



Universidade Federal de São Carlos - UFScar
Campus Sorocaba

Material de orientação para a produção de animações em Stop Motion no Ensino de Física

Danilo de Moraes

Material de orientação para a produção de animações em Stop Motion no Ensino de Física

Autor: Danilo de Moraes

Orientadora: Profa. Dra. Fernanda Keila Marinho da Silva

Coorientador: Prof. Dr. Tersio Guilherme de Souza Cruz

Sorocaba, 2021

Apresentação

Minhas primeiras experiências como professor de Física ocorreram em 2010 quando iniciei o curso de bacharelado em Física na Unicamp. Sempre tive interesse pela sala de aula, me encantei com diversos professores que tive e me pareceu um caminho natural aprender a ciência e transmitir meus conhecimentos na sala de aula. Nesse momento minha concentração foi em aprender Física e ambicionava imitar os professores que me inspiraram a seguir essa carreira.

Aos poucos minha noção foi se tornando mais profunda e pude perceber que ser um especialista em Física era útil mas insuficiente para ser um bom professor de Física. Conheci na universidade a Educação como área de conhecimento e quis me enveredar nessa área, o que me levou a me transferir para a licenciatura em Física na UFSCar, campus Sorocaba em 2012.

Por todo o período da minha licenciatura atuei paralelamente como professor. O vínculo professor-estudante me levava a refletir e aprimorar minha prática sob os prismas das disciplinas e assim me coloquei em contato com a pesquisa docente, mesmo que em um primeiro momento não tivesse consciência dos conceitos por trás dessa prática. Me vi como professor construindo conhecimentos a partir da reflexão de minhas próprias práticas amparadas nos conhecimentos acadêmicos que me eram apresentados. A pesquisa de professor, tornou-se algo muito interessante para mim, tendo em vista que a prática docente estará sempre presente em minha vida e, conseqüentemente, a pesquisa, que vejo como uma ferramenta fundamental dessa prática.

Escrevi em minha monografia uma pesquisa docente e minha forma de ver meu cotidiano de trabalho nunca mais foi a mesma. Distante da visão clássica que a sala de aula é meramente um local onde o professor “dá aulas”, percebo a sala de aula como um local de construção coletiva de conhecimento, onde o professor é um mediador entre o aluno e a cultura científica, e sendo assim um exemplo de aprendizagem. O professor é um pesquisador, que em meio a sua própria prática planeja, executa e avalia o seu ambiente escolar. O mestrado profissional foi um caminho natural para a prática de pesquisa docente, possibilitando levar às minhas aulas cada vez mais um material autônomo, planejado e executado de forma crítica.

No Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, MNPEF, tive a oportunidade de buscar através da pesquisa o aprimoramento da minha prática docente. O produto aqui apresentado foi desenvolvido nesse programa de mestrado e discussões mais aprofundadas sobre o produto e sua aplicação em sala de aula, encontram-se na dissertação apresentada.

Apresentação

Temos consciência que a prática do professor não pode ser descrita como imutável. A prática docente e sua pesquisa se retroalimentam e se adaptam às circunstâncias, de forma que os desafios já são esperados e com eles trabalhamos em nosso cotidiano. Apesar disso, o ano de 2020 trouxe desafios inesperados aos professores devido à pandemia de COVID-19, o desenvolvimento desse produto, assim como a aplicação do produto e a escrita da minha dissertação de mestrado ocorreram em meio a esse contexto. Apesar das dificuldades em adaptar as atividades de sala de aula para essa nova situação não presencial, nosso produto pôde ser adaptado e enquadrou-se bem nesse cenário já que utiliza-se de Novas Tecnologias de Informação e Comunicação, as quais constituíram uma das principais ferramentas nesse momento.

É bem conhecido por nós professores que, mesmo em situações normais, a Física é uma disciplina com conceitos que exigem um alto nível de abstração e que por muitas vezes estuda estruturas que estão além dos sentidos humanos. Esses fatores podem gerar dificuldades que afastam os alunos dessa área de conhecimento.

Buscando uma solução, professores e livros didáticos tem-se utilizados cada vez mais de imagens. Porém, a dificuldade de representar movimentos e processos em uma figura estática não pode ser subestimada. Por muitas vezes os esquemas construídos pelo professor não poderão ser compreendidos por todos os alunos e o tempo e trabalho demandado para que o professor crie figuras em uma lousa pode não valer a pena. Em meio a essas dificuldades, as animações mostram seu potencial por não se limitarem à imagens estáticas e a partir dessa ideia iniciamos o desenvolvimento desse produto.

Em uma breve procura nas principais plataformas de vídeo na internet, ao pesquisarmos temas relacionados à Física, podemos encontrar uma grande variedade de vídeo aulas criadas por outros professores. Essas vídeo aulas tem os alunos como público-alvo e visam satisfazer as necessidades mais presentes na sociedade: estudar para uma prova, vestibular, concurso público, etc. Dessa forma, essas aulas costumam ser conteudistas e tradicionais, com lousa e resolução de problemas, são poucos os vídeos que mostram experimentos ou representam situações que nos desdobramos para explicar em sala de aula.

Em plataformas de ensino privado, onde o acesso é restrito aos funcionários, pude encontrar diversas animações, simuladores bem produzidos e adequados às próprias aulas do material, mas falta esse tipo de conteúdo com acesso livre na internet. Em relação aos simuladores, os vídeos mostram-se instrumentos mais fáceis de disponibilizar, distribuir e exibir, sendo uma ferramenta fácil em tempos de *smartphones* que substituem filmadoras e reprodutores de vídeo.

Apresentação

Nesse contexto, comecei a sentir a necessidade de criar vídeos em sala de aula para substituir algumas imagens, gestos e analogias que tentava, com dificuldade, executar na sala de aula. A situação de aulas não presenciais durante a pandemia de COVID-19 mostrou-se um obstáculo extra nessas explanações. Com a dificuldade de encontrar bons vídeos que ilustrem as situações, é fortalecida a necessidade de que o professor possa criar seus próprios vídeos para complementar suas explicações.

Existem plataforma computacionais que permitem a programação de animações elaboradas, mas tomam muito tempo e trabalho e considero que muitos professores, assim como eu, não estão plenamente habituados com essas interfaces e linguagens de programação. A possibilidade de filmar pode ser um recurso interessante, porém, para filmar um experimento necessita-se de uma montagem real, e muitos exemplos clássicos da Física são complicados, senão impossíveis, de serem realizados em casa ou em pequenos laboratórios didáticos. Como alternativa surge a ideia de utilizar animação em *stop motion* para recriar fenômenos físicos.

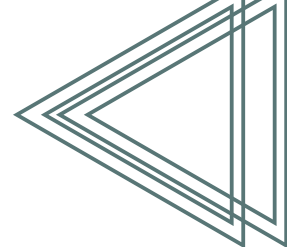
A animação em *stop motion* é criada a partir de uma sequência de fotografias, o produtor sempre trabalha com situações estáticas: tira-se uma fotografia do modelo, altera-se levemente a situação e repete-se esse processo. A situação é alterada pela própria mão do produtor, pode-se criar velocidades, acelerações, forças, de acordo com a vontade e a necessidade de quem fotografa.

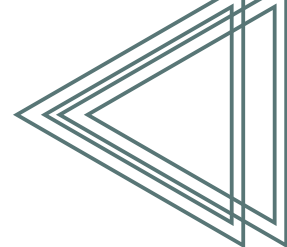
Ao exibirmos o conjunto de fotografias sequencialmente e de forma rápida, cria-se a sensação de movimento, transformando-se o conjunto de fotografias em um filme. Nas seções seguintes faremos reflexões sobre como a percepção dos alunos deve ser considerada no ensino de ciências e também sobre a constituição do *stop motion* como gênero de animação. Por fim, apresentaremos um manual de utilização de um aplicativo para a produção de *stop motion* e algumas considerações finais.

Atenciosamente,
Danilo de Moraes
O autor

Sumário

1. A intuição e o ensino de ciências.....	7
2. O <i>Stop Motion</i>	13
3. Produção de <i>Stop Motion</i> : A busca de Ferramentas.....	15
4. Manual para a utilização do aplicativo <i>Stop Motion Studio</i> ..	18
5. Links de Apoio.....	27
6. Considerações Finais.....	28
7. Referências.....	30





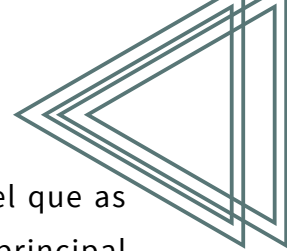
1. A Intuição e o Ensino de Ciências

Uma imagem nunca representa somente o objeto ao qual ela se refere, essa representação nunca é perfeita, é sempre produto de uma construção humana (SILVA, 2005). De forma que a percepção de quem produz uma imagem está embutida em seu conteúdo. Toda imagem é um recorte da realidade que não pode ser separada da visão de seu criador. Cabe a nós, compreender da melhor maneira possível como nossa percepção atua nessa produção e como a percepção dos alunos atuará.

No desenvolvimento das teorias de aprendizagem, os pensadores que introduziram a importância da percepção do indivíduo sobre o ambiente foram os chamados Gestaltistas. Segundo Lefrançois (2008), o termo “*Gestalt*”, é uma palavra alemã que, embora não tenha tradução exata na língua portuguesa, pode ser compreendida como “*Todo*”. Na primeira metade do século XX, a psicologia estava fortemente dividida. A psicologia tradicional era baseada na introspecção, através da indagação e especulação de como a consciência deveria ser. Em contrapartida, novos pensadores, chamados de Behavioristas, defendiam que a essência da aprendizagem estava nos comportamentos e sua interação com o ambiente.

Em ambas as abordagens a percepção seguia uma análise atomista, na qual se acredita que podemos estudar as partes para a compreensão do todo. A psicologia da *Gestalt* surge como uma análise à parte, na qual acredita-se que a totalidade é diferente da soma das partes. Não pode-se pensar em uma soma de estímulos gerando uma resposta do indivíduo, e sim, analisar a totalidade do quadro, o conjunto inteiro, e ainda a forma com que esse se relaciona com as percepções do indivíduo, de maneira que a consciência está intimamente ligada ao ambiente pela percepção.

As teorias constituintes dessa linha de pensamento foram inicialmente formuladas e sistematicamente testadas pelos pesquisadores alemães Max Wertheimer (1880-1943), Wolfgang Köhler (1887-1967) e Kurt Koffka (1886- 1941). Os três pesquisadores e amigos se formaram na Universidade de Berlim e trabalharam juntos em suas pesquisas, complementando-se. Max Wertheimer, o mais velho, é tido como uma liderança intelectual da Gestalt, porém Koffka e Köhler realizaram diversos testes e colaboram fortemente na divulgação de suas novas ideias. Os três fugiram da Alemanha na época da perseguição nazista e se estabeleceram nos Estados Unidos, de forma que fizeram parte da academia americana, confrontando ideias Behavioristas que estavam a pleno desenvolvimento na América.



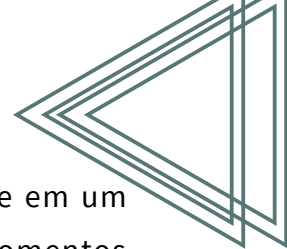
Ao estudar a percepção do indivíduo sobre os estímulos visuais, foi inevitável que as ideias da *Gestalt* fossem relacionadas à compreensão da estética e da arte. O principal estudioso dessa relação foi Rudolf Arnheim (1904-2007). Nascido em Berlim, Arnheim conviveu com os primeiros Gestaltistas na Universidade de Berlim, na qual foi orientado em seu doutorado por Köhler e Wertheimer (GESTALT, 2019).

Lefrançois (2008) apresenta as bases desse pensamento. Podemos destacar dois pontos principais que fundamentam as ideias da Gestalt. Primeiramente, Köhler estudou o comportamento dos macacos, e pode perceber em suas observações que para resolver problemas, alguns animais paravam e refletiam, buscando a solução e posteriormente a colocava em ação. Esse comportamento é diferente do esperado por Behavioristas como Thorndike, que acreditavam que em situações novas, os animais encontrariam as soluções pelo padrão de tentativa e erro. Köhler chama essa elaboração da solução de *Insight*, e acredita que os animais aprendam através de *Insights*.

O segundo ponto a destacarmos é que os Gestaltistas valorizaram a percepção do indivíduo, formulando um conjunto de leis da percepção. É importante ressaltar que ao estudar a percepção, também estudamos o próprio pensamento já que pensamento e percepção são intrínsecos. A percepção é um processo ativo de interação entre o indivíduo e o seu ambiente, de forma que mesmo ao receber os estímulos, o estímulo já é processado, é mediado pela mente, não podendo ser diretamente associado a respostas. As respostas possíveis a estímulos estão condicionados a percepção de cada indivíduo que pode ser totalmente diferente mesmo para estímulos iguais.

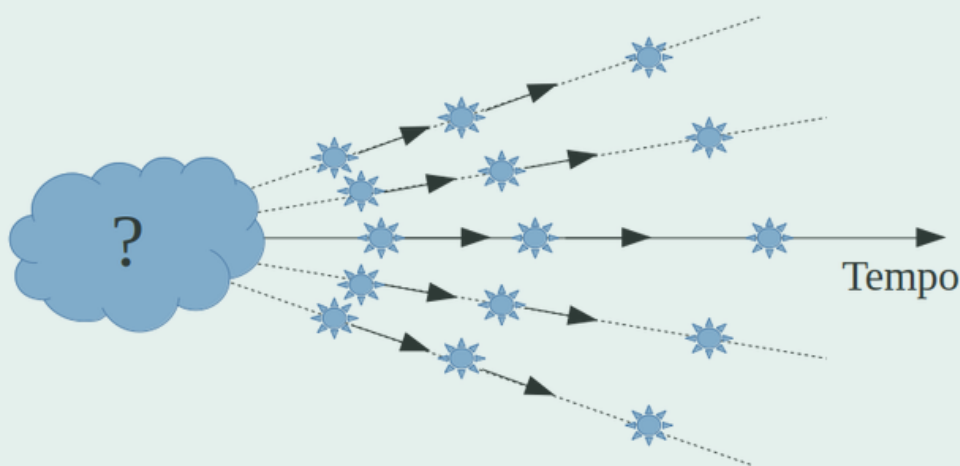
O princípio primário que governa a percepção e o pensamento é o princípio da boa forma, originalmente nomeado de *Prägnanz*. Esse princípio explica como os indivíduos produzem os *insights* para a resolução dos problemas. Os *insights* ocorrem na formação de um cenário mental do problema, quando o cérebro organiza os elementos na “melhor” forma possível. Para compreender o conceito do que seria essa melhor forma, introduzem princípios básicos de organização do cérebro, tendências que caracterizariam a chamada “boa forma”.

O primeiro princípio que citaremos é o princípio do fechamento. Esse princípio mostra que a mente tem uma tendência de completar figuras. Dessa forma, ao observar uma imagem incompleta, nosso cérebro tende a completá-la. O mesmo vale para palavras ou melodias incompletas e pode ser generalizado para completar até mesmo cenários complexos. Podemos utilizar a compreensão da lei de Hubble, de que o universo está se expandindo (ASSIS, 2008) como um exemplo de aplicação do princípio de fechamento na Física.



Ao perceber que todos os corpos celestes estão se afastando, imagina-se que em um momento anterior, eles estariam mais próximos. No limite ao ir pensando em momentos anteriores, chegaríamos na ideia de que no instante inicial, todos os corpos celestes estariam no mesmo lugar, conforme mostra a figura 1. Um pensamento visual tão simples permite o entendimento de uma teoria complexa como o Big Bang.

Figura 1: Ao observar que todas as estrelas estão se afastando, é evidente para nosso pensamento que em um instante anterior as estrelas estariam mais próximas.



Fonte: Elaborado pelo autor.

O segundo princípio é o princípio da continuidade, que também pode ser visto no exemplo citado anteriormente. Esse princípio nos afirma que fenômenos perceptivos tendem a ser vistos como contínuos. No exemplo anterior, observando as imagens no decorrer do tempo, esperamos que seu comportamento seja contínuo nos tempos anteriores.

Na sequência temos o princípio da similaridade, que mostra que nosso cérebro tende a categorizar imagens por sua semelhança, juntando partes de um quadro conforme a similaridade delas.

Por fim, temos o princípio da proximidade, que mostra que o cérebro tende a agrupar partes próximas de uma imagem maior. Assim, embora a similaridade seja importante para o agrupamento das partes de um todo, a proximidade das partes também influencia na forma de agrupamento.



Com esses quatro princípios, podemos reafirmar que a percepção de uma situação não é algo passivo, nosso pensamento atua na percepção, organiza partes de um todo, produz *insights*. Baseado nisso, podemos pensar que a percepção não deve ser deixada de lado. Ao basear a aprendizagem em estímulos e respostas sem nos preocuparmos com a percepção estaríamos desprezando parte considerável do pensamento humano.

Para Arnheim (2004), a percepção vem sendo excluída do processo educacional. Arnheim inclui a percepção dentro dos processos chamados de intuição, e o pensamento analítico de forma geral é chamado de intelecto. Para ele a intuição é uma parte do intelecto e por vezes é desprezada por muitos educadores. O nosso sistema educacional considera que a única maneira de se conseguir um conhecimento é pelo intelecto e restringe as formas de exercitar o intelecto aos processos matemáticos e verbais.

As principais disciplinas escolares são vistas como disciplinas de pensamento lógico intelectual enquanto que a intuição fica a cargo das artes visuais, teatro, música e poesia. Nesse contexto a intuição é tida como um dom, uma característica hereditária difícil de ser ensinada ou exercitada. Por esse mesmo motivo, a intuição é desvalorizada já que exclui-se desse processo o esforço mental. Dixon (1976) ao tentar decifrar as habilidades por trás da atividade científica afirma que o trabalho do cientista migra entre a percepção e o discernimento. Para ele, tentar categorizar o pensamento científico como intuitivo ou indutivo é uma tarefa insatisfatória e deveríamos aceitar que o pensamento científico mescla essas características.

Dixon se refere ao cientista como:

uma criatura que oscila, às vezes rapidamente, entre fases de pensamento imaginativo e crítico. Durante o período imaginativo, faz conjecturas sobre algum aspecto do mundo e elabora uma hipótese. Então, submete sua especulação imaginativa a crítica impiedosa. Por meio de deduções e experiências tenta desmentir sua própria hipótese. Somente quando a mesma sobrevive a severo escrutínio pode ser aceita, mesmo temporariamente (DIXON, 1976, p. 15).

O autor ainda destaca a necessidade de que haja controle entre as duas fases: dentro da fase imaginativa deve haver análise crítica para impedir que o pensador se perca em ideias com menor potencial, porém não pode ser uma intervenção intensa o suficiente para cortar o fluxo de ideias. Não são poucos os casos de cientistas criativos e menos ortodoxos que encontram soluções alternativas de maneira muito mais eficiente do que por um método tradicional, o processo criativo é semelhante, seja de um cientista ou de um artista.



Compiani (2012) mostra preocupação com o desprestígio das imagens no ensino de ciências e destaca alguns problemas na educação, Embora perceba-se que as imagens e sons estão cada vez mais presentes nas conceituações do mundo, antagonicamente, a escola distancia-se dessa realidade; as imagens trabalhadas no ensino de ciência são tipicamente assessoras do conhecimento verbal, ilustrativas; despreza-se o poder das imagens de conceituar tanto quanto as palavras; pouco se considera o conhecimento da *Gestalt* no ensino de ciências.

Os desenvolvimentos tecnológicos baseados na utilização de computadores cada vez mais necessitam de interações baseadas nas imagens. A digitalização do mundo explicita a necessidade da interação com imagens dinâmicas, daí nosso papel como educadores, de extrair o melhor dessa ferramenta. A conceituação a partir de imagens envolve a percepção espacial e temporal do indivíduo diretamente, mostrando-se poderosa na incorporação de conhecimentos. As imagens permitem a construção de conceitos de forma paralela e independente da verbalização, dos processos lógico indutivos.

Compiani reconhece que as generalizações propiciadas pelo raciocínio lógico verbalizado são poderosas, mas questiona se o processo verbal realmente é capacitadamente superior ao visual ou se essa crença é uma construção social e histórica. Pode-se atribuir os problemas de descontextualização do conhecimento justamente a essa primazia pela prática hipotético dedutiva que valoriza a modelagem abstrata do mundo ao invés de uma percepção intuitiva.

A maneira como ensinamos organiza-se das partes para a compreensão do todo. Estudamos cinemática e dinâmica para compreender a mecânica, estudamos mecânica, termodinâmica e eletromagnetismo para compreender a física. Sempre partimos do local ao global. Pode-se questionar esse modelo, porque não partir do todo para compreender as partes? Nessa inversão, a imagem, a percepção espacial e temporal são a noção do todo. Por similaridade, podemos organizar as partes e estudá-las, a imagem é a ferramenta essencial para partirmos do todo e definirmos suas partes.

Arnheim (2004) complementa essa ideia comparando a ideia de análise e síntese. Para ele, a análise nos permite estudar um objeto, explicitando suas características classificatórias, compreendendo suas peculiaridades. Esse processo valoriza os processos de raciocínio lógico e descrição verbal. Por outro lado a síntese estabelece uma percepção global, a disposição e relação dos elementos que constituem o todo.



Esse processo depende totalmente do exercício da intuição. Tomando-se como partes essenciais da aprendizagem a análise e a síntese, percebemos que concentramos demasiado esforço no ensino dos processos de análise, enquanto deixamos de lado os processos de síntese. Evidencia-se uma clara falha da educação que nos leva a defender aqui o valor da imagem para o desenvolvimento da intuição, que nos permite realizar o processo de síntese.

Já pude ouvir de professores que trabalham comigo sobre a necessidade de “sentir” um problema para encontrar a solução. De fato, nas resoluções de problemas físicos e matemáticos, todo professor pode esbarrar no problema de saber resolver, mas não conseguir explicar detalhadamente aos alunos as escolhas de suas ferramentas. Observa-se que o professor conhece a síntese de sua disciplina, percebe o contexto global e suas relações, o que o permite escolher os caminhos adequados para a resolução. O mesmo processo torna-se difícil ao aluno que estuda as partes do conhecimento de maneira desconexa, não tem a intuição da totalidade.

A percepção e pensamento são procedimentos cognitivos inseparáveis. Habilidades de distinguir, estabelecer causalidades, são processos de pensamento que já ocorrem na fase da percepção. Os processos não podem ser separados, ocorrem continuamente. Os atos do pensamento utilizam noções sensoriais.

Podemos resgatar a ideia da *Prägnanz* nesse contexto, perceber e conceber é um processo que ocorre do geral para o específico. Assim, a mesma habilidade que permite a um indivíduo perceber as partes de uma simples figura, também permitirá reconhecer as partes de um cenário complexo. A teoria da *Gestalt* nos induz a conhecer as partes a partir da totalidade. Dessa forma, cabe a nós educadores revertermos esse sistema falho que prioriza o conhecimento das partes visando a compreensão do todo.

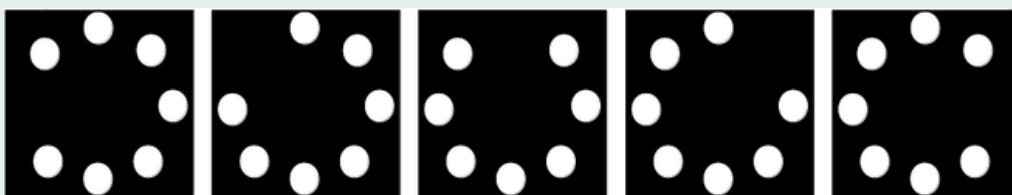
2. O Stop Motion

A animação como conhecemos aparece no início do século XX. Barbosa (2009) resgata a partir dos textos de Halas e Manvell (1977) o surgimento do cinema de animação, assim como do cinema de ação ao vivo, baseado em um espetáculo “circense”. Em seu surgimento, a ideia de ver objetos ou desenhos “ganharem alma” já era suficientemente encantador para a plateia, espetáculos de mágica utilizavam-se de efeitos visuais criados a partir de animações quadro a quadro. O próprio animador fazia parte do palco como mágico, detentor dos poderes da animação.

Paris George Méliès foi um exemplo de performista que em suas apresentações teatrais utilizava fios, portas falsas, fumaça, para criar mecanismos complexos de ilusionismo, aos quais aos poucos foram sendo adicionados trechos de filmes. Em uma produção própria de vídeo na qual Méliès filmava na rua, um corte acidental na filmagem fez com que um ônibus fosse substituído por um carro funerário de maneira muito semelhante aos truques de substituição que ele realizava no palco utilizando portas ocultas. O acidente criado por uma pausa no vídeo, um corte de movimento, o fascinou e influenciou suas produções e se constituiu como sendo o estopim para a criação do gênero *stop motion*, pelo menos como técnica (Purves, 2011).

O famoso psicólogo da *Gestalt*, Wertheimer, chama de fenômeno *Phi* o movimento percebido pelos indivíduos quando na verdade estão observando figuras estáticas. Foram realizados diversos experimentos, com movimentos retilíneos ou circulares, onde uma sequência de imagens estáticas gerava a impressão de movimento contínuo para os observadores. É interessante que quando um objeto parte de um ponto A para um ponto B, não passa pelos pontos intermediários, mas mesmo assim a sensação do indivíduo é de um movimento completo. Na figura 2 temos um exemplo de figuras utilizadas nos experimentos de Wertheimer.

Figura 2: Exemplo de sequência de quadros que demonstra o fenômeno Phi. Quando mostradas de forma sequencial tem-se a impressão de um movimento circular, embora sejam meras imagens estáticas.

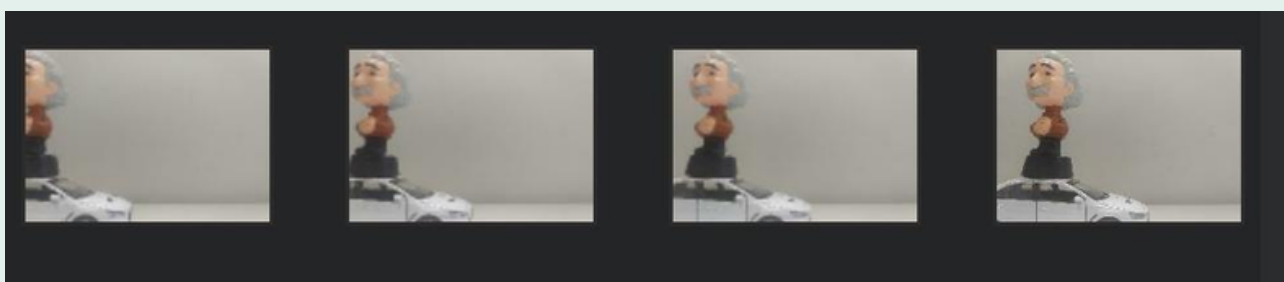


Fonte: Adaptado pelo autor, a partir da animação em https://en.wikipedia.org/wiki/Phi_phenomenon.



O próprio cinema e paralelamente as animações tem funcionamento muito semelhante ao fenômeno Phi citado e identificado por Wertheimer. Os *stop motion* desenvolvidos nesse trabalho, ou seja, o sequenciamento rápido de imagens estáticas, geram um movimento por fenômeno Phi, conforme mostrado na figura 3.

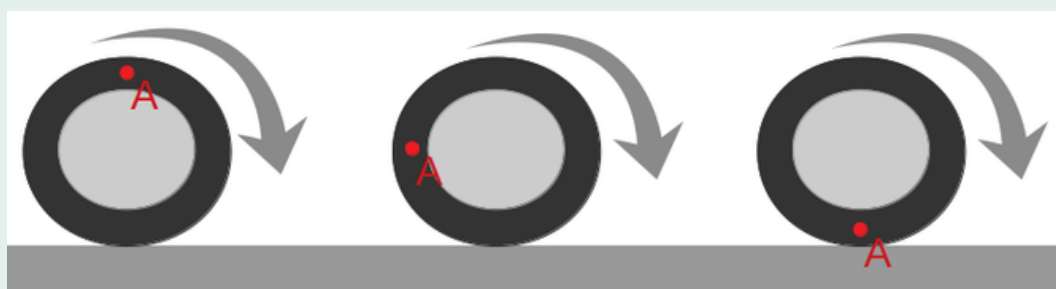
Figura 3: Exemplo de imagens utilizadas na confecções de animações.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Essa compreensão sugere que a própria visão processada pelo cérebro poderia ser capturada e interpretada em quadros, de forma que pode-se gerar uma ilusão de movimento verossimilhante. Podemos imaginar, por exemplo, a observação de uma roda de automóvel em movimento, que para velocidades específicas gera uma sensação de rotação no sentido contrário. Esse fenômeno seria explicado se a captura das imagens dos olhos estiverem ocorrendo para ângulos de rotação maiores de 180° . Ao capturar as imagens a mente as conectaria pelo caminho mais curto, de forma que a impressão que se teria seria de um movimento invertido, conforme exemplificado na figura 4.

Figura 4: Embora a roda esteja girando em sentido horário, tem-se a impressão de um movimento anti-horário já que o a mente tende a interpretar o movimento pelo caminho mais curto. O ponto A completa $\frac{3}{4}$ de volta no sentido horário, mas para uma velocidade exata, o observador perceberá o ponto A rotacionando $\frac{1}{4}$ de volta no sentido anti-horário.



Fonte: Elaborado pelo autor.



Podemos de maneira conclusiva acreditar que é possível produzir vídeos a partir do sequenciamento rápido de imagens, e isso se torna uma ferramenta poderosa quando consideramos a facilidade de tirar fotos em situações estáticas precisamente moldadas pelo produtor.

3. Produção de *Stop Motion*: A busca de Ferramentas

O primeiro passo ao definir que se trabalhará com *stop motion* é a procura por programas ou aplicativos. Duas etapas fundamentais devem ser cumpridas: captura das fotos e junção das fotos para compor os quadros de um vídeo.

Em um primeiro momento de testes, fixei meu celular em um tripé e comecei a fotografar desenhos que havia feito representando um movimento de queda livre e lançamento horizontal. Para tal havia desenhado em papel os vetores e estava tentando fotografar os quadros do que viria a ser uma animação bidimensional de uma bolinha se movendo sobre uma folha. Após cada fotografia fazia as medidas dos vetores e determinava o próximo deslocamento, tendo a noção de que o intervalo de tempo entre quadros é constante e torna-se nossa unidade de tempo para os movimentos. Após muito trabalho coletei todas as fotos e as salvei em uma pasta no computador.

Na sequência iniciei uma busca por programas de computador que pudessem juntar todas as imagens e formar um vídeo. Após algumas tentativas encontrei um programa gratuito com algumas limitações. O programa não permitia que se variasse a quantidade de quadros por segundo de forma que fui obrigado a multiplicar a quantidade de quadros na tentativa de tornar o movimento mais lento.

Após essas adaptações consegui um vídeo com qualidade baixa e estive próximo de desistir da confecção desse tipo de vídeos. Decidi fazer mais um teste, sugerido por uma aluna, utilizando um aplicativo para *smartphone* disponível para *Android* e *iOS*. O aplicativo se chama *Stop Motion Studio* e tem diversas funções gratuitas e um pacote de ferramentas pagas. Usando somente as ferramentas gratuitas realizei alguns testes e fui surpreendido positivamente. O programa oferece ferramentas para a captura das fotografias, armazenamento (separado das fotografias do celular), edição das fotografias, confecção da animação e exportação do vídeo. Dessa forma ele pode ser usado em todas as etapas, não havendo necessidade nem de tirar as fotos previamente. Utilizei o programa para montar cenas de um vídeo maior, de forma que só necessitei do computador para unificar os vídeos e colocar a trilha sonora, embora haja aplicativos de celular destinados a essa função.



Para quem viveu a ascensão dos computadores pessoais desde o início prevalece uma noção de que algumas atividades podem ser realizadas somente no computador enquanto o celular destina-se a tarefas secundárias. Surpreendeu-me que o caminho tradicional de capturar as imagens e editá-las no computador possa ter sido inteiramente compactado em um aplicativo muito mais intuitivo e prático. Após uma pesquisa mais elaborada pude perceber que parece uma tendência que existam aplicativos para *smartphones* sem equivalentes em computador. Encontrei mapeadores de campo magnético, calculadoras gráficas, calculadoras que resolviam problemas detectados pela câmera do celular, entre outras ferramentas que na melhor das hipóteses seriam mais trabalhosas de se obter e utilizar no computador.

Não podemos desprezar que existem ferramentas completas nos computadores sem equivalentes no mundo das tecnologias móveis, porém é muito promissora a praticidade na obtenção e utilização dos aplicativos de celular que ainda podem ser integrados com uma enorme diversidade de sensores dos *smartphones*. Observando os hábitos dos “nativos” da era dos *smartphones*, pode-se perceber que estes jovens parecem lidar muito bem com os aplicativos de celular, substituindo diversas atividades que eram tipicamente dos computadores maiores.

Podemos observar também que embora esse manual seja focado em um aplicativo de *smartphone*, existem diversos concorrentes nas lojas de aplicativos online. Embora outros aplicativos possam ter menos recursos gratuitos, os recursos são muito semelhantes entre os aplicativos, de forma que esse manual utiliza o *Stop Motion Studio* como exemplo, mas o domínio de sua utilização possibilitaria que o usuário conseguisse produzir vídeos através de outros aplicativos também.

Após encontrar a ferramenta, o professor produtor encontra outro desafio: qual experimento montar? Qual situação representar? Parece complicado pensar nos seus primeiros roteiros, mas após uma análise detalhada pode-se perceber que os próprios livros didáticos tem narrações de experimentos, imagens estroboscópicas, sequências de imagens e outras ferramentas para tentar contornar a sua limitação de expor imagens estáticas, ao perceber isso, cada exemplo, cada situação problema de um exercício será um convite para a confecção de um novo vídeo.

Por último, após dominar a ferramenta de produção e enxergar as possibilidades de roteiros, surge uma nova possibilidade: Difundir a produção de vídeos quadro a quadro o torna o controlador do tempo. Ter noção de como os quadros devem mudar a cada transição é uma capacidade que exige o pleno conhecimento da situação representada. O professor produtor deve perceber o espaço e o tempo, conhecer o fenômeno perfeitamente para poder prever o próximo quadro a ser produzido.



Quando a proposta de produzir *stop motion* é passada aos alunos, esse processo pode ser usado como justificativa para o aluno aprofundar-se, perceber o fenômeno de forma espacial e temporal e, ao mesmo tempo, pode servir de ferramenta para compreender a visão de mundo do próximo. Podemos perceber o quanto a percepção fenomenológica dos alunos é negligenciada durante os processos clássicos de ensino. Nesse caso, o aluno pode ter um raciocínio pleno de análise de equações e gráficos e não conseguir imaginar e descrever como determinado fenômeno aconteceria na realidade. Para exemplificar essa situação, realizei uma sequência didática na qual os alunos puderam produzir as suas próprias animações e os registros completos da aplicação estão contidos em minha dissertação de mestrado: "Produção de Animações em *Stop Motion* na aula de Física: Possibilidades de Novas Percepções".

Por fim, surgem alguns questionamentos: A percepção sensorial não analítica deve ser apresentada/exercitada na escola? E nas aulas de ciências? Essa percepção faria falta ao estudante?

Eu acredito que essa percepção seja um fator determinante na formação de um adulto criativo e talvez uma das peças que buscamos para tornar a Física uma disciplina mais interessante aos alunos.

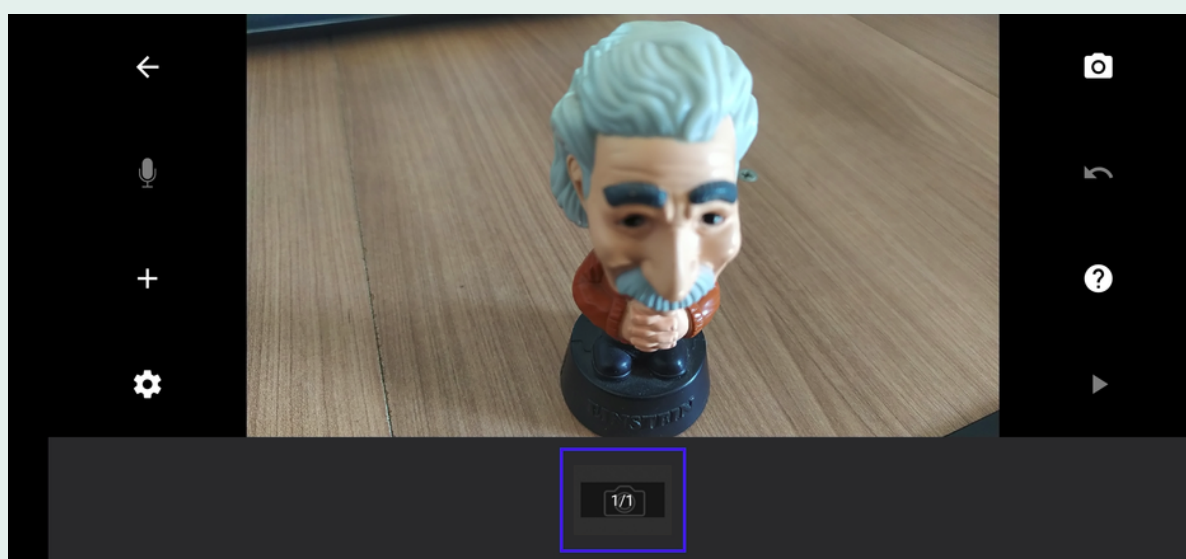
Considerando esses esclarecimentos, o presente material objetiva fornecer aos professores um manual para que possam aprender a produzir as suas próprias animações, bem como justificar a importância da produção e utilização de animações no ensino de ciências. Na dissertação desenvolvida no mestrado, relacionada à esse produto, há um relato mais detalhado de aplicações em sala de aula, nas quais o professor pode desenvolver animações para suas aulas e também ensinar o método de produção aos alunos de forma que eles pudessem participar de atividades de produção de vídeo.



4. Manual para a utilização do Aplicativo *Stop Motion Studio*

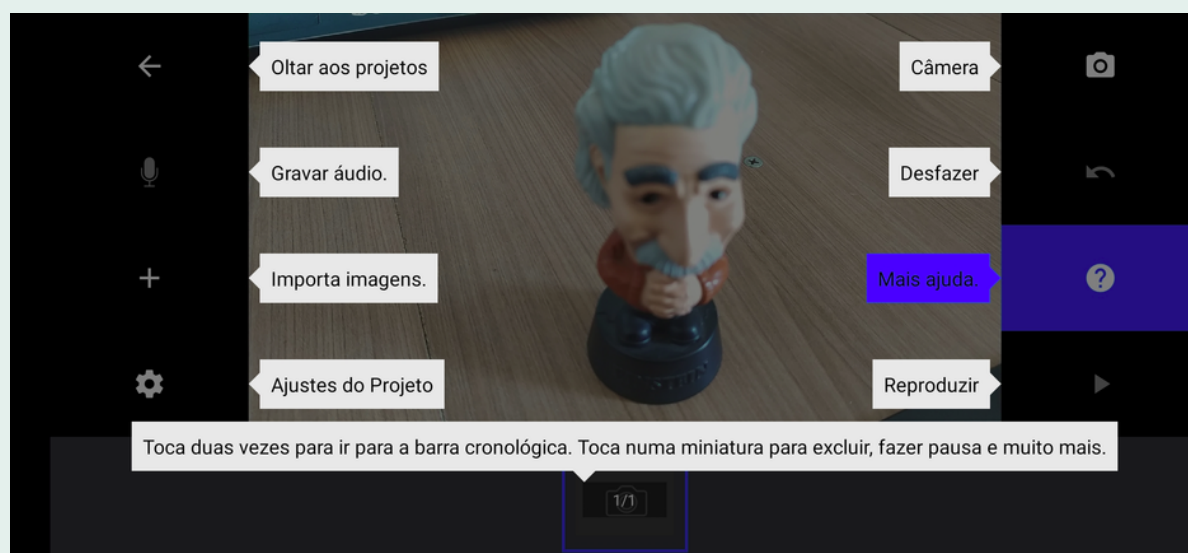
Logo que abrimos o aplicativo aparece um grande botão com a opção de criar um novo filme. Ao selecionar essa opção o programa abre uma janela para a edição do projeto, conforme mostrado na figura 5. Como ainda não há fotos para se trabalhar no projeto, deve-se selecionar o ícone que mostra uma câmera fotográfica, a partir do qual capturaremos as imagens.

Figura 5: Interface mostrada quando iniciamos a gravação de um novo filme

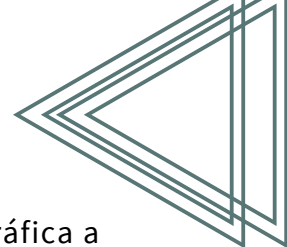


Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 6: Ajuda fornecida pelo aplicativo



Fonte: Elaborado pelo autor.



Ao selecionar o ícone da câmera, o aplicativo abre uma versão da câmera fotográfica a partir das lentes do celular porém com algumas funcionalidades específicas para a gravação dos *stop motion*. A interface é limpa e apresenta algumas linhas horizontais e verticais para facilitar a centralização das fotografias. No canto há uma contagem que indica em qual fotografia da sequência você está, conforme mostrado da figura 7.

Figura 7: Interface de captura, lembra uma câmera normal.



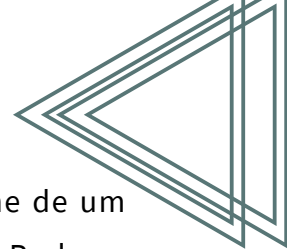
Fonte: Elaborado pelo autor.

O aplicativo sobrepõem a foto tirada anteriormente com a imagem que está sendo capturada pela câmera. No lado esquerdo há uma barra com a qual pode-se controlar a transparência dessa sobreposição, conforme mostrado na figura 8. Essa ferramenta é indispensável e permite que se faça mudanças pontuais precisas em um quadro em relação ao anterior.

Figura 8: Sobreposição da imagem anterior e da fotografia que está sendo realizada.



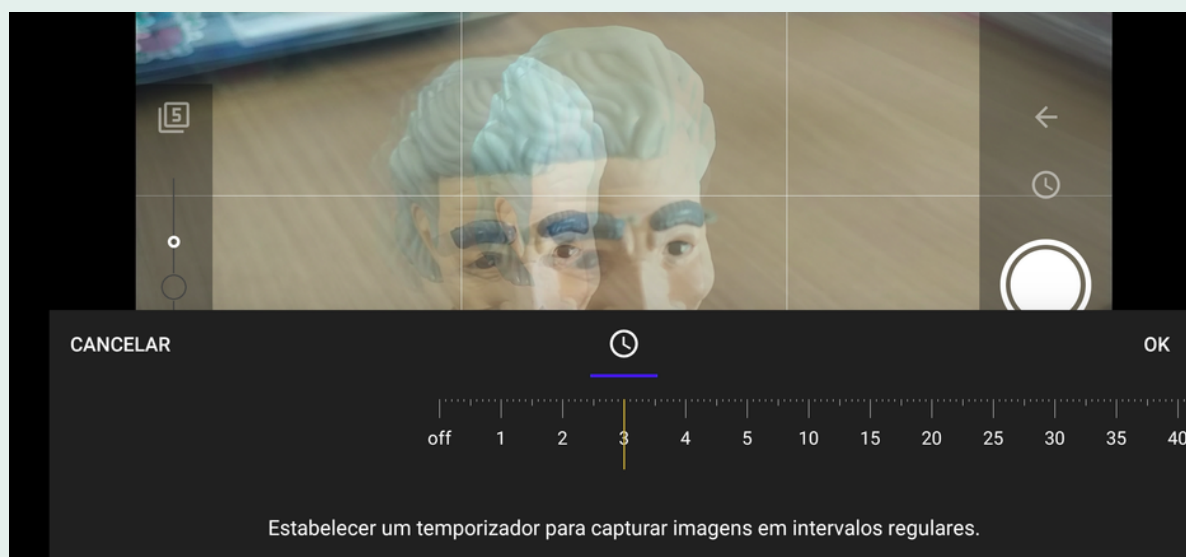
Fonte: Elaborado pelo autor.



Próximo ao botão principal que captura as fotos, podemos encontrar um ícone de um relógio, esse ícone aciona o temporizador, como podemos ver na figura 8. Pode-se programar a câmera de forma a tirar fotos repetidamente em intervalos de tempo pré definido. Ao selecionar um intervalo de tempo no temporizador está se definindo o período de tempo entre as fotos que serão tiradas automaticamente e ininterruptamente após apertar-se o botão de captura de fotos. Há sinais auditivos que permitem saber quando será tirada a próxima foto.

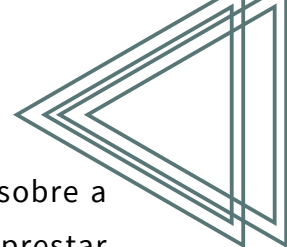
Uma maneira muito eficiente de se trabalhar é fixar o celular com a ajuda de algum tipo de suporte e selecionar um período entre fotos que seja suficiente para poder se manipular a cena. Dessa forma, o celular fotografa automaticamente, o autor move o seu modelo e sai de cena para o celular fotografar novamente. Se o autor fosse fotografar manualmente, as movimentações do celular prejudicam a qualidade das fotos, o simples fato de clicar no botão pode mover ligeiramente a câmera.

Figura 9: Interface do temporizador.



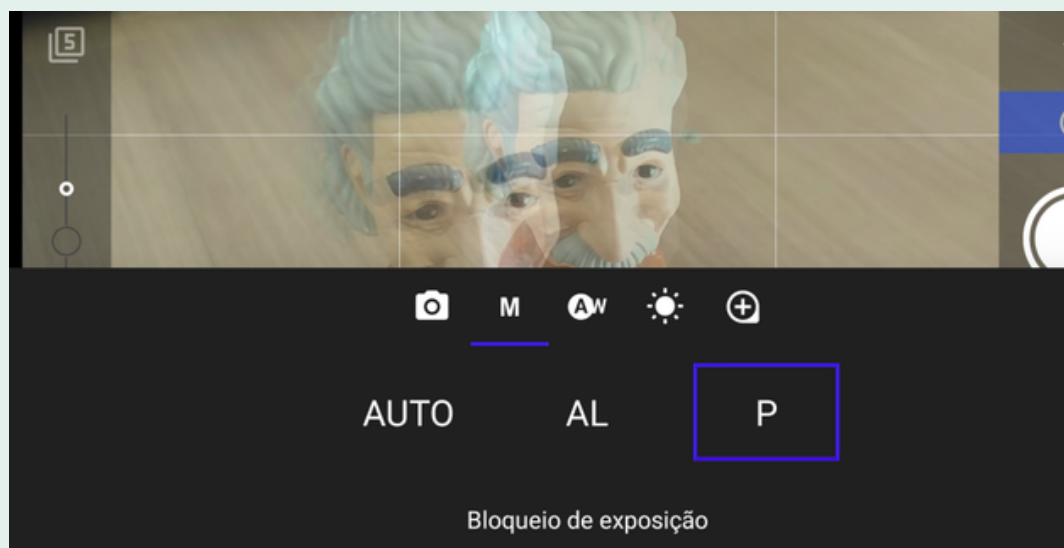
Fonte: Elaborado pelo autor.

Ainda na câmera existem alguns ajustes que podem ser controlados. O aplicativo permite que se controle configurações de luminosidade na câmera. Em um ambiente sem luminosidade controlada, a câmera do celular normalmente realiza regulagens automáticas de luminosidade, o que pode ser um empecilho em algumas situações. Se a luminosidade variar muito, pode haver uma diferença significativa entre um quadro e outro, alterando as colorações. Esse fator atrapalha na hora de visualizar o vídeo, explicitando as fotografias de uma forma descontínua. O aplicativo permite que se bloqueie a exposição, tornando a luminosidade de todas as fotos semelhantes, como mostrado na figura 10.



Outra ferramenta interessante é o foco manual, ao clicar no visor da câmera sobre a imagem que se deseja focar, a câmera ajusta o foco ao objeto desejado, deve-se prestar atenção para a câmera não manter o foco ao fundo, deixando o modelo desfocado.

Figura 10: Ferramentas de controle da câmera



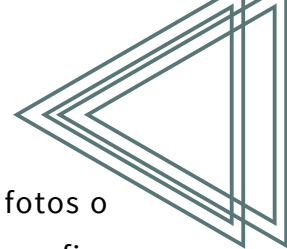
Fonte: Elaborado pelo autor.

Após capturar as fotos para a confecção de seu vídeo, basta voltar à tela inicial e haverá uma nova interface, mostrada na figura 10. Nessa começa-se a montar efetivamente o vídeo. Ao clicar no botão de reprodução, o aplicativo reproduz em modo de repetição o vídeo criado. Pode-se observar nessa etapa fotografias que deram errado e é possível realizar algumas correções.

Figura 11: Interface de edição do vídeo, após tirar as fotos, pode visualizar todos os frames de maneira contínua.



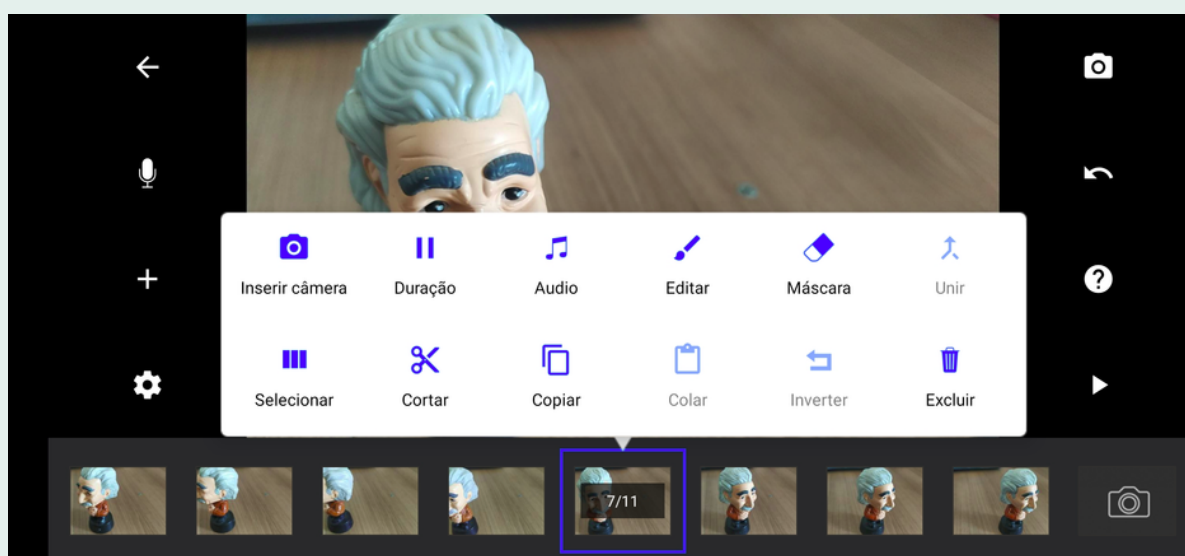
Fonte: Elaborado pelo autor.



Uma dica importante: na hora da captura das fotos é comum que em algumas fotos o autor não consiga manipular a cena a tempo e suas mãos possam aparecer na fotografia, nesse caso, tire outra foto. Não há necessidade de interromper as fotografias automáticas por causa de um erro, simplesmente ignore o erro e tire uma fotografia extra. Esse processo agiliza e impede que precise se manipular a câmera durante as fotografias, o que pode gerar problemas no novo enquadramento.

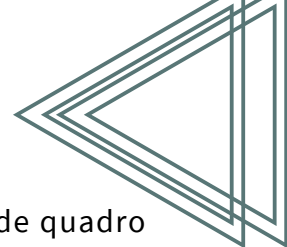
Nessa interface, o aplicativo permite que se manipule quadro a quadro, e pode-se apagar os quadros defeituosos. Assim, é melhor ter fotografias em excesso para apagá-las, copiá-las, mover ou editar. Uma possibilidade interessante é que pode aumentar-se o tempo de duração de uma determinado quadro em relação aos outros.

Figura 12: Ferramentas de edição individual de cada quadro



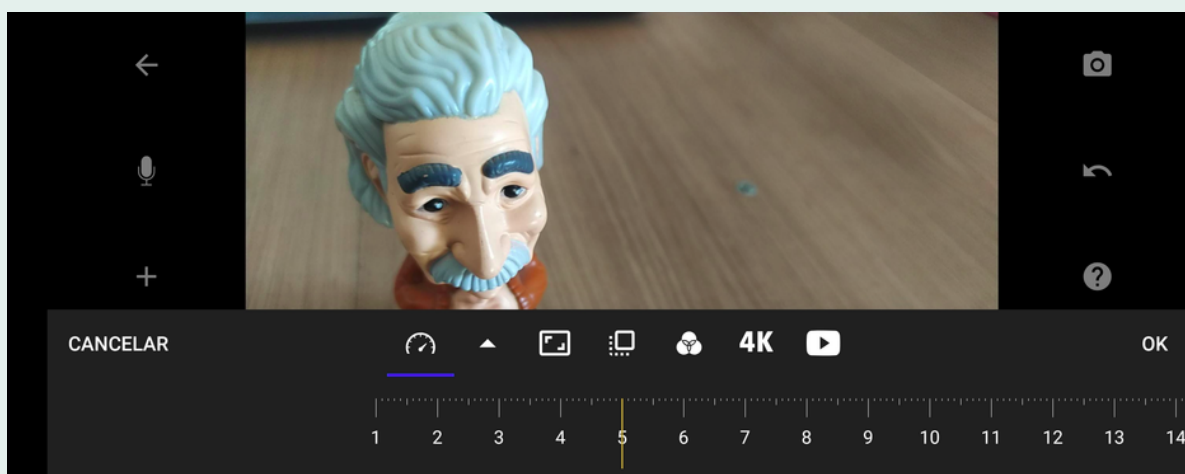
Fonte: Elaborado pelo autor.

Na hora de capturar as fotografias, o autor deve ter consciência de duas ações que podem melhorar a fluidez do vídeo: realizar pequenas alterações entre uma foto e outra e tirar o maior número possível de fotos. A ação do vídeo deve ser dividida na maior quantidade de fotos. Lógico que isso é um obstáculo prático, não seria fácil tirar milhares de fotos de um processo simples, mas sem dúvidas isso melhoraria muito a qualidade do vídeo. Cabe ao autor buscar esse equilíbrio.



Um fator muito importante para a compreensão desse processo é quantidade de quadro por segundo (QPS). Ao selecionar os ajustes do projeto é a primeira opção fornecida, conforme pode ser visto na figura 13. Alterando a quantidade de quadros por segundo o autor estará controlando duas variáveis dependentes, a fluidez e duração do vídeo. Quanto maior a quantidade de quadros por segundo selecionada, maior a fluidez do vídeo porém o tempo de reprodução diminui. Dessa forma, dependendo de quantas fotografias o autor fez fica mais difícil selecionar uma quantidade de quadros por segundo que seja suficiente para o vídeo ter uma boa fluidez e manter uma duração razoável.

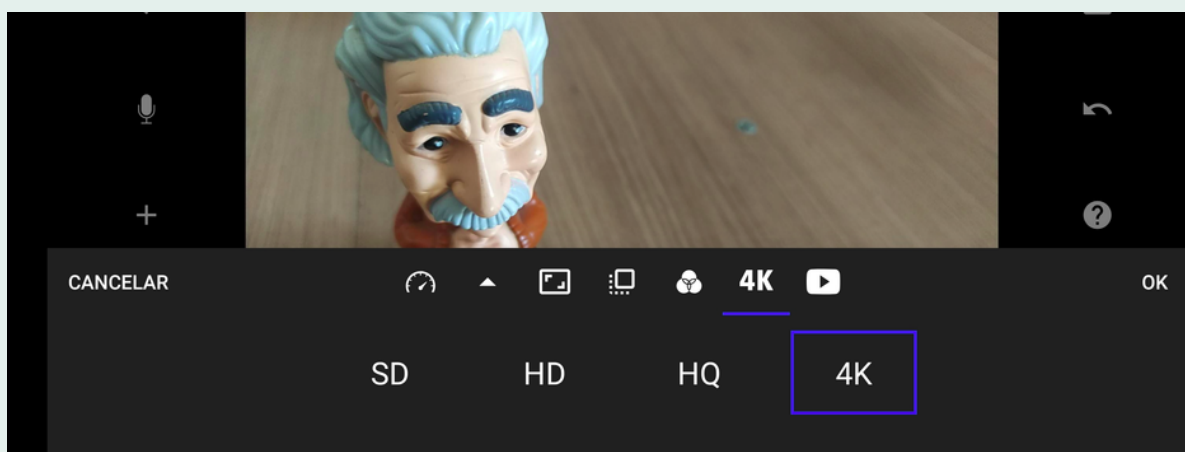
Figura 13: Escolha da quantidade de quadros por segundo.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Ainda nos ajustes do projeto, o autor pode escolher a definição que o vídeo terá quando exportado, tendo opções desde baixa qualidade até a definição em 4K, como visto na figura 14. Deve-se selecionar a definição nessa etapa, lembrando que vídeos de melhor qualidade também ocuparão maior memória computacional.

Figura 14: Opções de Importação.

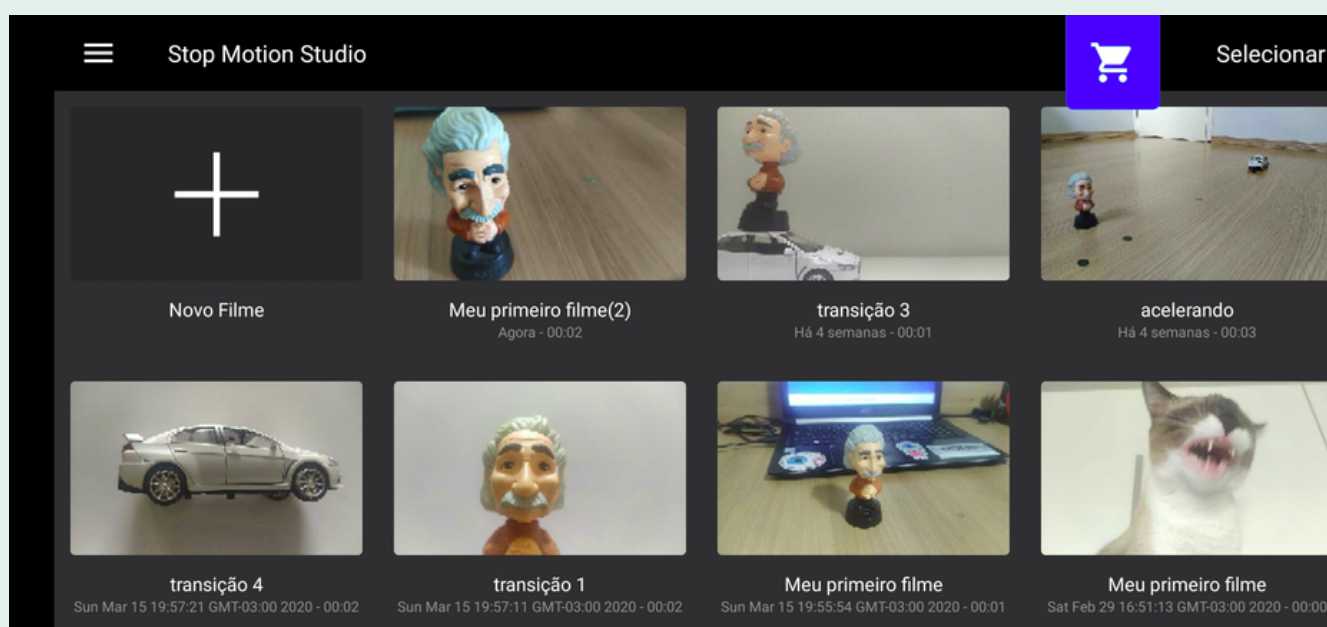


Fonte: Elaborado pelo autor.



Ao terminar suas edições o autor pode simplesmente retornar à tela inicial do aplicativo e seus projetos estarão salvos, como na imagem 15. Pode-se selecionar um projeto, clicando e segurando para mostrar mais opções, dentre elas a mais importante seria a de exportar o material. Pode-se encontrar um ícone de compartilhamento, que ao ser selecionado trará opções de exportação do projeto. O projeto pode ser exportado como *GIF*, imagens ou vídeo. Ao selecionar seu método de exportação, o aplicativo mostrará diversas configurações de compartilhamento presentes em seu *smartphone*, desde salvar no próprio celular até submeter por e-mail, armazenamento em nuvem ou outros aplicativos de comunicação.

Figura 15: Interface para visualização dos projetos.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Para vídeos maiores, torna-se interessante gravar uma cena por vez. É possível salvar cada cena em um projeto, exportá-las e juntá-las em um aplicativo de edição de vídeo. Em aplicativos de edição de vídeo há opções como inserir trilhas sonoras e transições entre cenas, o que pode tornar o trabalho final mais interessante.

Nas figuras a seguir pode-se ver trechos que algumas cenas de dois vídeos que produzi, cujos links estarão ao final do trabalho. Os vídeos foram feitos com o objetivo de mostrar à alunos do primeiro ano de ensino médio, a diferença entre os movimentos uniforme e uniformemente variado. Nos exemplos utilizei o clássico problema de um veículo que se move enquanto goteja, deixando marcas no chão com frequência constante.

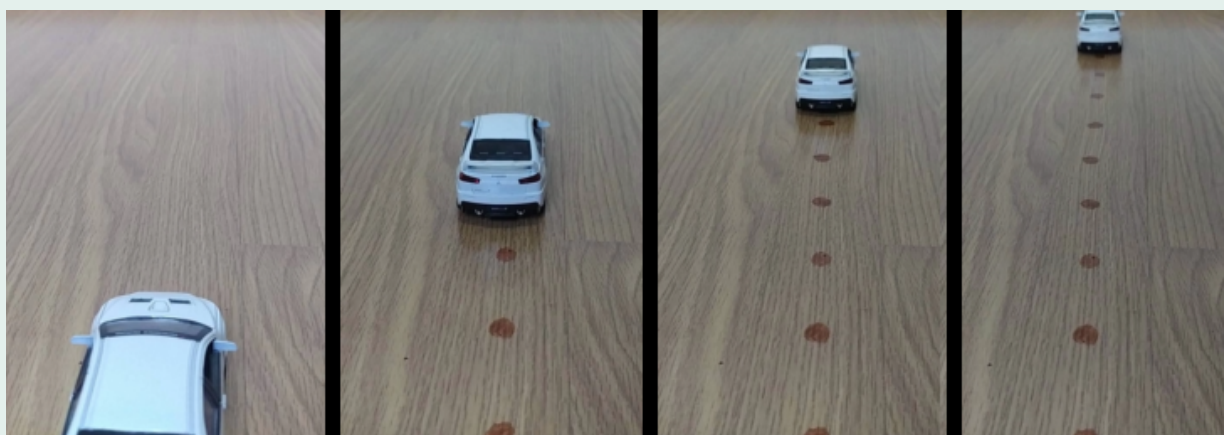


Figura 16: Carrinho em movimento uniforme deixando gotas de óleo em um teclado.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 17: Carrinho em movimento uniforme deixando gotas de óleo no chão..



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 18: Carrinho em movimento uniformemente variado deixando gotas de óleo em um teclado.



Fonte: Elaborado pelo autor.

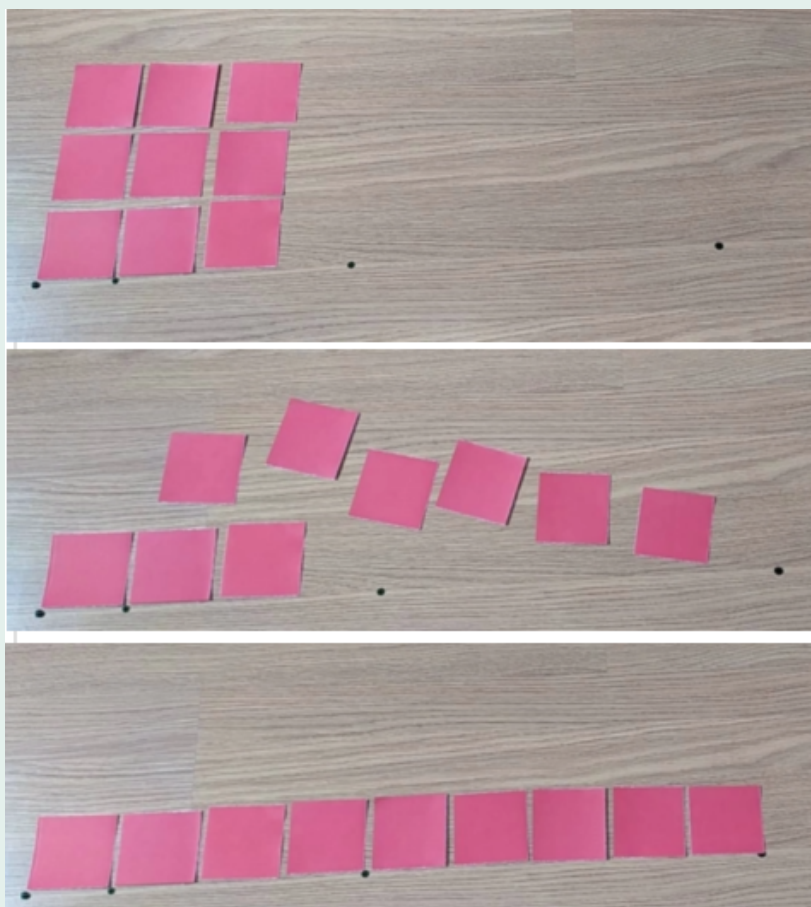


Figura 19: Carrinho em movimento uniformemente variado deixando gotas de óleo no chão.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 20: Quadrados que se movem "magicamente" para ilustrar a relação entre as distâncias percorridas no movimento uniformemente variado. No exemplo mostra-se que no terceiro instante do movimento a distância percorrida é proporcional ao quadrado de três. Essa relação foi mostrada para cada um dos instantes.



Fonte: Elaborado pelo autor.

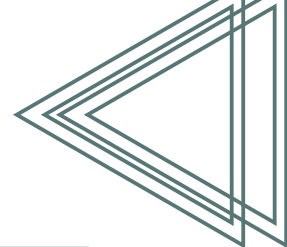
Na seção de *links*, também estará disponível um vídeo tutorial de utilização do aplicativo *Stop Motion Studio*.



5. Links de Apoio

Exemplos de animação:

- Tutorial em vídeo: <https://youtu.be/dL9oR8Nu0kM>
- Movimento Uniformemente Variado: <https://youtu.be/6lUd8Y9n5t0>
- Movimento Uniforme: https://youtu.be/KJ40d3XD_MA



6. Considerações Finais

A aplicação de produções de vídeo em sala de aula pelo professor gera exemplos visuais totalmente dinâmicos e personalizados. Tem potencial para representação de experimentos que seriam difíceis de serem reproduzidos em sala de aula.

Com a situação excepcional das aulas não presenciais o professor foi obrigado a aderir às novas tecnologias e adaptar suas aulas para um cenário totalmente diferente. Algumas situações e experimentos que já eram difíceis de explicar presencialmente tornaram-se grandes empecilhos quando tentamos adaptá-los a plataformas de vídeos. A utilização de *stop motion* como instrumento de criação de vídeos para o professor, tem seu potencial amplificado para professores em situação de aulas à distância.

Posso citar como exemplo uma ocasião pessoal na qual lecionava sobre forças magnéticas atuando em cargas que atravessam um campo magnético. A noção de tridimensionalidade nessas aulas é um obstáculo mesmo em aulas presenciais. Pude utilizar o *stop motion* para ilustrar uma partícula carregada atravessando um campo magnético, inclusive representando a “regra da mão esquerda” e “regra do tapa”, tipicamente difundidas em materiais para relacionar as direções do força magnética, campo magnético e velocidade da carga.

Diversas situações, como a exemplificada, exigem um nível de abstração enorme e representação dinâmica tridimensional. Para muitos alunos a criação de símbolos e analogias não é o suficiente para a compreensão do fenômeno. Com a utilização de vídeos produzidos pelo próprio professor podemos transformar alguns exercícios de imaginação em interpretação visual, que posteriormente ajudará o aluno a abstrair essas situações.

Mesmo exemplos clássicos dos livros didáticos não são fáceis de se encontrar em forma de vídeo. É muito comum que plataformas como o *youtube* possuam enorme quantidade de vídeos produzidos por professores com aulas direcionadas aos alunos, porém o modelo utilizado na grande maioria dessas aulas é um modelo clássico de utilização de lousa e exercícios de forma muito semelhante ao realizado na sala de aula tradicional, ou seja, mesmo quando os professores produzem e disponibilizam vídeos, evitam utilizar recursos próprios de vídeos, preferindo uma abordagem estática. É estranho que haja poucas produções visuais que ilustrem situações-problema, experimentos, movimentos que possam ser utilizados por um professor em sala de aula.



Pensemos na situação da busca de listas de exercícios na internet: diversos sites feitos por professores e instituições de ensino disponibilizam listas de exercícios sobre qualquer assunto que se procure. Isso ocorre porque as listas de exercícios estão consolidadas como método no ensino tradicional de Física. Agora, se a produção de exemplos em forma de vídeos feitos pelo professor está se mostrando uma ferramenta barata e de fácil utilização, nada impediria que os professores compartilhassem suas produções na internet, de forma que nem seria necessário que os professores precisassem fabricar todos os seus exemplos, já haveria exemplos clássicos disponíveis.

Um outro ponto interessante é que a técnica é simples e interessante. Acredito que após o professor dominar a produção pode ensiná-la aos seus alunos, ampliando as possibilidades de utilização em sala de aula. Pode-se propor atividades aos alunos que envolvam a produção de animações, permitindo ao professor que possa avaliar a noção de tempo e espaço de seus alunos, enquanto os alunos podem praticar essas noções de forma criativa.

Finalmente, precisamos destacar que a elaboração de atividades que exercitem a intuição dos alunos deveria ser uma prática recorrente no decorrer de seus anos escolares e não somente uma prática pontual. Esse trabalho consiste em um exemplo de uma abordagem que deveria ser aplicada continuamente, e não somente em um momento de atividade diferenciada, esperamos que fique a reflexão sobre nossa negligência do desenvolvimento da intuição e criatividade. Seja para o trabalho de um cientista ou para a formação de cidadãos críticos, sabemos o quão diversificadas são as habilidades necessárias no cotidiano, nos resta promover um ensino de ciências que reflita essa diversidade em suas abordagens.



7. Referências

AMARAL, A. Maria. Teatro de formas animadas. 3. Ed. São Paulo: EDUSP, 1996.

Aristóteles. Os Cinco Sentidos. In HERRNSTEIN, R. J. e BORING, E. G. (Org.) Textos básicos de História da Psicologia. São Paulo: Herder e EDUSP, 1971.

ARNHEIM, R. Intuição e intelecto na arte. São Paulo: Martins Fontes, 2004.

ASSIS, A. K. T.; NEVES, M. C. D.; SOARES, D. S. L. A cosmologia de Hubble: De um universo finito em expansão a um universo infinito no espaço e no tempo. In: NEVES, M. C. D.; SILVA, J. A. P. (Ed.). Evoluções e revoluções: o mundo em transição. Maringá: Editora Massoni: LCV Edições, 2008. p. 199-221.

BARBOSA, C. D., GOMES, L. M., CHAGAS, M. L., FERREIRA, F. C. L. O uso de simuladores via smartphone no ensino de Física: o experimento de Oersted. Scientia Plena, v.13, n.1, jan. 2017.

BORGES, L. História da Animação, Técnica e Estética, 2018.

COMPIANI, M. O Desprestígio das Imagens no Ensino de Ciências, Até Quando? Uma contribuição das Geociências com a Gestalt. Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, v.5, n.1, 2012, p.127-154.

DIXON, Bernard. Para que serve a ciência? São Paulo: Cia Editora Nacional/EDUSP, 1976.

GESTALT . In: ENCICLOPÉDIA Itaú Cultural de Arte e Cultura Brasileiras. São Paulo: Itaú Cultural, 2019. Disponível em: <http://enciclopedia.itaucultural.org.br/termo9443/gestalt>. Acesso em: 03 de Ago. 2020.

FERREIRA, I. P. R., MANEO, P. B. M., VIEIRA, W., IMAFUKU, R. S. Uso do Celular inteligente (Smartphone) no ensino de trigonometria: avaliando potencialidades. In: Workshop de Inovação, Pesquisa, Ensino e Extensão, 4º, 2019, São Carlos: IFSP, mai. 2019.

FRANCO, H. Apostila de Evolução dos Conceitos da Física. 2ª Edição. São Paulo: IFUSP, 2002.

GALILEI, G. Diálogo sobre duas novas ciências. In: HAWKING, S. Os Gênios da Ciência: Sobre os Ombros de Gigantes. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.



GONÇALVES, L. J; VEIT, E. A; Textos, animações e vídeos para o ensino aprendizagem de física térmica no ensino médio. *Experiências em Ensino de Ciências*, v.1 p 33-42, 2006.

GOUVÊA, G.; OLIVEIRA, C. I. C. Memória e representação: imagens nos livros didáticos de física. *Ciências e Cognição*, v.15 n.3, p.69-83, 2010.

HALAS, John & MANVELL, Roger. *A técnica de animação cinematográfica*. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira (Embrafilme), 1979.

HAWKING, S. *Os Gênios da Ciência: Sobre os Ombros de Gigantes*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.

HECKLER, V., SARAIVA, M. F. O, FILHO, K. S. O. e Kepler de Souza Oliveira Filho. Uso de simuladores, imagens e animações como ferramentas auxiliares no ensino/aprendizagem de óptica. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 29, n. 2, p. 267-273, 2007.

KEPLER, J. O humor Cristalino como uma lente e a inversão da imagem retiniana. In HERRNSTEIN, R. J. e BORING, E. G. (Org.) *Textos básicos de História da Psicologia*. São Paulo: Herder e EDUSP, 1971.

LEFRANÇOIS, G. R.; *Teoria da aprendizagem*. São Paulo: Cengage Learning, 2008.

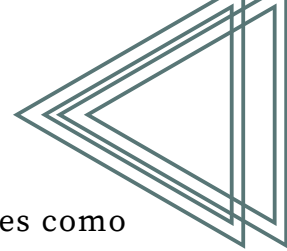
LUCENA JÚNIOR, A. *Arte da Animação: Técnica e estética através da história*. São Paulo: Editora SENAC, 2002.

MEDEIROS, A.; MEDEIROS, C. F. . Possibilidades e Limitações das simulações computacionais no ensino de Física. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v.24, n.2, jun. 2002.

MONTEIRO, M. A. A. O uso de tecnologias móveis no ensino de física: uma avaliação de seu impacto sobre a aprendizagem dos alunos. *Revista Brasileira De Pesquisa Em Educação Em Ciências*, 16(1), 1-15, 2016.

NEUMANN, R. BARROSO. M. F. Simulações Computacionais e animações no ensino de oscilações. In: XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física, Rio de Janeiro, 2005.

NEWTON, I. As sete cores do espectro. In HERRNSTEIN, R. J. e BORING, E. G. (Org.) *Textos básicos de História da Psicologia*. São Paulo: Herder e EDUSP, 1971.



PEREIRA, M. V.; BARROS, S. S. Análise da produção de vídeos por estudantes como uma estratégia alternativa de laboratório de física no Ensino Médio. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v.32, n.4, 2010.

PEREIRA, M. V.; REZENDE FILHO, L. A.; BEZERRA, T. A. M. Investigando a produção de vídeos por estudantes de ensino médio no contexto do laboratório de Física. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, [en línea], 2013, n.º Extra, p. 2731-6

PIRES, A. S. T. *Evolução das Ideias da Física*. 2ª Edição. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011.

PURVES, B. *Stop-motion*. Porto Alegre: Bookman, 2011.

ROHLING, J. H.; NEVES, M. C. D.; SAVI, A. A., SAKAI, F. S.; RANIERO, L. J.; BERNABE, H. S. Produção de filmes didáticos de curta metragem e CD-ROMs para o Ensino de Física. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 24, n. 2, p. 168-175, 2002.

ROSA, P. R. S. O Uso dos Recursos Audiovisuais no Ensino de Ciências. *Caderno Catarinense de ensino de Física*. Florianópolis, v.17, n.1, p. 33-49, mai. 2000.

ROSA, C. W.; ROSA, A. B. O ensino de ciências (Física) no Brasil: da história às novas orientações educacionais. *Revista Ibero-americana de Educação*, v. 2, n. 58, 2012.

SARAIVA, F.R dos Santos. - *Novíssimo Dicionário latino-português* - 10. ed., Rio de Janeiro, Livraria Garnier, 2006.

SARTORI, A. F.; RAMOS, E. M. F. Ferramentas audiovisuais como instrumento no ensino de Física. In: *Simpósio Nacional de Ensino de Física*, 17., 2007. São Luis. *Atas do XVII Simpósio Nacional de Ensino de Física*. São Luis, MA. 2007. p. 102.

SILVA, H. C. da. *Lendo imagens no ensino de física: construção e realidade*. *Enseñanza de las Ciencias*, extra, 2005.

TAVARES, R. Animações interativas e mapas conceituais. In: *XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física*, Rio de Janeiro, 2005.

WERTHEIMER, M. O fenômeno Phi como um exemplo de nativismo na percepção. In: HERRNSTEIN, R. J. e BORING, E. G. (Org.) *Textos básicos de História da Psicologia*. São Paulo: Herder e EDUSP, 1971.