento por mim assinado.

Porto Alegre, ____ de _____ de ____.

Assinatura do aluno:

Assinatura do(a) pesquisador(a):

Assinatura do Orientador da pesquisa:

Apêndice B



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE MATEMÁTICA E ESTATÍSTICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE MATEMÁTICA



TERMO DE CONSENTIMENTO INFORMADO

Eu, _____, R.G. _____, responsável pelo(a) aluno(a) _____, da turma _____, declaro, por meio deste termo, que concordei em que o(a) aluno(a) participe da pesquisa intitulada: **CONSTRUÇÃO DE OBJETOS COM MOVIMENTAÇÃO NAS FORMAS FÍSICA E DIGITAL: ONDE ESTÁ A MATEMÁTICA?**, desenvolvida pelo(a) pesquisador(a) **Kellen Cardoso Barchinski**. Fui informado(a), ainda, de que a pesquisa é coordenada/orientada por **Marcia Notare Meneghetti**, a quem poderei contatar a qualquer momento que julgar necessário, pelo e-mail **marcia.notare@gmail.com**.

Tenho ciência de que a participação do(a) aluno(a) não envolve nenhuma forma de incentivo financeiro, sendo a única finalidade desta participação a contribuição para o sucesso da pesquisa. Fui informado(a) dos objetivos estritamente acadêmicos do estudo, que, em linhas gerais, são:

- Aprimorar a aprendizagem dos alunos a partir do software Scratch, além de inseri-los na linguagem de programação do software, apresentando uma nova forma de se pensar Matemática.
- Construir conceitos de Matemática a partir das ações de programação no software Scratch.

Fui também esclarecido(a) de que os usos das informações oferecidas pelo(a) aluno(a) será apenas em situações acadêmicas (artigos científicos, palestras, seminários etc.), identificadas apenas pela inicial de seu nome e pela idade.

A colaboração do(a) aluno(a) se fará por meio de entrevista/questionário escrito etc., bem como da participação em oficina/aula/encontro/palestra, em que ele(ela) será observado(a) e sua produção analisada, sem nenhuma atribuição de nota ou conceito às tarefas desenvolvidas. No caso de fotos ou filmagens, obtidas durante a participação do(a) aluno(a), autorizo que sejam utilizadas em atividades acadêmicas, tais como artigos científicos, palestras, seminários etc., sem identificação. Esses dados ficarão armazenados por pelo menos 5 anos após o término da investigação.

Cabe ressaltar que a participação nesta pesquisa não infringe as normas legais e éticas. No entanto, poderá ocasionar algum constrangimento dos entrevistados ao precisarem responder a algumas perguntas sobre o desenvolvimento de seu trabalho na escola. A fim de amenizar este desconforto será mantido o anonimato das entrevistas. Além disso, asseguramos que o estudante poderá deixar de participar da investigação a qualquer momento, caso não se sinta confortável com alguma situação

Como benefícios, esperamos com este estudo, produzir informações importantes sobre Tecnologias Digitais na Educação Matemática, a fim de que o conhecimento construído possa trazer contribuições relevantes para a área educacional.

A colaboração do(a) aluno(a) se iniciará apenas a partir da entrega desse documento por mim assinado.

Estou ciente de que, caso eu tenha dúvida, ou me sinta prejudicado(a), poderei contatar o(a) pesquisador(a) responsável pelo telefone: **(51)XXXX-XXXX** ou e-mail: **kellencard09@gmail.com**.

Qualquer dúvida quanto a procedimentos éticos também pode ser sanada com o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), situado na Av. Paulo Gama, 110 - Sala 317, Prédio Anexo 1 da Reitoria - Campus Centro, Porto Alegre/RS - CEP: 90040-060 e que tem como fone 55 51 3308 3738 e e-mail **etica@propesq.ufrgs.br**

Fui ainda informado(a) de que o(a) aluno(a) pode se retirar dessa pesquisa a qualquer momento, sem sofrer quaisquer sanções ou constrangimentos.

Porto Alegre, ____ de _____ de ____.

Assinatura do Responsável:
Assinatura do(a) pesquisador(a):
Assinatura do Orientador da pesquisa:

Apêndice C

Carta de Apresentação

Marcos José Krindges

Diretor da EMEF Professora Nancy Ferreira Pansera

A professora Kellen Cardoso Barchinski atualmente é mestranda regularmente matriculada no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática (PPGEMat) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Como parte das exigências do PPGEMat, o mestrando está desenvolvendo a pesquisa intitulada: CONSTRUÇÃO DE OBJETOS COM MOVIMENTO NAS FORMAS DIGITAL E NÃO-DIGITAL: ONDE ESTÁ A MATEMÁTICA?, para a conclusão de sua dissertação, na qual é exigida para que possa adquirir o título de Mestre em Educação Matemática.

A dissertação produzida deve resultar em material didático de qualidade que possa ser utilizado por outros professores de Matemática. Neste sentido, torna-se extremamente importante realizar experimentos educacionais e, por esta razão, estamos solicitando a sua autorização para que este trabalho possa ser desenvolvido na escola sob sua Direção.

Em caso de manifestação de sua concordância, por favor, registre sua ciência ao final deste documento, o qual está sendo encaminhado em duas vias.

Enquanto orientadora responsável, reiteramos nosso compromisso ético com os sujeitos dessa pesquisa nos colocamos à disposição para quaisquer esclarecimentos durante e após a realização da produção de dados. Para tanto, deixamos à disposição o seguinte telefone de contato: (51)3308.6212 (Secretaria do PPGEMat), e o seguinte e-mail: marcia.notare@gmail.com.

Agradecemos a sua atenção.

Cordialmente,

Márcia Notare
Docente do PPGEMat

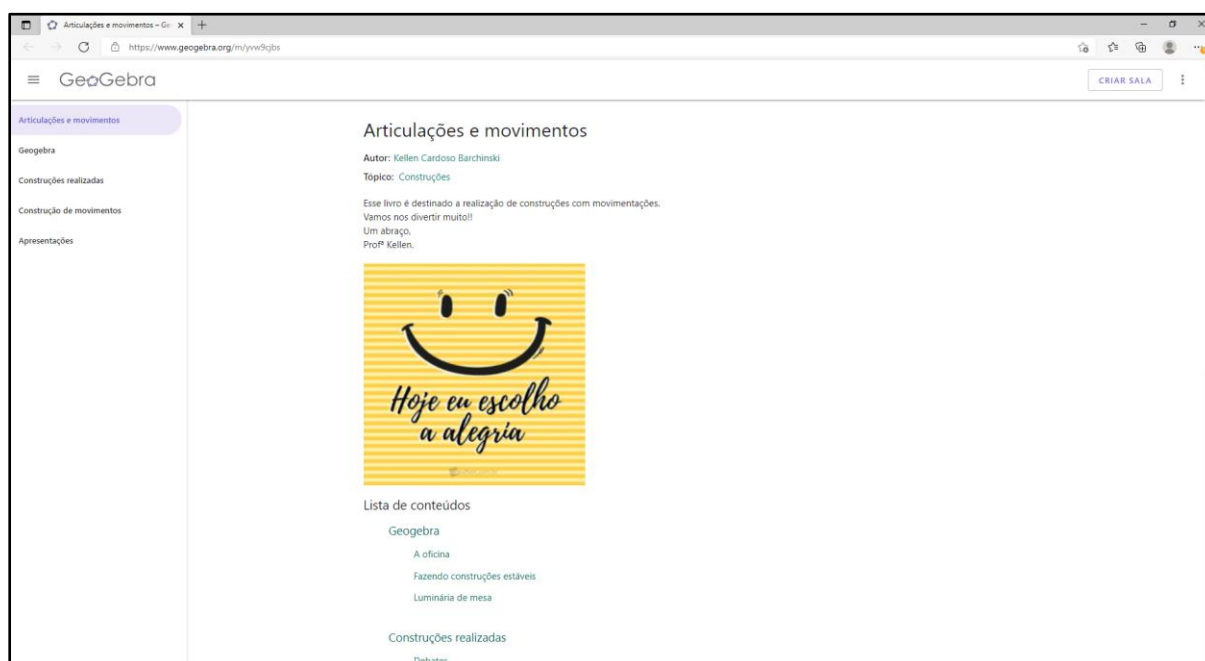
Apêndice D

Produto Didático

Oficina - Articulações e Movimentos

O produto didático dessa dissertação foi elaborado a partir do GeoGebraBook (livro digital) desenvolvido para a oficina que constituiu o experimento prático para a coleta e produção de dados da pesquisa, intitulada **CONSTRUÇÃO DE OBJETOS COM MOVIMENTO NAS FORMAS DIGITAL E NÃO-DIGITAL: ONDE ESTÁ A MATEMÁTICA?**. O Produto Didático dessa dissertação de mestrado profissional foi revisado após a finalização do experimento prático, compilado em material impresso e acompanhado de comentários para o professor. Na apresentação de cada capítulo deste material didático, você encontrará o tópico “Conteúdos que podem ser abordados”. Pensamos que esse não é um tópico fechado, pois muitos conteúdos podem emergir no decorrer do processo de construção. O mesmo ocorre para as questões sugeridas que podem aparecer no decorrer do estudo.

O material digital pode ser acessado em <https://www.geogebra.org/m/yvw9cjbs> e sua interface inicial está apresentada na figura abaixo.



A oficina está organizada da seguinte forma:

Oficina - Articulações e Movimentos.....	108
Capítulo 1: Aventurando-se com o GeoGebra.....	109
1.1: A oficina.....	109
1.2: Fazendo construções estáveis.....	110
1.3 : Luminária de Mesa – Iniciando as articulações e movimentos.....	111
Capítulo 2 – Construindo articulações e movimentos.....	112
3.1 - Debates.....	113
3.2 – Construção de movimentações articuladas	113
Capítulo 3- Construindo movimento pantográfico.....	114
Capítulo 4 – Construindo projetos pessoais	115
Capítulo 5 – Apresentações dos projetos e finalização da oficina	116

A seguir, apresentamos a sequência de atividades sugeridas, organizadas em capítulos, acompanhadas de comentários para o professor.

Capítulo 1: Aventurando-se com o GeoGebra

Sugestões de conteúdos que podem ser abordados: retas, semirretas e segmentos; círculo, centro e raio; proporção entre segmentos; retas paralelas e perpendiculares, transporte de medidas; ângulos.

Objetivo: Manipular objetos instáveis e estáveis no GeoGebra, iniciar construções individuais, elaborar estratégias para resoluções.

Esta etapa está subdividida em três momentos: *A Oficina*; *Fazendo construções estáveis*; *Luminária de Mesa*.

- 1.1: A oficina

Objetivo: Conversar e apresentar a proposta da oficina.

O objetivo da oficina é construir objetos com movimentos e que essas construções sejam realizadas na forma física, utilizando o material que você possui em casa ou na escola, e na forma digital, no ambiente de matemática dinâmica GeoGebra. É importante que os estudantes possuam um caderno de campo, no qual farão anotações de ideias, passos e estratégias. Atenção aos seguintes aspectos para anotações:

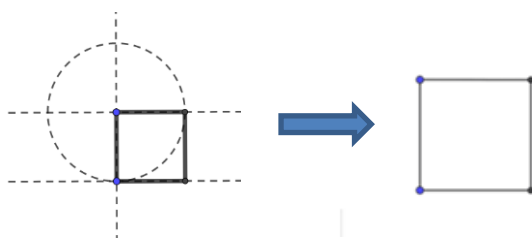
- 1) Quais materiais serão utilizados para a construção do meu objeto articulado?
- 2) Esboço do que desejo construir.
- 3) Por onde começar a construção?
- 4) Quais os pontos chaves para a movimentação do objeto?

- 1.2: Fazendo construções estáveis

Objetivo: explorar e analisar a construção de dois quadrados no ambiente de matemática dinâmica, um que se deforma ao ser movimento, deixando de ser quadrado, e outro que permanece estável ao ser movimentado. Debater sobre construções dinâmicas estáveis para familiarizar os participantes com o GeoGebra e com os princípios da matemática dinâmica.

Conteúdos que podem ser abordados: paralelismo, perpendicularismo, raio do círculo.

Na figura a seguir você pode observar em pontilhado os objetos geométricos utilizados na construção do quadrado.



Sugestão de Construção

O quadrado estável pode ser construído utilizando como lado o raio de uma circunferência qualquer. A partir das extremidades do raio, são construídas retas paralelas e perpendiculares.

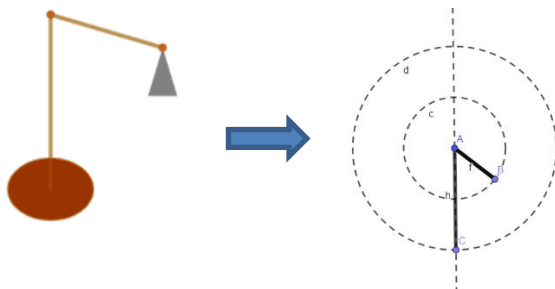
Questões que podem ser exploradas:

- O que tornam as construções estáveis?
- Quais cuidados devemos ter para que as construções não deformem?
- O que são propriedades de uma figura geométrica?

1.3: Luminária de Mesa – Iniciando as articulações e movimentos

Objetivo: construir uma luminária de mesa articulada, conforme sugestão na figura abaixo.

Conteúdos que podem ser abordados: Círculos, centro e raio de um círculo, segmentos, medidas e proporções, ângulos.



Sugestão de Construção

A construção pode ser realizada a partir de círculos dado raio e centro, com centro comum. Em seguida, construir um segmento com uma das extremidades no centro e outra sobre a circunferência menor. Para fazer a haste maior, marcamos um ponto na circunferência maior e traçamos um segmento com extremidades neste ponto e no centro da circunferência.

Questões que podem ser exploradas:

- Como construir as hastes da luminária sem que elas se “soltem”?
- Como construir o movimento das hastes?

Você pode explorar e construir outros exemplos a partir dessa movimentação articulada! Abaixo, alguns exemplos para inspirar.



Capítulo 2 – Construindo articulações e movimentos

Objetivo: Debater sobre as construções anteriores.

Conteúdos que podem ser abordados: Círculo, centro e raio de um círculo, proporcionalidade, medidas, segmentos de tamanhos fixos.

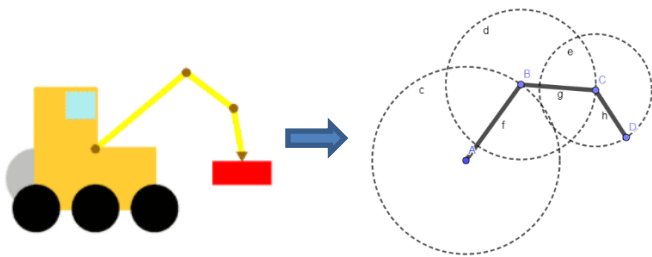
Esta etapa está organizada em dois momentos: o primeiro intitulado de *Debates*, pode ser destinado aos alunos responderem questões sobre as construções já realizadas, relatando o desenvolvimento conforme sua análise; o segundo denominado *Construção de movimentações articuladas*, propõe a manipulação e construção de uma escavadeira.

3.1 - Debates.

Sobre os debates, podem ser levantadas as seguintes questões:

- 1) Em qual situação você demorou mais para concluir? Por que?
- 2) Utilizou algo ou algum conteúdo matemático que já tenha visto antes para resolver a construção?
- 3) O que você ainda acha que deve ser estudado sobre os movimentos para a construção dar certo?
- 4) O que você achou do primeiro encontro da oficina?

3.2 – Construção de movimentações articuladas



Sugestão de Construção

A movimentação das hastes da escavadeira pode ser realizada por meio de círculos dado centro e raio. Marcamos um ponto na intersecção e construímos círculos

Questões que podem ser exploradas:

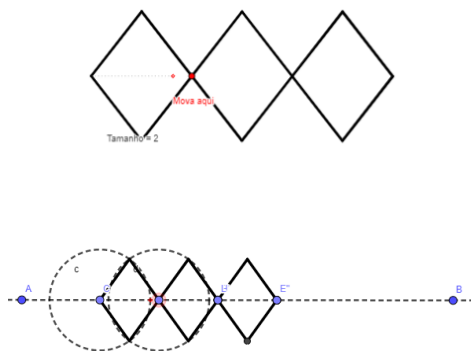
- 1 – Como construir movimentações articuladas e com tamanhos diferentes?
- 2 – Por que as hastes não se desconectam?

Capítulo 3- Construindo movimento pantográfico

Objetivo: Construir a movimentação de uma porta pantográfica.

Conteúdos que podem ser abordados: Eixo de simetria, proporção, medidas, propriedades do losango.

Este capítulo aborda a construção de uma movimentação pantográfica, conforme a Figura abaixo.



Sugestão de Construção

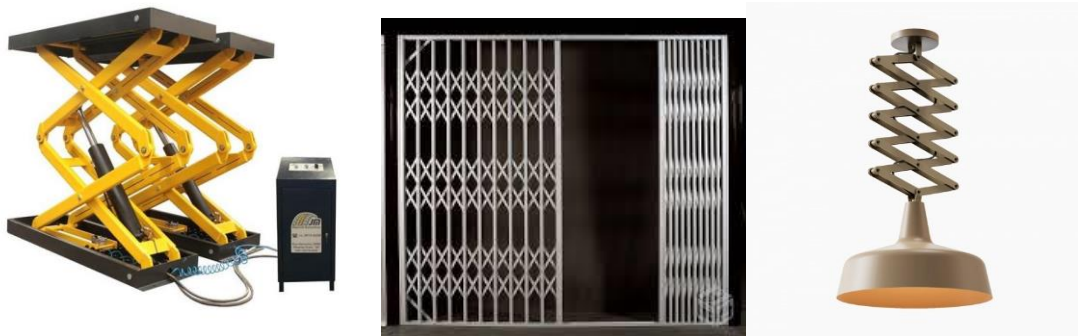
Uma ideia é construir a malha por meio de um eixo de movimentação, que dê suporte à estrutura.

A construção ao lado foi realizada a partir da medida do raio dos círculos, tendo como alcance máximo o dobro das medidas dos raios (Pontos A e B ao lado.)

Questões que podem ser exploradas:

- 1 - É preciso ter algum ponto de partida para construir o movimento?
- 2 - Como fazer com que todos se movimentem ao mesmo tempo através de um ponto só?

Você pode explorar e construir outros exemplos a partir dessa movimentação pantográfica! Abaixo, alguns exemplos para inspirar.



Capítulo 4 – Construindo projetos pessoais

Objetivo: Elaborar seu próprio projeto de movimentação.

Conteúdos que podem ser abordados: os conteúdos abordados dependerão dos projetos dos estudantes.

Após as construções realizadas e diferentes movimentações chegou a vez dos estudantes. Pense em algum objeto com movimento que seja útil no seu dia a dia ou no dia a dia da sua comunidade e realize sua construção física e digital. É importante pensar nos seguintes critérios:

- Qual a utilidade desse objeto e qual sua finalidade?
- O objeto pode ser construído e pensado para mais pessoas?

Capítulo 5 – Apresentações dos projetos e finalização da oficina

Objetivo: Apresentar os protótipos manipuláveis digitais e não digitais que foram criados pelos alunos. Proporcionar um momento de socialização e debates sobre as construções desenvolvidas.

Conteúdos que podem ser abordados: pode ser uma boa oportunidade para os alunos expressarem o que identificaram de conteúdos matemáticos na construção de seu objeto em movimento.

Questionamentos Finais.

Sugerimos abordar algumas questões com os alunos, em formato de formulário ou via debate.

- 1- Como você avalia a oficina realizada?
- 2- Em alguma construção (no GeoGebra ou com os materiais recicláveis) você utilizou conteúdos matemáticos? Se sim, quais foram eles?
- 3- Quais diferenças você identificou entre construir os objetos no GeoGebra e com os materiais recicláveis?

Sugestão: sugere-se que o professor, ao identificar os conteúdos matemáticos presentes nas construções dos alunos, retome-os para realizar debate e conceituação matemática desses conteúdos.