



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE ARTES E COMUNICAÇÃO
DEPARTAMENTO DE EXPRESSÃO GRÁFICA
LICENCIATURA EM EXPRESSÃO GRÁFICA

BEATRIZ STEFANNY DE LIMA RIBEIRO

**ANIMAÇÃO COMO RECURSO DIDÁTICO NO ENSINO DE GEOMETRIA
GRÁFICA: técnicas manuais de animação para o desenvolvimento da visualização
espacial**

Recife - PE

2023

BEATRIZ STEFANNY DE LIMA RIBEIRO

**ANIMAÇÃO COMO RECURSO DIDÁTICO NO ENSINO DE GEOMETRIA
GRÁFICA: técnicas manuais de animação para o desenvolvimento da visualização
espacial**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Expressão
Gráfica da Universidade Federal de
Pernambuco, como requisito parcial para
obtenção do título de Licenciado

Orientador (a): Profa. Thyana Farias
Galvão

Recife - PE

2023

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Ribeiro, Beatriz Stefanny de Lima.

Animação como recurso didático no ensino de geometria gráfica: técnicas manuais de animação para o desenvolvimento da visualização espacial / Beatriz Stefanny de Lima Ribeiro. - Recife, 2023.

62 : il., tab.

Orientador(a): Thyana Farias Galvão

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Artes e Comunicação, Expressão Gráfica - Licenciatura, 2023.

Inclui referências, apêndices, anexos.

1. Geometria. 2. Animação. 3. Visualização espacial. 4. Técnicas de animação. 5. Novas tecnologias. I. Galvão, Thyana Farias. (Orientação). II. Título.

370 CDD (22.ed.)



Universidade Federal de Pernambuco
Centro de Artes e Comunicação
Curso de Licenciatura em Expressão Gráfica

ATA DE DEFESA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Às 11:00h, do dia 15/06/2023, reuniu-se, no Laboratório de Pranchetas 2, a Banca Examinadora, composta pelos membros: interno, externo e orientadora, abaixo indicados para julgar o trabalho intitulado: ***“Animação como recurso didático no ensino de geometria gráfica: técnicas manuais de animação para o desenvolvimento da visualização espacial”***, desenvolvido pela aluna **Beatriz Stefanny de Lima Ribeiro**, como requisito final para a obtenção do Grau de Licenciada em Expressão Gráfica, de acordo com as normas em vigor.

A sessão foi aberta pela **Profª Drª Thyana Farias Galvão**, orientadora do trabalho, seguindo-se a apresentação da aluna aos membros da Banca Examinadora e as demais pessoas presentes. Posteriormente, foram realizadas as colocações e a arguição dos membros examinadores, com a respectiva defesa da aluna. Ao final, a Banca Examinadora deliberou para julgamento e composição da nota da aluna, declarando-a **APROVADA**, com a nota **9,33**. O resultado final foi comunicado publicamente à aluna pela coordenação da Banca Examinadora. Todos os membros presentes assinaram a Ata.

Profº Drº Bruno Leite Ferreira
Examinador Externo

Profª Drª Sandra de Souza Melo
Examinadora Interna

Profª Drª Thyana Farias Galvão
Orientadora

Beatriz Stefanny de Lima Ribeiro
Discente

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer aos meus pais, sei que se cheguei aqui hoje foi por todo esforço e dedicação deles que me proporcionaram a educação que recebi, todo apoio e ajuda durante minha trajetória escolar e acadêmica. Estiveram do meu lado nos momentos de conquista e felicidade e também nos que eu me encontrei nas profundezas do desespero. Obrigada por sempre acreditarem em mim e me incentivarem a continuar. Também ao meu irmão que ainda nem faz ideia do que se passa, mas me faz rir e lembrar de não levar a vida tão a sério. Amo vocês demais.

Obrigada também aos amigos que a Universidade me proporcionou, sem vocês tenho absoluta certeza que essa trajetória não teria tido metade das emoções. David, meu caro, estivemos lado a lado desde o primeiro dia de aula, em todas as disciplinas passando pelos dias de glória e de sufoco. Você é uma pessoa excepcional, fico feliz de ser sua amiga e te admiro muito. Gabriel e Poly, meus eternos monitores, obrigada por todo apoio acadêmico durante a nossa trajetória e ainda mais pela amizade que construímos, sei que levarei vocês pela vida inteira.

E um agradecimento especial à minha querida professora e orientadora Thyana, você é um exemplo, e não digo isso apenas profissionalmente. Uma pessoa admirável, altruísta, forte e que ilumina onde chega. Me mostra que ser professora é mais do que apenas dar aulas, é ser capaz de inspirar, encorajar e acolher. Me inspiro em você, fico feliz se um dia for metade da profissional que você é. Durante essa pesquisa foi a luz no fim do meu túnel quando eu achava que tinha me perdido no caminho. Obrigada por me adotar, se não fosse por você talvez eu não tivesse chegado aqui hoje.

RESUMO

A presente pesquisa tem como objetivo investigar e propor possibilidades de utilização de técnicas manuais de animação na abordagem de conteúdos da geometria gráfica, e analisar como o uso dessas técnicas pode favorecer o desenvolvimento da visualização espacial nos alunos. Podemos enxergar um diálogo rico entre o campo de estudo da geometria gráfica e da animação, já que ambos compreendem e exploram o movimento, as formas e suas relações com o espaço tridimensional. Partindo disso, levantamos uma análise bibliográfica buscando compreender as possibilidades de utilização das técnicas manuais de animação como suporte didático, e delimitando as relações de tais técnicas com a área da geometria. Analisamos também pesquisas sobre a habilidade de visualização espacial e sua importância no estudo da geometria, já que esta se faz necessária nesse contexto, servindo de suporte para o estudo e compreensão do espaço tridimensional. Após os estudos teóricos, foram realizados testes para melhor compreensão e apropriação das técnicas manuais de animação por meio do *flipbook* e do *stop motion*. Com tudo isso em mente, e objetivando encontrar novas maneiras de auxiliar e estimular o desenvolvimento da habilidade de visualização espacial, juntamente com o estudo das formas e do espaço geométrico, apresentamos, por fim, uma proposta de sequência didática destinada aos professores de matemática do ensino fundamental, onde apresentamos as técnicas manuais de animação e suas possibilidades de utilização em sala de aula dentro da área de geometria.

Palavras-chave: Geometria; Animação; Visualização Espacial; Técnicas de Animação; Novas Tecnologias; Educação.

ABSTRACT

This research aims to investigate and propose possibilities for the use of manual animation techniques in approaching the contents of graphic geometry, and to analyze how the use of these techniques can favor the development of spatial visualization in students. We can see a rich dialogue between the field of study of graphic geometry and animation, since both understand and explore movement, shapes and their relationships with three-dimensional space. Based on this, we carried out a bibliographical analysis seeking to understand the possibilities of using manual animation techniques as a didactic support, and delimiting the relations of such techniques with the area of geometry. We also analyzed research on the ability of spatial visualization and its importance in the study of geometry, since it is necessary in this context, serving as a support for the study and understanding of three-dimensional space. After the theoretical studies, tests were carried out for a better understanding and appropriation of manual animation techniques through *flipbook* and *stop motion*. With all this in mind, and aiming to find new ways to help and stimulate the development of spatial visualization skills, together with the study of shapes and geometric space, we finally present a proposal for a didactic sequence aimed at teachers of mathematics at the elementary school, where we present manual animation techniques and their possibilities for use in the classroom within the area of geometry.

Keywords: Geometry; Animation; Spatial Visualization; Animation Techniques; New Technologies; Education.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	<i>Timing</i>	20
Figura 2	Aceleração e desaceleração	21
Figura 3	Geometrização da forma a partir do princípio do Desenho volumétrico	23
Figura 4	Exemplo do uso da perspectiva no Desenho volumétrico.	23
Figura 5	Produção de <i>stop motion</i> utilizando um <i>smartphone</i> e o aplicativo <i>Stop Motion Studio</i>	24
Figura 6	<i>Flipbook</i>	26
Figura 7	Comparação de <i>flipbooks</i> feitos em papel manteiga e sulfite	43
Figura 8	Análise do posicionamento do desenho dentro do <i>flipbook</i>	44
Figura 9	Modelo de <i>stop motion</i> - ordem dos quadros seguindo o sentido de leitura, da esquerda para a direita.	45
Figura 10	Modelo de <i>stop motion</i> - ordem dos quadros seguindo o sentido de “S”	46
Figura 11	Efeito casca de cebola no aplicativo <i>Stop Motion Studio</i> .	47

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 Objetivos	12
1.1.1 <i>Objetivo Geral:</i>	12
1.1.2 <i>Objetivos Específicos:</i>	12
2 NOVAS TECNOLOGIAS E SUAS IMPLICAÇÕES NA EDUCAÇÃO	14
3 ANIMAÇÃO	17
3.1 Princípios da animação	19
3.1.1 <i>Temporização (timing)</i>	20
3.1.2 <i>Aceleração e desaceleração (slow in and slow out)</i>	20
3.1.3 <i>Desenho volumétrico (solid drawing)</i>	22
3.2 Técnicas manuais de animação	24
3.2.1 <i>O stop motion</i>	24
3.2.2 <i>O flipbook</i>	25
3.3 Animação como recurso didático	26
3.3.1 <i>A geometria em movimento</i>	29
4 VISUALIZAÇÃO ESPACIAL	32
4.1 O ensino da geometria e a habilidade de visualização espacial	34
4.2 A problemática do ensino de geometria	37
5 METODOLOGIA	39
5.1 Explicando a Sequência didática	39
5.1.1 <i>Estudos e testes</i>	42
5.1.1.1 <i>Construção do flipbook</i>	42
5.1.1.2 <i>Construção do stop motion</i>	44
6 CONCLUSÕES	48
REFERÊNCIAS	50
APÊNDICE A – MODELO DE SONDA GEM	54
APÊNDICE B – SEQUÊNCIA DIDÁTICA	56
APÊNDICE C – ESTUDO DE FLIPBOOK	60

APÊNDICE D – ESTUDO DE STOP MOTION 01

61

APÊNDICE E – ESTUDO DE STOP MOTION 02

62

1 INTRODUÇÃO

A rapidez, fluidez e agilidade do século 21 nos exige constantemente estarmos conectados através de aparelhos mais modernos e tecnológicos. Essa corrida pelas “novas tecnologias” - internet, jogos digitais, animações, etc. - já é uma realidade nas salas de aula brasileiras, exigindo dos professores a capacidade de acompanhar essas inovações e adaptar suas abordagens para que se tornem mais atrativas. Dentro do contexto das tecnologias multimídia, a animação se destaca como uma área que vem tomando cada vez mais espaço no nosso cotidiano, e podemos afirmar que seus princípios estão, fundamentalmente, relacionados com a geometria, especialmente quando falamos de representação tridimensional do espaço e movimento. Dessa forma, defendemos essa técnica como possibilidade didática para o ensino de Matemática - Unidade temática: Geometria do 1º ao 5º ano do Ensino Fundamental, uma vez que a utilização da animação promoverá o desenvolvimento de competências e habilidades descritas na Base Nacional Comum Curricular (BNCC). A BNCC é um documento de caráter normativo que define o conjunto de aprendizagens essenciais que todos os alunos devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica de acordo com o que estabelece o Plano Nacional de Educação (PNE).

Essa pesquisa se justifica na falta de estímulos no ensino de geometria, sobretudo conteúdos que abrangem a visualização espacial, habilidade essa que é prevista na BNCC e que se faz necessária nas vivências. Existem poucos estudos nesse sentido e é importante enxergar as possibilidades e aplicações de conteúdos geométricos que muitas vezes são vistos como sem utilidade na vida real. Entende-se que enxergar a geometria aplicada em processos para além da sala de aula e do puro estudo de conceitos é um processo importante para a valorização da geometria, que costuma ser vista como uma área limitada apenas dentro da matemática. É preciso perceber que ela está presente em outras áreas e em processos e conteúdos que consumimos diariamente, ampliar a visão sobre o assunto e reconhecê-lo na “vida real” é indispensável para que o estudo da geometria possa ser visto com mais relevância e tratado com mais profundidade e seriedade.

Tendo em vista a justificativa apresentada anteriormente, essa pesquisa apresenta como problema central: **é possível ensinar geometria gráfica utilizando**

técnicas manuais de animação? Essas técnicas podem contribuir para o desenvolvimento da visualização espacial dos educandos?

1.1 Objetivos

Buscando responder aos questionamentos da pesquisa, apresentamos como objetivos:

1.1.1 Objetivo Geral:

Investigar e propor possibilidades de utilização de técnicas manuais de animação tradicional na abordagem de conteúdos da geometria gráfica, e analisar como essa abordagem pode contribuir para o desenvolvimento da visualização espacial dos alunos.

1.1.2 Objetivos Específicos:

- Analisar a influência da utilização de Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC's) nos processos pedagógicos;
- Apresentar os conceitos de animação e algumas técnicas e princípios de elaboração;
- Justificar o uso de técnicas de animação como ferramenta didática;
- Investigar se a utilização do movimento, proporcionado pela construção de uma animação, pode auxiliar no estímulo e desenvolvimento da visualização espacial;
- Desenvolver proposta de sequência didática para o ensino de geometria gráfica com o uso de técnicas de animação manuais como ferramenta didática, voltada para formação de professores de matemática do ensino fundamental.

A estrutura do trabalho conta com quatro capítulos acrescidos de uma introdução e um tópico de conclusões. Após a introdução, no capítulo 2, iniciamos com uma análise de como as novas tecnologias vêm provocando mudanças no contexto educacional, exigindo dos professores novas metodologias de abordagem para que se adequem às novas maneiras de aprender e se relacionar dos estudantes atualmente.

No capítulo 3, colocamos em evidência a técnica de animação, elucidando sobre o tema e explicando alguns de seus princípios fundamentais. Apresentamos

então, as técnicas manuais de animação, trazendo-as como uma possibilidade de recurso didático que tem a capacidade de gerar resultados positivos para o processo de ensino-aprendizagem. Partindo disso, destacamos a possibilidade do uso de tais técnicas para a abordagem de geometria gráfica ao estabelecer uma conexão entre as áreas de animação e geometria, que se tangenciam no que diz respeito ao estudo do movimento e da localização de objetos no espaço.

No capítulo 4, abordamos a visualização espacial, buscando explicitar sua importância para a área de geometria gráfica. Apresentamos a temática de Geometria do 1º ao 5º ano do Ensino Fundamental presente na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) trazendo as habilidades e objetos de conhecimento que relacionam o estudo de geometria com a habilidade de visualização espacial, mostrando como ambas se conectam. Na sequência, partimos para uma reflexão sobre a problemática existente no ensino de geometria, o que justifica nossa busca por novos métodos de estudar e abordar a geometria nas escolas.

Posteriormente, seguimos para a metodologia, que se deu como uma pesquisa exploratória baseando-se na análise de documentos existentes na literatura que guiaram nossas considerações sobre o tema e que nos levou à elaboração de uma proposta de sequência didática para a formação de professores de matemática do ensino fundamental, onde apresentamos as técnicas manuais de animação como possibilidade de recurso didático na abordagem de geometria.

Finalmente, apresentamos as conclusões na última parte do trabalho. Considerando a destacada importância do pensamento geométrico e visualização espacial para os alunos, defendemos que abordagens que estimulem o desenvolvimento dessas habilidades se fazem necessárias. Assim, refletimos, especialmente, acerca da utilização das animações como método pertinente dentro da área da geometria por terem seus objetos de estudo relacionados no que diz respeito a análise do movimento e a relação dos objetos com o espaço.

2 NOVAS TECNOLOGIAS E SUAS IMPLICAÇÕES NA EDUCAÇÃO

A cultura digital tem promovido mudanças sociais significativas nas sociedades contemporâneas. O cotidiano atual está cada vez mais envolto em tecnologias, celulares, computadores, televisão e internet são parte do nosso dia a dia, vemos desde os mais velhos às crianças em idades cada vez mais precoces, consumindo mídias digitais, jogos, redes sociais, filmes, publicidades, um verdadeiro bombardeio constante de imagens e informações. Rodrigues (2019) afirma que o avanço das tecnologias trouxe uma gama de informações tão grande e de forma tão acelerada para as mãos dos alunos que isso afeta diretamente a forma como enxergam o mundo, vivem e aprendem.

Os cidadãos encontram-se diante de um novo século, com uma nova sociedade, a sociedade da informação, com um novo formato de transmitir e receber e com uma busca interminável de conhecimento. Essa nova tendência tecnológica vem entrando na vida das pessoas sem pedir licença, e tendo grande repercussão nas escolas, devido ter um grande público (os adolescentes). (SOARES, 2010, p.6 apud TOZATO 2013, p.7).

A realidade atual não pode mais se desvincular das tecnologias, é um caminho que vai evoluir cada vez mais. A própria BNCC dentre as dez competências gerais da educação traz como quinta competência:

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

E quais são essas novas tecnologias? Existem diversos aplicativos com finalidade educacional, muitos deles oferecidos pelas próprias escolas e pelos sistemas de ensino. Livro digital, realidade aumentada, jogos educacionais,

animações, videoaulas e resolução de questões são apenas alguns dos recursos que podem ser acessados por meio de um *smartphone*.

Sabendo que os alunos estão acompanhando constantemente esse desenvolvimento e estão cada vez mais inseridos no mundo da tecnologia, a escola e os professores precisam estar atentos a essas evoluções e dispostos a trabalhar para que tais tecnologias sejam inseridas dentro do cotidiano escolar. Martins *et al.* (2018) apontam que a modernização das prática pedagógicas se faz necessária para que se adeque ao perfil dos estudantes do século XXI, pois estes estão cada vez mais conectados com as tecnologias e o sistema de ensino-aprendizagem atual, de modo geral, usa metodologias descompassadas com as vivências dos estudantes.

Ao trazer as tecnologias para a sala de aula é possível se aproximar das expectativas e necessidades dos alunos, estimulando seu interesse e facilitando o processo de ensino, proporcionando assim um aprendizado mais efetivo (TOZATO, 2013). Rodrigues (2013) reitera esse apontamento quando afirma que os recursos de mídia vêm gerando cada vez mais transformações sociais, que abrangem inclusive o ambiente educacional, proporcionando novas possibilidades para o processo de ensino-aprendizagem tornando-o mais eficaz e atrativo. Na era da tecnologia a mídia eletrônica se torna muito mais prazerosa que a educação tradicional.

Os recursos audiovisuais mostram-se como alternativa atual e amplamente empregada dentro da perspectiva das TICs (Tecnologias de Informação e Comunicação), principalmente como ferramenta didática em sala de aula, podendo ser utilizados e desenvolvidos por meio de *smartphones*, *tablets*, computadores, etc. A aplicação de atividades e/ou materiais pedagógicos que utilizam imagens e sons facilita a demonstração de conteúdos e suas peculiaridades [...] (CORRÊA *et al*, 2020).

É preciso buscar formas de atrair e engajar os alunos no processo de ensino levando em conta a realidade deles, rodeada por tecnologias e estímulos. Essa busca por novas formas de ensinar exige um professor comprometido com seu trabalho e disposto a buscar novas metodologias e abraçar as mudanças

necessárias no processo de ensino-aprendizagem (RODRIGUES, 2019, p. 264). Oliveira (2019) afirma que as mídias estão por toda a parte, trazendo as mais diversas visualidades, o que torna o mundo que nos cerca mais atrativo, com recursos que disputam a atenção dos alunos. Tozato (2013) defende que, ao trazer abordagens pedagógicas adequadas à realidade atual dos alunos, a aprendizagem recebe um incentivo a mais, pois a tecnologia é provocadora e relevante para os que vivem imersos nela. E partindo dessas considerações é conveniente e interessante que práticas que relacionam arte e tecnologia, como vídeo e cinema, venham sendo cada vez mais utilizadas na educação (OLIVEIRA, 2019, p.13).

São muitos os benefícios percebidos a partir da utilização de novas tecnologias em sala de aula, mas, talvez o ponto mais positivo esteja relacionado ao ganho de autonomia dos educandos em relação ao processo de aprendizagem, pois eles passam a despertar o interesse e ir em busca das respostas, o que contribui também para a criticidade e a formação social.

E aqui abordamos o uso ativo desses recursos pelos alunos, auxiliando-os na construção do conhecimento, e não apenas sendo trazidos de maneira ilustrativa, ou seja, como exemplo durante as aulas. Metodologias que estimulem esse uso pelos alunos, sob orientação do professor, trazem contribuições pedagógicas e também sociais. A capacidade de fazer uso de novas tecnologias estimula o pensamento criativo, lógico e crítico e deve ser estimulado nas escolas.

3 ANIMAÇÃO

Dentro do contexto de consumo diário de tecnologias e imagens, nos deparamos constantemente com recursos audiovisuais, desenhos animados, filmes, diversos conteúdos de vídeo pela internet e televisão, estamos rodeados de imagens em movimento, tudo é movimento. Ao adentrar no estudo das imagens e mídias em movimento nos deparamos com as animações, uma área em ascensão, um objeto de estudo que vem tomando espaço, diariamente consumimos produtos animados sem nos dar conta, de propagandas de televisão à artes e *memes* nas redes sociais. Mas afinal, o que é exatamente uma animação e como ela pode ser inserida dentro do contexto pedagógico?

A palavra animação deriva do latim “*animatio*”, que significa ser animado, e “*anima*”, que significa algo como espírito ou alma. Como o nome sugere, é uma forma de “dar alma”, vida e movimento a algo inanimado, animar. Hoje, com o avanço das tecnologias já existem diferentes formas e técnicas de criar uma animação digitalmente e com muitas facilidades proporcionadas por *softwares* específicos para esse tipo de produção. Mas o método mais tradicional de animação que temos é o quadro a quadro, também chamado de animação tradicional ou *frame a frame*, é como denominamos o processo de produzir imagens em movimento a partir de desenhos estáticos que são reproduzidos um a um, consecutivamente. Em outras palavras, é uma forma de criar uma ilusão de movimento através de uma rápida sucessão de imagens, cada uma dessas imagens é chamada de quadro ou *frame*, daí o nome do método. Nessa técnica cada quadro é desenhado individualmente e depois são reunidos em sequência e projetados, é uma das mais trabalhosas pela repetitividade necessária na produção de cada imagem, mas apesar de já existirem técnicas mais práticas de animação, ela ainda é amplamente utilizada em animações 2D profissionais, pois permite a criação de movimentos muito mais livres e fluidos. Esse princípio de ilusão de movimento, de certa forma, também é utilizado no cinema, posto que “O cinema é uma produção de sequências de imagens ordenadas em determinado ritmo, transformando as imagens em movimento” (OLIVEIRA, 2019, p.14). Se analisarmos tecnicamente o processo de registro de uma filmagem em vídeo, veremos que este é essencialmente a captura de várias imagens fotográficas em sequência, que serão reproduzidas a uma certa velocidade nos proporcionando a ilusão de movimento.

[...] esse movimento é ilusão pura. Não há qualquer movimento real. Tecnicamente, essa definição se aplicaria a todos os filmes, pois o que na verdade observamos é apenas uma série de imagens fixas. [...] Se duas imagens são suficientemente parecidas, o cérebro liga as duas, dando a impressão de movimento contínuo. (PURVES, 2011, p.7)

Assim como o cinema, a animação também se utiliza dessa forma de ilusão, só que diferentemente de uma filmagem, seu objetivo não é registrar cenas e ações, mas, como o nome sugere, animar algo, seja um desenho ou um objeto real manipulado a cada quadro. Para tal, objetos ou desenhos estáticos são registrados em posições ligeiramente diferentes, de modo a simularem um movimento durante sua exibição. O que o nosso cérebro interpreta como movimento, na verdade são apenas imagens estáticas exibidas consecutivamente em um curto período de tempo.

Ao longo dos anos, as técnicas evoluíram e foram surgindo diferentes desdobramentos e possibilidades, e hoje temos um grande mercado e um público ainda maior movido pelas animações. Mas seu início se deu há muitos anos atrás, de forma tímida e através de experimentações manuais e caseiras que nortearam todos os processos que temos hoje em dia.

Todos os softwares e hardwares que temos hoje disponíveis são adaptações digitais de raciocínios anteriores. O que chamamos de “animação digital” nada mais é do que uma adaptação modernizada do que já tem sido feito no cinema de animação desde seus primórdios. A grande diferença entre as ferramentas que temos hoje e que os animadores de outrora tiveram é a possibilidade de movimentar enormes volumes de dados através do mundo em velocidades nunca antes imaginadas. (WERNECK, 2005, p. 178)

Mesmo com tantas novas tecnologias e métodos, desde a animação tradicional 2D, em que cada quadro é desenhado manualmente, até animações 3D realistas utilizadas por grandes estúdios em *softwares* modernos e inovadores, a grande maioria das técnicas possui elementos e princípios que se sobrepõem

(PURVES 2011). E ainda hoje, os princípios que foram desenvolvidos primordialmente são levados em consideração, as primeiras experimentações de técnicas manuais deram forma ao que se usa até hoje.

3.1 Princípios da animação

Seja qual for o tipo de animação escolhida existem alguns princípios consagrados que podem guiar a execução dessas produções. Em 1981, os animadores da *Disney* Ollie Johnston e Frank Thomas estabeleceram 12 princípios da animação em seu livro *The Illusion of Life: Disney Animation*. São eles: Comprimir e esticar (*squash and stretch*); Antecipação (*anticipation*); Encenação (*staging*); Animação direta ou pose a pose (*straight ahead and pose to pose*); Continuidade e sobreposição da ação (*follow through*); Aceleração e desaceleração (*slow in and slow out*); Movimento em arcos (*arcs*); Ação secundária (*secondary action*); Temporização (*timing*); Exagero (*exaggeration*); Desenho volumétrico (*solid drawing*); Apelo (*appeal*). Esses princípios são seguidos até hoje por animadores iniciantes e grandes estúdios, eles foram elaborados com o objetivo de tornar as animações mais convincentes, com movimentos verossímeis e carismáticos aos olhos do espectador.

[...] a criação bem sucedida de movimento contínuo depende de como um quadro (ou uma posição) se relaciona com os quadros anteriores e subsequentes. Quanto mais um quadro se conecta com o anterior, em termos de composição, movimento, cor e assim por diante, melhor e mais fluida será a animação. (PURVES, 2011, p.20)

Dentre os 12 princípios criados, vamos destacar aqui apenas 3, que são os que podem agregar informações mais relevantes ao nosso objetivo. Podemos afirmar que são os mais fundamentais e estão estreitamente ligados à geometria. São eles: Temporização (*timing*), Desaceleração e aceleração (*slow in and slow out*) e Desenho volumétrico (*solid drawing*).

3.1.1 Temporização (*timing*)

Esse princípio diz respeito ao número de desenhos necessários para a realização de uma ação. A quantidade de quadros utilizada determina quanto tempo a ação vai durar. Vamos levar em conta uma animação que será reproduzida a 12 fps (*Frames por Segundo*), o que significa que a cada segundo doze desenhos serão reproduzidos. Se o deslocamento de certo objeto de um ponto a outro for realizado em 12 desenhos, ao final de 1 segundo o movimento terá sido completado. Mas se esse mesmo deslocamento for fragmentado em 24 desenhos, teremos o mesmo deslocamento sendo reproduzido no dobro de tempo, ou seja, mais lento. Quanto mais desenhos forem utilizados para aquela ação, mais tempo ela levará para acontecer e se tornará mais lenta, utilizando menos desenhos, ela tomará menos tempo e se tornará mais rápida¹.

Figura 1 - *Timing*.



Fonte: Adaptado pela autora (Original em Becker, 2017)

3.1.2 Aceleração e desaceleração (*slow in and slow out*)

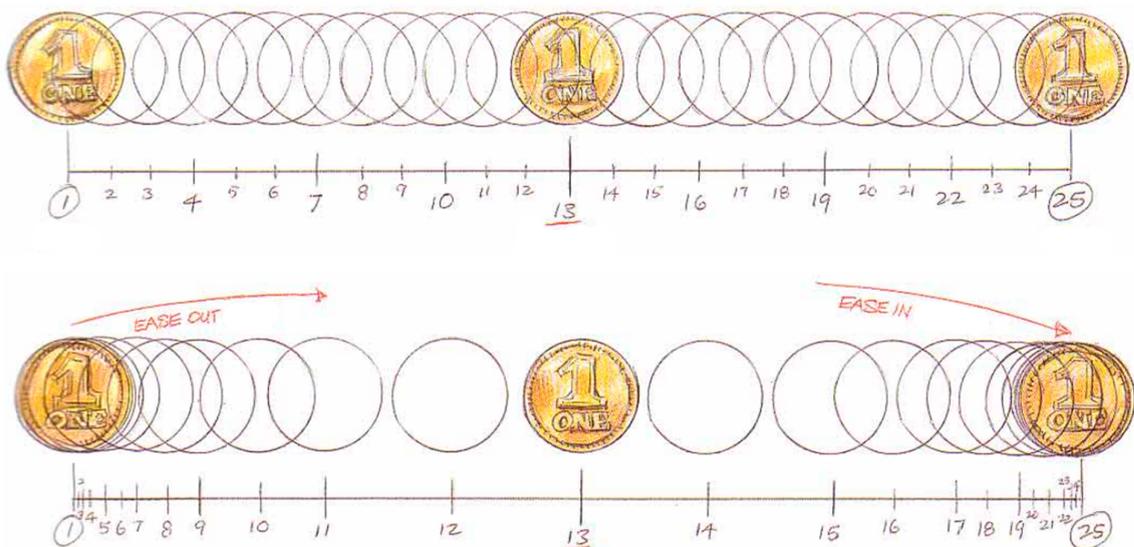
Aqui temos previsto que praticamente todos os movimentos começam lentamente, alcançam certa velocidade e finalizam desacelerando. Movimentos que começam e terminam mantendo aceleração constante passam uma sensação mecânica e robotizada. Nesse princípio entramos na discussão de um outro

¹ Para melhor visualização do funcionamento desse princípio recomendamos o vídeo presente no seguinte endereço: <https://www.youtube.com/watch?v=BarOk2p38LQ>

conceito, o espaçamento, mais conhecido por *spacing*. Se o *timing* é o “quando” uma ação acontece, o *spacing* é o “como”.

A distância que o objeto percorre de um *frame* ao outro vai definir a sua velocidade na hora da reprodução. Em física, a velocidade de um objeto é a taxa de variação da sua posição em função do tempo, quanto deslocamento aconteceu em determinado período de tempo. Se em todos os *frames* o deslocamento do objeto for o mesmo, ao final do movimento ele terá tido uma velocidade constante e conseqüentemente um aspecto robotizado. Vamos tomar como exemplo um carro, ao acelerar para que o carro se desloque ele não sai a 50 km/h desde o primeiro segundo, ele inicia parado, acelera, vai ganhando velocidade até chegar na velocidade pretendida e para parar ele perde velocidade aos poucos, e não bruscamente indo de 50 km/h para 0 km/h em um milésimo de segundo. E é disso que fala o princípio da aceleração e desaceleração, para que um movimento pareça mais natural, o espaçamento entre cada desenho deve variar de acordo com a aceleração que queremos demonstrar. A figura a seguir demonstra o deslocamento de duas moedas acontecendo em 25 *frames*, o mesmo tempo de duração, o mesmo deslocamento, mas com espaçamentos diferentes entre os desenhos de cada *frame*.

Figura 2 - Aceleração e desaceleração.



Fonte: Adaptado pela autora (original em Williams, 2011, p. 38).

O deslocamento de ambas as moedas têm a mesma quantidade de quadros, elas iniciam e terminam o movimento na mesma posição e alcançam o meio do caminho no quadro 13. Na primeira, vemos que a distância entre cada quadro é a mesma, nos dando um movimento com velocidade constante do início ao fim. Já na segunda, os desenhos mais próximos ao primeiro e último quadro estão mais próximos um do outro, o que no momento da reprodução resultará em um deslocamento mais lento na saída e na chegada, lembrando o exemplo do carro que ganha aceleração aos poucos na saída e desacelera também gradualmente para parar. Assim, temos a mesma ação acontecendo no mesmo tempo, mas com aspectos diferentes apenas pela organização das distâncias entre cada quadro².

É normal que no início da produção de uma animação algumas pessoas fiquem impacientes com a repetitividade dos desenhos, por isso as vezes tendem a desenhar o próximo *frame* com um deslocamento grande demais para poupar tempo, mas dessa forma o movimento acaba tomando um aspecto irrealista, e se essa distância for grande demais em todos os quadros, não teremos mais a impressão de uma grande velocidade, mas que o objeto pula de uma posição para outra de uma forma brusca ao invés de se deslocar como deveria.

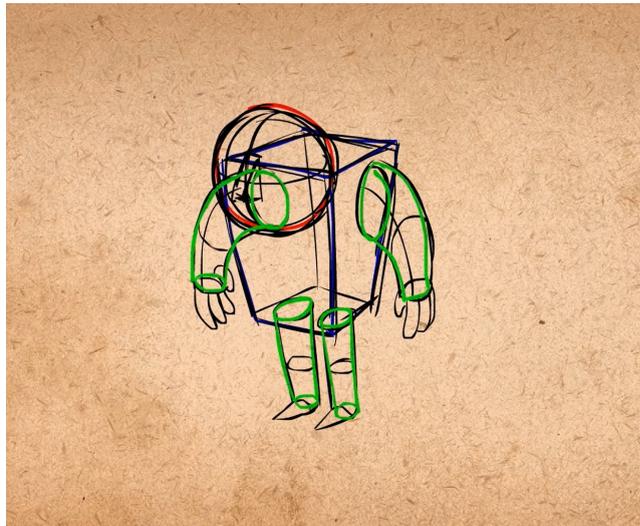
3.1.3 Desenho volumétrico (*solid drawing*)

Esse princípio diz respeito à representação de formas tridimensionais de maneira consistente. É um dos princípios mais fundamentais para animadores tradicionais, pois se refere à representação coerente de objetos e personagens tridimensionais que demonstrem peso, solidez, profundidade, volume e equilíbrio. Para atingir um bom resultado de desenho volumétrico é preciso conseguir desenhar a figura a partir de todos os seus ângulos. O que fundamenta essa construção e a torna verossímil é a utilização de conhecimentos de desenho tridimensional, como perspectiva e ponto de fuga.

Ao desenhar personagens ou objetos, podemos simplificar o desenho em formas básicas, mas o ideal é que essa “geometrização” não seja feita a partir de elementos bidimensionais como círculos e retângulos, mas tridimensionais como esferas, cubos e cilindros, pois assim teremos uma base sólida e tridimensional que facilitará o entendimento da forma de como ela se movimenta no espaço.

² Mais exemplos e variações do *spacing* podem ser observados e comparados no vídeo disponível no seguinte endereço: <https://www.youtube.com/watch?v=EKZJs3lzk>

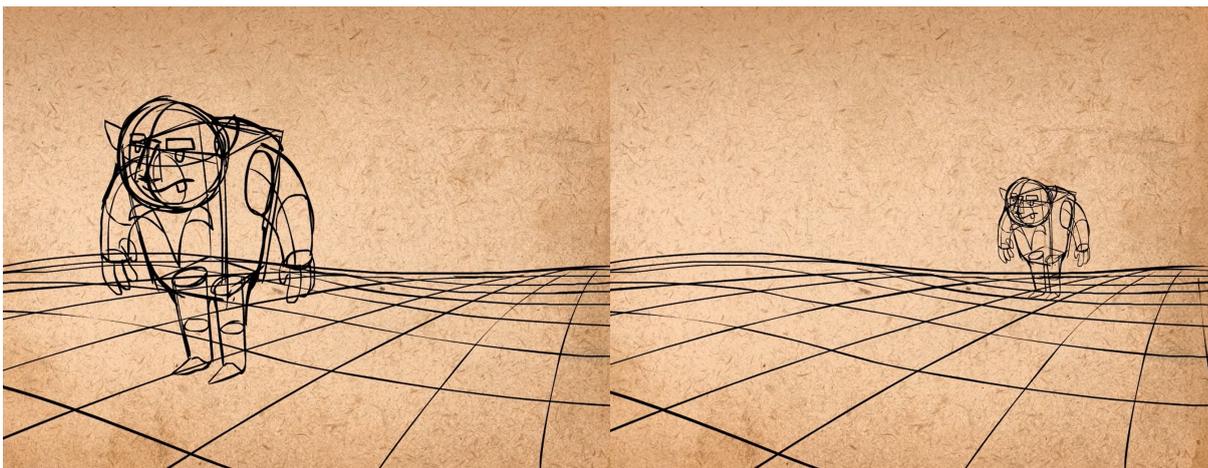
Figura 3 - Geometrização da forma a partir do princípio do Desenho volumétrico.



Fonte: Becker (2017).

Desenhar linhas de perspectiva também ajuda a entender a localização do objeto no espaço, e saber quando está mais próximo ou mais longe do observador e quando desenhá-lo maior ou menor. Dessa forma, com o auxílio dessas noções geométricas, conseguimos representar um deslocamento coerente onde o objeto mantém sua estrutura independente do movimento que realiza³.

Figura 4 - Exemplo do uso da perspectiva no Desenho volumétrico.



Fonte: Adaptado pela autora (original em Becker, 2017).

³ Um exemplo prático de utilização do princípio do Desenho volumétrico se encontra no seguinte endereço: <https://www.youtube.com/watch?v=UDAdMyMGx7w&list=PLXjETfCKnl803SikCwLT6PYW-UJNZHtxi&index=2>

3.2 Técnicas manuais de animação

No presente trabalho, vamos focar, especificamente, em técnicas manuais de animação, pela razão de serem mais acessíveis, em termos de materiais necessários para sua produção em sala de aula. Dentre as técnicas manuais de animação, escolhemos o *stop motion* e o *flipbook*.

3.2.1 O *stop motion*

A animação em *stop motion* é obtida por diversas fotografias individuais que irão estruturar, quadro a quadro, a imagem em movimento. Werneck (2005, p.66) defende que o termo *stop motion* pode ser traduzido como “movimento criado a partir de imagens paradas”. Nessa técnica são fotografadas as cenas individualmente. A movimentação surge através da manipulação de cada imagem, sejam elas desenhos ou registros de objetos físicos. Purves (2011, p.6) define a técnica como uma maneira de “criar a ilusão de movimento ou desempenho por meio da gravação, quadro a quadro, da manipulação de um objeto sólido, boneco ou imagem de recorte em um cenário físico espacial”. Filmes e animações mais elaboradas utilizam câmeras fotográficas e *softwares* de computador para a construção e edição de animações em *stop motion*, mas existem diversos aplicativos de celular que permitem que as fotografias e todos os processos de edição sejam feitos apenas com um *smartphone*.

Figura 5 - Produção de *stop motion* utilizando um *smartphone* e o aplicativo *Stop Motion Studio*



Fonte: *Stop Motion Studio App* (2021).

A primeira utilização do *stop motion* aconteceu por acidente pelas mãos do ilusionista francês Georges Méliès no final do século XIX. Certo dia, enquanto fazia filmagens na rua, sua câmera apresentou um defeito e parou de funcionar por alguns segundos, então houve um corte no momento da filmagem que registrava uma rua com carros em movimento e esse corte criou uma transição abrupta que fez parecer que um ônibus havia se transformado em um carro funerário. Essa falha inspirou Méliès que acabou por utilizar esse artifício para criar ilusões nas produções de seus filmes, ele era mágico, diretor de teatro e foi um dos precursores do cinema ilusionista (PURVES, 2011, p.14).

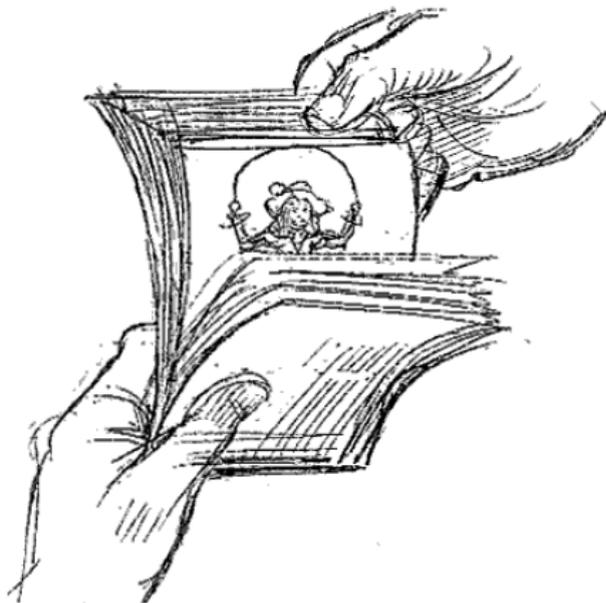
"Percebe-se que cinema e stop motion possuem bases de criação semelhantes e que de maneira inegável, devido à possibilidade de **visualização** e maior interação de quem vê as cenas, podem ser utilizados nas escolas - e, de fato, têm sido - como instrumento pedagógico e facilitador da aprendizagem." (RODRIGUES, 2019, p. 262, grifo nosso)

3.2.2 O *flipbook*

O *flipbook* trata-se de um pequeno livro com diversos desenhos que, ao ser folheado com certa velocidade, nos passa a sensação de movimento, produzindo uma animação. Nesse caso não precisamos de fotografias, com o *flipbook* apenas desenhos em sequência serão "*flipados*" rapidamente. Este não depende de quaisquer tecnologias para gerar sua ilusão de movimento, apenas lápis e papel, o que o torna uma das técnicas mais rudimentares e acessíveis de animação.

Normalmente, na elaboração desses livretos, iniciamos com o último desenho e seguimos fazendo o caminho inverso, pois assim, ao desenhar em cada folha é possível, através da translucidez da folha de papel, perceber onde estão os elementos do desenho na folha de trás e ter como base para desenhar o próximo. Ao folhear, dependendo do lado escolhido, podemos ver o movimento sendo reproduzido seguindo a ordem dos desenhos ou de trás para frente, além de ser possível folhear em diferentes velocidades. Esse contato manual e prático torna possível analisar com cuidado o posicionamento dos elementos em cada frame. Sendo uma excelente ferramenta para registro e análise de representações de movimento.

Figura 6 - Flipbook



Fonte: Williams (2011).

Hadas (2014), repensando sobre materiais instrucionais utilizados nos contextos pedagógicos, explora o *flipbook* como uma ferramenta de ensino-aprendizagem e o apresenta como um recurso prático de ensino, pois é possível ter acesso a ele sem depender de nenhuma outra mídia ou internet.

3.3 Animação como recurso didático

Diferentes pesquisadores apontam como a utilização de técnicas de animação manuais como *stop motion* e *flipbook* podem ser abordagens vantajosas para a construção do conhecimento. Corrêa *et. al.* (2020) ao analisarem os resultados de uma oficina de *stop motion* realizada na disciplina de biologia, afirmaram que a produção das animações permitiu momentos de revisão dos conteúdos, que valorizaram o diálogo e a reflexão sobre os fenômenos envolvidos. Esses mesmos autores também trouxeram relatos dos alunos participantes que enfatizaram que, para estruturar as atividades eles foram incentivados a buscar mais sobre o assunto.

Seguindo a mesma linha de pesquisa dos autores citados anteriormente, Rodrigues (2019) evidencia a versatilidade das atividades que utilizam *stop motion*, sendo possível, a partir delas, desenvolver abordagens interdisciplinares com os

mais diversos temas e ainda aponta que são atividades que estimulam a criatividade, interação e construção do próprio conhecimento pelos alunos, concluindo que são abordagens capazes de exercitar o conhecimento e fortalecer os aprendizados.

Durante as experiências de animação realizadas por seus alunos, Tozato (2013) afirmou que os envolvidos superaram suas próprias potencialidades: eles foram além do que foi solicitado, realizaram pesquisas sobre o tema e trouxeram novas descobertas para a sala de aula, isso além do trabalho coletivo que se fez presente nas produções onde todos se ajudavam mutuamente.

Segundo Oliveira (2019), a utilização de recursos pedagógicos de animação é pertinente por ser uma linguagem artística presente no contexto cotidiano dos alunos e que provoca o interesse e engajamento. Em complemento a ideia anterior, Hadas (2014) também nos fala que, além de sua finalidade artística e de entretenimento, o *flipbook* pode ser utilizado no registro e transmissão do conhecimento, pois tem a versatilidade de ilustrar inúmeros movimentos. Por sua vez, Martins, Galego e Araújo (2017) indicam que esse tipo de produção valoriza o trabalho em grupo e a integração das diferentes capacidades e inteligências de cada aluno e acrescentam ainda que a elaboração e socialização desses materiais pode colaborar com a construção e transmissão dos conceitos.

Todos os autores mencionados aqui nos mostram como o uso das animações como recursos didáticos são capazes de gerar resultados positivos aos processos pedagógicos.

Abordamos aqui, especificamente, as técnicas de animação manuais. Mas por que utilizar essas técnicas artesanais e rudimentares quando já existem possibilidades mais tecnológicas e atuais?

As ferramentas necessárias para a produção de animações com *flipbook* são basicamente papel e lápis, no *stop motion* adicionamos um *smartphone*, dispositivo extremamente presente na atualidade, principalmente entre o público jovem. O fácil acesso aos materiais necessários é um fator que torna essa abordagem prática e descomplicada dentro da sala de aula. Mostrar o funcionamento de um *software* de animação digital, por exemplo, poderia ser de fato estimulante e proveitoso para os alunos, mas levando em consideração a realidade de muitas escolas que não possuem uma estrutura que disponha de computadores para todos os alunos, apontamos como vantagem a utilização de materiais simples e de fácil acesso, o

que torna as técnicas manuais de animação ferramentas de ensino as quais podemos ter acesso sem depender de computadores ou internet. Rodrigues (2019, p. 264) ao discutir sobre a abordagem de temas relacionados ao audiovisual nas escolas diz que “Muitas escolas não possuem tais espaços (laboratórios de informática ou salas de vídeo) ou nem mesmo os equipamentos necessários, o que demanda dos professores flexibilidade e criatividade na busca de soluções”. Além de que, mesmo se a escola possuir a estrutura, conseguir os *softwares* necessários pode se tornar uma etapa dificultosa, e também seria demandado bastante tempo ‘precioso’ de aula apenas para introduzir e familiarizar os alunos aos programas.

Com o *flipbook*, por exemplo, utilizando apenas papel, lápis e régua, ainda é possível introduzir os mesmos processos e técnicas de animação validados em grandes produções de maneira mais prática e acessível. “Mesmo sem que os alunos conheçam os processos tecnológicos utilizados na indústria cinematográfica de animação atual, é possível de forma simples e manual criar cinema de animação na sala de aula” (OLIVEIRA, 2019, p.30). Tozato (2013) também afirma que mesmo com a simplicidade da técnica em relação às tecnologias atuais e avançadas de animação é importante que os alunos conheçam os métodos e experimentos iniciais que embasaram toda a tecnologia e métodos que temos hoje.

“[...] foi conveniente e apropriado utilizar experimentos simples e manuais que contribuíram para a compreensão de fenômenos que auxiliaram na criação das animações. Assim, os alunos puderam concretizar, com recursos simples e com suas mãos a sequência de criações que ocorreu, ao longo do caminhar da humanidade, antes de chegar um vídeo ou um filme a uma tela” (TOZATO, 2013, p. 22-23)

Por serem formas de animação mais acessíveis em termos de materiais necessários e utilização de tecnologias, essas técnicas podem ser inseridas dentro de diversas disciplinas, abordando os mais variados temas, pois é possível adequar as produções dentro das possibilidades de diferentes conteúdos. Tozato (2013, p. 7) declara que “ao utilizar a animação como recurso didático é possível desenvolver inúmeros conteúdos e ainda promover a integração da turma”. Tal ideia concorda com a colocação de Rodrigues (2019, p. 265): “Atividades que se utilizam de *stop*

motion podem abordar temas como artes, literatura, geografia, história, dentre outros, uma vez que a edição desse tipo de material se dá através de *softwares* bem simples”.

Vale lembrar que ao utilizar essas técnicas dentro de sala como ferramenta didática, seja em qual for a disciplina, acabamos por ter um conteúdo interdisciplinar, pois duas temáticas são abordadas simultaneamente: as técnicas e princípios da animação, juntamente com os tópicos de estudo da disciplina. Na presente pesquisa, o foco da aplicação das animações é o ensino da geometria gráfica.

3.3.1 A geometria em movimento

A geometria é uma área que estuda o espaço, as formas e as suas propriedades. E ao analisar o campo de estudo geométrico, enxergamos uma clara relação com o movimento, especialmente quando falamos de orientação e deslocamento de objetos no espaço tridimensional. Para compreensão e abstração de tais conteúdos, se fazem necessárias habilidades como a visualização espacial e o pensamento geométrico, que estão inclusive previstas no planejamento da BNCC. De acordo com o documento, dentro da unidade temática de geometria para o ensino fundamental: “Estudar posição e deslocamentos no espaço, formas e relações entre elementos de figuras planas e espaciais pode desenvolver o pensamento geométrico dos alunos” (BRASIL, 2018, p. 271). Contudo, a abordagem de geometria costuma ser feita dentro da disciplina de matemática, por isso, muitas vezes, acaba sendo preterida em relação aos conteúdos aritméticos. Quando é tratada em sala, ainda se contenta ao estudo do cálculo de áreas e reconhecimento de figuras geométricas, e esse tipo de abordagem acaba distanciando a geometria de seu cerne tão gráfico e espacial, reduzindo-a a cálculos e representação de figuras planas. Isso posto, percebemos que habilidades gráficas e visuais importantes deixam de ser estimuladas no período escolar por motivo da geometria, área responsável por tais estímulos, ser comumente negligenciada, nos fazendo refletir sobre novas abordagens que tragam de fato o estudo das formas e suas propriedades e relações com o espaço na geometria gráfica, além de atender aos parâmetros estipulados pela BNCC.

A partir da conexão que encontramos da geometria com o movimento, no seu estudo de deslocamentos de formas e objetos no espaço, enxergamos uma ponte que nos leva à possibilidade de uma abordagem que a conecte à área da animação,

que trata justamente da representação de movimentos. É precisamente aqui que destacamos o forte diálogo entre as duas áreas, o movimento. A animação tem seus princípios que guiam a representação gráfica do movimento, e a geometria abrange em seus objetos de estudo o deslocamento e localização de objetos e figuras geométricas e suas posições no espaço. Justificamos então, através dessa relação, a utilização das técnicas de animação como suporte didático para o ensino da geometria gráfica. Enxergamos aqui que o movimento reproduzido através de uma animação, pode ser utilizado para demonstrar o movimento de objetos geométricos e suas relações de deslocamento no espaço, como uma forma de proporcionar uma visualização dinâmica e mais clara dos elementos da geometria. Temos que “recursos didáticos como malhas quadriculadas, ábacos, jogos, livros, vídeos, calculadoras, planilhas eletrônicas e *softwares* de geometria dinâmica têm um papel essencial para a compreensão e utilização das noções matemáticas” (BRASIL, 2018, p.276). Então, partindo do exposto, acreditamos que a criação do movimento dinâmico que uma animação proporciona, especialmente através de uma abordagem da geometria gráfica, pode auxiliar no desenvolvimento da visualização geométrica e espacial dos alunos.

Outro fator que torna ainda mais positiva a utilização das técnicas manuais de animação no ensino-aprendizagem da geometria gráfica, é a presença da repetição na elaboração. “Esse recurso permite ao criador do desenho uma interação intensa com o trabalho, pois seus desenhos se repetem por inúmeras vezes” (TOZATO, 2013, p. 10). O autor precisa desenhar repetidas vezes os mesmos elementos para construir a sequência do movimento. Dessa forma, os alunos também terão a oportunidade de praticar o traçado e conseguir uma maior familiarização com os instrumentos de desenho ao desenhar manual e repetidamente cada imagem. O fator de repetição força os alunos a redesenharem os mesmos elementos com pequenas variações graduais, trabalhando repetidamente com os mesmos objetos na mesma perspectiva ou no mesmo plano, e isso acaba sendo uma forma de revisar constantemente e compreender melhor as relações existentes entre os objetos e como interagem gradualmente com o movimento. Tudo isto proporciona aos educandos a oportunidade de construir seu próprio objeto de estudo e visualização de forma ativa e participativa.

A utilização da técnica stop motion pode ser uma aliada no processo de ensino-aprendizagem, considerando que o aluno estará envolvido de forma participativa na construção de conhecimento, proporcionando ambiente agradável e lúdico para o aprendizado [...] (CORRÊA *et al.*, 2020 p. 3).

4 VISUALIZAÇÃO ESPACIAL

Para iniciar essa discussão precisamos antes entender o que exatamente é a visualização espacial e porque essa habilidade é importante. Guse (2018) nos traz um extenso levantamento bibliográfico buscando entender o conceito de visualização espacial a partir da visão de diversos autores. Ele conclui que “[...] a palavra visualização possui significados variados girando em torno de um mesmo sentido” (GUSE, 2018, p.14), pois apesar das diferentes definições que partem de diferentes pesquisadores e pontos de vista, podemos identificar que todas possuem em comum a relação entre percepção e manipulação de imagens visuais. Encontramos também essa habilidade sendo nomeada por diferentes termos em diferentes pesquisas: pensamento espacial (GUATAME e BURGOS, 2021), habilidade viso-espacial (LOPES, GUSMÃO e CARNEIRO DA CUNHA, 2019), capacidade visioespacial-tridimensional (RÊGO, 2011) e com mais frequência encontramos o termo visualização espacial (FULGÊNCIO, 2021; GUSE, 2018; JOLY *et al*, 2011; SETTIMY e BAIRRAL, 2020; VALENTE e PEREIRA, 2015).

Neste trabalho, escolhemos nos referir a esta habilidade como visualização espacial. Trazemos então, algumas definições que podem nos elucidar melhor esse conceito:

O pensamento espacial é entendido como o conjunto de processos cognitivos através dos quais são construídas e manipuladas as representações mentais dos objetos no espaço, as relações entre eles, suas transformações e suas diversas traduções ou representações materiais.” (GUATAME e BURGOS, 2021, p. 56, tradução nossa).

A **Habilidade Viso-espacial** é o **aporte cognitivo** [...] composto por capacidades tais como coordenação motora, memória e sequenciamento visual, senso de proporção e escala, síntese gráfica, relações entre as partes e o todo e viso-motricidade. (LOPES, GUSMÃO e CARNEIRO-DA-CUNHA, 2019, p.74, grifo do autor)

os processos e capacidades que as pessoas têm para realizar determinadas tarefas que exigem “ver” ou “imaginar” mentalmente os objetos geométricos espaciais, assim como relacionar objetos e realizar determinadas operações ou transformações geométricas com os mesmos. (FERNÁNDEZ, CAJARAVILLE e GODINO, 2007 apud JOLY *et al*, 2011, p.181-182)

É importante ressaltar que quando nos referimos a esse processo de visualização, estamos nos referindo à capacidade de manipular mentalmente elementos e imagens, e não ao simples olhar para um objeto, é uma habilidade que envolve processos cognitivos. Conforme defendido por Guse (2018, p. 12), é necessário entender

[...] a diferença entre a implementação de imagens visuais em determinado conteúdos e a representação mental sobre o mesmo. Implementar imagens visuais é restrito apenas as informações que uma imagem oferece ao indivíduo, enquanto a representação mental engloba todos os aspectos cognitivos perceptuais que o indivíduo possui em relação ao conteúdo estudado, tornando-se assim uma forma complementar ao uso de imagens visuais.

Entendemos então que a visualização espacial consiste, essencialmente, na habilidade cognitiva de manipular, mentalmente, imagens de objetos, sendo capaz de imaginar rotações, movimentações e visualizar todas as dimensões de uma peça.

Guse (2018, p.7) afirma que a visualização espacial “é uma habilidade que floresce para o indivíduo desde o momento de seu nascimento quando colocado em questão o fato de que vivemos em uma realidade espacial”. Gardner (1995), em sua teoria das inteligências múltiplas⁴, defende que mesmo tendo a habilidade predisposta no indivíduo, ela ainda precisa ser estimulada para que se desenvolva apropriadamente. Concordando e tomando como base tais afirmações, concluímos que tal habilidade precisa ser exercitada e estimulada ao longo da vida. E aqui enxergamos a relação da geometria gráfica como uma disciplina intimamente ligada a essa habilidade, pois trabalha com elementos gráficos e espaciais. Seguimos

⁴ A teoria das inteligências múltiplas descreve como cada ser humano mostra sua capacidade cognitiva, sempre de maneira única. Tal capacidade tem relação com as aptidões e habilidades únicas de cada indivíduo, que podem se manifestar em áreas diferentes do conhecimento.

então para a problemática dessa pesquisa que pode ser observada no seguinte questionamento: A utilização de técnicas manuais de animação como recurso didático pode auxiliar o ensino-aprendizagem de geometria? Essas mesmas ferramentas possibilitam um melhor desenvolvimento da visualização espacial?

Concordamos com Valente e Pereira (2015, p.143) quando dizem que “Ver objetos tridimensionais de vários ângulos permite ao observador tem [sic] uma ideia do todo e de suas vistas, ou seja, de suas faces”. Levamos em conta também a afirmação de Guse (2018, p.67): “[...] tal habilidade (a visualização espacial) pode ser desenvolvida com o uso de materiais concretos, tecnologia e outros recursos didáticos que possibilitem e auxiliem o aluno na construção de imagens visuais”. Partindo dessas afirmações, podemos considerar que a utilização de animações como ferramenta didática, pode ser uma grande aliada do ensino de geometria gráfica e desenvolvimento da visualização espacial, pois é uma estratégia que torna a visualização do espaço tridimensional mais compreensível e de fácil absorção, já que ao observar um objeto em movimento é possível perceber mais detalhadamente seus aspectos tridimensionais e relações com o ambiente.

4.1 O ensino da geometria e a habilidade de visualização espacial

Será possível pensar no ensino de geometria gráfica e não fazer a conexão imediata com a habilidade da visualização espacial? Quaisquer disciplinas que trabalhem com representações gráficas exigem do aluno o exercício dessa habilidade, que é de extrema importância para o estudo da geometria gráfica, pois para uma boa compreensão de elementos geométricos, especialmente os tridimensionais, se faz mais que necessário uma boa compreensão visual, tanto bi quanto tridimensional.

No nosso dia a dia vivemos, enxergamos e pensamos em três dimensões, mas quando se faz necessário representar graficamente esses elementos e transpor suas dimensões para uma superfície bidimensional, exige-se uma maior compreensão geométrica e espacial, tanto da parte técnica da geometria e das representações gráficas, quanto da própria habilidade de visualização espacial. Essa habilidade é fundamental para a compreensão de conteúdos que trabalham com o visual, como a geometria. Nos processos didáticos de áreas que lidam com a representação gráfica, utilizar ferramentas que auxiliem e estimulem o

desenvolvimento da visualização espacial se faz necessário, porque a falta dessa habilidade é um dos grandes fatores que dificultam o entendimento do aluno (VALENTE e PEREIRA, 2015, p. 143). Defendemos que o estudo da geometria, pode então ser um grande aliado no desenvolvimento dessa habilidade, concordando com Lorenzato (1995, p.5) quando afirma que:

[...] sem estudar geometria as pessoas não desenvolvem o pensar geométrico ou o raciocínio visual e, sem essa habilidade elas dificilmente conseguirão resolver situações da vida que forem geometrizadas; também não poderão se utilizar da geometria como fator altamente facilitador para a compreensão e resolução de questões de outras áreas de conhecimento humano.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC), normatiza o conjunto de aprendizagens essenciais que devem ser desenvolvidas, progressivamente, no decorrer da Educação Básica. O documento guia o currículo e propostas pedagógicas de todas as escolas públicas e privadas do Brasil. Para cada área de conhecimento, o documento estrutura as unidades temáticas, os objetos de conhecimento e habilidades que devem ser trabalhadas em cada ano de escolaridade. Dentro da área da matemática, na unidade temática Geometria, objetos de conhecimento e habilidades como movimentação, deslocamento e localização de objetos no espaço, demonstram o quanto a área se relaciona com a capacidade de visualização espacial.

Tabela 1 – Objetos de conhecimento e habilidades em geometria

Matemática - Unidade temática: Geometria		
Ano	Objetos de conhecimento	Habilidades
1º	Localização de objetos e de pessoas no espaço, utilizando diversos pontos de referência e vocabulário apropriado	(EF01MA11) Descrever a localização de pessoas e de objetos no espaço em relação à sua própria posição, utilizando termos como à direita, à esquerda, em frente, atrás.

		(EF01MA12) Descrever a localização de pessoas e de objetos no espaço segundo um dado ponto de referência, compreendendo que, para a utilização de termos que se referem à posição, como direita, esquerda, em cima, em baixo, é necessário explicitar-se o referencial.
2º	Localização e movimentação de pessoas e objetos no espaço, segundo pontos de referência, e indicação de mudanças de direção e sentido	(EF02MA12) Identificar e registrar, em linguagem verbal ou não verbal, a localização e os deslocamentos de pessoas e de objetos no espaço, considerando mais de um ponto de referência, e indicar as mudanças de direção e de sentido.
3º	Localização e movimentação: representação de objetos e pontos de referência	(EF03MA12) Descrever e representar, por meio de esboços de trajetos ou utilizando croquis e maquetes, a movimentação de pessoas ou de objetos no espaço, incluindo mudanças de direção e sentido, com base em diferentes pontos de referência.
4º	Localização e movimentação: pontos de referência, direção e sentido Paralelismo e perpendicularismo	(EF04MA16) Descrever deslocamentos e localização de pessoas e de objetos no espaço, por meio de malhas quadriculadas e representações como desenhos, mapas, planta baixa e croquis, empregando termos como direita e esquerda, mudanças de direção e sentido, intersecção, transversais, paralelas e perpendiculares.
5º	Plano cartesiano: coordenadas cartesianas (1º quadrante) e representação de deslocamentos no plano cartesiano	(EF05MA15) Interpretar, descrever e representar a localização ou movimentação de objetos no plano cartesiano (1º quadrante), utilizando coordenadas cartesianas, indicando mudanças de direção e de sentido e giros.

Fonte: Adaptação da autora com base na BNCC (BRASIL, 2018)

Partindo dessas informações, fica claro que a geometria é uma área de estudo que se relaciona com a percepção espacial e a habilidade de visualização espacial, e seu estudo pode estimular e auxiliar no desenvolvimento de tais habilidades. A geometria gráfica também se mostra como um importante apoio para

outras disciplinas, pois a imagem desempenha um importante papel no processo de aprendizagem e com o auxílio da geometria fica mais fácil esclarecer situações abstratas e simplificar a comunicação de ideias matemáticas (LORENZATO, 1995, p.6).

4.2 A problemática do ensino de geometria

Tendo em vista que a linguagem gráfica e visual é parte fundamental das relações sociais na atualidade, é importante que a educação escolar inclua o aprendizado e desenvolvimento desta linguagem e as habilidades relacionadas a ela, e a geometria gráfica é uma área de estudo totalmente relacionada a essas habilidades. A percepção espacial, por exemplo, é uma habilidade que está presente e se faz necessária desde a alfabetização. “[...] a aprendizagem geométrica é necessária ao desenvolvimento da criança, pois inúmeras situações escolares requerem percepção espacial, tanto em Matemática [...] como na Leitura e Escrita” (LORENZATO, 1995, p.6). Aprendemos a escrever utilizando analogias gráficas como “puxar a perninha” ou colocar o “chapeuzinho” nas letras, e esse entendimento continua sendo útil em outros âmbitos da vida cotidiana na medida que vamos crescendo e evoluindo. Mas, infelizmente, o estímulo e estudo de áreas relacionadas a essas habilidades, não recebem a atenção necessária, assim como a maior parte dos conteúdos de geometria gráfica que são negligenciados e deixados de lado para focar apenas na parte matemática e numérica (ibid, 1995). Acerca do ensino de matemática nos anos iniciais do Ensino Fundamental a própria BNCC defende que “Nessa fase, as habilidades matemáticas que os alunos devem desenvolver não podem ficar restritas à aprendizagem dos algoritmos das chamadas “quatro operações”, apesar de sua importância” (BRASIL, 2018, p. 276). O estudo da geometria precisa receber o devido reconhecimento e espaço na sala de aula, sem se ater apenas a interpretações numéricas para que possamos remediar sua situação de abandono e esquecimento. Apesar de sua importância, existe de fato uma defasagem na construção e desenvolvimento do pensamento geométrico e da habilidade de visualização espacial no período escolar, justamente quando deveriam ser construídas e estimuladas bases importantes do conhecimento do indivíduo. Essa defasagem é perceptível observando que ao se iniciarem no estudo de áreas que lidam diretamente com a representação gráfica, existe uma dificuldade de

entendimento em parte considerável dos alunos, pois é prontamente exigido deles uma boa capacidade de visualização espacial e percepção do espaço tridimensional, mas essas habilidades não são trabalhadas o suficiente no período escolar para que se desenvolvam tanto quanto necessário.

Sabe-se da importância da visualização espacial para o estudo da geometria gráfica, e sabe-se também que ela é uma habilidade que precisa ser trabalhada e ensinada, então se faz necessário que sejam utilizadas estratégias didáticas que auxiliem os alunos no desenvolvimento de sua visualização espacial na mesma medida que absorvem os conteúdos e os conceitos geométricos.

“Os educadores matemáticos necessitam reconhecer o potencial de trabalhar com a visualização e desenvolver tal habilidade nos seus estudantes, o que necessita de um trabalho árduo considerando que muitas vezes os mesmos precisam remodelar toda sua estrutura de ensino” (GUSE, 2018, p.14)

Consideramos, assim como Rêgo (2011, p. 25), que os processos didáticos utilizados nas disciplinas de representação gráfica são determinantes para o desenvolvimento das habilidades visiográficas e dos processos cognitivos que as cercam, podendo favorecer, ou não, o desempenho dos alunos. E concordamos com Guse (2018, p.13) quando afirma que “Para contribuir para a habilidade de visualização de um indivíduo, faz-se necessário que as competências relacionadas à representação mental do mesmo sejam trabalhadas visando uma aprendizagem efetiva.”.

Partindo disso, voltamos ao cerne desta pesquisa buscando uma forma de utilização de técnicas manuais de animação como recurso didático que auxilie o ensino-aprendizagem de geometria juntamente à visualização espacial. Defendemos que tais técnicas podem ser um elemento facilitador no desenvolvimento da percepção tridimensional e visualização espacial, especialmente quando utilizadas dentro do estudo da geometria gráfica. Por meio do seu uso se faz possível elucidar temas que exigem boa capacidade de visualização, estabelecendo uma “tradução” do que deveria ser imaginário para o visual. Olhar a representação gráfica de uma peça, em perspectiva por exemplo, através de um desenho bidimensional estático pode ser mais abstrato de se entender do que observando a mesma peça

representada em movimentação, porque o movimento nos permite a visualização da mesma peça em diferentes posições, tornando assim mais fácil visualizar e perceber todas as dimensões do objeto com maior clareza e dinamismo. A ilusão de movimento que é representada pode tornar a visualização do espaço tridimensional mais clara, estimulando o desenvolvimento da visualização espacial e consequentemente tornando o processo de aprendizagem de conteúdos gráficos menos complexo.

5 METODOLOGIA

A metodologia se configurou numa pesquisa qualitativa de natureza exploratória, visto que se baseou em documentos presentes na literatura para buscar conhecimento do tema, analisar a problemática proposta e descobrir as relações entre os elementos componentes da hipótese.

Primeiramente, a partir de uma análise bibliográfica, foi feita a fundamentação teórica que guiou os estudos acerca da visualização espacial e sua importância na área da geometria e foi possível chegar a um esclarecimento sobre o tema. Posteriormente, partimos ao estudo das técnicas de animação buscando delimitar sua relação com a geometria, encontrada no movimento, e analisar as possibilidades de aplicação dessas técnicas e dentro da área de geometria gráfica.

Por fim, houve o desenvolvimento de uma proposta de sequência didática para o ensino de técnicas de animação manuais aplicadas na área da geometria gráfica, voltada para formação de professores, explicando sobre as técnicas e suas aplicabilidades dentro do contexto escolar como ferramenta didática.

5.1 Explicando a Sequência didática

O recurso educacional da Sequência Didática, ou SD, é uma abordagem que auxilia no planejamento, representando um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas voltadas à realização de certos objetivos educacionais, e possui um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos (ZABALA, 1998). Assim, compreendemos que utilizar tal recurso, ajuda a melhorar a educação e a interação do professor e aluno, e deste com os demais colegas, em relação aos assuntos propostos pela BNCC.

No caso específico do presente trabalho, a sequência foi pensada para uma formação de professores de matemática do ensino fundamental no formato de *workshop*, onde serão apresentadas técnicas de animação manuais como recurso didático para a abordagem da geometria gráfica. O público alvo foi definido tendo em vista que os docentes de matemática são os responsáveis por abordar os conteúdos de geometria dentro da escola, então, ao formá-los, alcançamos os principais responsáveis por disseminar esses conhecimentos.

Educar em um mundo digital não tem sido uma tarefa fácil: as informações chegam muito rápido, mas nem todas são verdadeiras. Ao docente cabe estimular o diálogo, chamando atenção para o que estão compartilhando e a forma que estão interagindo com as ferramentas digitais. Trazer desafios novos para a sala de aula, também é fundamental para o processo de ensino-aprendizagem. Algumas ferramentas contribuem para essa transição.

Professores alfabetizados digitalmente podem usar as tecnologias digitais com criatividade para inovar a sua prática e prender ainda mais a atenção do seu aluno. Nos processos de ensino e aprendizagem, o professor também tem que estar sempre aprendendo. Exatamente por isso, essa SD foi pensada para uma Formação Docente.

Em um primeiro momento, propomos uma sondagem com os professores participantes, para que seja possível verificar os entendimentos que têm acerca do conteúdo que pretendemos trabalhar com o exercício que será proposto, a perspectiva cônica⁵. Para tal, seriam propostas algumas perguntas e exercícios gráficos⁶ simples que abordam temas como vistas mongeanas, perspectiva, linha do horizonte e pontos de fuga. Após a sondagem seriam apresentados os objetivos da sequência didática, aproveitando para gerar um debate sobre o ensino da geometria e a importância da visualização espacial para a aprendizagem dos alunos, buscando também saber quais as expectativas dos professores com relação ao workshop. Após isso, se iniciaria a apresentação do tema, contextualizando sobre as técnicas de animação e trazendo alguns exemplos de desenhos e filmes conhecidos onde essas técnicas foram utilizadas. Na última parte do primeiro momento, seriam abordados os princípios da animação de forma sucinta, com foco nos três

⁵ Perspectivas cônicas são aquelas que mais se assemelham ao fenômeno perspectivado assimilado pelo olho humano. Elas ocorrem quando o observador não está situado no infinito e, portanto, todas as retas projetantes divergem dele.

⁶ O modelo de sondagem aplicada está no Apêndice A.

destacados anteriormente nesta pesquisa, sendo eles os mais pertinentes para o nosso objetivo de aplicação: temporização, aceleração e desaceleração e desenho volumétrico.

O segundo momento, se iniciaria com a demonstração manual da utilização das técnicas, apresentando também o aplicativo *Stop Motion Studio*, que é gratuito e está disponível para *smartphones* Android e iOS. A partir dos conceitos vistos sobre animação e tendo em mente as habilidades destacadas da BNCC (conforme a tabela presente no tópico 4.1) seria proposta a elaboração de 2 animações por cada participante: um *flipbook* e um *stop motion* que representem o deslocamento de figuras geométricas tridimensionais no espaço, utilizando pontos de fuga. Eles devem se apropriar das noções de perspectiva e utilizar pontos de fuga para que o desenho permaneça coerente em todos os *frames*. Dessa forma, ao final da atividade será possível analisar as propriedades das figuras representadas e como seu deslocamento gradativo demonstra suas relações com o espaço geométrico. Para finalizar o workshop, teríamos uma socialização das produções elaboradas juntamente com outro momento de debate buscando saber as percepções de cada um sobre os conceitos e problemáticas abordados no decorrer da sequência didática.

É importante que os professores conheçam e também tenham experiências práticas na elaboração das técnicas para que obtenham a melhor compreensão possível de seu objeto de ensino e prevejam quaisquer dificuldades que possam aparecer durante a elaboração das mesmas por seus alunos, otimizando e enriquecendo assim sua abordagem em sala.

O objetivo é que essa experiência sirva também como norteadora para futuros planejamentos de aula dos docentes, e que instigue sua busca por aperfeiçoamento nas abordagens de geometria, ilustração de movimentos e deslocamentos no espaço de figuras geométricas.

Vale lembrar que não queremos aqui estabelecer uma regra de como o professor deve utilizar as técnicas de animação em aula, mas apresentá-las e abrir o leque de possibilidades para que o professor as adapte da maneira que melhor se encaixe a realidade de seus alunos. Fica a cargo do professor escolher quais técnicas utilizar e quando. Mas é importante também destacar que a elaboração de uma animação para fins didáticos deve ser uma produção que aborda os conceitos

que estão sendo estudados, precisa ter um propósito educativo e não ser apenas uma atividade de divertimento.

5.1.1 Estudos e testes

Além do estudo bibliográfico, e antes da elaboração da sequência didática também foram feitos alguns testes para o estudo e apropriação das técnicas, partindo deles foi possível perceber que cada técnica possui suas vantagens e dificuldades. A depender do contexto da sala de aula é válido que o professor considere tais observações para que esteja de antemão preparado fazendo com que o decorrer das atividades aconteça sem grandes dificuldades. Como aponta Guse (2018, p.42) cabe ao docente “(re)conhecer os benefícios e malefícios daquele material a fim de adquirir uma total compreensão de seu objeto de ensino e potencializar ao máximo o uso adequado daquele recurso disponível.”.

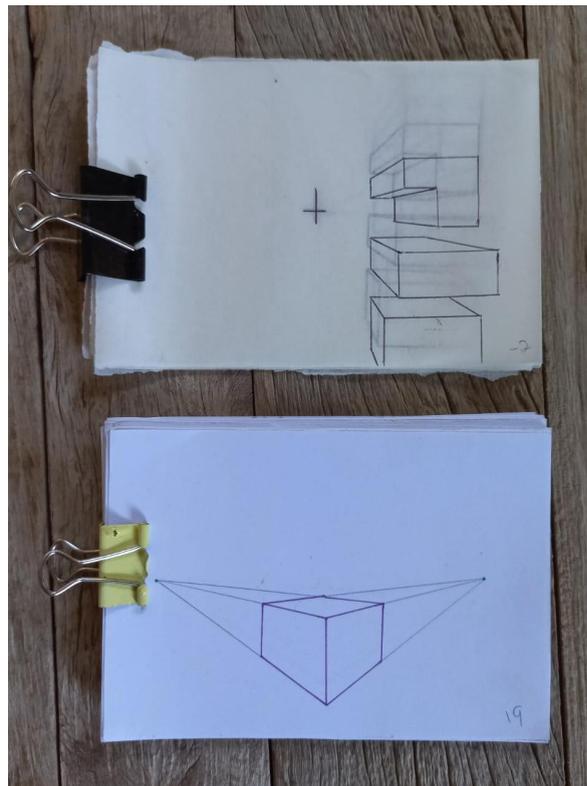
5.1.1.1 Construção do *flipbook*

Na elaboração do *flipbook* temos a grande vantagem e facilidade de não necessitar de nenhum dispositivo como computador ou *smartphone* para sua elaboração ou reprodução, apenas papel e materiais de desenho. Mas é importante observar alguns aspectos do ambiente e dos materiais a serem utilizados. A depender da gramatura e opacidade do papel escolhido e também da iluminação da sala, pode ser difícil enxergar detalhadamente o desenho anterior (que fica na folha de baixo). Este é o desenho que vai ser tomado como referência para posicionar os elementos do próximo quadro e se não é possível vê-lo muito bem, a proporção e coerência do movimento pode ser prejudicada. Por estarmos, nesse caso específico, abordando o desenho geométrico, se faz ainda mais importante que todos os quadros mantenham sua proporção e que o movimento se mantenha o mais coerente possível, com seus objetos mantendo as medidas e distâncias corretas.

Utilizando papéis mais transparentes, como o manteiga por exemplo, a visualização se torna muito mais fácil, mas por outro lado, o processo de folhear acaba sendo fortemente prejudicado, pois esses papéis possuem uma gramatura menor, o que os torna menos firmes para o processo de passar as folhas. Já o papel sulfite proporciona um folhear muito melhor e mais firme, mas a depender da

iluminação alguns detalhes podem não ficar visíveis o suficiente para o decalque. Uma forma de auxiliar a visibilidade em papéis mais opacos seria com a utilização de uma mesa de luz, mas sabemos que tal dispositivo não é tão acessível para disponibilização em sala, ainda assim existem formas de simular o mesmo efeito com uma lanterna de celular por exemplo, ou desenhando contra uma janela de vidro. Medidas não tão simples a serem tomadas, mas possíveis.

Figura 7 - Comparação de *flipbooks* feitos em papel manteiga e sulfite.

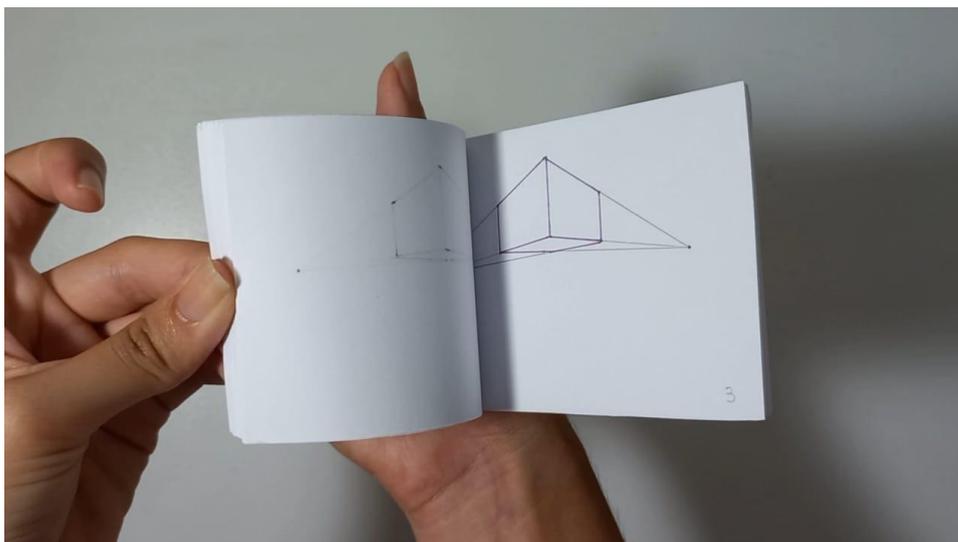


Fonte: A autora (2023)

Outra coisa importante a ser levada em consideração no *flipbook* é o posicionamento dos desenhos dentro do espaço disponível nas folhas⁷. O canto esquerdo é onde normalmente as folhas estão conectadas, então, ao folhear o livro, se existirem elementos muito próximos a esse canto eles terão uma menor visibilidade. Por isso recomendamos que os elementos presentes nos desenhos se concentrem majoritariamente no canto oposto à base do livreto, deixando uma margem de respiro onde fica a fixação das folhas.

⁷ O resultado do *flipbook* usado como exemplo pode ser analisado no endereço: <https://youtu.be/NWlcj-GI83I>

Figura 8 - Análise do posicionamento do desenho dentro do *flipbook*.



Fonte: A autora (2023)

5.1.1.2 Construção do *stop motion*

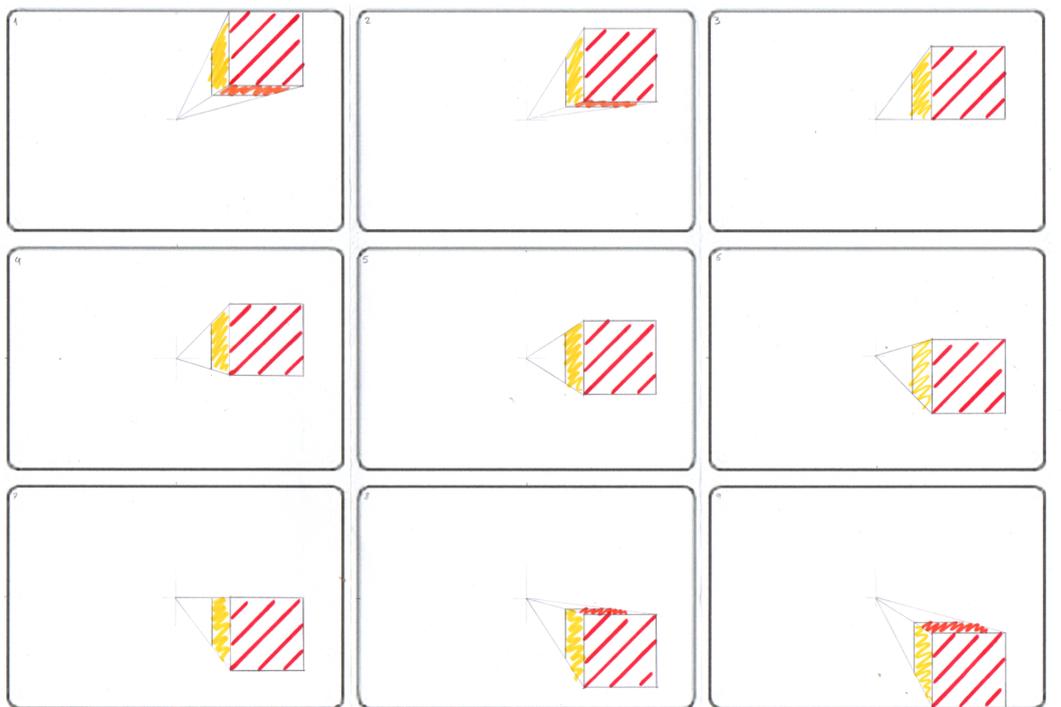
No *stop motion* precisamos de um elemento a mais que pode ser mais difícil dependendo do contexto social dos alunos, um *smartphone* com o aplicativo *Stop Motion Studio* instalado. Caso nem todos os alunos consigam acesso ao aplicativo, é possível estabelecer atividades em grupo ou promover a socialização de um celular equipado com o *app* para a utilização da turma.

Como nossa proposta é a de realizar o *stop motion* dentro da área de geometria gráfica, a intenção é que este seja elaborado a partir do registro de desenhos apenas, então sugerimos que a elaboração desses desenhos seja feita dentro de uma mesma folha, em retângulos de mesmo tamanho divididos igualmente, como pode ser visto nas figuras 9 e 10. Nesses retângulos serão desenhados de forma ordenada cada um dos frames em sequência para posterior fotografia. Uma dica importante é que no momento de fotografar cada quadro é interessante que a iluminação seja constante. Isso dá um aspecto unificado na hora da reprodução, fazendo com que todos os quadros tenham iluminação consistente sem passar a impressão do desenho estar “piscando”⁸.

⁸ É possível observar melhor essa condição a partir do vídeo disponibilizado no seguinte endereço: <https://youtu.be/jhSshaHwFvA>

Nos testes elaborados para estudo da técnica, primeiramente o ponto de fuga foi definido em todos os quadros para utilizarmos como referencial fixo na hora de desenhar, e a partir disso seguimos desenhando cada quadro. No primeiro teste, os quadros foram desenhados em ordem da esquerda para a direita, no mesmo sentido de uma leitura. Durante a construção nesse modelo percebemos que o último desenho da linha ficava no canto direito da folha, e o próximo da sequência acabava sendo o primeiro no canto esquerdo da próxima linha, deixando uma certa distância entre quadros subsequentes.

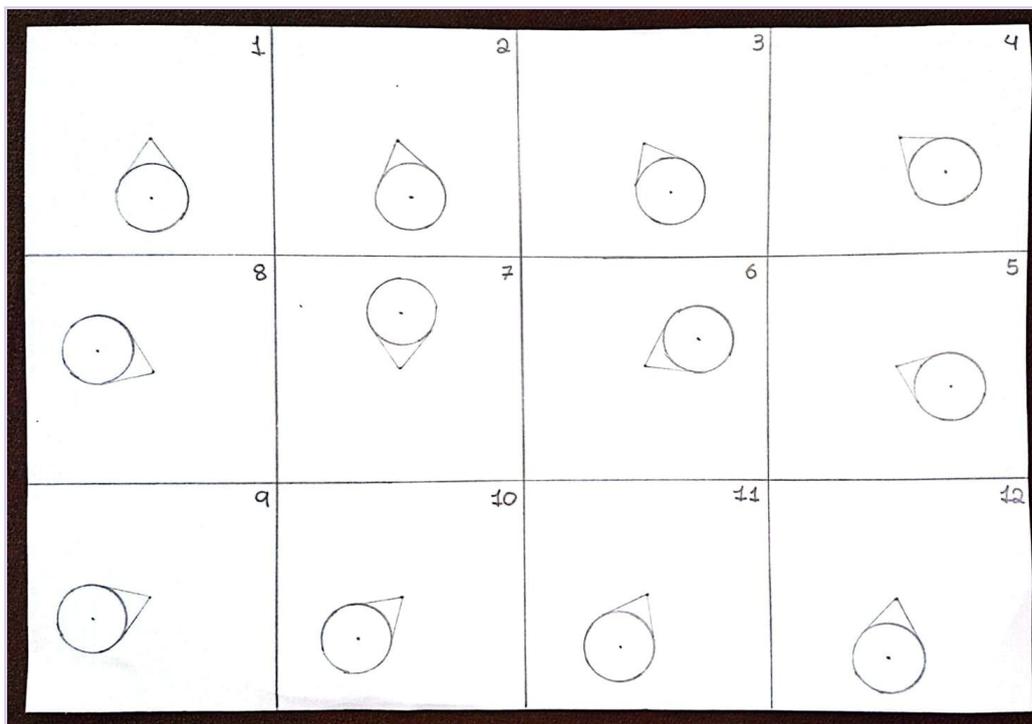
Figura 9 - Modelo de *stop motion* - ordem dos quadros seguindo o sentido de leitura, da esquerda para a direita.



Fonte: A autora (2023)

Então, partimos para a análise da construção de uma sequência que seguisse o sentido de um "S", que se mostrou mais funcional no momento do desenho, por manter sempre uma proximidade entre um quadro com o seu subsequente. Essa proximidade pode auxiliar na construção dos desenhos, pois conseguimos ter um acesso fácil ao desenho "vizinho" caso seja necessário transferir medidas ou distâncias e até mesmo se basear visualmente de forma mais confortável.

Figura 10 - Modelo de *stop motion* - ordem dos quadros seguindo o sentido de “S”⁹.



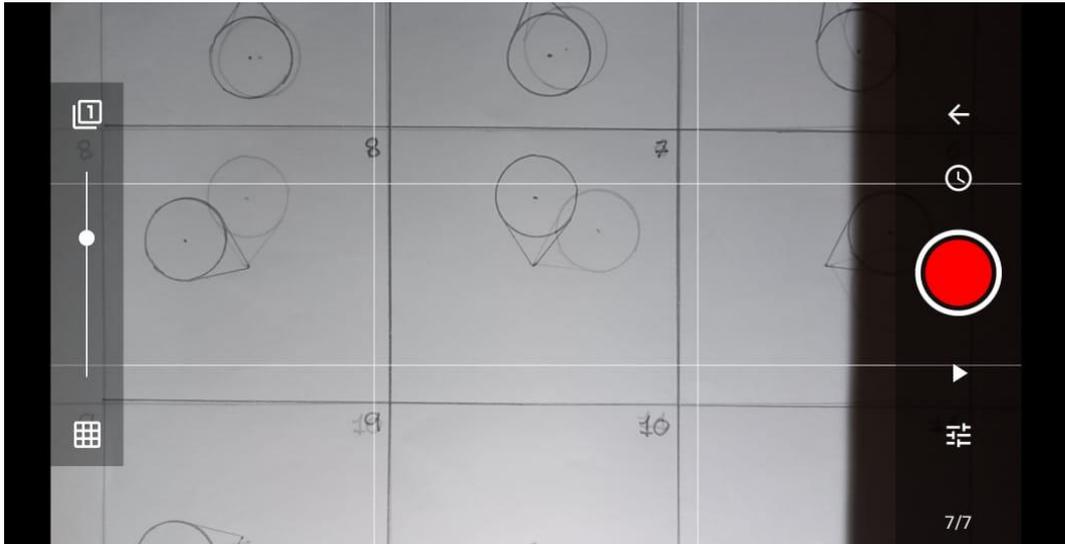
Fonte: A autora (2023)

É interessante também, se possível, que a câmera permaneça parada em um tripé ou algum outro apoio que mantenha a mesma distância entre a câmera e o desenho na hora fotografia de todos os quadros, para que não tenhamos uma espécie de *zoom* com o desenho se aproximando e afastando desmedidamente a cada quadro. No próprio aplicativo *stop motion studio*, existe uma ferramenta chamada “casca de cebola”, que permite que o quadro anterior seja visto sobreposto à próxima imagem que vai ser capturada pela câmera na hora de fotografar, como um rastro ou um fantasma.

O efeito citado é uma ferramenta muito útil pois nos permite visualizar a imagem anterior para que o posicionamento da próxima seja coerente. Esse efeito é, inclusive, muito comum nos *softwares* de animação, pois permite ao desenhista tomar como base o posicionamento do último desenho para posicionar o próximo. Se assemelha à estratégia de tentar ver o desenho da folha de trás na construção do *flipbook*.

⁹ O resultado do stop motion da figura 10 pode ser conferido no endereço: <https://youtu.be/ulvV9WGWD-E>

Figura 11 - Efeito casca de cebola no aplicativo *Stop Motion Studio*.



Fonte: A autora (2023)

Percebemos também que, por na nossa abordagem, tanto o método do *flipbook* quanto do *stop motion* serem produzidos a partir de apenas desenhos, é possível se obter ambas as formas de animação a partir da mesma sequência de desenhos. Podemos produzir o *flipbook*, e depois fotografar cada uma das folhas para obter um *stop motion*. O caminho inverso também se faz possível, onde após a construção do quadro com os *frames* para o *stop motion* é possível recortar cada um e ordenar na forma de um livreto para a obtenção do *flipbook*. Diferentes possibilidades de se chegar a um mesmo resultado.

Por fim, voltamos a destacar a importância da busca por novas metodologias de ensino que acompanhem as evoluções tecnológicas, em especial na área da geometria, que vem enfrentado as problemáticas de sua defasagem. Infelizmente, o planejamento dentro do espaço de tempo disponível no semestre, não foi hábil o suficiente para que se fizesse possível promover o *workshop* aqui apresentado. Mas a proposta segue preparada para aplicação e seus elementos disponíveis para que possam nortear e estimular futuros planejamentos de abordagem docente.

6 CONCLUSÕES

Como já foi mencionado, a cultura digital vem tecendo mudanças sociais de grande impacto nas sociedades contemporâneas. A discussão de como as pessoas interagem com computadores, *smartphones*, redes sociais e aplicativos torna-se, cada dia, mais necessária. No ambiente escolar, a função da cultura digital é oferecer situações didático-pedagógicas aos professores para que eles possam planejar e desenvolver o uso das tecnologias de informação e comunicação e, dessa forma, estimular o processo de aprendizagem e a clareza na adoção dessas tecnologias. Ou seja, diante desse novo cenário, o professor passou a ser um orientador e facilitador no processo de ensino-aprendizagem, estimulando seus educandos a desenvolverem o pensamento crítico e a utilizarem adequadamente a tecnologia.

No decorrer deste trabalho, por meio da análise de pesquisas já existentes na literatura, foi possível atestar a concisa relação entre a habilidade de visualização espacial e a geometria gráfica, além de enxergar como processos de animação manuais podem enriquecer a prática didática dessa área, destacando mais uma vez a estreita relação entre a área da geometria e as técnicas de animação, que se encontram no estudo do movimento e representação do espaço. Entendendo a necessidade de estimular o desenvolvimento do pensamento geométrico e visualização espacial dos alunos, trouxemos como proposta uma abordagem que visa remediar tal defasagem a partir da aplicação de técnicas de animação manuais, sendo elas atividades que estimulam a participação e interesse dos alunos e ainda são capazes de aprofundar os conteúdos e estimular a capacidade de visualização em geometria.

No presente trabalho, focamos na abordagem e utilização dessas técnicas dentro da área de geometria gráfica, contudo, fica claro que as técnicas de animação podem ser utilizadas em diferentes disciplinas, cada qual adaptando e relacionando a proposta das produções com seu próprio conteúdo. Existem pesquisas que vão na nossa mesma direção e abordam o uso de técnicas de animação como ferramenta didática, e nesse sentido já temos trabalhos que conversam e se assemelha com o presente, mas acreditamos que nossa abordagem se difere por se voltar para a aplicação de tais técnicas no estudo da área de geometria gráfica.

Concluimos então, reiterando a importância da visualização espacial no estudo da geometria gráfica e defendendo a utilização de técnicas de animação como ferramenta didática que pode trazer resultados positivos ao processo de ensino-aprendizagem da área, especialmente por apresentarem contribuições para o estímulo e desenvolvimento da habilidade de visualização.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Rodrigo da Silva; CRISPIM, Maria Sônia da Silva; SILVA, Dionísio Souza da; PEIXOTO, Sandra Patrícia Lamenha. A teoria das inteligências múltiplas de Howard Gardner e suas contribuições para a educação inclusiva: construindo uma educação para todos. **Caderno de Graduação - Ciências Humanas e Sociais**. Alagoas, v. 4, n. 2, p. 86-106, 2017. Disponível em: <https://periodicos.set.edu.br/fitshumanas/article/view/4218>. Acesso em: 24 out. 2022.

ANGRY ANIMATOR. **timing, spacing and easing**. YouTube, 17 de abril de 2018. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=EKZJszs3Izk> Acesso em: 30 mar. 2023.

ARTELARIS, Yiannis. **AMB Animation Varied Head Turn Exercise**. YouTube, 3 nov. 2019. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=UDAdMyMGx7w&list=PLXjETfCKnI803SIkCwLT6PYW-UJNZHtxi&index=2>. Acesso em: 30 mar. 2023.

BECKER, Alan. **Os Doze Princípios da Animação**. YouTube, 30 de maio de 2017. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=uDqjldl4bF4>. Acesso em: 30 mar. 2023.

_____. **9. Tempo - 12 Princípios da Animação**. YouTube, 30 de maio de 2017. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=BarOk2p38LQ>. Acesso em: 30 mar. 2023.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018.

CORRÊA, Taís Arthur; MARTINS, Heytor Lemos; MILLAN, Rodrigo Ney; MARANGONI, Antonio Carlos. Uma experiência didática através da ferramenta Stop Motion para o ensino de modelos atômicos. **Holos**, [s.l.], v.6, n. 36, p. 1-12, 2020. Disponível em: <https://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/9986>. Acesso em: 20 out. 2022.

FULGÊNCIO, Vinicius Albuquerque. **Expressão gráfica arquitetônica: um estudo sobre a relação entre os sujeitos, o meio e a produção acadêmica na construção do conhecimento**. 2021. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/22736>. Acesso em: 26 mar. 2023.

GARDNER, Howard. **Inteligências Múltiplas: A Teoria na Prática**. Porto Alegre: Penso, 1995.

GUATAME, Aida Ximena León; BURGOS, Bertha Marlén Velásquez. Desarrollo del pensamiento e inteligencia visual-espacial en estudiantes universitarios. **Tourism And Hospitality International Journal**, [s.l.], v. 17, n. 1, p. 53-74, set. 2021. Disponível em: <http://thijournal.isce.pt/index.php/THIJ/article/view/284>. Acesso em: 20 out. 2022.

GUSE, Hygor Batista. **Um caminho para o aprendizado da geometria a partir da visualização espacial**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Matemática) - Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2018. Disponível em: <https://app.uff.br/riuff/handle/1/13968>. Acesso em: 20 out. 2022.

HADAS, Izabel Cristina. **Design de flipbook para ensino-aprendizagem dos fundamentos da capoeira**. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Design Gráfico) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2014. Disponível em: <http://riut.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/13767>. Acesso em: 13 out. 2022.

JOLY, Maria Cristina Rodrigues Azevedo; MUNER, Luana Comito; SILVA, Diego Vinícius da; PRIETO, Gerardo. Visualização espacial e desempenho em matemática no ensino médio e profissional. **Revista Avaliação Psicológica**, [s.l.], vol. 10, n. 2, p. 181-191, 2011. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/317463344_Visualizacao_espacial_e_desempenho_em_matematica_no_ensino_medio_e_profissional/citations. Acesso em: 21 mar. 2023.

LOPES, Andiará Valentina de Freitas e; GUSMÃO, Mariana Buarque Ribeiro de; CARNEIRO-DA-CUNHA, Maximiliano. Quem somos? O que fazemos? Para onde vamos? Uma reflexão epistemológica sobre a geometria gráfica. **Revista Brasileira de Expressão Gráfica**, [s.l.], v. 7, n. 2, p. 63-80, 2019. Disponível em: <http://rbeg.net/index.php/rbeg/article/view/81>. Acesso em: 26 mar. 2023.

LORENZATO, Sérgio. Por que não ensinar geometria? São Paulo: **Revista da Sociedade Brasileira de Educação Matemática**, Campinas, v.1, n. 7, p. 3-13, 1995. Disponível em: <http://funes.uniandes.edu.co/27521/>. Acesso em: 07 mar. 2023.

MARTINS, Guidson; GALEGO, Luis Gustavo da Conceição; ARAÚJO, Carlos Henrique Medeiros de. Análise da produção de vídeos didáticos de Biologia Celular em stop motion com base na Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 10, n. 3, p. 185-205, 2017. Disponível em: <https://revistas.utfpr.edu.br/rbect/article/view/5060>. Acesso em: 25/04/2023

MONTENEGRO, Gildo. **A perspectiva dos profissionais**. São Paulo: Editora Blucher, 2010.

OLIVEIRA, Severina Jaqueline Alves de. **Brinquedos ópticos e o cinema de animação em aulas de arte**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Artes Visuais) – Unidade Acadêmica de Educação a Distância, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2019. Disponível em: <https://repository.ufrpe.br/handle/123456789/3618>. Acesso em: 14 abr. 2023.

PAIXÃO, José Anderson dos Santos. **Proposta de uma sequência didática sobre a gametogênese humana baseada na técnica do stop-motion**. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Biológicas) - Universidade Federal de Pernambuco. Vitória de Santo Antão, 2023.

PURVES, Barry. **Animação Básica 02: Stop-motion**. Porto Alegre: Bookman, 2011.

RÊGO, Rejane de Moraes. **Educação Gráfica e Projeção Arquitetônica: as relações entre a capacidade visiográfica-tridimensional e a utilização da modelagem geométrica 3d**. São Paulo: Editora Blucher, 2011.

SETTIMY, Thaís Fernanda de Oliveira; BAIRRAL, Marcelo Almeida. Dificuldades envolvendo a visualização em geometria espacial. **Vidya**, Santa Maria, v. 40, n. 1, p. 177-195, 2020. Disponível em: <https://periodicos.ufn.edu.br/index.php/VIDYA/article/view/3219>. Acesso em: 13 out. 2022.

SILVA, Elizabeth Cristina Rosendo Tomé da. **Concepção de uma sequência didática para o estudo de projeções cônicas com auxílio de um software de geometria dinâmica**. 2017 Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Expressão Gráfica) - Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2017.

SOUZA, Maria Clara Gomes Cabral de. **Uma experiência de ensino: o uso da geometria gráfica em *concepts* de ilustração**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Expressão Gráfica) - Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2017.

STOP MOTION STUDIO APP. **01 First Steps - Stop Motion Studio Tutorial**. YouTube, 4 de jan. de 2021. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=-DzV3-1InTQ>. Acesso em: 30 mar. 2023.

RODRIGUES, Ana Clara Lima. Uso das tecnologias na escola: Stop Motion como ferramenta de ensino e aprendizagem. **Revista de Educação Popular**, Uberlândia, v. 18, n. 2, p. 252-269, 2019.

TOZATO, Eva Bernadete Budniak; THORMANN, Águeda Teresinha Tocchetto. **Da imagem ao movimento: aventuras do 5º ano com animação**. 2013. Monografia

(Especialização em Mídias Integradas na Educação) - Universidade Federal do Paraná. Colombo, 2013. Disponível em: <https://www.acervodigital.ufpr.br/handle/1884/52080>. Acesso em: 20 out. 2022.

VALENTE, Vania Cristina Pires Nogueira; PEREIRA, Tamires Trindade. Aprimoramento da capacidade de visualização espacial com a utilização de hologramas. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING AND COMPUTER EDUCATION, 9., 2015, Zilina, Eslováquia. **Anais eletrônicos**. Braga, Portugal, 2015. p. 142-146. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/135773>. Acesso em: 20 out. 2022.

WERNECK, Daniel Leal. **Estratégias digitais para o cinema de animação independente**. 2005. Dissertação (Mestrado em Artes Visuais) - Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, 2005. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/VPQZ-75VP3W>. Acesso em: 14 abr. 2023.

WILLIAMS, Richard. **The Animator's Survival Kit: A Working Manual of Methods, Principles, and Formulas for Computer, Stop-motion, Games and Classical Animators**. London: Faber & Faber, 2001.

ZABALA, Antoni. **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

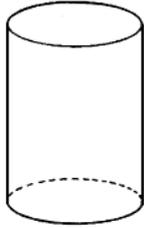
APÊNDICE A – MODELO DE SONDAGEM
SONDAGEM

Nome: _____

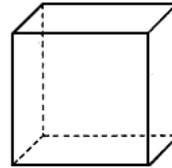
Data: ___/___/___

1 - Represente as vistas frontal, lateral e superior dos sólidos geométricos a seguir:

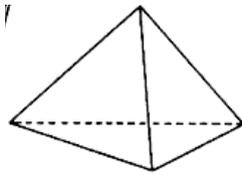
a) Cilindro:



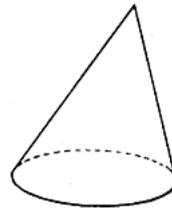
b) Cubo:



c) Tetraedro:



d) Cone oblíquo:



2 - O que é perspectiva?

3 - Represente a perspectiva cônica de um cubo utilizando 2 pontos de fuga:

4 - Represente a perspectiva cônica de um paralelepípedo utilizando 1 ponto de fuga, com o objeto acima da linha do horizonte:

5 - Que relação você percebe entre a linha do horizonte e os pontos de fuga?

5 - Como a geometria pode se relacionar com o movimento?

APÊNDICE B – SEQUÊNCIA DIDÁTICA

SEQUÊNCIA DIDÁTICA - PLANO DE ENSINO		
Área de estudo:	Público alvo:	Carga horária:
Geometria gráfica e técnicas de animação.	Professores de matemática do ensino fundamental.	6h
Conteúdos abordados:		Etapas:
<ul style="list-style-type: none"> ● Sistema mongeano; ● Perspectiva cônica - pontos de fuga; ● Visualização espacial; ● Princípios da animação. 		Dois momentos - das 9h às 12h e das 14h às 17h
Objetivos:		
<ul style="list-style-type: none"> ● Realizar uma sondagem para identificar os conhecimentos prévios dos participantes acerca da perspectiva cônica; ● Impulsionar um debate trazendo reflexões sobre a problemática do ensino da geometria atualmente no país e a importância da visualização espacial para a aprendizagem dos alunos; ● Apresentar os conceitos de animação e alguns de seus princípios mais fundamentais; ● Justificar o uso de técnicas de animação como ferramenta didática dentro da área de geometria; ● Demonstrar manualmente as técnicas de construção do <i>flipbook</i> e do <i>stop motion</i>; ● Propor e auxiliar a produção de, pelo menos, 2 animações por cada participante, um <i>stop motion</i> e um <i>flipbook</i>; ● Viabilizar experiências práticas na elaboração das técnicas para os professores obtenham maior compreensão acerca de seu possível objeto de ensino; ● Promover a socialização das produções elaboradas, gerando um momento de troca de experiências e percepções, estimulando outro debate com o intuito de averiguar as percepções de cada um sobre a experiência decorrer da Sequência Didática; ● Nortear e inspirar futuros planejamentos de aula e instigar nos docentes a busca por aperfeiçoamento na área de geometria. 		
Habilidades da BNCC envolvidas:		

(EF01MA11) Descrever a localização de pessoas e de objetos no espaço em relação à sua própria posição, utilizando termos como à direita, à esquerda, em frente, atrás;

(EF01MA12) Descrever a localização de pessoas e de objetos no espaço segundo um dado ponto de referência, compreendendo que, para a utilização de termos que se referem à posição, como direita, esquerda, em cima, em baixo, é necessário explicitar-se o referencial;

(EF02MA12) Identificar e registrar, em linguagem verbal ou não verbal, a localização e os deslocamentos de pessoas e de objetos no espaço, considerando mais de um ponto de referência, e indicar as mudanças de direção e de sentido;

(EF03MA12) Descrever e representar, por meio de esboços de trajetos ou utilizando croquis e maquetes, a movimentação de pessoas ou de objetos no espaço, incluindo mudanças de direção e sentido, com base em diferentes pontos de referência;

(EF04MA16) Descrever deslocamentos e localização de pessoas e de objetos no espaço, por meio de malhas quadriculadas e representações como desenhos, mapas, planta baixa e croquis, empregando termos como direita e esquerda, mudanças de direção e sentido, intersecção, transversais, paralelas e perpendiculares;

(EF05MA15) Interpretar, descrever e representar a localização ou movimentação de objetos no plano cartesiano (1º quadrante), utilizando coordenadas cartesianas, indicando mudanças de direção e de sentido e giros.

Desenvolvimento:

Primeiro momento (3h):

- Dispor uma atividade de sondagem para verificar os conhecimentos prévios dos participantes acerca da perspectiva cônica;
- Apresentar os objetivos da sequência didática;
- Instigar um debate sobre o ensino da geometria e a importância da visualização espacial para a aprendizagem dos alunos, buscando compreender as expectativas dos participantes com relação ao workshop;
- Apresentar o tema explicando do que se trata uma animação, e trazendo alguns exemplos de desenhos e filmes conhecidos onde as técnicas foram utilizadas;
- Expor os princípios da animação de forma sucinta, dando foco a três: Temporização, Aceleração e desaceleração e Desenho volumétrico.

Segundo momento (3h):

- Demonstrar como se dá a utilização das técnicas e princípios na produção de uma animação manual em *flipbook*;
- Apresentar a interface e funcionamento do aplicativo *Stop Motion Studio*;
- Propor a elaboração de 2 animações por cada participante: um *flipbook* e um

stop motion onde cada um represente diferentes deslocamentos de figuras geométricas tridimensionais, utilizando pontos de fuga;

- Finalizar as produções com a socialização das animações elaboradas por todos os participantes;
- Estimular um último debate com o intuito de saber as percepções de cada um sobre os conceitos e problemáticas abordados no decorrer da sequência didática.

Materiais necessários:

Computador; Projetor; Apresentação de slides; Papéis; Lápis, Canetas, Esquadros, Smartphones com acesso à internet.

Avaliação:

A partir das produções elaboradas pelos participantes, será analisado se todos foram capazes de compreender e reproduzir os conceitos e princípios da animação expostos durante a explicação. Durante o debate, analisar a fala dos participantes para perceber se consideraram a experiência enriquecedora de alguma forma e se acreditam que as técnicas explanadas podem otimizar suas abordagens de geometria em sala de aula. Através do debate, analisar também se os participantes refletiram sobre a importância da visualização espacial e se demonstraram interesse em buscar por aperfeiçoamento na área de geometria.

Bibliografia:

BECKER, Alan. **Os Doze Princípios da Animação**. YouTube, 30 de maio de 2017. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=uDqjldl4bF4>. Acesso em: 30 mar. 2023.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018.

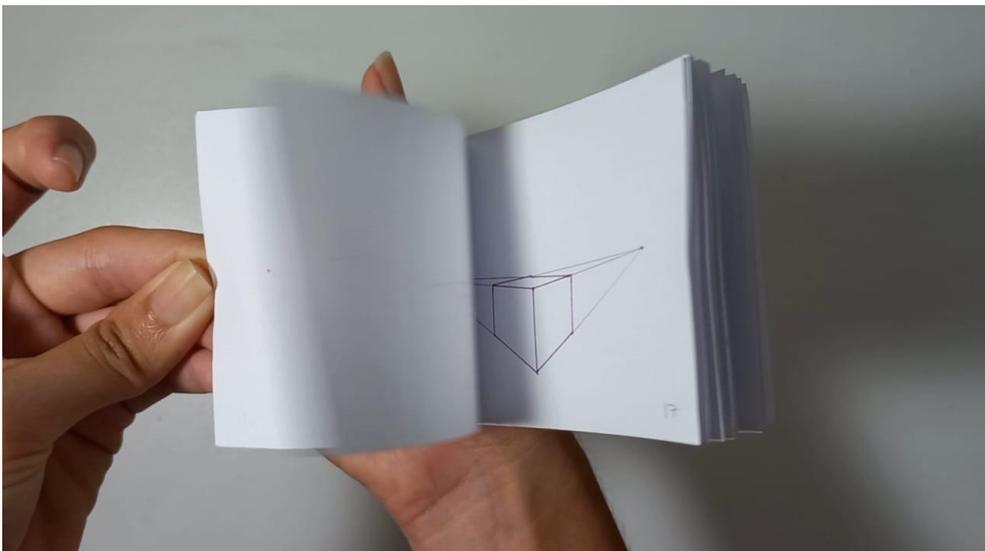
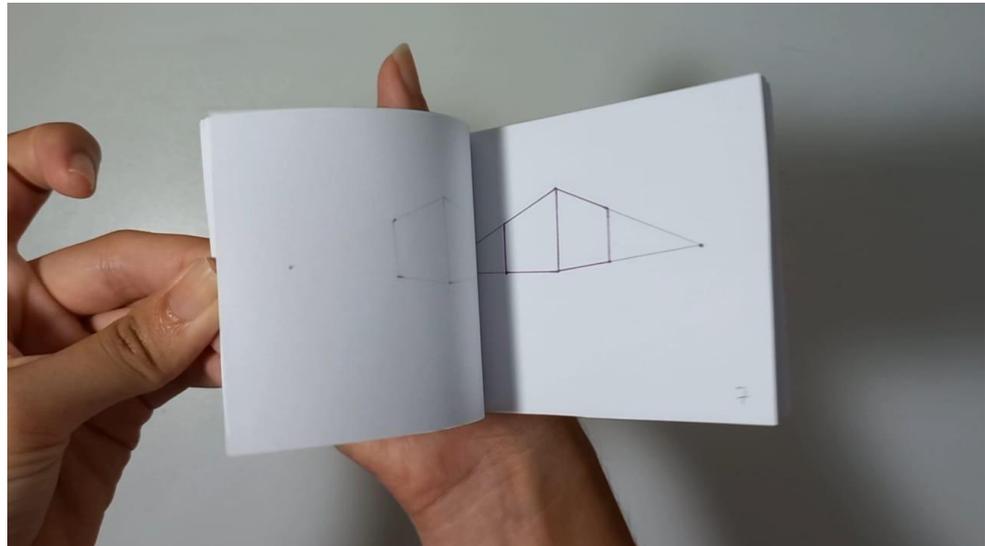
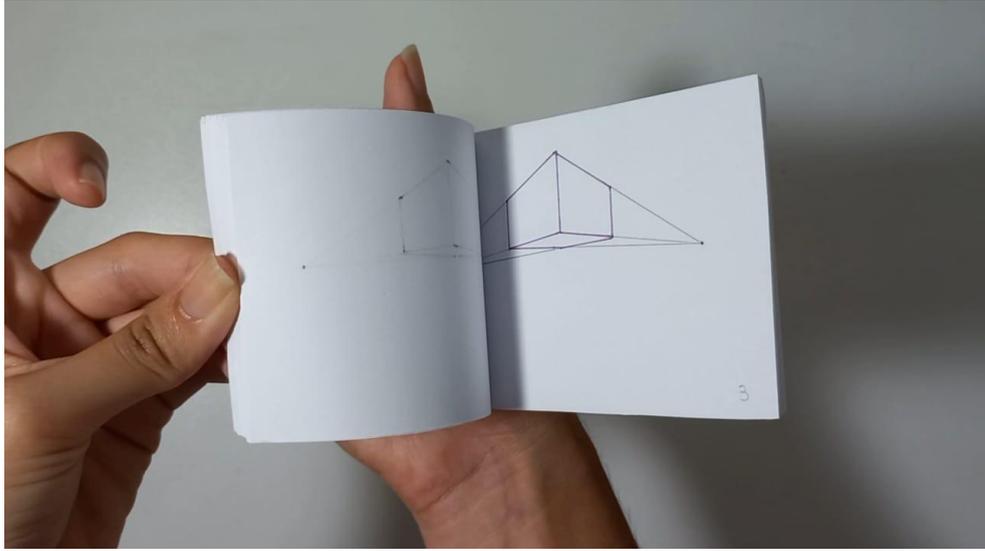
LORENZATO, Sérgio. **Por que não ensinar geometria?** São Paulo: Revista da Sociedade Brasileira de Educação Matemática, Campinas, v.1, n. 7, p. 3-13, 1995. Disponível em: <http://funes.uniandes.edu.co/27521/>. Acesso em: 07 mar. 2023.

MONTENEGRO, Gildo. **A perspectiva dos profissionais**. São Paulo: Editora Blucher, 2010.

STOP MOTION STUDIO APP. **01 First Steps - Stop Motion Studio Tutorial**. YouTube, 4 de jan. de 2021. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=-DzV3-1lnTQ>. Acesso em: 30 mar. 2023.

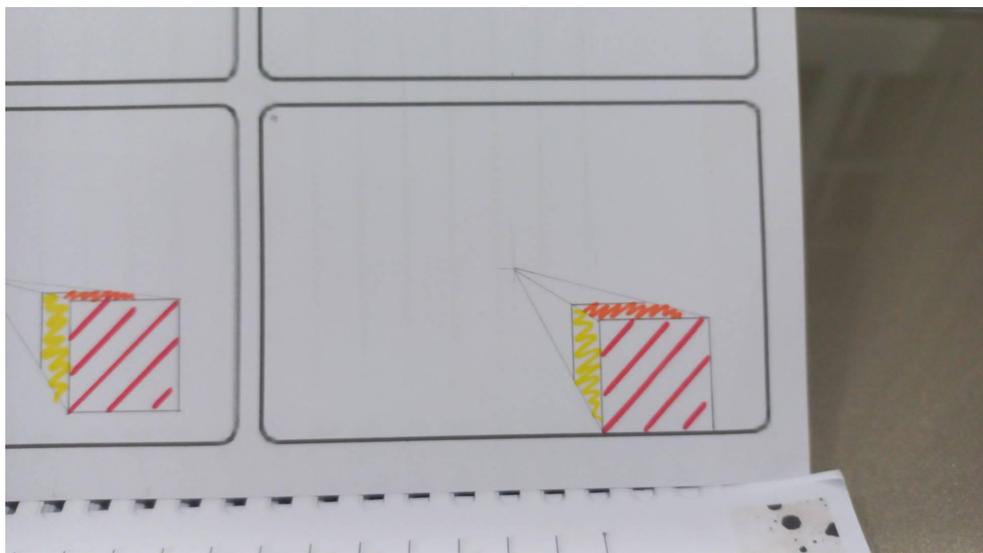
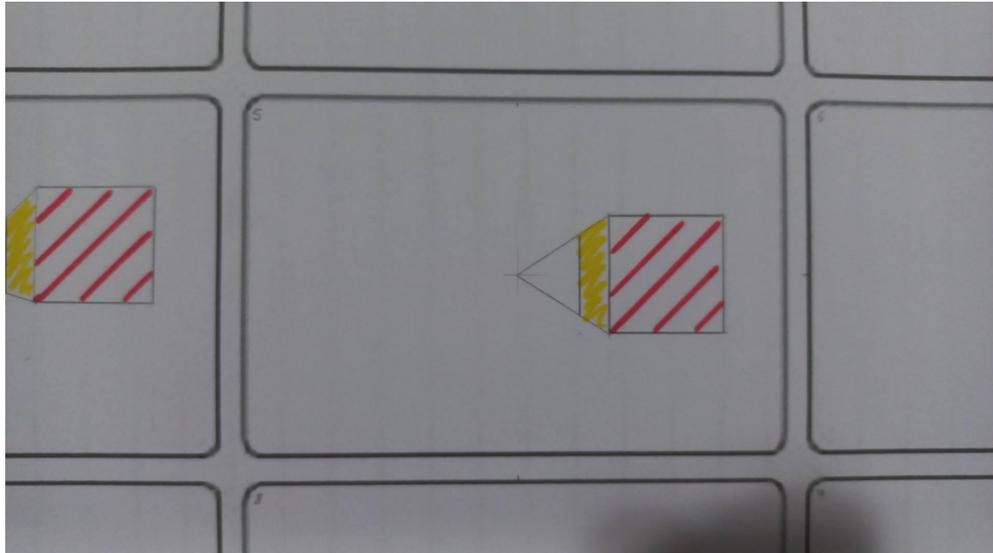
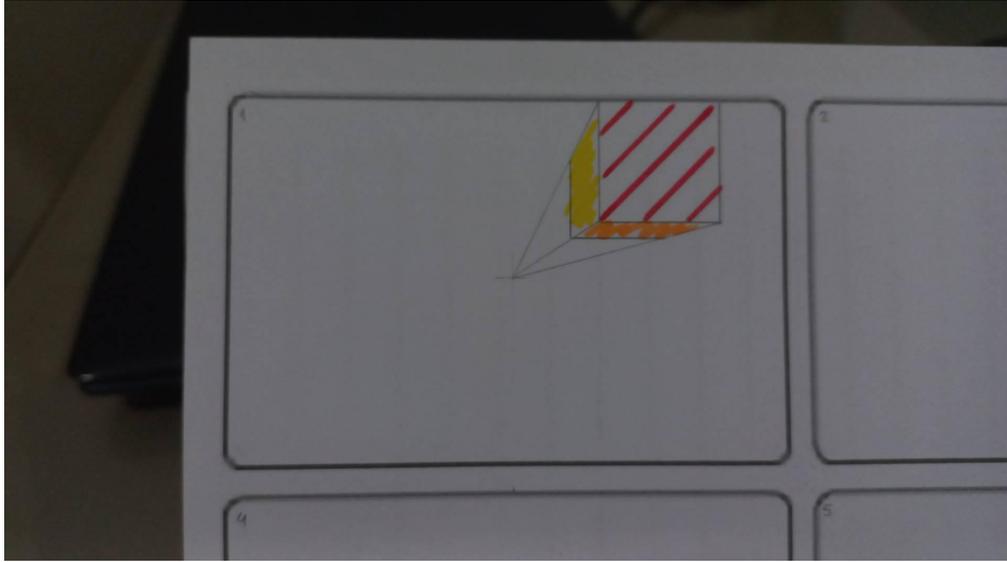
WILLIAMS, Richard. **The Animator's Survival Kit: A Working Manual of Methods, Principles, and Formulas for Computer, Stop-motion, Games and Classical Animators.** London: Faber & Faber, 2001.

WERNECK, Daniel Leal. **Estratégias digitais para o cinema de animação independente.** 2005. Dissertação (Mestrado em Artes Visuais) - Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, 2005. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/VPQZ-75VP3W>. Acesso em: 14 abr. 2023.

APÊNDICE C – ESTUDO DE FLIPBOOK

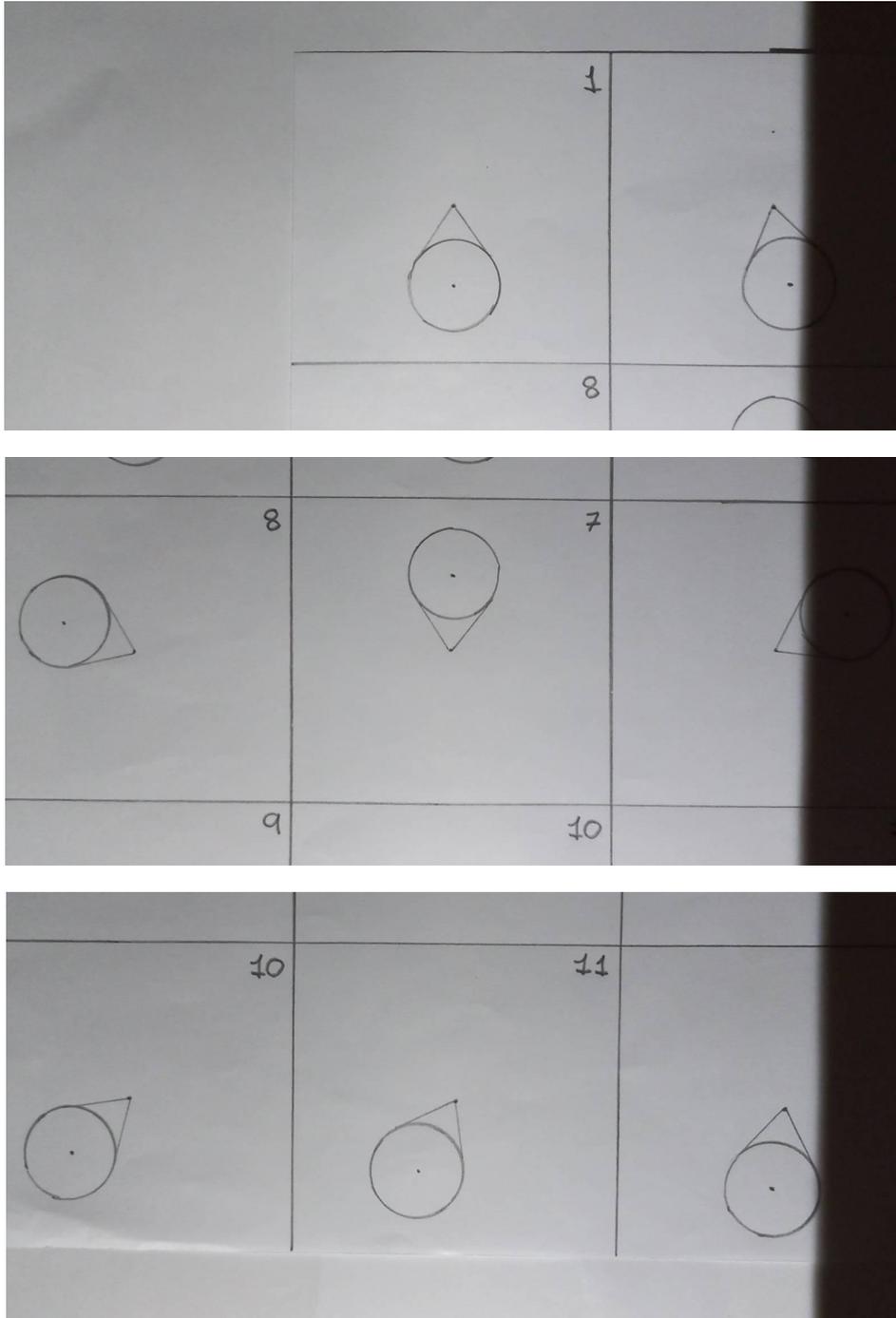
Disponível em: <https://youtu.be/NWlCj-GI83I>.

APÊNDICE D – ESTUDO DE STOP MOTION 01



Disponível em: <https://youtu.be/jhSshaHwFvA>.

APÊNDICE E – ESTUDO DE STOP MOTION 02



Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=ulvV9WGWD-E>.