



A APRENDIZAGEM DE CINEMÁTICA NO ENSINO MÉDIO A PARTIR DA  
PROGRAMAÇÃO DE SIMULAÇÕES E JOGOS COM A PLATAFORMA SCRATCH

Vinicius Vilela de Almeida Rego

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador:

André Tenório Leite

Rio de Janeiro

Agosto 2017

A APRENDIZAGEM DE CINEMÁTICA NO ENSINO MÉDIO A PARTIR DA  
PROGRAMAÇÃO DE SIMULAÇÕES E JOGOS COM A PLATAFORMA SCRATCH

Vinicius Vilela de Almeida Rego

Orientador:

André Tenório Leite

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação de Mestrado Nacional Profissional em  
Ensino de Física, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em  
Ensino de Física.

Aprovada por:

---

Dr. Nome do Membro da Banca

Rio de Janeiro

Agosto 2017

## FICHA CATALOGRÁFICA

CXXXc\* Rego, Vinicius

A aprendizagem de Cinemática no ensino médio a partir da programação de simulações e jogos com a plataforma Scratch/ Vinicius Vilela de Almeida Rego - Rio de Janeiro: UNIRIO / IBIO, 2017.

31 seções, 83 páginas; *dimensões da encadernação*.

Orientador: André Tenório Leite

Dissertação (Mestrado Profissional) – UNIRIO / Instituto de Biociências / Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, 2017.

Referências bibliográficas: 74 a 78.

1. Cinemática 1. 2. Scratch 2. 3. Ensino de Física 3.
- I. André Tenório Leite.
- II. Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Instituto de Biociências, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física.
- III. A aprendizagem de cinemática no ensino médio a partir da programação de simulações e jogos com a plataforma Scratch.

\*Código da obra (a ser fornecido pela biblioteca após a defesa)

À minha esposa Juliana.  
À minha irmã Ana Cristina.  
Aos meus pais, Flavio e Nadia.  
A todos os professores de Física.  
Aos meus filhos, futuros cientistas, Maria e Francisco.

## **Agradecimentos**

Aos professores de Física da UNIRIO, pela grande dedicação que tiveram com este novo curso de mestrado e aos conhecimentos transmitidos.

Aos colegas que comigo cursaram as disciplinas, pelo suporte, apoio e troca de experiências.

Aos meus pais, Flavio e Nadia, por mostrarem-me a importância dos estudos.

Ao meu orientador Prof. Dr. André Tenório, pela paciência, as ideias e os conhecimentos transmitidos.

A minha querida esposa Juliana, que sempre me apoia.

Agradeço à CAPES pelo apoio financeiro por meio da bolsa concedida, possibilitando a realização do curso de mestrado no MNPEF.

## RESUMO

### A APRENDIZAGEM DE CINEMÁTICA NO ENSINO MÉDIO A PARTIR DA PROGRAMAÇÃO DE SIMULAÇÕES E JOGOS COM A PLATAFORMA SCRATCH

Vinicius Vilela de Almeida Rego

Orientador:

André Tenório Leite

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

O emprego de tecnologias no ensino de Física pode tornar a sala de aula um ambiente mais atrativo e favorecer a aprendizagem significativa. Foram desenvolvidas quatro simulações e dois jogos de Cinemática, construídos e disponibilizados na plataforma educativa MIT Scratch 2.0. Adicionalmente, sete vídeos do tipo tutorial foram gravados e divulgados por meio do sítio do YouTube. Os treze objetos de aprendizagem abrangeram movimento retilíneo uniforme, movimento retilíneo uniformemente variado, queda livre e lançamentos vertical, horizontal e oblíquo. Após a criação desses objetos, a aplicabilidade foi testada em uma oficina de doze horas realizada de outubro a dezembro de 2016 com quatorze alunos do Ensino Médio regular de uma escola pública da rede estadual, localizada na zona oeste do município do Rio de Janeiro. O objetivo foi avaliar se inserir a programação de simulações e jogos no ensino da Cinemática tornaria o conteúdo mais interessante e menos abstrato aos alunos. Na aplicação piloto da proposta, dados foram colhidos por observação direta e questionário *on-line* e, então, analisados qualitativamente. No início da oficina, somente um aluno lembrava-se da definição cientificamente aceita do conceito de velocidade e nenhum recordava a de aceleração. Já, ao final, seis demonstraram ter assimilado o conceito de velocidade e quatro o de aceleração. Para todos os alunos, criarem simulações de Cinemática contribuiu para a aprendizagem e conhecerem uma linguagem de programação ajudou no desenvolvimento, ainda que nenhum tivesse programado em Scratch ou qualquer outra

linguagem antes. Houve também aumento da participação e da motivação na oficina com a plataforma Scratch em comparação às aulas tradicionais. Logo, os alunos programarem simulações baseadas nos conceitos físicos parece ter ajudado a tornar o conteúdo de Cinemática interessante e mais concreto.

**Palavras-chave:** Ensino de Física. Scratch. Cinemática. Simulação. Programação.

## **ABSTRACT**

### **KINEMATICS LEARNING IN HIGH SCHOOL FROM PROGRAMMING OF SIMULATIONS AND GAMES WITH THE PLATFORM SCRATCH**

Vinicius Vilela de Almeida Rego

Supervisor:

André Tenório Leite

Abstract of master's thesis submitted to Program of Physics Education Professional National Graduation, in partial fulfillment of the requirements for the degree of Physics Education Master.

Using new technologies for Physics education can turn out the classroom in a more appealing environment and promote the meaningful learning. Four simulations and two kinetic games have been developed and made available on MIT Scratch 2.0 educational platform. In addition, seven others tutorial videos were made and published on the YouTube site. The thirteen learning objects comprised uniform rectilinear motion, uniformly varied rectilinear motion, free fall, vertical, horizontal and oblique launches. Their applicability was tested in a twelve-hour workshop, carried out between October and December of 2016, for fourteen High School students from a state school, located in Rio de Janeiro. Its purpose was to determine whether incorporating programming activities of simulations and games to the teaching of Kinematics would make its learning more interesting and less abstracts for students. On the pilot application of the proposal, data were collected through direct observation and an online questionnaire, then qualitatively analysed. At the beginning of the workshop, only one of the students could remember the scientifically accepted concept of speed and none the concept of acceleration. However, by the end, six of the students had already assimilated the concept of speed and four, the concept of acceleration. For all the students, creating kinematic simulations helped to assimilate the subject, and learning a programming language enhanced their development, even though none of them had used Scratch or any other programming language before. Students were also more motivated and keen to take part in the activities with Scratch than they were on regular classes. Therefore, coding simulations based on

physics concept seem to have helped Kinematics' concepts become more appealing and concrete to students.

**Keywords:** Physics Education. Scratch. Kinematics. Simulation. Programming.

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
1.1 Panorama da pesquisa	10
1.2 Justificativa	12
1.3 Objetivos	13
1.3.1 Objetivo geral	13
1.3.2 Objetivos específicos	13
1.4 Apresentação da dissertação	14
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	16
2.1 Possibilidades de emprego do Scratch	16
2.2 Dificuldades de ensino-aprendizagem em Cinemática	18
2.3 Estudos com propostas experimentais de ensino de Cinemática	20
2.4 Estudos com propostas de uso ou programação de simulações de Cinemática	20
3 METODOLOGIA	23
4 OBJETOS DE APRENDIZAGEM	27
4.1 Animação interativa de Trigonometria	27
4.2 Simulações de Cinemática	28
4.2.1 Simulação de movimento retilíneo uniforme	29
4.2.2 Simulação de movimento retilíneo uniformemente variado	31
4.2.3 Simulação de movimento vertical no vácuo	33
4.2.4 Simulação de simultaneidade de movimentos	37
4.3 Jogos de Cinemática	40
4.3.1 Jogo de lançamento horizontal	40
4.3.2 Jogo de lançamento oblíquo	43
4.4 Canal no YouTube	46
5 PERCEPÇÕES SOBRE A APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL	52
5.1 Percepções docente sobre a aplicação do produto educacional	52
5.2 Percepções discentes sobre o produto educacional	62
6 CONCLUSÕES	72
REFERÊNCIAS	74
APÊNDICE A	79
APÊNDICE B	80

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Panorama da pesquisa

A Cinemática é um importante conteúdo de Física na Educação Básica. Dinâmica, Termodinâmica, Eletrostática, entre outros, têm como pré-requisito os conceitos de velocidade e aceleração. Portanto, não compreender Cinemática prejudica o entendimento de conteúdos subsequentes. Todavia, apesar de as grandezas cinemáticas serem básicas à grande parte da Física, sua aprendizagem não é fácil (NAPOLITANO; LARIUCCI, 2001).

A aprendizagem mecânica, tipificada pela resolução maciça de exercícios, frequentemente fracassa em promover a aprendizagem significativa. Pode falhar ainda em esclarecer a comum confusão entre os conceitos científicos de velocidade e aceleração, de modo a não subsidiar o aluno a conectá-los adequadamente às concepções espontâneas (LABURÚ; CARVALHO, 1993). As concepções espontâneas surgem, de forma empírica, a partir da interação do sujeito com o mundo, e, geralmente, diferem dos modelos científicos ensinados nas escolas (VILLANI, 1989).

Tao e Gunstone (1999) pesquisaram a possibilidade de modificar as concepções espontâneas de alunos do Ensino Médio sobre força e movimento. Durante 10 semanas, vinte e sete alunos de uma escola católica de Melbourne na Austrália participaram da pesquisa. Os dados obtidos, a partir de testes e entrevista, mostraram que é necessário promover estratégias para modificar as concepções espontâneas por conhecimentos cientificamente aceitos. Para os autores (TAO; GUNSTONE, 1999), o uso de simulações computacionais seria um caminho para a reformulação de conceitos preexistentes, devido à possibilidade de observar, manipular e explorar, livremente, os parâmetros envolvidos na simulação, o que faria o estudante refletir sobre suas ideias e o que foi visualizado.

Já Cordeiro (2003), ao analisar a aprendizagem do conceito de aceleração em turmas de 1ª série do Ensino Médio de uma escola pública do Paraná (30 alunos), constatou que somente nove pesquisados tinham concepções espontâneas de aceleração próximas à admitida cientificamente.

Contudo, a disseminação das tecnologias digitais pode potencializar mudanças na prática docente e na forma de estudar Cinemática. Uma alternativa didático-pedagógica seria a construção de simulações em sala de aula (HALLOUN, 1996). As simulações computacionais proporcionam visualizar como o arcabouço matemático de uma teoria funciona para descrever fenômenos físicos. Elas também rompem naturalmente algumas das

limitações matemáticas inerentes às soluções literais e libertam o professor para explorar situações físicas mais ricas e interessantes, de outra forma inacessível a estudantes na etapa propedêutica.

No caso da Cinemática no Ensino Médio, por exemplo, o necessário comedimento do formalismo algébrico impacta diretamente na diversidade de movimentos que se pode abordar com os alunos. Por conseguinte, o conteúdo didático é marcadamente adstringido a Movimento Retilíneo Uniforme (MRU), Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV) e alguns movimentos planos especialmente simples. A exclusão mais notória solicitada aos estudantes é desfazerem-se de suas percepções dos efeitos do atrito seco ou do arrasto aerodinâmico sobre o movimento. Como consequência, a eles, o conteúdo soa artificial e idealizado, destacado da realidade útil. O ensino torna-se centrado em fórmulas pré-fabricadas, em vez de na operacionalização matemática dos conceitos físicos de tempo, posição, velocidade e aceleração. Reduz-se o aprendizado de Cinemática ao reconhecimento de quais fórmulas matemáticas devem ser aplicadas a cada situação enunciada, sem motivação na realidade, de fato, mais complexa.

As simulações incentivam também a experimentação, pois possibilitam ao usuário testar facilmente o resultado da variação de parâmetros numéricos ou condições iniciais do movimento.

Não obstante, a maioria das propostas de incorporação de simulações aos processos de ensino-aprendizagem parte de programas prontos, configurados pelo professor. Já, este trabalho visa mostrar e analisar, por meio de exemplos práticos, como o professor poderia guiar os alunos na construção das próprias simulações de situações cinemáticas com a plataforma de programação Scratch e o auxílio de um canal com vídeos no YouTube.

A plataforma Scratch foi introduzida em 2005 pelo Lifelong Kindergarten Group ligado ao Media Lab do Massachusetts Institute of Technologies (MIT, 2007). A versão mais atual do ambiente de desenvolvimento associado à plataforma on-line é a 2.0, lançada em 2013. O ambiente de desenvolvimento permite, junto com a fácil integração de recursos multimídia, a criação rápida e lúdica de pequenos aplicativos, como animações e jogos. Doravante, na dissertação, o termo Scratch será usado para denotar a plataforma on-line, o ambiente de desenvolvimento ou a linguagem de programação, conforme o contexto.

O YouTube é um sítio na Internet que permite aos usuários carregarem e compartilharem vídeos em formato digital, com a possibilidade de troca de comentários. Desenvolvido por Chad Hurley, Steve Chen e Jawed Karim, seu início ocorreu em 2005. No

ano seguinte, ele foi vendido para a empresa Google e não parou de crescer (BEZERRA; SANTOS, 2014). Hoje, o uso para fins educativos é contumaz (TENÓRIO, 2015b; 2016a).

Para a pesquisa, foi criada uma animação introdutória de Trigonometria no triângulo retângulo, quatro simulações de Cinemática e dois jogos envolvendo lançamento horizontal e oblíquo. Todos construídos e disponibilizados na plataforma educativa MIT Scratch 2.0<sup>1</sup>. Adicionalmente, sete vídeos do tipo tutorial foram gravados e divulgados por intermédio do sítio do YouTube<sup>2</sup>.

Após a criação desses objetos de aprendizagem, gratuita e plenamente acessíveis a todos com conexão à Internet, sua aplicabilidade foi testada pelo autor em uma oficina realizada com quinze alunos do Ensino Médio regular. Todos os alunos envolvidos na oficina eram de uma escola pública da rede estadual, localizada no bairro de Senador Camará, na zona oeste do município do Rio de Janeiro. Iniciativas similares não foram identificadas no âmbito da rede estadual de educação do estado do Rio de Janeiro.

## 1.2 Justificativa

A elaboração e o emprego de simulações são importantes para o processo de ensino-aprendizagem de Física. Segundo Medeiros e Medeiros (2002), uma das vantagens seria permitir ao usuário gerar e testar hipóteses a partir da emulação de dados sem ser preciso dedicar muito tempo e esforço a coletá-los experimentalmente. Além disso, possibilitariam boa aproximação da realidade, transformariam conceitos abstratos em concretos e facilitariam a compreensão. Medeiros e Medeiros (2002) destacaram ainda que a modelagem de simulações ampliaria a capacidade de resolução de problemas e promoveria mudanças conceituais com maior facilidade. Neumann e Barroso (2005) apontaram benefícios também. Para eles, simulações confeririam ao aluno um processo investigativo com possibilidade de alteração dos valores de variáveis físicas, o que não ocorreria, com facilidade, ao realizarem-se experimentos em laboratório.

Apesar disso, o uso de tecnologias como simulações em aulas de Física ainda é infrequente. Bittencourt e Bittencourt (2010), ao defender o emprego de simulações, relatou que os professores não estariam atualizados frente às Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) para inseri-las em suas práticas pedagógicas. Somado a isso, muitas

---

<sup>1</sup> <https://scratch.mit.edu/users/ViniciusRego/>

<sup>2</sup> <https://www.youtube.com/channel/UCYjOuxl9u6TClS8FWGFzbxA>

vezes, as instituições careceriam de estrutura adequada. Ainda assim, alunos e professores deveriam recorrer às TICs no ensino-aprendizagem de Ciências Exatas e Naturais, de modo a tornar-se o estudo menos abstrato, mais estimulante e melhor contextualizado.

Um bom exemplo da receptividade da utilização das TICs em contextos educacionais é o fato de museus interativos terem recordes de público no Brasil e no exterior. O recém-inaugurado Museu do Amanhã, na cidade do Rio de Janeiro, por exemplo, em razão de seu acervo interativo com atividades baseadas em tecnologias, recebe mais visitantes que outros museus tradicionais (MOURA, 2012).

A comunidade educacional não pode ignorar a presença ubíqua das TICs no cotidiano dos alunos. De acordo com Moreira (2000), a reformulação do ensino de Física deve partir da vivência do aluno, de situações diárias e da necessidade de conectar a episteme às aplicações concretas. Em meio a esse contexto, justifica-se a realização da presente pesquisa, inspirada por autores como Neumann e Barroso (2005), Araújo e Veit (2009), Oliveira Jr. (2015), Soares *et al.* (2015) e Farias e Rivera (2017).

## **1.3 Objetivos**

### *1.3.1 Objetivo geral*

Apresentar uma abordagem de ensino com a programação de simulações e jogos sobre Cinemática, apoiada com vídeos tutoriais, e avaliá-la a partir das opiniões de alunos do Ensino Médio de uma escola pública estadual do Rio de Janeiro.

### *1.3.2 Objetivos específicos*

- Propor o emprego da plataforma educativa Scratch para o ensino de Cinemática por intermédio da criação de quatro simulações e dois jogos;
- Disponibilizar vídeos tutoriais sobre a programação das simulações e jogos de Cinemática de modo a auxiliar os alunos a compreenderem-na;
- Exemplificar como a programação computacional pode ser adotada como ferramenta de ensino a partir da elaboração de simulações e jogos de Cinemática;
- Divulgar uma abordagem de ensino que possibilite aos alunos transmutarem as concepções espontâneas de Cinemática para as concepções cientificamente aceitas;

- Conhecer as opiniões dos alunos sobre a inserção da programação no processo de ensino-aprendizagem;
- Conhecer as opiniões dos alunos sobre a influência de simulações e jogos no processo de ensino-aprendizagem;
- Averiguar se o ato de programar simulações e jogos, apoiado com vídeos tutoriais, contribuem para a aprendizagem significativa.

#### **1.4 Apresentação da dissertação**

Este trabalho está dividido em seis partes. No primeiro capítulo, enfatiza-se a importância da Cinemática no currículo de Física e as dificuldades de promover a aprendizagem significativa. Apresenta-se a possibilidade de inserir programação no ensino da Cinemática, a partir da elaboração de simulações e jogos, como uma forma de tornar o conteúdo menos abstrato. É feita uma breve introdução aos objetos de aprendizagem criados e divulgados por meio da plataforma Scratch e do sítio do Youtube. A motivação e os objetivos da pesquisa são expostos.

O segundo capítulo traz a fundamentação teórica da proposta pedagógica – a aplicação da programação em Scratch para o Ensino de Física, em especial, de Cinemática. Primeiramente, é traçado o panorama atual do ensino-aprendizagem de Cinemática. São relacionadas algumas das críticas ao ensino de Cinemática, manifestadas por uma corrente de educadores atuais. Em seguida, o potencial educativo das simulações computacionais e, mormente, do ato de programá-las é discutido.

No terceiro capítulo, é explicada a metodologia adotada para a presente pesquisa. Os instrumentos de coleta de dados sobre a aplicação piloto da proposta pedagógica e os métodos de análise são detalhados.

No quarto capítulo, discorre-se sobre os objetos de aprendizagem produzidos. São deslindadas a animação interativa de trigonometria, as quatro simulações e os dois jogos desenvolvidos para a proposta pedagógica de Cinemática, juntamente com os respectivos vídeos tutoriais disponibilizados no canal no sítio do YouTube. O capítulo foi aproveitado como parte do produto educacional (REGO, 2017), correspondente à proposta pedagógica da dissertação.

No quinto capítulo, são apresentadas e analisadas qualitativamente as percepções docentes e discentes acerca da aplicação piloto dos objetos de aprendizagem.

No sexto capítulo, são destacados os principais resultados, as conclusões sobre a abordagem de ensino testada e as perspectivas do estudo.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 Possibilidades de emprego do Scratch

O ambiente de desenvolvimento da plataforma Scratch utiliza uma linguagem visual de programação. Nele, os programas são construídos com justaposição e encaixe de blocos lógicos categorizados com cores e formatos. A motivação é assemelhar a programação de animações, simulações ou jogos à montagem de um brinquedo de blocos do tipo Lego (COSTA *et al.*, 2014). Depois de desenvolvidos, os programas podem ser compartilhados mundialmente na plataforma on-line. Nela, é possível encontrar milhões de projetos já disponibilizados pelos usuários. Inobstante, devido à popularidade dos jogos entre o grande público (GRÜBEL; BEZ, 2006; TENÓRIO *et al.*, 2015a; 2016a; 2016b), e o conseqüente viés de interesse, simulações fisicamente corretas são raras.

Existem diversas possibilidades de aplicação do Scratch como ferramenta de ensino. Dois exemplos, ligados ao ensino de Matemática, são encontrados em Andrade *et al.* (2013) e Costa *et al.* (2014). Os trabalhos ilustraram como o potencial lúdico dos jogos melhoraria a aprendizagem. Já Mota *et al.* (2014) propuseram desenvolver-se o raciocínio-lógico no Ensino Médio a partir de um jogo para resolver uma situação-problema com os termos condicionais “se” e “enquanto”.

Com o Scratch, o aluno pode programar seu objeto de aprendizagem e tornar-se protagonista da construção do próprio conhecimento. Conforme Rocha (2008), o ato de programar e reprogramar tornaria aprender uma descoberta. Programar instaria o aluno a transparecer os pensamentos pela necessidade de construir um algoritmo. Ao arquitetar uma sequência de comandos, seria levado a organizar e expressar logicamente ideias para resolver um problema (VALENTE, 1993).

Ao codificar um programa, o aluno é impelido a conceber um encadeamento lógico para os conceitos físicos envolvidos, organizá-los em um mapa conceitual mental, atribuir símbolos a cada um e, por fim, escrever um algoritmo usando a linguagem de programação escolhida, em vez da linguagem algébrica usual à resolução de exercícios no papel. Por exemplo, no Scratch, os blocos lógicos aritméticos – de operações básicas e transcendentais – permitem compor algoritmos simples de integração numérica de equações de movimento para os objetos mostrados na tela. Assim, programar conduziria à compreensão dos conceitos físicos e de suas inter-relações; tornaria o aprendizado explícito, por induzir análise, reflexão e externalização.

Contudo, para ser capaz desenvolver os próprios programas, primeiramente, é preciso aprender uma linguagem de programação, o que, geralmente, pode requerer grande treinamento. A linguagem Scratch foi concebida justamente para permitir a jovens e crianças a partir dos oito anos superarem essa dificuldade intrínseca à maioria das outras linguagens de programação. Ao mesmo tempo, o ambiente de desenvolvimento dá acesso simples a múltiplos recursos audiovisuais para criação de animações, simulações e jogos.

A plataforma Scratch possui grande potencial para o ensino de Física. Segundo Lopéz e Gutiérrez (2016), uma das vantagens seria oferecer uma linguagem de programação pensada para jovens do Ensino Fundamental ou Médio, que possibilitaria a docentes e discentes implantarem e testarem modelos Físicos. Para Anjos *et al.* (2016), usar a linguagem de programação ofertada pelo Scratch seria uma forma inovadora de promover o ensino de Física. A elaboração de animações, simulações e jogos tornaria o espaço de aula um ambiente criativo e motivador, com objetivo de despertar o interesse por Física e Computação.

A programação em Scratch pode ser uma rica forma de sedimentar os conceitos iniciais de Cinemática com alunos do Ensino Médio, como afirmaram Farias e Rivera (2017). Ela proporcionaria dinamismo, melhor compreensão dos conceitos e maior envolvimento dos alunos nas aulas de Física (FARIAS; RIVERA, 2017).

Distintamente das animações – as quais só se pode iniciar, reter e interromper –, as simulações são interativas (ARAÚJO; VEIT, 2009). A interatividade é caracterizada por contínua ação e reação entre o usuário e a máquina. O usuário age sobre a máquina que responde de alguma forma e insta-o a um novo gesto, em um fluxo cíclico de informação (GREIS; REATEGUI; 2010). Simulações são modeladas a partir da aproximação de uma situação real com técnicas de programação e uso de equações matemáticas (GREIS; REATEGUI; 2010). Seu emprego prepararia para as práticas de laboratório, com redução de custos e tempo (GREIS; REATEGUI; 2010). Elas podem ser incorporadas à prática de ensino de Física para ajudar na construção do conhecimento (GREIS; REATEGUI; 2010). Quando bem sucedida, a aplicação de uma simulação educativa provocaria a imersão do aluno em um ciclo interativo para alcançar a subsunção em sua estrutura cognitiva dos conceitos de Física envolvidos.

Nas simulações, a realidade física é modelada matematicamente e, então, mimetizada por um algoritmo programado no computador. Nas simulações educativas, idealmente, devem ser acrescentados elementos gráficos, animados conforme os resultados numéricos computados, para propiciar a visualização do fenômeno estudado.

As simulações educativas podem ser classificadas como exploratórias ou expressivas (ARAÚJO *et al.*, 2004). Nas exploratórias, o aluno encontra o objeto de aprendizagem pronto e explora-o. Nele, é possível alterar parâmetros numéricos e valores iniciais, como posição e velocidade, de modo a observarem-se as consequências. Já nas simulações expressivas, o grau de interatividade é maior, pois o aluno elabora o próprio objeto de aprendizagem.

## 2.2 Dificuldades de ensino-aprendizagem em Cinemática

Trowbridge e McDermott (1980), Laburú e Carvalho (1993), Agrello e Grag (1999), Rosa e Rosa (2005), Ferreira *et al.* (2010), Jesus e Junior (2011) e Oliveira Jr. (2015) discutiram as dificuldades de aprendizagem dos conceitos de Cinemática. Segundo Trowbridge e McDermott (1980), as concepções espontâneas dos alunos sobre aceleração precisariam ser superadas para haver compreensão correta do conceito científico, em um processo de aprendizagem que poderia requerer anos.

Laburú e Carvalho (1993) pesquisaram os conceitos equivocados de aceleração expressados por vinte e quatro alunos entre 11 a 16 anos de uma escola Estadual em Londrina no Paraná – doze do 9º ano do Ensino Fundamental e doze da 2ª série do Ensino Médio. A partir de experimentos e entrevistas, notaram que os alunos desenvolviam hipóteses deficientes para a operacionalização de um modelo matemático de movimento. As dificuldades manifestadas eram similares para os dois grupos, apesar de os alunos da 2ª série do Ensino Médio já terem estudado o mesmo conteúdo no 9º ano. As principais noções de aceleração identificadas foram:

1. equivalente à variação de velocidade ( $a = \Delta v$ );
2. equivalente à velocidade ( $a = v$ );
3. equivalente à velocidade final ( $a = v_{\text{final}}$ );
4. equivalente à posição ( $a = s$ )
5. equivalente à força ( $a = F$ )
6. critério de aumento de velocidade;
7. critério de aumento de velocidade por intervalo de tempo ;
8. critério de aumento de velocidade por deslocamento ;
9. critério de ultrapassagem ( $a = \text{ultrapassar}$ )

A experimentação direta poderia auxiliar no processo de substituição das concepções espontâneas. Todavia, inegavelmente, parte da dificuldade pedagógica está na inviabilidade prática de o professor, em sala de aula, explorar situações reais em que a distinção entre as

concepções científicas de velocidade e aceleração seja evidenciada (LABURÚ; CARVALHO; 1993).

Ademais, fenômenos cinemáticos na escala de alguns metros usualmente duram menos que alguns segundos e a observação detalhada pode requerer a assistência de instrumentos eletrônicos. Mas a coleta de dados por instrumentação eletrônica acrescenta mais uma camada de abstração para os alunos superarem. Uma flagrante surpresa ao professor inexperiente em aulas de laboratório é a dificuldade manifestada por muitos alunos em compreender a relação entre uma voltagem medida com um transdutor e uma grandeza mecânica, como posição ou velocidade de um corpo.

Agrello e Grag (1999) ressaltaram ainda a dificuldade de compreensão de gráficos de Cinemática por alunos calouros de uma universidade pública federal de Brasília. Já Ferreira *et al.* (2010) apontaram a simultaneidade de movimentos como um dos conteúdos mais difíceis.

E mais, de acordo com Rosa e Rosa (2005), alguns professores viam a abordagem de Cinemática no Ensino Médio como extensa e embasada na resolução de grande quantidade de exercícios. Segundo o relato de uma das professoras entrevistadas: “... não concordo com o ensino da cinemática de modo tão longo, mas os alunos têm dificuldade em matemática e com isso perco muito tempo neste conteúdo, que cai no vestibular, por isso preciso ensinar...”.

Jesus e Junior (2011) constataram, a partir das percepções de professores de Física do Ensino Médio, que MRUV seria um dos conteúdos em que os alunos encontrariam maior dificuldade. Fatores contribuintes abrangeriam: aprendizagem mecânica sem nenhuma ancoragem, excessiva matematização sem discussão dos conceitos físicos e omissão do contexto histórico ou tecnológico.

Atualmente, o Currículo Mínimo da rede estadual do Rio de Janeiro (SEEDUC, 2012) praticamente exclui a Cinemática do conteúdo de Física. Por exemplo, a abordagem do caráter vetorial de velocidade e da aceleração é associada apenas ao movimento dos planetas, transmitido aos alunos no 1º bimestre da 1ª série do Ensino Médio. Contudo, a transposição dos conceitos vetoriais de velocidade e aceleração para os fenômenos cotidianos não deveria ser deixada a cargo do aluno e, ademais, ocorrer na sequência inversa: primeiramente serem desenvolvidos em situações cotidianas e somente depois aplicados ao movimento planetário.

### **2.3 Estudos com propostas experimentais de ensino de Cinemática**

Propostas experimentais de ensino de Cinemática foram feitas por diversos autores. Por exemplo, Souza e Donangelo (2015), preocupados com distanciamento entre cotidiano e conteúdo, memorização de fórmulas e uso excessivo de Matemática, propuseram introduzir-se os conceitos de velocidade média e instantânea a partir de experimentos com um carrinho de controle remoto.

Já Corveloni *et al.* (2009) comparou a aceleração da gravidade obtida experimentalmente através de análises de fotos tiradas com uma câmera digital e o valor teórico calculado com equação Somigliana. Ressaltou a aplicabilidade das câmeras digitais como ferramentas pedagógicas para estudo do MRUV, em especial, de queda livre.

Segundo Cavalcante *et al.* (2009), apesar da disseminação dos recursos tecnológicos digitais, as aulas de Física tiram pouco proveito das inovações. Nesse sentido, propôs usar o computador como instrumento de medida para o valor da gravidade em um experimento de lançamento horizontal com duas pequenas esferas metálicas, um fototransistor e o auxílio do software Cooledit.

### **2.4 Estudos com propostas de uso ou programação de simulações de Cinemática**

Muitos conteúdos de Física abordados no Ensino Médio são apresentados de forma excessivamente abstrata ou exigem conhecimentos matemáticos incompatíveis com o nível propedêutico, o que restringe a abordagem a situações físicas demasiadamente idealizadas e simplórias. Somado a isso, a impossibilidade de desenvolver experimentos em laboratórios é frequente. Nesse contexto, simulações ajudariam no ensino-aprendizagem por tornar o conteúdo mais concreto, resolver cálculos matemáticos e substituir, em parte, laboratórios (SOARES *et al.*, 2015).

Araújo *et al.* (2004), ao realizarem testes antes e depois de atividades realizadas o software Modellus, exemplificaram como simulações poderiam promover a aprendizagem significativa de conceitos cinemáticos, por facilitarem a conexão de novas informações com a estrutura cognitiva dos alunos. Todos os alunos envolvidos na pesquisa opinaram positivamente sobre a experiência com o programa e declaram antever possíveis aplicações com outros conteúdos de Física. A discussão de cinemática com emprego da modelagem computacional teria sido estimulante e permitira reverem conceitos anteriormente só

abordados da forma tradicional. A nova perspectiva possibilitara interagirem com os modelos físicos sem preocuparem-se exclusivamente com aplicação de fórmulas para resolução de problemas ou exercícios.

Pedroso e Araújo (2012) apresentaram atividades exploratórias com o software Easy Java Simulations e defenderam que simulações computacionais proporcionariam aprendizagem significativa. Salientaram que os alunos, ao manipularem as simulações, buscavam justificar o observado de acordo com seus conhecimentos prévios.

Soares *et al.* (2015) utilizaram diferentes simulações interativas do Physics Educational Technology (PhET) da Universidade do Colorado para discutir espectroscopia, radioatividade e física nuclear conteúdos de Física Moderna e Contemporânea com duas turmas da 3ª série do ensino médio de uma escola pública de São Paulo. Para os autores, o uso do computador estimulou a aprendizagem e facilitou a compreensão dos conteúdos por ajudar na interpretação de fenômenos físicos.

Um exemplo da possibilidade de expandir-se a gama de situações Cinemática abordadas ainda no Ensino Médio foi dado por Oliveira Jr. (2015). O programa de simulações Modellus foi sugerido para permitir ao professor discutir o problema da perseguição pura no plano. A situação simulada pressupunha duas embarcações, um navio pirata e outro mercante, o segundo em MRU e o primeiro em deslocamento sobre uma curva plana com velocidade de módulo constante e sentido continuamente apontado para presa. O vínculo sobre o módulo da velocidade do navio pirata traduzia-se em uma aceleração sempre perpendicular ao vetor velocidade, mas de módulo variável (Fosse o módulo da aceleração também constante, o navio pirata descreveria um arco de circunferência.). O problema foi analisado nos casos em que a razão entre os módulos das velocidades dos dois móveis era maior que, menor que ou igual a um. Em princípio, a resolução do problema da perseguição pura bidimensional demandaria ferramentas matemáticas desconhecidas de alunos do Ensino Médio. Contudo, o uso do Modellus permite dar conta da integração numérica das equações de movimento diferenciais e possibilita aos alunos focarem-se no contexto físico de uma perseguição pura.

Neumann e Barroso (2005) também sugeriram empregar simulações e exercícios interativos para o estudo do movimento do pêndulo pela dificuldade de analisar oscilações somente com as ferramentas matemáticas conhecidas por alunos do Ensino Médio.

Farias e Rivera (2017) propuseram o uso da plataforma Scratch para abordar conceitos iniciais de Cinemática, como referencial, velocidade média, velocidade relativa e trajetórias, para alunos da 1ª série do Ensino Médio a partir de dez simulações.

Aproveitar simulações computacionais como atividades complementares pode motivar a aprendizagem significativa. A informática como ferramenta educacional tem o potencial de engajar o aluno e torná-lo protagonista da própria aprendizagem (ARAÚJO *et al.*, 2004). Entretanto, segundo Cavalcante *et al.* (2009), o emprego de computadores em aula ainda seria infrequente e, quando ocorre, priorizaria a manipulação de editores de textos, planilhas de cálculos ou sítios de busca na internet. Seria preciso fomentar o desenvolvimento de atividades interativas.

A partir da proposta da presente dissertação, a aprendizagem adviria da necessidade de o aluno operacionalizar os conceitos científicos de posição, velocidade e aceleração instantâneas, ao programar integrações numéricas simples para conseguir animar objetos na tela do computador em movimentos fisicamente corretos.

### 3 METODOLOGIA

A pesquisa objetivou testar a hipótese de que os alunos programarem as próprias simulações e jogos envolvendo MRU e MRUV ajudaria à aprendizagem significativa dos conceitos cinemáticos de velocidade e aceleração. A aplicação piloto da proposta foi realizada na forma de oficina com os alunos para ensiná-los a programar com a plataforma Scratch e tutorá-los no desenvolvimento de quatro simulações e os dois jogos. Foram criados como material de apoio à oficina sete vídeos tutoriais. Ao final, as percepções dos alunos sobre os objetos de aprendizagem desenvolvidos por eles e sobre o ato de programar foram colhidas por meio de questionário. Esses dados junto com as observações anotadas pelo pesquisador fundamentaram a análise qualitativa dos efeitos da abordagem proposta sobre o ensino-aprendizagem de Cinemática no Ensino Médio.

A oficina de desenvolvimento dos objetos de aprendizagem envolveu os quinze primeiros alunos inscritos voluntariamente de sessenta e dois convidados. Entretanto, um compareceu apenas ao 1º encontro, de modo que quatorze foi o total considerado de participantes.

Todos eram do Ensino Médio regular de uma escola pública da rede estadual do Rio de Janeiro, localizada no bairro de Senador Camará, na zona oeste do município do Rio de Janeiro. Entre os participantes, doze eram da 1ª série, dos quais seis eram de uma turma e seis de outra. Os dois da 2ª série eram alunos de uma mesma turma. Todas as turmas mencionadas estavam sob a regência do autor.

**Tabela 1.** Metadados sobre os encontros da oficina.

<b>Encontros</b>	<b>1º</b>	<b>2º</b>	<b>3º</b>	<b>4º</b>	<b>5º</b>	<b>6º</b>
<b>Data</b>	27/10	10/11	17/11	24/11	1/12	7/12
<b>Assunto</b>	Scratch	MRU	MRUV	Movimento vertical	Simultaneidade de movimentos	Lançamentos horizontal e oblíquo
<b>Participantes</b>	15	14	14	14	14	14

A oficina compreendeu seis encontros de duração aproximada de duas horas, realizados no período de 27/10 a 7/12 em 2016 (Tabela 1) no laboratório de informática da escola. O espaço restrito do ambiente limitava o número de participantes a quinze. O laboratório possuía doze computadores dos quais somente nove funcionavam, por isso, os alunos trabalharam em duplas. As atividades deram-se em contra turno e de modo completamente independente das aulas regulares.

**Tabela 2.** Metadados dos vídeos utilizados na oficina.

<b>Encontro</b>	<b>Temas discutidos</b>	<b>Objetivos propostos</b>	<b>Liame</b>	<b>Duração</b>
1º	Interface e algumas ferramentas do Scratch. Convite ao aluno para elaborar seu primeiro código.	Familiarizar-se com o Scratch. Calcular grandezas trigonométricas no triângulo retângulo.	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=OzKxS45N_VI&amp;t=23s">https://www.youtube.com/watch?v=OzKxS45N_VI&amp;t=23s</a> , <a href="https://www.youtube.com/watch?v=wnVaYtUVgBk&amp;t=464s">https://www.youtube.com/watch?v=wnVaYtUVgBk&amp;t=464s</a>	5 min 29 s 19 min e 41 s
2º	MRU e suas características.	Aprender o conceito cientificamente aceito da grandeza velocidade.	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=UH1_oUTLuk4&amp;t=245s">https://www.youtube.com/watch?v=UH1_oUTLuk4&amp;t=245s</a>	21 min e 31 s
3º	MRUV, suas características e classificações.	Aprender o conceito cientificamente aceito da grandeza aceleração e classificar corretamente o MRUV.	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=_yaKaWjnSD4">https://www.youtube.com/watch?v=_yaKaWjnSD4</a>	18 min e 46 s
4º	Movimento vertical e queda livre.	Aplicar o MRUV. Fazer a transposição de grandezas utilizadas no movimento horizontal para o movimento vertical.	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=G1M2Z986_H4&amp;t=177s">https://www.youtube.com/watch?v=G1M2Z986_H4&amp;t=177s</a>	28 min e 42 s
5º	Simultaneidade de movimentos.	Conceber o lançamento oblíquo como a simultaneidade de um MRUV vertical e um MRU horizontal, sem a influência de um sobre o outro.	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=_7GZ0dxDcQI&amp;t=20s">https://www.youtube.com/watch?v=_7GZ0dxDcQI&amp;t=20s</a> .	22 min e 15 s
6º	Lançamentos horizontal e oblíquo.	Conceber o lançamento oblíquo como a simultaneidade de um MRUV vertical e um MRU horizontal, sem a influência de um sobre o outro.	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=14Zz4ir8FJA&amp;t=239s">https://www.youtube.com/watch?v=14Zz4ir8FJA&amp;t=239s</a> .	16 min e 50s

Na programação dos objetos de aprendizagem, foram explorados, com o apoio dos vídeos tutoriais (Tabela 2), conceitos básicos de Cinemática, como as grandezas físicas de velocidade e aceleração, e características do MRU e do MRUV. Com sequência progressiva de complexidade, simulações de queda livre e de lançamentos vertical, horizontal e oblíquo também foram construídas. As simulações construídas permitiram discutir a decomposição cartesiana de movimentos. O tema excede o previsto no Currículo Mínimo de Física para o primeiro semestre da 1ª série do Ensino Médio (SEEDUC, 2012). Nele, recomenda-se abordar

o caráter vetorial da velocidade somente no estudo de movimento dos planetas e o da aceleração apenas no estudo da dinâmica.

Como a taxa de transferência de dados da internet utilizada no laboratório era baixa, a visualização dos vídeos tutoriais (Tabela 2) não pôde ser feita *on-line*, nos próprios computadores usados pelos alunos. Para superar a dificuldade, os vídeos foram projetados na parede do laboratório a partir do computador do professor e o som reproduzido em duas caixas de alto-falantes.

Os dois instrumentos de coleta de dados foram observação participante e questionário (GIL, 2002; MARCONI; LAKATOS, 2003; FLICK, 2007; GERHARDT; SILVEIRA, 2009). Os dados foram analisados qualitativamente (GIL, 2002; MARCONI; LAKATOS, 2003; FLICK, 2007; GERHARDT; SILVEIRA, 2009).

Durante a oficina, os dados obtidos por observação participante (MARCONI; LAKATOS, 2003; FLICK, 2007) foram registrados em um diário de atividades atualizado imediatamente após o fim de cada encontro, conforme os tópicos descritos no apêndice A.

De acordo com Flick (2007), na observação participante, o pesquisador reúne dados qualitativos originários das próprias percepções visuais e auditivas ao participar do grupo e observar os pesquisados (FLICK, 2007).

Os registros da observação devem ocorrer logo após o contato. Haja vista os múltiplos encontros, fez-se necessário criar um diário da pesquisa, denotado aqui diário de atividades. O diário é um método de documentação da observação participante para armazenar dados cronologicamente. No caso, serviu para registro dos procedimentos adotados, das abordagens do pesquisador usadas com os alunos, das ocorrências notáveis em cada encontro e das dificuldades e soluções surgidas *in loco*. Os registros foram analisados conforme a técnica de relato condensado (FLICK, 2007).

As percepções dos alunos foram conhecidas por meio de questionário (apêndice B), disponibilizado no GoogleDrive<sup>3</sup> e respondido *on-line* durante o último encontro. Os pesquisados foram informados do questionário somente no fim das atividades. Eles responderam-no individualmente e permaneceram no laboratório de informática durante o tempo desejado para finalizá-lo (cerca de uma hora e meia). Para responderem sobre os conceitos de Física abordados nos objetos de aprendizagem, era, em itens específicos do questionário, solicitado aos alunos consultá-los novamente (apêndice B).

---

<sup>3</sup> Liame do questionário: <https://goo.gl/forms/ulBabKrSbk0O1r5J3>

O questionário continha vinte e seis perguntas com respostas abertas, semifechadas ou fechadas (FLICK, 2007). Mas as perguntas, em sua maioria, eram objetivas. As respostas fechadas foram tabeladas. As questões com respostas abertas e semifechadas permitiram a livre expressão, além de reforçarem a importância das contribuições dos respondentes e o interesse do pesquisador nas opiniões. As repostas às questões abertas e semifechadas, quando apropriado, foram analisadas segundo a técnica de análise de conteúdo (BARDIN, 1998; FLICK, 2007; CÂMARA, 2013). A análise qualitativa deu-se em três etapas, duas de redução e uma de generalização. O intuito foi estruturar os dados e sintetizar a informação relevante em quadros que mostrassem uma visão geral do espectro temático do texto analisado.

Na abreviação da análise de conteúdo, o material é parafraseado, o que significa que trechos e parágrafos menos relevantes que possuam significados iguais são omitidos (primeira redução), e parágrafos semelhantes são condensados e resumidos (segunda redução). Tem-se, assim, uma combinação da redução do material através da omissão de enunciados incluídos em uma generalização no sentido de resumir esse material em um nível maior de abstração (FLICK, 2007, p. 202).

A compilação das informações colhidas com o questionário foi realizada com anonimato dos participantes. Quando pertinente, os respondentes foram identificados por números (aluno 1, aluno 2, etc.).

A partir das respostas, foi possível identificar as percepções dos sujeitos da pesquisa sobre a oficina, o uso de programação no ensino de Física, a relevância do Scratch e a influência dos objetos de aprendizagem.

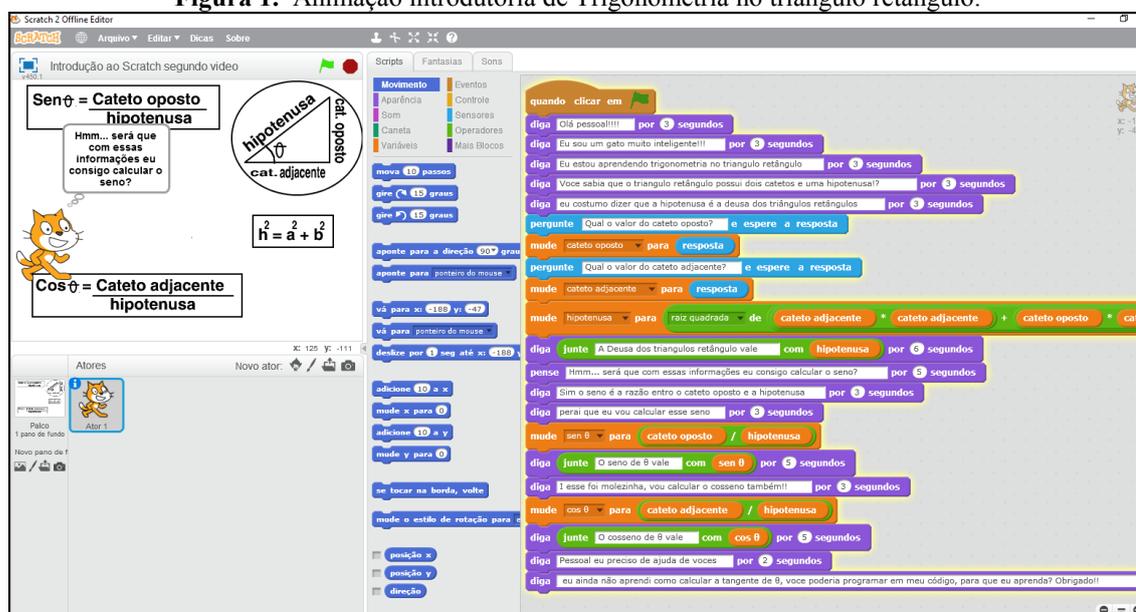
## 4 OBJETOS DE APRENDIZAGEM

Uma animação, quatro simulações, dois jogos e sete vídeos tutoriais foram criados para a proposta pedagógica pesquisada. A plataforma MIT Scratch 2.0 e o sítio do YouTube foram a base para os objetos de aprendizagem.

### 4.1 Animação interativa de Trigonometria

A animação de Trigonometria<sup>4</sup> (Figura 1) foi criada para familiarizar os alunos com a linguagem de programação visual e as ferramentas do Scratch, antes de se abordar o conteúdo de Cinemática. Nela, um gato dialoga com o usuário sobre como calcular a hipotenusa um triângulo retângulo e o seno e o cosseno de um dos ângulos agudos.

Figura 1. Animação introdutória de Trigonometria no triângulo retângulo.



O primeiro passo da programação (Figura 1) foi inserir o bloco *quando clicar em* (aba Eventos) que inicia a animação. Para o diálogo inicial, foram usadas cinco ocorrências do bloco *diga por segundos*, disponível na aba Aparência. Para inserir as perguntas sobre os valores dos catetos, foi empregado o bloco *pergunte e espere a resposta*, disponível na aba Sensores.

Para obtenção das respostas, foi necessário criar as variáveis *cateto oposto* e *cateto adjacente*. O valor inserido pelo usuário como resposta à pergunta do gato ajusta o valor do

<sup>4</sup> <https://scratch.mit.edu/users/ViniciusRego/>

cateto a partir dos blocos *mude cateto para* e *resposta*, disponíveis, respectivamente, nas abas Variáveis e Sensores. A programação foi inserida para os catetos oposto e adjacente.

Outra variável criada foi a *hipotenusa*, calculada por meio da relação de Pitágoras, codificada com o bloco *mude hipotenusa para* e com as variáveis *cateto adjacente* e *cateto oposto*. Para as operações matemáticas, foram utilizados os blocos *produto*, *adição* e *raiz quadrada de* da aba Operadores. O bloco *produto* foi inserido para elevar os catetos ao quadrado, com a multiplicação dos valores por si mesmos. A soma dos catetos foi feita com o bloco *adição* e a raiz quadrada da soma com o bloco *raiz quadrada de*. O valor da hipotenusa é, então, informado com a variável *hipotenusa* combinada aos blocos *diga por segundos* (aba Aparência) e *junte com* (aba Operador).

Para prosseguir com a fala do gato (Figura 1), foram introduzidos mais três blocos da aba Aparência – um *pense por segundos* e dois *diga por segundos*. Até o término da animação, mais quatro blocos *diga por segundos* e um *diga* foram empregados.

O código continua com a determinação do seno do ângulo  $\theta$ . Para o cálculo dessa relação trigonométrica do triângulo retângulo, foi criada a variável *sen  $\theta$*  e inserido o bloco *mude sen  $\theta$* . Dentro bloco foi posto um bloco Operador *divisão* com a razão entre as variáveis *cateto oposto* e *hipotenusa*. O valor do seno  $\theta$  foi informado similarmente ao da hipotenusa.

O procedimento para a programação do cosseno foi análogo, com a diferença de ter sido criada uma variável *cos  $\theta$*  e o cálculo da relação trigonométrica ser a razão entre as variáveis *cateto adjacente* e *hipotenusa*.

A mensagem final da simulação sugere ao usuário incrementar o código, ao programar o cálculo da tangente do ângulo  $\theta$ , tarefa realizada pelos alunos durante a oficina.

## 4.2 Simulações de Cinemática

Foram desenvolvidas quatro simulações, divulgadas na plataforma Scratch<sup>5</sup>, usadas demonstrativa e didaticamente durante a oficina (Tabelas 1 e 2). Além de possibilitarem aos alunos testarem os modelos cinemáticos, objetivaram despertar o interesse por Física e Computação, instigar o engajamento nas atividades, estimular a construção de algoritmos e promover a interatividade com o computador. Esse benefícios adicionais foram salientados, respectivamente, por Lopéz e Gutiérrez (2016), Anjos *et al.* (2016), Farias e Rivera (2017), Valente (1993) e Araújo e Veit (2009).

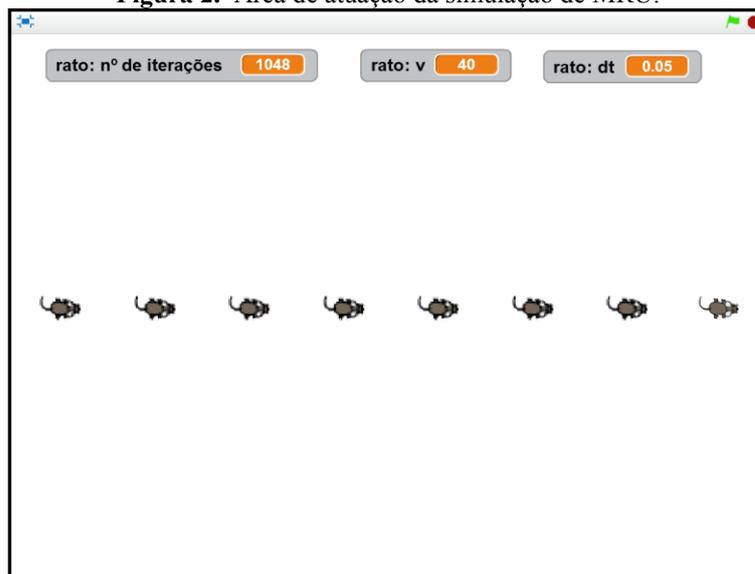
---

<sup>5</sup> <https://scratch.mit.edu/users/ViniciusRego/>

#### 4.2.1 Simulação de movimento retilíneo uniforme

Na primeira simulação de Cinemática, em que se explorou o MRU, foi programado o algoritmo de integração para o deslocamento com velocidade constante de um rato, o ator da simulação cuja imagem é disponível na biblioteca da plataforma Scratch. Também foi codificado o algoritmo de inversão da velocidade do ator ao alcançava as bordas da área de atuação, de modo a inverter o sentido do movimento.

Figura 2. Área de atuação da simulação de MRU.

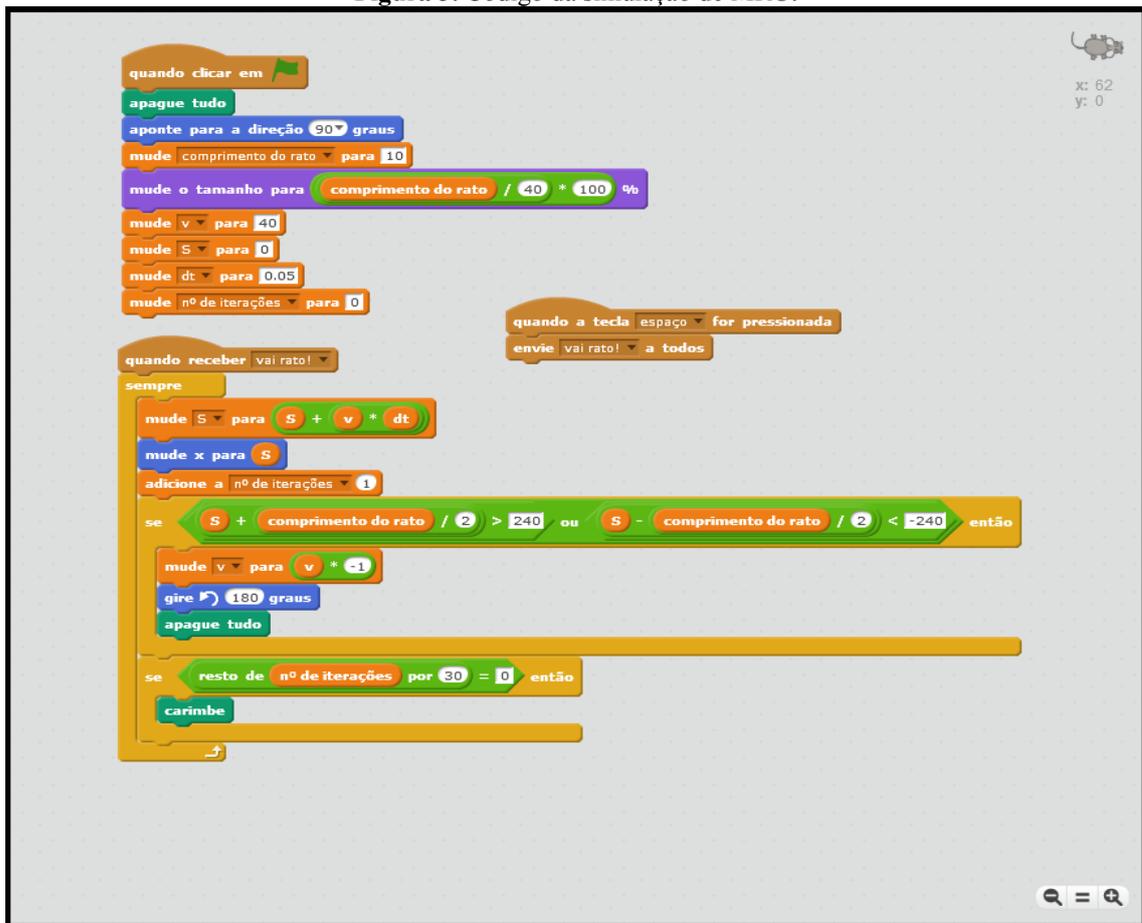


Para ressaltar a principal característica do MRU, deslocamentos iguais em intervalos de tempos iguais, carimbos foram usados no decorrer da trajetória do rato (Figura 2).

Para a programação, o primeiro passo foi inserir o bloco, disponível na aba Eventos, *quando clicar em*, que inicia a simulação. O bloco *apague tudo*, disponível na aba Caneta, serviu para limpar os carimbos estampados no decorrer da trajetória. Ele foi utilizado em dois momentos, no início da simulação e quando o ator tocava as bordas. O bloco *aponte para a direção 90 graus*, disponível na aba Movimento, foi utilizado para o rato sempre iniciar a simulação apontando à direita. O bloco *comprimento do rato*, criado na aba Variáveis, foi utilizado no instante da inversão de sentido. Para ajustar as dimensões do ator foram utilizados os blocos de divisão e multiplicação, *mude comprimento para* e *mude o tamanho para %*, disponíveis na aba Operadores e a variável *comprimento do rato*. Na aba Variáveis foram criadas os blocos velocidade  $v$ , posição  $S$  e intervalo de tempo  $dt$ , utilizados para escrever a equação de movimento para o rato.

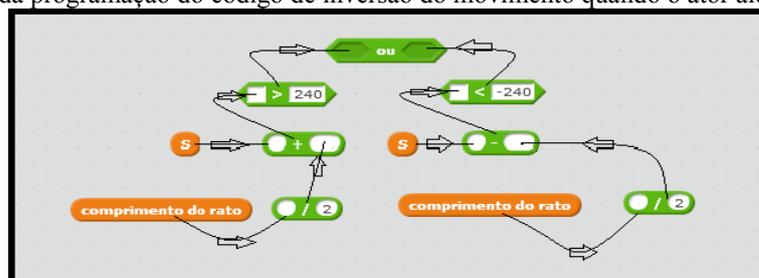
Outra variável criada foi o *nº de iterações*, correspondente ao número de vezes que o algoritmo de integração era processado. Ela serviu para intercalar os carimbos a um número prescrito de ciclos de integração durante a trajetória do rato (Figura 3).

Figura 3. Código da simulação de MRU.



O bloco *quando a tecla espaço for pressionada* e *envie vai rato! a todos* e *quando receber vai rato!*, disponíveis na aba *Eventos*, serviram para iniciar o movimento. O bloco *sempre*, disponível na aba *Controle*, foi empregado para criar um laço, com repetição ininterrupta dos comandos dentro do bloco. Para construir a equação de posição do MRU foram utilizados os blocos *mude S para*,  $S + v \cdot dt$  e os blocos operadores *adição* e *produto*. O bloco *mude x para* foi utilizado para a plataforma Scratch adotar a variável  $S$  como a posição  $x$  do rato. O bloco *adicione a nº de iterações 1*, foi adotado para somar-se uma unidade a essa variável a cada vez que a plataforma realizasse uma leitura do código de programação.

Figura 4. Parte da programação do código de inversão do movimento quando o ator alcançasse as bordas.



A parte mais difícil de programar a simulação de MRU era pôr os seguintes blocos na sequência correta: bloco de controle *se então*, operadores *ou*, *maior que*, *menor que*, *adição*,

*subtração e divisão*, e variáveis *s* e *comprimento do rato*. Parte da ordem de encaixe dos blocos é exibida na Figura 4.

Para a plataforma Scratch a posição do ator coincide com o centro de gravidade do mesmo. Devido a esse fato foi feita a adição da posição *S* com a metade do *comprimento do rato*. Caso o resultado dessa soma ultrapassasse a abscissa da borda à direita ou a subtração da posição *S* da metade do comprimento do rato fosse inferior a abscissa da borda à esquerda, a velocidade do rato era multiplicada por menos um, logo ocorria a inversão de sentido de modo que a execução da simulação continuasse. Todos os blocos da Figura 4 foram inseridos na parte superior do bloco de Controle *se então*. Na parte interior deste bloco de Controle foram inseridos os blocos *mude v para*, a variável *v* e o operador *produto* para multiplicar o valor de *v* por menos um. O bloco de Movimento *gire 180 graus*, e o bloco *apague tudo*, foram inseridos, respectivamente, para inverter o rato e apagar todos os carimbos realizados antes do retorno.

O último passo da simulação foi estampar carimbos para transparecer a característica do MRU de variação de espaços iguais em intervalos de tempos iguais. Para esta etapa, foi utilizado, novamente, o bloco de Controle *se então* e foram inseridos em sua parte superior os blocos Operadores *resto de por, igual* e a variável *nº de iterações*. Assim, em todos os instantes que forem contabilizados múltiplos do número atribuído, diferente de zero, ocorreriam marcações (Figura 3).

#### 4.2.2 Simulação de movimento retilíneo uniformemente variado

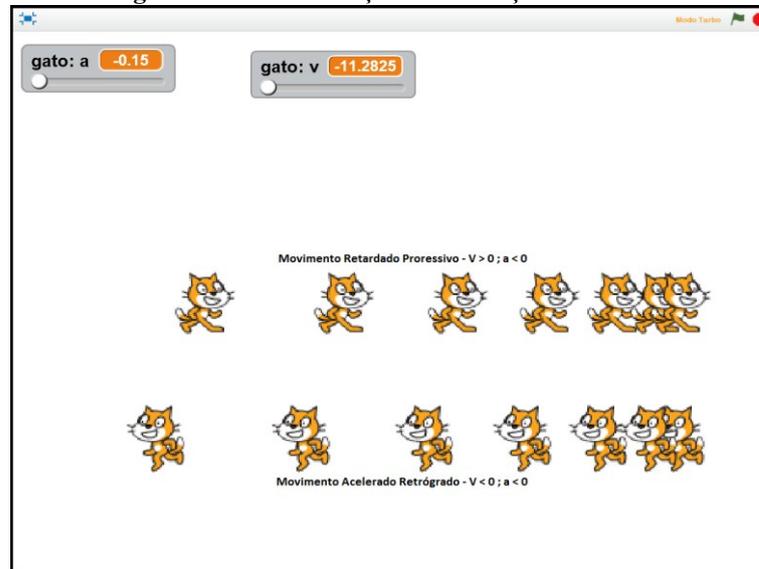
A segunda simulação de Cinemática foi sobre o MRUV. Nela, um gato, o ator principal da plataforma Scratch, deslocava-se com aceleração constante. Similarmente à simulação de MRU, também foi programada a inversão do movimento quando o ator alcançasse as bordas. Para evidenciar as características do MRUV e classificá-lo, foram usados carimbos e fantasias (variação na posição das pernas) diferentes para o ator (Figura 5).

A elaboração da programação iniciou-se com os mesmos três primeiros blocos utilizados na simulação de MRU (Figura 3), com o mesmo propósito.

Para que o ator iniciasse a simulação próximo à borda esquerda e tivesse uma reta maior para movimentar-se, na direção horizontal, foi inserido o bloco *vá para x: -220 y: 0*. Nessa simulação o ajuste das dimensões ocorreu com o uso do bloco *mude o tamanho para 40 %*, disponível na aba de Aparência. Na aba Variáveis, foram criadas as variáveis

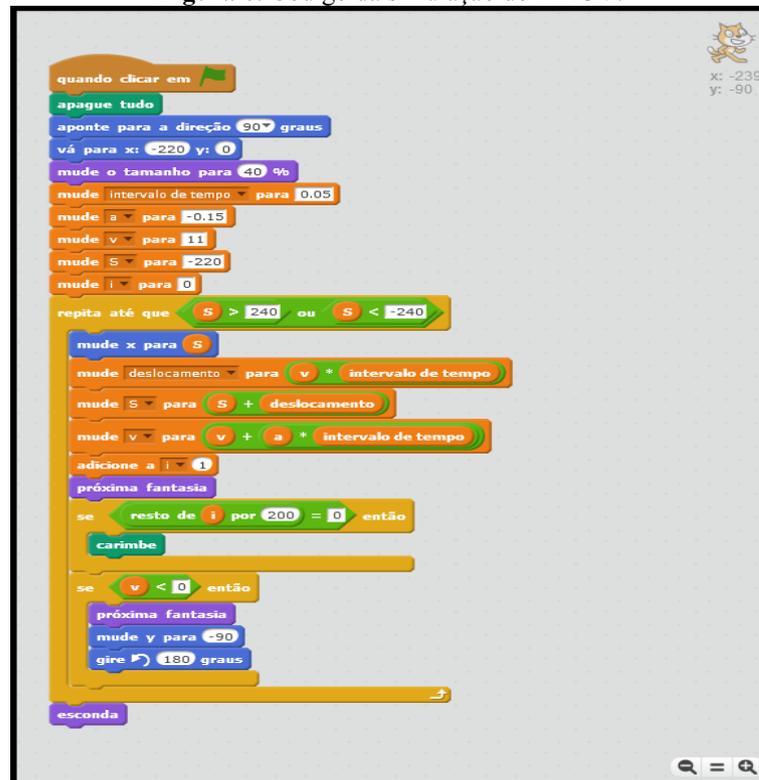
requeridas para escrever a equação do movimento para o gato – *intervalo de tempo*, aceleração  $a$ , velocidade  $v$  e posição  $S$ .

**Figura 5.** Área de atuação da simulação de MRUV.



Também foi criada a variável  $i$ , para representar o número de iterações, ou seja, o número de vezes que o código de integração era processado. Similarmente ao feito na simulação de MRU (Figura 2), essa variável serviu para interpor os carimbos durante a movimentação do gato a um número constante de iterações (Figura 5).

**Figura 6.** Código da simulação do MRUV.



O bloco *mude para*, disponível em Variáveis, foi usado para ajustar os valores iniciais das cinco variáveis criadas (Figura 6), condições passíveis de alteração a critério do usuário. O bloco de Controle empregado nessa simulação foi o *repita até que*, de modo a haver a repetição dos blocos inseridos no laço de controle até as condições dadas (na parte superior do bloco *repita até que*) serem alcançadas. As condições impostas foram estipuladas com os operadores *maior que*, *menor que* e *ou* (Figura 6). Logo, ocorreria a interrupção do movimento se a posição do gato fosse maior que 240 (ou seja, alcançar a borda direita) ou menor que -240 (ou seja, alcançar a borda esquerda).

O bloco *mude x para* foi utilizado para a plataforma Scratch adotar a variável  $S$  como a posição  $x$  do rato.

Contruiu-se a variável *deslocamento*, produto das variáveis velocidade  $v$  e *intervalo de tempo*, para facilitar a compreensão do MRUV. A introdução do bloco de Variáveis *mude o deslocamento* serviu para calcular o deslocamento como uma variação diretamente proporcional à velocidade (Figura 6).

Com a variável *deslocamento*, a equação da posição reduziu-se a adição da posição em que o ator encontrava-se ao deslocamento calculado. Essa equação foi posta na programação com o bloco *mude S para*, disponível na aba Variáveis, e o operador *adição*, cujas parcelas são as variáveis  $S$  e *deslocamento* (Figura 6).

Para inserir a equação da velocidade na programação foi utilizado o bloco *mude a velocidade para* e os operadores *adição* e *produto*. Uma das parcelas da soma é a variável  $v$  e a outra é o produto das variáveis  $a$  e *intervalo de tempo* (Figura 6).

O bloco *próxima fantasia*, disponível em Aparência, modifica a postura do ator para passar a ideia estar caminhando. Esse bloco também foi usado na inversão de sentido.

A programação dos carimbos deu-se como na simulação de MRU.

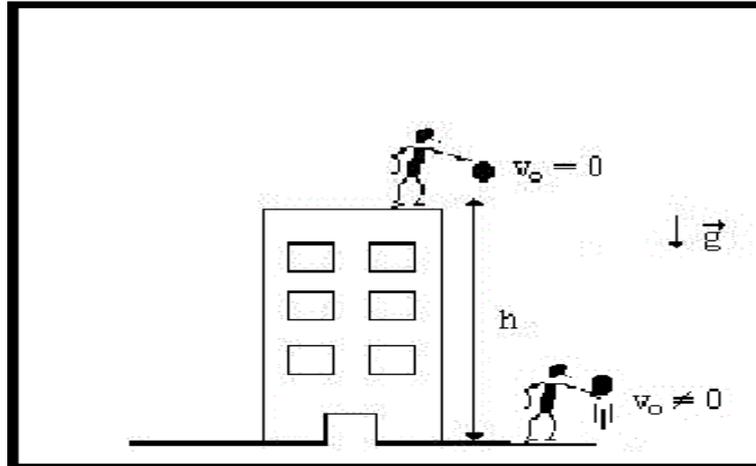
O bloco de Controle *se então* foi inserido caso a condição de inversão de sentido fosse satisfeita. Nesse caso, o ator modificava a fantasia e virava. O bloco *esconda*, disponível na aba Aparência, foi inserido para esconder o ator ao término da simulação e somente as imagens carimbadas permanecerem visíveis (Figura 6).

#### 4.2.3 Simulação de movimento vertical no vácuo

A simulação de lançamento vertical foi composta com dois atores – uma bola de tênis abandonada do alto do edifício e uma bola de basquete lançada verticalmente para cima da mão de um boneco situado no solo. Foi ainda empregado um cenário, na opção *carregar*

cenário a partir de arquivo. O arquivo selecionado foi um edifício, fora de escala, com um boneco no terraço e outro na calçada (Figura 7).

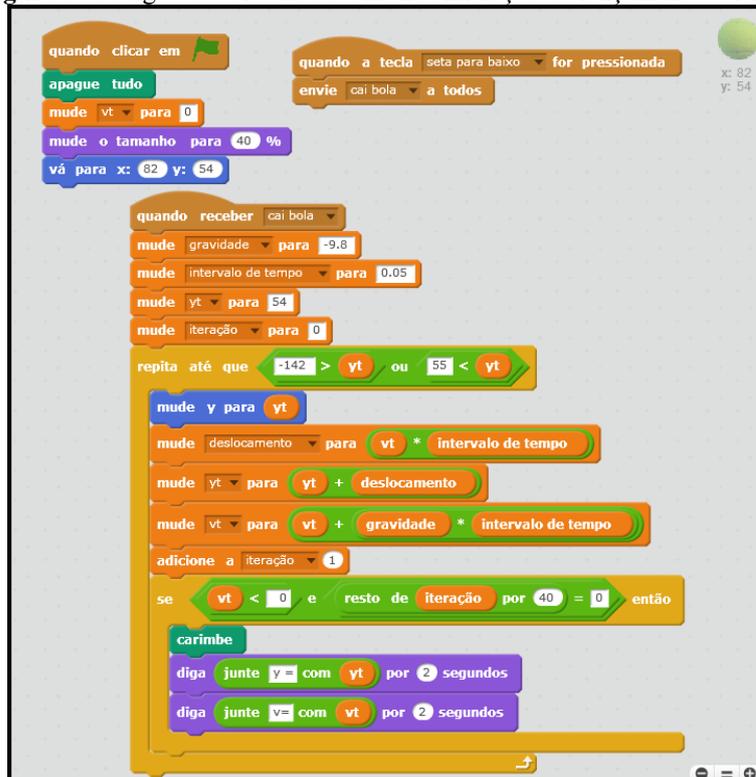
Figura 7. Cenário da simulação de lançamento vertical.



A existência de dois atores demandou programar os respectivos algoritmos.

O código da bola de tênis iniciou-se com os blocos *quando clicar em bandeira verde*, *apague tudo*. O primeiro bloco iniciou a simulação e o segundo apagou os carimbos remanescentes. Semelhantemente às simulações de MRU e MRUV, variáveis foram criadas para o código da bola de tênis. Foram necessárias seis: *deslocamento*, *gravidade*, *intervalo de tempo*, *iteração*, *vt* (velocidade da bola de tênis) e *yt* (posição da bola de tênis). As dimensões do ator foram reduzidas conforme descrito na subseção 4.2.2, simulação de MRUV.

Figura 8. Código do ator bola de tênis na simulação de lançamento vertical.



Para sempre posicionar a bola de tênis na mão do boneco no alto do edifício foi usado o bloco de Movimento *vá para x:82 y:54* (Figura 8).

O simples acionar da bandeira verde não inicia a queda. Para a bola cair é necessário acionar a seta para baixo. Para programar essa ação, fez-se uso dos blocos de Evento *quando a tecla seta para baixo for pressionada* e *envie cai bola a todos* (Figura 8).

O bloco de Eventos *quando receber cai bola* dá sequência à execução do programa. Segue-se, então, com quatro blocos de Variáveis *mude para*, a fim de definir os valores iniciais das variáveis: *gravidade* igual a  $-9.8$ , *intervalo de tempo* igual a  $0.05$ , *yt* igual a  $54$  e *iteração* igual a zero.

O bloco de Controle utilizado para a simulação foi *repita até que*. A execução dos blocos inseridos no *repita até que* é repetida até as condições fornecidas serem alcançadas. Tais condições foram estipuladas com os operadores: *maior que*, *menor que* e *ou* (Figura 8). Elas traduziam duas situações da posição da bola de tênis: a de ser maior que  $55$  (altura da mão do boneco posicionado no alto do edifício) e a de ser menor que  $-142$  (encontro da bola com o solo, com conseqüente interrupção do movimento.).

Para atualizar, a cada iteração, a posição do  $y$  da bola de tênis com o valor calculado da variável  $yt$ , fez-se uso do bloco *mude y para*.

A variável *deslocamento*, produto das variáveis velocidade  $vt$  e *intervalo de tempo*, foi construída para ajudar na compreensão do movimento. Ela reduziu a equação de posição à adição da posição atual do ator e do deslocamento calculado.

Para o deslocamento receber uma variação diretamente proporcional sempre que houver uma variação de velocidade, o bloco de Variáveis *mude o deslocamento para* foi inserido (Figura 8).

A equação de posição foi incluída na programação com o bloco *mude yt para* (da aba Variáveis) correspondente à *adição* das variáveis  $yt$  e *deslocamento* (Figura 8).

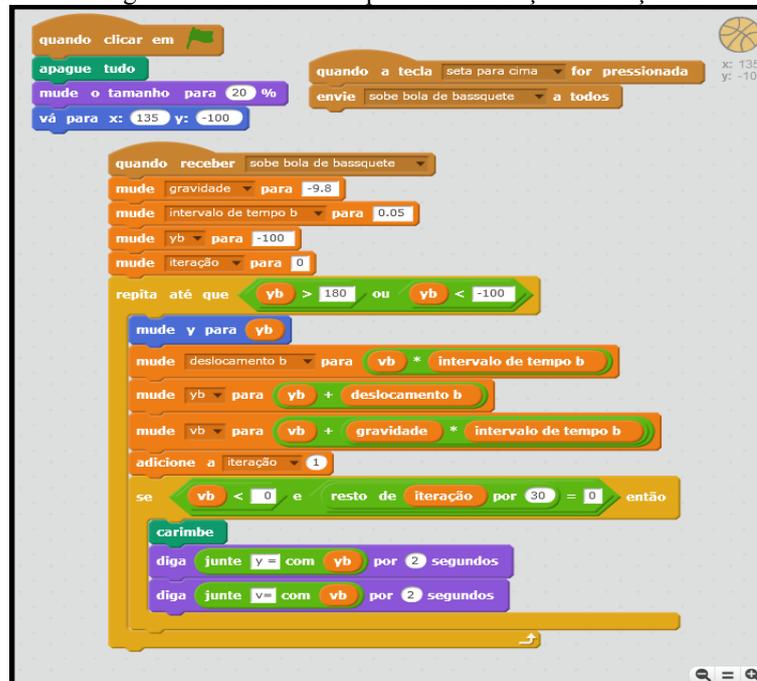
Para introduzir a equação da velocidade, foi utilizado o bloco *mude vt para* e os operadores *adição* e *produto*. Uma das parcelas da soma é a variável  $vt$  e a outra o produto das variáveis *gravidade* e *intervalo de tempo* (Figura 8).

Os carimbos foram programados como descrito nas subseções 4.2.1 e 4.2.2. O bloco de Controle *se então* foi inserido e, em seu interior, os blocos de aparência *diga por 2 segundos* e o bloco operador *junte*, para informar as variáveis  $yt$  e  $vt$  (Figura 8).

O código da bola de basquete era parecido com o da bola de tênis. Assim, apenas as diferenças existentes no código da bola de basquete foram destacadas a seguir.

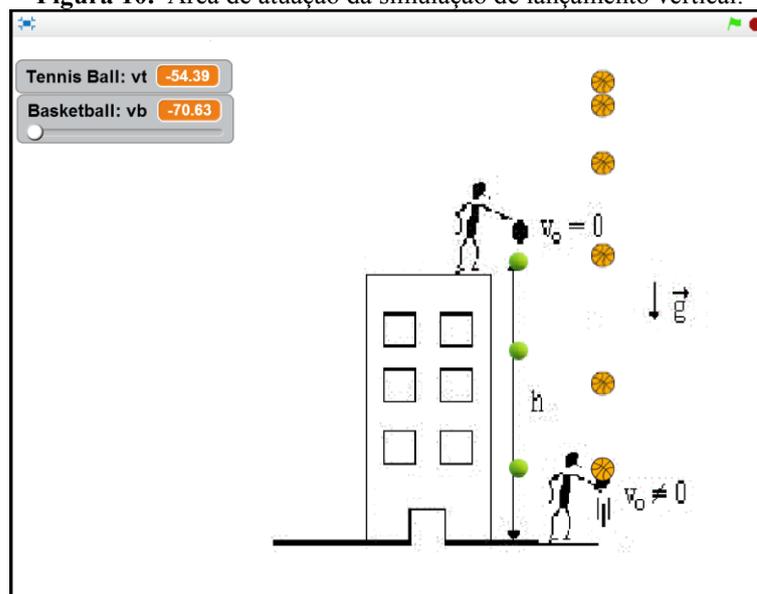
Para a bola de basquete ser arremessada, verticalmente, para cima foi necessário acionar a seta para cima. A posição da bola de basquete foi representada pela variável  $y_b$ , o deslocamento por *deslocamento b* e a velocidade por  $v_b$  (Figura 9).

Figura 9. Código do ator bola de basquete na simulação de lançamento vertical.



Para sempre reiniciar a bola de tênis na mão do boneco, localizado no solo do cenário, foi utilizado o bloco de Movimento *vá para x: 135 y: -100*. A mensagem enviada no bloco de Eventos foi *envie sobe bola de basquete a todos*. As condições impostas no bloco de Controle *repita até que* foram  $y_b$  ser maior que 180 ou  $y_b$  menor que -100 (Figura 9).

Figura 10. Área de atuação da simulação de lançamento vertical.

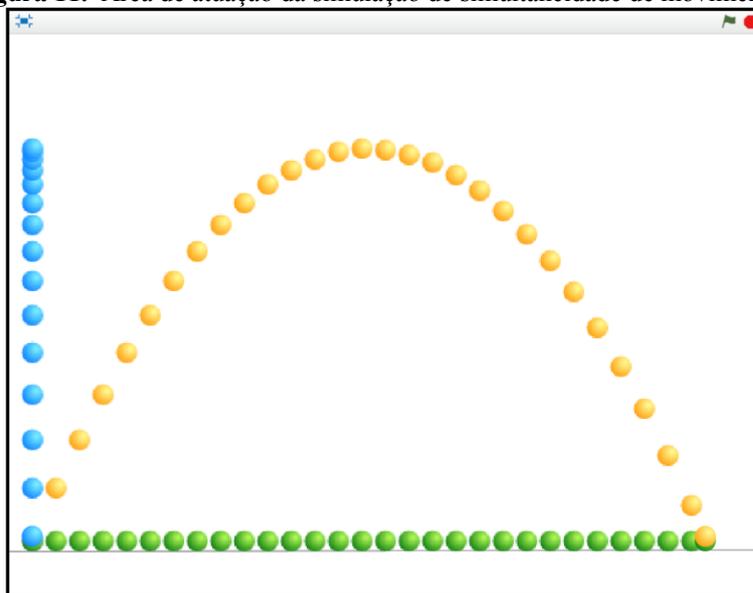


A simulação de lançamento vertical traz a oportunidade de observar, simultaneamente, o movimento acelerado da bola de tênis ao cair e o movimento retardado da bola de basquete ao subir (Figura 10).

#### 4.2.4 Simulação de simultaneidade de movimentos

A simultaneidade de movimentos é um dos conteúdos de Cinemática de maior dificuldade para os alunos (FERREIRA *et al.*, 2010). Para ajudar a superá-la, foi elaborada uma simulação com um lançamento vertical e um movimento horizontal. Esses movimentos, quando simultâneos em um mesmo corpo, resulta em um lançamento oblíquo (Figura 11).

**Figura 11.** Área de atuação da simulação de simultaneidade de movimentos.



O cenário da simulação foi uma linha base horizontal traçada com as ferramentas de pano de fundo do Scratch. A simulação foi elaborada com três atores – uma bola amarela, uma azul e uma verde. Para estabelecer a sincronia de comunicação nos códigos das três bolas foi necessário recorrer, três vezes, ao bloco de Eventos *envie a todos e espere*.

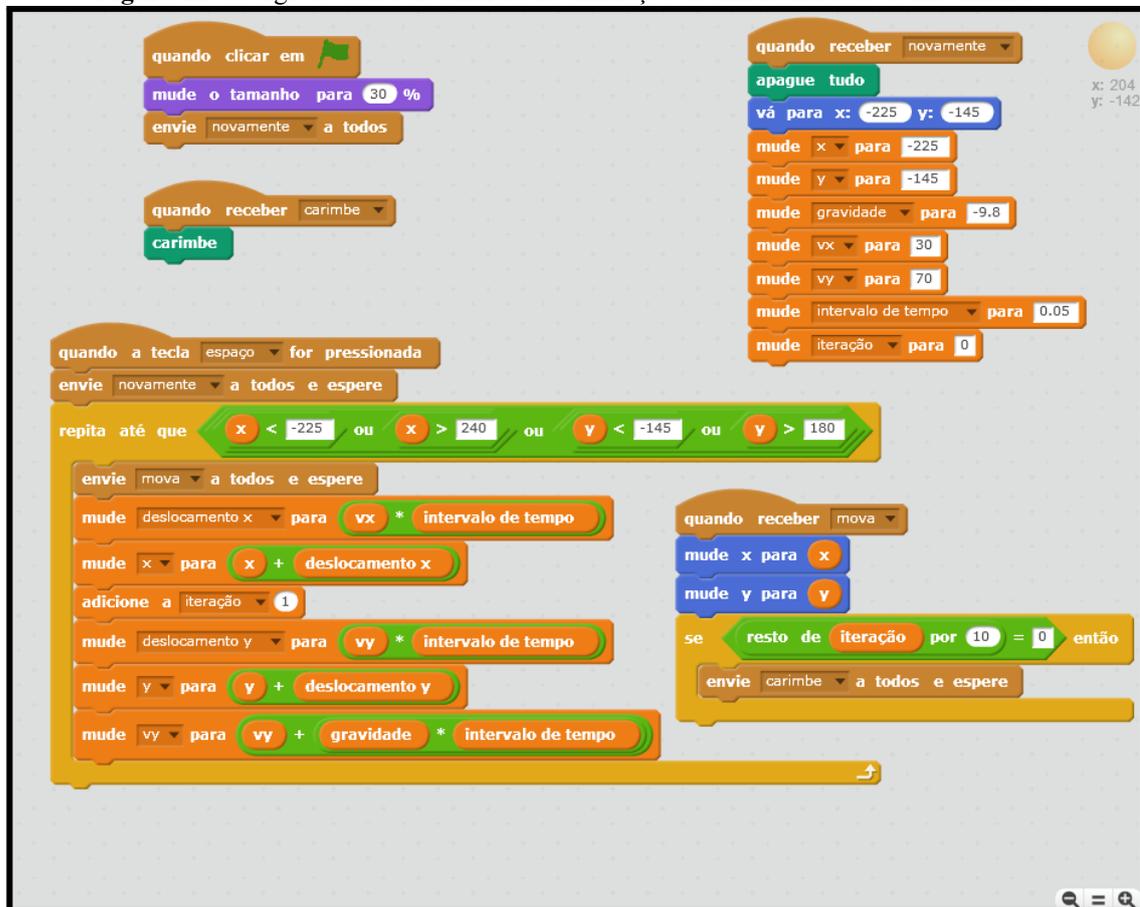
O código iniciou-se com os blocos *quando clicar em bandeira verde e mude o tamanho para %*.

A primeira comunicação entre os atores deu-se com o bloco *envie novamente a todos* (Figuras 12, 13 e 14). Para os três atores receberem a mensagem foi necessário utilizar o bloco *quando receber novamente*. Ao receber a mensagem, os carimbos eram apagados com o bloco *apague tudo*, os atores posicionados na coordenada (-225,-145) e o número de iterações zerado (Figuras 12, 13 e 14).

Nessa simulação foi preciso criar variáveis globais, ou seja, comum a todos os atores. As variáveis globais foram -  $x$ ,  $y$ , *gravidade*,  $v_x$ ,  $v_y$ , *intervalo de tempo* e *iteração*.

O valor inicial dessas variáveis foi ajustado no código da bola amarela, com uso dos blocos *mude x para -225*, *mude y para -145*, *mude gravidade para -9.8*, *mude vx para 30*, *mude vy para 70* e *mude intervalo de tempo para 0.05* (Figura 12).

**Figura 12.** Código do ator bola amarela na simulação de simultaneidade de movimentos.



O início do movimento dos atores ocorria quando a barra de espaço do teclado era pressionada. Para transpor isso para a linguagem de programação foi necessário usar o bloco *quando a tecla espaço for pressionada*. Novamente foi necessária a comunicação entre os atores, dessa vez, feita com o bloco *envie novamente a todos e espere*. Esse passo era essencial para os atores iniciarem o movimento no mesmo instante (Figura 12).

O bloco de controle *repita até que* foi novamente empregado e os limitantes de atuação foram impostos com os operadores,  $x < -225$ , *ou*,  $x > 240$ , *ou*,  $y < -145$ , *ou*,  $y > 180$  (Figura 12).

Na parte interna desse bloco foi inserido outro bloco para comunicação, *envie mova para todos e espere*. No código da bola amarela, tal mensagem faz a posição  $x$  ser substituída pela variável  $x$  com o uso do bloco de Movimento *mude x para x*, e o mesmo ocorre para a variável  $y$ , *mude y para y* (Figura 12). Ainda nesse conjunto de blocos foi inserido um de Controle *se resto de iteração por 10 = 0 então* e no interior desse *envie carimbe a todos e*

*espere*. Quantos todos os blocos recebessem a mensagem e o número de iterações fosse múltiplo de 10, carimbos seriam feitos devido à programação com os blocos *quando receber carimbe* e *carimbe* (Figuras 12, 13 e 14).

De volta especificamente ao código da bola amarela (Figura 12), ainda no interior do bloco *repita até que*, abaixo do bloco *envie mova a todos e espere*, é programada a equação que descreve o movimento do ator, uma trajetória oblíqua.

Para transpor as equações de Cinemática para a linguagem de programação Scratch, mais uma vez, recorreu-se à criação de variáveis. A variável *deslocamento x* ficou definida como o produto das variáveis *vx* e *intervalo de tempo*. A equação da posição reduziu-se (bloco *mude x para*) a adição das coordenadas da posição atual do ator (variável *x*) e do deslocamento sofrido (variável *deslocamento x*). O bloco *adicione a iteração 1* novamente foi utilizado para ajudar a estampar os carimbos.

A equação de deslocamento na direção vertical era análoga à na horizontal, descrita na subseção 4.2.3. A equação foi inserida na programação com o bloco *mude y para* e o operador *adição*, cujas parcelas eram as variáveis *y* e *deslocamento y*. A variável *deslocamento y* ficou definida como o produto das variáveis *vy* e *intervalo de tempo*. Para finalizar o código da bola amarela foi necessário programar a equação da velocidade vertical, acelerada pela gravidade. Com esse fim, aproveitou-se o bloco *mude vy para*, o operador *adição* para a soma da variável *vy* e do produto das variáveis *gravidade* e *intervalo de tempo*, inseridos em um operador *produto* (Figura 12).

**Figura 13.** Código do ator bola azul na simulação de simultaneidade de movimentos.



No código da bola azul (Figura 13), bem menor, comandos elaborados para a bola amarela foram reaproveitados com as mudanças pertinentes. A trajetória descrita pela bola azul era vertical, logo os ajustes de posição inicial e dimensões eram válidos, mas os carimbos só deveriam ocorrer se a velocidade fosse positiva, ou seja, se a bola estivesse subindo. Optou-se por tal marcação para os carimbos não ficarem sobrepostos. Essa programação foi feita com o bloco *se então*, o operador *maior que* e a variável *vy*. Como esse ator só

movimenta-se na vertical, ao receber a mensagem mova a sua posição era alterada pela variável  $y$  (Figura 13).

**Figura 14.** Código do ator bola verde na simulação de simultaneidade de movimentos.



O código da bola verde (Figura 14) era parecido com o da azul, mas sua trajetória era horizontal. Como esse ator só se movimenta na horizontal, ao receber a mensagem mova a sua posição era alterada pela variável  $x$ .

### 4.3 Jogos de Cinemática

Para tornar a abordagem de ensino ainda mais motivadora foram divisados dois jogos<sup>6</sup>, um de lançamento horizontal e outro de lançamento oblíquo. Segundo Grübel e Bez (2006), Costa *et al.* (2014), Anjos *et al.* (2016) e Tenório *et al.* (2015a; 2016b), jogos computacionais são excelentes recursos para construir o conhecimento. Quando bem elaborados podem promover o desenvolvimento de competências de forma prazerosa. Propiciam também um ambiente criativo e oportuno para estímulo à aplicação prática dos conceitos ministrados em aula e despertam o interesse pelo conteúdo e por Computação.

#### 4.3.1 Jogo de lançamento horizontal

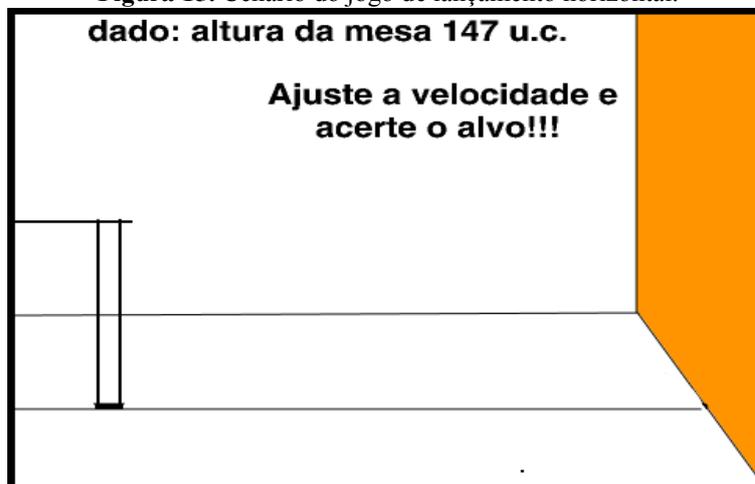
O jogo de lançamento horizontal retratou o arremesso horizontal de uma bola com o objetivo de acertar o centro da imagem de um leão. Para tentar acertar o leão, o jogador precisava ajustar a velocidade inicial do lançamento realizando um disparo direto ao leão. Contudo, caso a bola disparada acertasse a parede de cor laranja (Figura 15), ela invertia seu sentido de movimento e podia acertar o leão ao ricochetear.

Para tornar mais difícil o tiro certo, o leão se posicionava aleatoriamente ao longo de uma fina linha horizontal traçada no chão do cenário. A altura da mesa era fixa e mencionada no cenário. A distância horizontal do leão ao pé da mesa era informada após clicar-se na bandeira verde. O cenário do jogo foi criado com as próprias ferramentas

<sup>6</sup> <https://scratch.mit.edu/users/ViniciusRego/>

disponíveis na plataforma Scratch (Figura 15). Os atores bola e leão foram selecionados da biblioteca de atores, já o ator pé da mesa foi desenhado para o jogo com a ferramenta própria da plataforma Scratch.

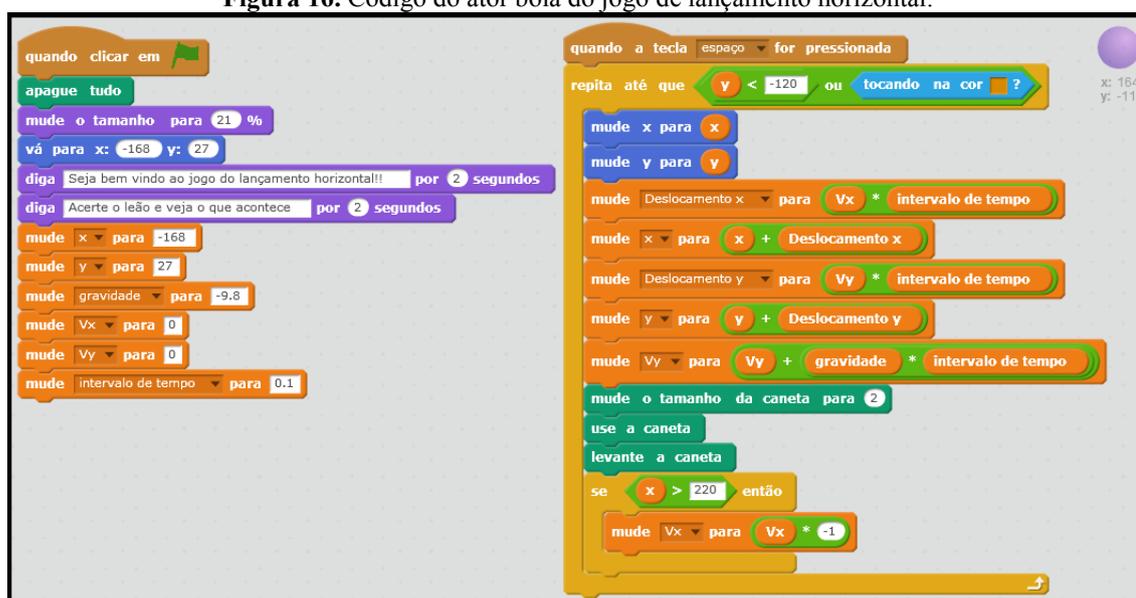
Figura 15. Cenário do jogo de lançamento horizontal.



O código (Figura 16) foi baseado nas simulações abordadas na seção 4.2. A programação do ator bola começava com o bloco *quando clicar em bandeira verde*, seguido do *apague tudo* para limpar a trajetória anterior. O bloco *mude o tamanho para 21%* reduziu o tamanho original do ator e a posição inicial da bola foi ajustada com o bloco *vá para x: -168 y: 27*.

Blocos de Aparência foram inseridos com o diálogo: *diga Seja bem vindo ao jogo do lançamento horizontal!!! Por 2 segundos, diga Acerte o leão e veja o que acontece por 2 segundos*.

Figura 16. Código do ator bola do jogo de lançamento horizontal.



Foram criadas as variáveis:  $x$ ,  $y$ , *gravidade*,  $V_x$ ,  $V_y$  e *intervalo de tempo*, ajustadas respectivamente, para: -168; 27; -9.8; 0; 0 e 0.1 (Figura 16).

Para dar início ao movimento, era necessário pressionar a barra de espaço do teclado, funcionalidade implementada com o bloco *quando a tecla espaço for pressionada*. A programação do movimento foi inserida no bloco de Controle *repita até que*, onde os limitantes de atuação eram  $y < -120$  ou *tocando na cor laranja*.

As equações de Cinemática eram as mesmas programadas na simulação de simultaneidade de movimentos, descritas na subseção 4.2.4. A trajetória da bola foi traçada com blocos disponíveis na aba *Caneta*, *mude o tamanho da caneta para 2*, *use a caneta* e *levante a caneta*. Para possibilitar o retorno da bola ao tocar na parede ao fundo, foi utilizado o bloco *se então*, em que o retorno do ator bola acontecia caso a posição  $x$  ultrapassasse a abcissa 220. Foi inserida a variável  $x$ , o operador *maior que*, o bloco *mude  $V_x$  para*, no qual foi posta a variável  $V_x$  e o operador *multiplicação*, para multiplicar por menos um, o que invertia o sentido da velocidade (Figura 16).

**Figura 17.** Código do ator pé da mesa do jogo de lançamento horizontal.



O código do ator pé da mesa (Figura 17) envolveu somente três blocos: *quando clicar em bandeira verde*, *mude o tamanho para 10%* e *vá para x: 168 y: -120*, necessários para ajustar o tamanho da imagem e a sua posição no cenário.

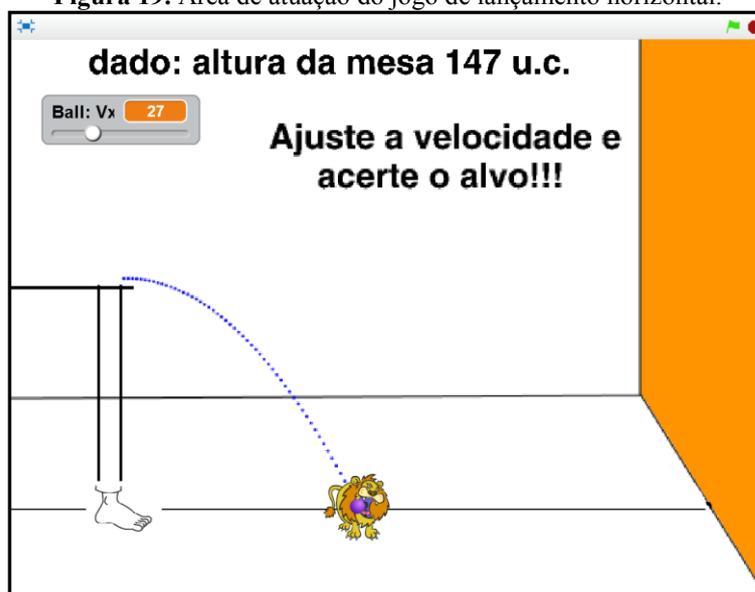
**Figura 18.** Código do ator leão do jogo de lançamento horizontal.



O código do ator leão (Figura 18) iniciou-se com o bloco *quando clicar em bandeira verde* e os blocos de Aparência *mude o tamanho para 30%* e *mude para a fantasia lion-a*. Esse último bloco mantinha a fantasia inicial do leão. A altura do leão foi ajustada com o bloco *mude y para -120* e a posição x do leão era sorteada aleatoriamente entre os valores da abscissa compreendidos entre -90 e 140 (blocos *mude x para* e *número aleatório entre*).

Após o posicionamento do leão, foram inseridos os blocos, *espere 1 seg, diga por 10 segundos* e *distância até o pé da mesa*. Esses dois últimos mostravam o alcance horizontal (distância do leão até o pé da mesa) na tela do jogo por dez segundos.

Figura 19. Área de atuação do jogo de lançamento horizontal.



Em caso de tiro certeiro, era emitida a mensagem: “Corra que você acertou o leão!!!”, o ator trocava de fantasia (Figura 19) e emitia um rugido. Para transpor essas ações para a linguagem de programação foram utilizados os blocos *se então, tocando em ball, diga por segundos, mude a fantasia para lion-b* e *toque o som wolf how!* (Figura 18).

#### 4.3.2 Jogo de lançamento oblíquo

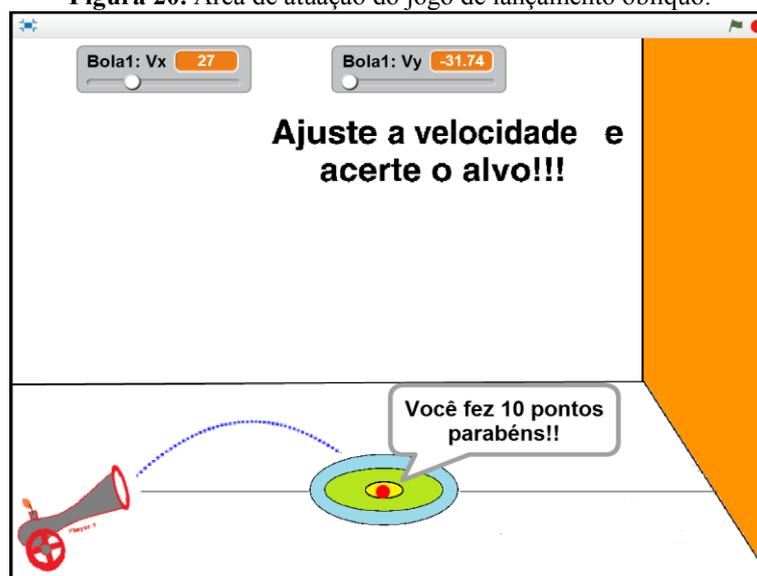
O jogo de lançamento oblíquo trazia um canhão que disparava uma bola vermelha em trajetória parabólica. O objetivo do jogo era marcar pontos ao acertar um alvo, com três anéis concêntricos de cores diferentes. Cada cor correspondia a uma pontuação. A cor amarela concedia dez pontos ao jogador (Figura 20), a cor azul, seis pontos e a cor verde, nenhum. Semelhantemente ao jogo de lançamento horizontal (subseção 4.3.1), era possível acertar o alvo caso a bola vermelha acertasse a parede de cor laranja e ricocheteasse<sup>7</sup>.

<sup>7</sup> O ricochetear da bola ao alcançar a parede pode ser observado na imagem do vídeo tutorial na Figura 31.

Para efetuar o disparo o jogador devia ajustar as velocidades horizontal e vertical. Para tornar o disparo certo mais difícil, o alvo se posicionava aleatoriamente ao longo de uma fina linha horizontal traçada no chão da simulação. A distância horizontal do alvo ao ponto de disparo era informada logo após o jogador clicar na bandeira verde.

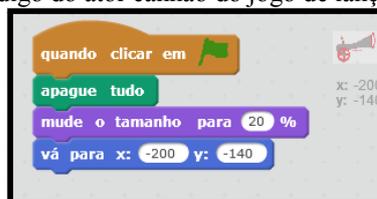
O cenário do jogo foi criado com as ferramentas disponíveis na plataforma Scratch (Figura 20). O ator bola foi selecionado da biblioteca de atores, já os atores alvo e canhão eram arquivos pessoais de imagem (Figura 20).

Figura 20. Área de atuação do jogo de lançamento oblíquo.



O código do ator canhão era curto (Figura 21), pois servia basicamente para ajustar o tamanho da imagem e sua posição no cenário. Continha quatro blocos: *quando clicar em bandeira verde*, *apague tudo*, *mude o tamanho para 20 %* e *vá para x: -200 y: -140*.

Figura 21. Código do ator canhão do jogo de lançamento oblíquo.



O código do ator bola vermelha (Figura 22) iniciava com os blocos *quando clicar em bandeira verde*, *apague tudo*, *mude o tamanho para 20%* e *vá para x: -172 y: -122*. As mensagens informadas eram: “Seja bem vindo ao jogo do canhão!!”; “ajuste o valor da velocidade x e da velocidade y”; “Se quiser saber o módulo da velocidade resultante aperte v”; “se quiser saber o ângulo de lançamento aperte a” e “e aperte a barra de espaço para disparar!!!!!!”. Essas mensagens eram mostradas com o bloco *diga por 2 segundos*. As variáveis criadas foram as mesmas do jogo de lançamento horizontal (subseção 4.3.1).

Para tornar o jogo de lançamento oblíquo mais enriquecedor, foi dada ao jogador a opção de obter o valor do ângulo de disparo ao pressionar a tecla “a” e o da velocidade resultante ao pressionar a tecla “v”. O valor do ângulo de disparo era calculado a partir do operador *arco tangente de* e da razão entre as variáveis *vy* e *vx* ao iniciar o bloco *quando a tecla for pressionada*. O valor do ângulo era então informado com o bloco *diga por 2 segundos* (Figura 22).

Figura 22. Código do ator bola do canhão do jogo de lançamento oblíquo.

```

quando a tecla espaço for pressionada
  repita até que <y > 180 ou y < -122
    mude x para x
    mude y para y
    mude deslocamento x para Vx * intervalo de tempo
    mude x para x + deslocamento x
    mude deslocamento y para Vy * intervalo de tempo
    mude y para y + deslocamento y
    mude Vy para Vy + gravidade * intervalo de tempo
    mude o tamanho da caneta para 2
    use a caneta
    levante a caneta
    se x > 220 então
      mude Vx para Vx * -1
    se a cor vermelha está tocando na cor amarela? então
      diga Você fez 10 pontos parabéns!!
    se a cor vermelha está tocando na cor verde? então
      diga Que Pena você não somou pontos!
    se a cor vermelha está tocando na cor azul? então
      diga Você fez 6 pontos parabéns!!
  se não a cor vermelha está tocando na cor amarela? ou não a cor vermelha está tocando na cor verde? ou não a cor vermelha está tocando na cor azul? então
    diga Que pena você não somou pontos!

quando clicar em
  apague tudo
  vá para x: -172 y: -122
  diga Seja bem vindo ao jogo do canhão!! por 2 segundos
  diga ajuste o valor da velocidade x e da velocidade y por 2 segundos
  diga Se quiser saber o módulo da velocidade resultante aperte v por 2 segundos
  diga se quiser saber o ângulo de lançamento aperte a por 2 segundos
  diga e aperte a barra de espaço para disparar!!!!!! por 2 segundos
  mude x para -172
  mude y para -122
  mude gravidade para -9,8
  mude intervalo de tempo para 0,1
  mude Vx para 0
  mude Vy para 0

quando a tecla a for pressionada
  diga arco tangente de Vy / Vx por 2 segundos
  diga é o Angulo de disparo com a horizontal por 2 segundos

quando a tecla v for pressionada
  diga raiz quadrada de Vx * Vx + Vy * Vy por 2 segundos
  diga É a intensidade da velocidade de lançamento por 2 segundos
  
```

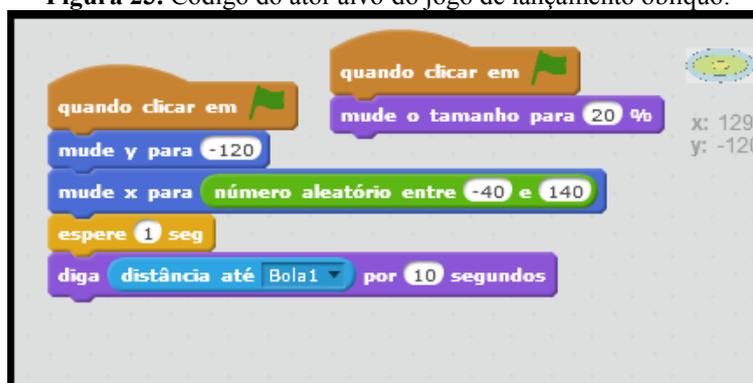
Para informar o valor da velocidade resultante, foi empregado o bloco *quando a tecla for pressionada*, o operador *raiz quadrada de* e a soma dos quadrados das variáveis *vx* e *vy* por meio dos operadores *produto* e *adição*. O valor da velocidade resultante era informado pelo bloco *diga por 2 segundos* (Figura 22).

O código da equação de movimento programado para a bola (Figura 22) foi igual ao usado para a bola do jogo de lançamento horizontal (Figura 16). Entretanto, para informar a pontuação obtida ao acertar a bola vermelha na cor amarela do alvo, foram acrescentados os blocos *se então, a cor vermelha tocando na cor amarela* e *diga Você fez 10 pontos parabéns!!*. Caso a bola vermelha tocasse a cor verde do alvo, o jogador não marcava pontos, o que foi programado com os blocos *se então, a cor vermelha tocando na cor verde* e *diga*

*Que pena você não somou pontos!*. Se a bola vermelha tocasse a cor azul do alvo, o jogador acumulava seis pontos, implementado na programação com os blocos *se então, a cor vermelha tocando na cor azul* e *diga Você fez seis pontos parabéns!!* (Figura 22).

Quando o jogador não acertava o alvo, ele não marcava pontos. No código, essa ação foi representada pelo bloco *se então*, os operadores *não* e *ou* e os blocos Sensores *a cor vermelha está tocando na cor amarela ou a cor vermelha está tocando na cor verde ou a cor vermelha está tocando na cor azul*. Se nenhuma desses encontros de cores ocorresse, aparecia à mensagem “Que pena você não somou pontos” através do bloco *diga* (Figura 22).

**Figura 23.** Código do ator alvo do jogo de lançamento oblíquo.



O código do ator alvo (Figura 23) possuía o bloco *quando clicar em bandeira verde* e os blocos de Aparência *mude o tamanho para 20%*. A altura do alvo era ajustada com o bloco *mude y para -120* e a posição x do alvo era sorteada aleatoriamente entre os valores de abscissa compreendidos entre -40 e 140 por meio dos blocos *mude x para* e *número aleatório entre e*. Foi inserido o bloco *espere 1 seg* e então era informada, por dez segundos, a distância horizontal entre a bola e o centro do alvo através do uso dos blocos *diga por segundos* e *distância até a bola1*.

#### 4.4 Canal no YouTube

Entre os objetos de aprendizagem, foram desenvolvidos sete vídeos tutoriais<sup>8</sup>. Eles serviram de material de apoio durante a oficina (Tabela 2). Os vídeos foram gravados e editados com o *software* Camtasia Studio 8.5 (TECHSMITH, 2015), capaz de gravar, simultaneamente, o usuário da máquina e o conteúdo exposto na tela do computador (Figura 24). A divulgação foi feita por meio do sítio do YouTube, recurso tecnológico bastante usado para fins educativos (TENÓRIO *et al.*, 2015b; 2016a).

<sup>8</sup> <https://www.youtube.com/channel/UCYjOux19u6TClS8FWGFzbxA>

No primeiro vídeo (Figura 24), a plataforma Scratch foi apresentada. Foram aduzidas as ferramentas duplicar, recortar, aumentar e diminuir, além das áreas de palco, comandos e atores. O vídeo exibiu ainda as possibilidades de escolher atores e suas fantasia e como emitir sons.

Figura 24. Vídeo tutorial 1, introdução ao Scratch.

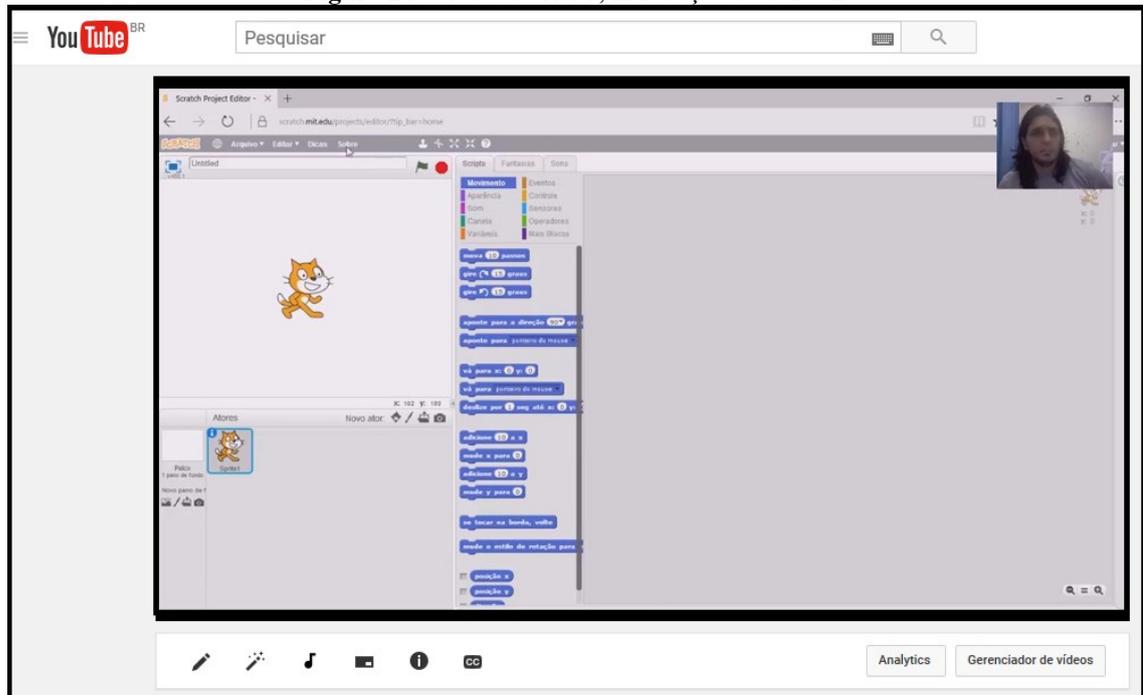
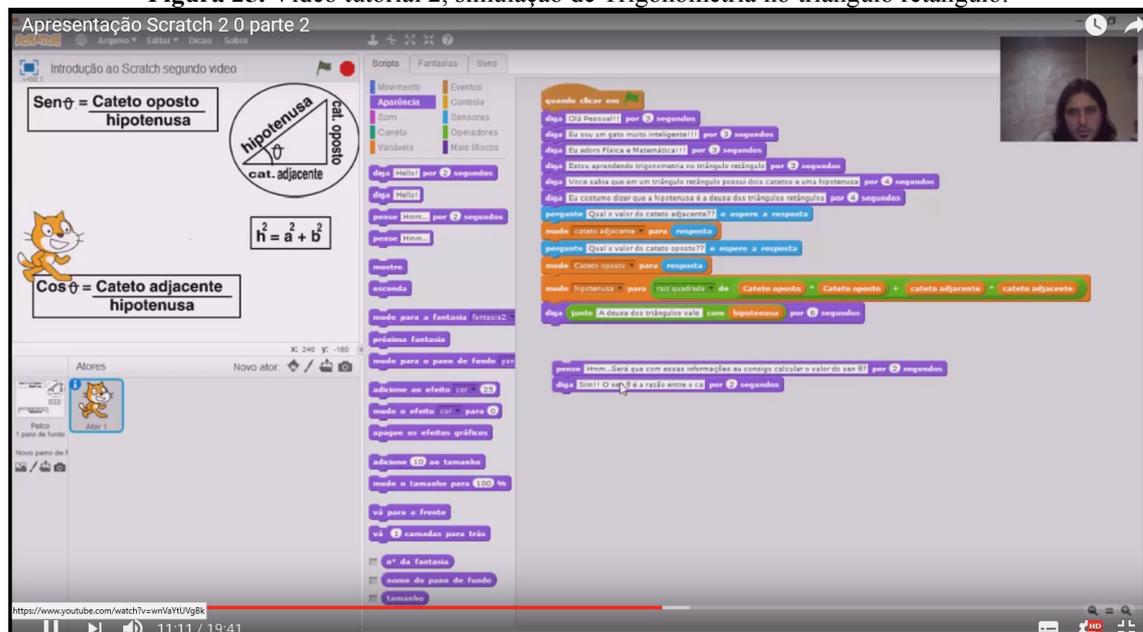


Figura 25. Vídeo tutorial 2, simulação de Trigonometria no triângulo retângulo.



No segundo vídeo (Figura 25), foi feita a iniciação a programação com a construção de um código em que o gato, personagem principal do Scratch, calcula as funções trigonométricas de um triângulo retângulo. Na animação interativa (descrita na seção 4.1),

diálogos e novos blocos foram introduzidos. Ensinou-se como transpor as ações desejadas para o ator na forma da linguagem de programação.

As equações para calcular a hipotenusa e as funções seno e cosseno de um triângulo retângulo foram programadas com o uso de blocos, operadores e variáveis criadas (Figura 25).

Figura 26. Vídeo tutorial 3, simulação de MRU.

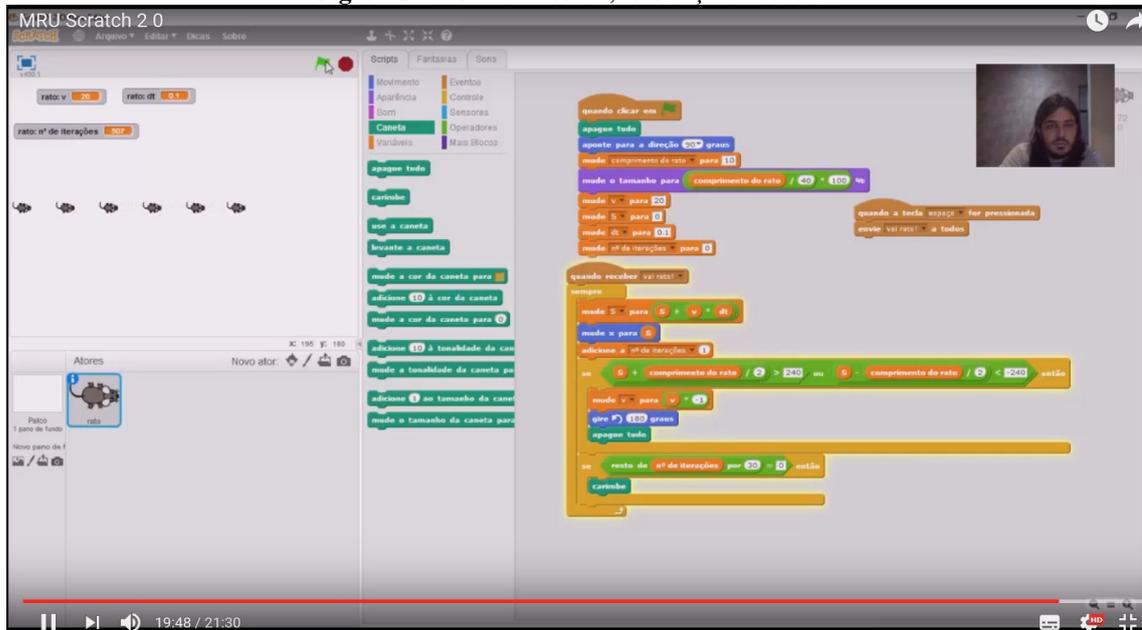
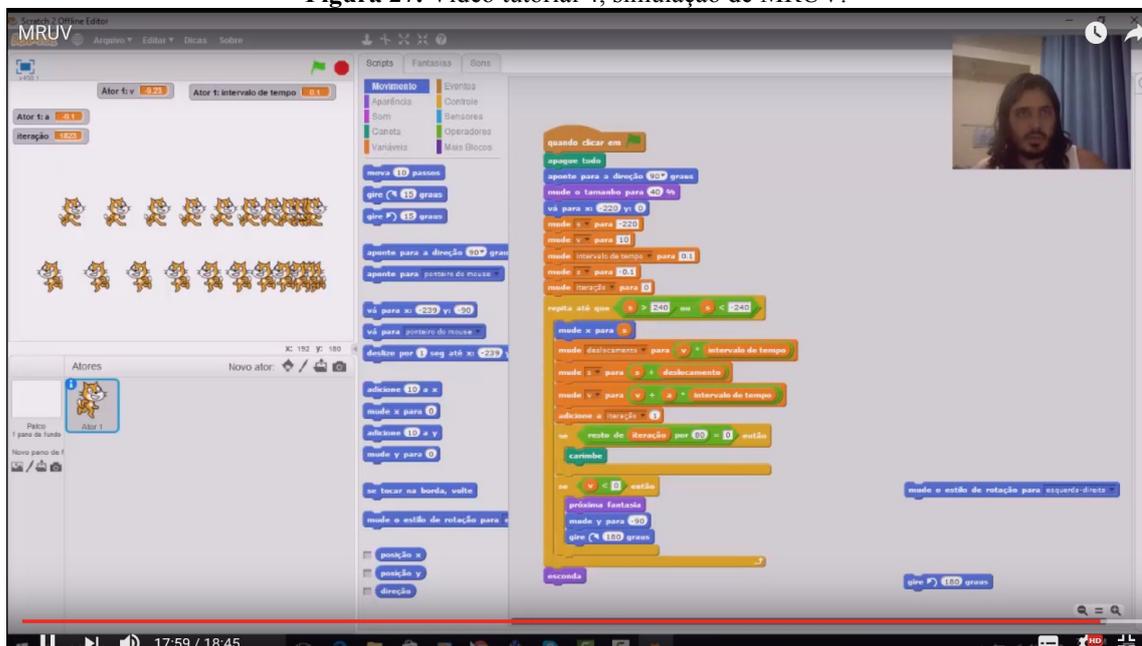


Figura 27. Vídeo tutorial 4, simulação de MRUV.

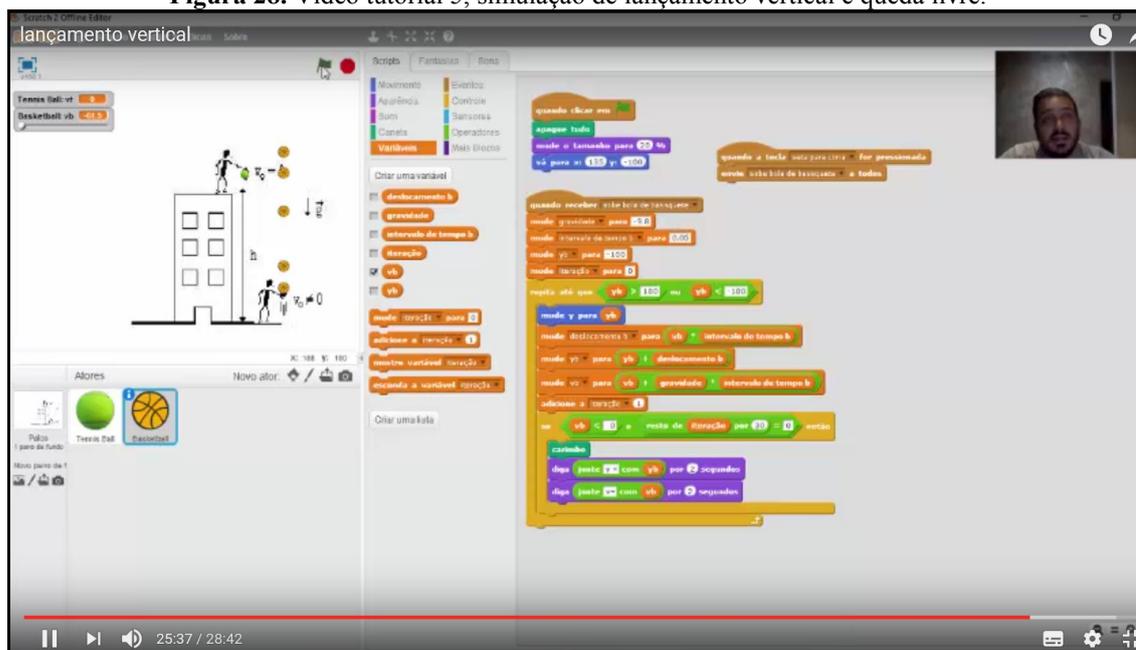


No terceiro vídeo (Figura 26), foram debatidos os conceitos cinemáticos e as características do MRU. A simulação descrita na subseção 4.2.1, na qual um rato realiza MRU, foi explorada. Buscou-se explicar os parâmetros de programação adotados para o código do algoritmo de inversão de sentido quando o ator alcançava as bordas da área de

atuação e o código para estampar os carimbos. Esses carimbos, utilizados em todas as simulações, realçavam as características do tipo de movimento abordado.

O quarto vídeo (Figura 27) aludiu às bases para a construção da simulação do gato em MRUV, detalhada na subseção 4.2.2. As características do MRUV e suas classificações foram abordadas. O recurso de carimbos foi utilizado e como a velocidade varia, as estampas não ficaram equidistantes.

**Figura 28.** Vídeo tutorial 5, simulação de lançamento vertical e queda livre.

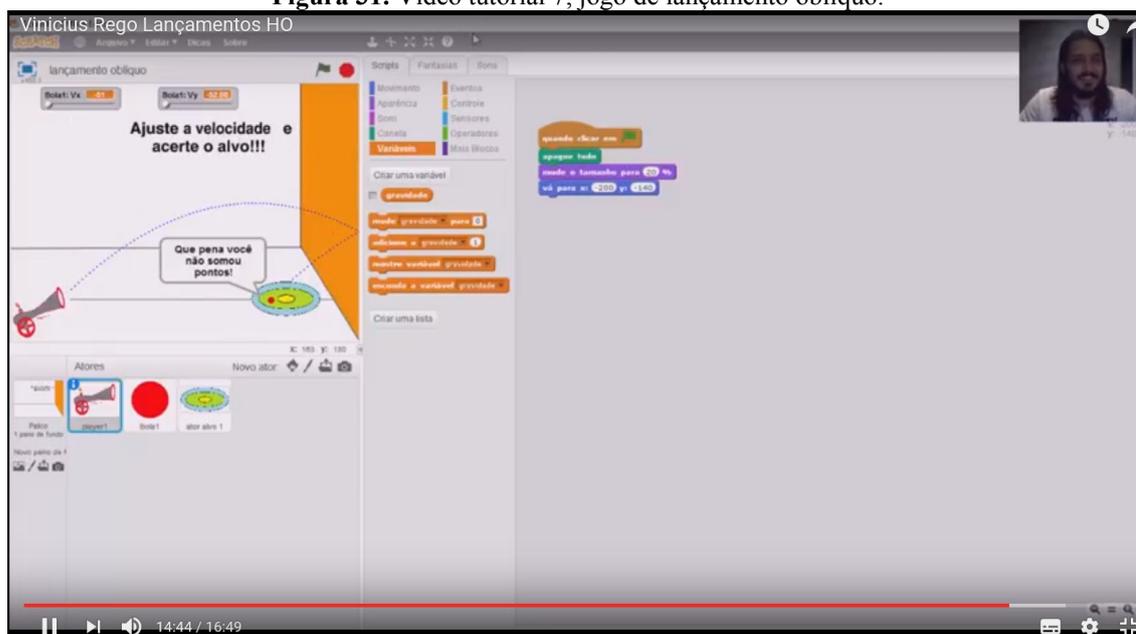


O quinto vídeo (Figura 28) foi sobre o movimento vertical no vácuo, estudado a partir da simulação explorada na subseção 4.2.3, em que uma bola de tênis é abandonada do alto de um edifício e uma bola de basquete é arremessada verticalmente para cima. No vídeo, as classificações do MRUV foram novamente abordadas. Como o código da simulação era maior e havia aspectos ainda não comentados (por exemplo, criar um código para cada ator e importar um cenário de um arquivo pessoal), foi preciso discutir mais a programação.

A simulação de simultaneidade de movimentos, explicada na subseção 4.2.4, foi exposta no sexto vídeo (Figura 29). Nessa, havia três atores, correspondentes a bolas de cores diferentes. Foi mencionado o fato de cada bola fazer um movimento distinto. A bola verde realizava MRU na horizontal, a azul descrevia um lançamento vertical e a amarela traçava uma trajetória oblíqua, união do movimento das bolas verde e azul. As principais características do lançamento oblíquo tratado na simulação foram comentadas, o que pareceu facilitar a compreensão dos alunos durante a oficina. Em geral, os professores de Física reputam a simultaneidade de movimentos como um dos conteúdos de Cinemática com maior grau de dificuldade de compreensão (FERREIRA *et al.*, 2010).



Figura 31. Vídeo tutorial 7, jogo de lançamento oblíquo.



Em ambos os jogos, as informações divulgadas no cenário, tornavam possível ao jogador realizar um disparo certeiro. Bastava conferir os valores atribuídos às variáveis criadas e usar as equações de Cinemática.

## 5 PERCEPÇÕES SOBRE A APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

### 5.1 Percepções docente sobre a aplicação do produto educacional

Durante a oficina (Figura 32), observações sobre as atividades e os comportamentos dos alunos foram registradas no diário. Os parâmetros listados no apêndice B foram definidos previamente e as informações preenchidas a cada encontro.

**Figura 32.** Imagens da oficina.



Para o primeiro encontro, foi proposto aos alunos desenvolverem uma animação interativa de trigonometria, enriquecida de diálogos para demonstrar as potencialidades do Scratch, mesmo para outras áreas de saber. O objeto de aprendizagem objetivava ilustrar o cálculo da hipotenusa, do seno e do cosseno de um dos ângulos do triângulo retângulo desenhado com as ferramentas da plataforma.

Durante a observação participante do 1º encontro (Quadro 1), notou-se interesse e motivação dos alunos pelas atividades e em aprender o conteúdo. Somente um não se mostrou interessado no conteúdo e veio a abandonar a oficina. Os demais permaneceram atentos aos dois vídeos tutoriais de apresentação ao Scratch (Tabela 2).

A trigonometria foi explorada nessa etapa (Quadro 1) em razão de o conteúdo ter sido ministrado por outros professores com a metodologia tradicional em anos anteriores e o aprendizado de programação poder ser aproveitado subsequentemente na construção das simulações de Cinemática.

A plataforma Scratch gerou curiosidade. Os alunos divertiram-se ao elaborar os diálogos da animação. Um ressaltou também o benefício de não precisar fazer cálculos aritméticos ou algébricos – “É bem divertido e o legal é que eu não faço as contas”. Houve

dificuldades em transcrever as expressões algébricas para o código de programação, porém, as dúvidas quanto à linguagem Scratch, muitas vezes, foram resolvidas entre os próprios alunos.

**Quadro 1.** Registros do 1º encontro no diário de atividades do professor.

<b>Relato condensado do 1º encontro</b>	
<b>Item</b>	<b>Registro</b>
Interação dos alunos durante os vídeos	Os alunos interagiram satisfatoriamente com os vídeos e, quando necessário, retrocediam a gravação para escutar novamente alguma explicação.
Interação entre alunos durante o desenvolvimento da simulação	A organização do laboratório, com computadores lado a lado, promoveu o debate. Duplas vizinhas compartilharam detalhes do passo a passo dos códigos.
Presença de desvios da atividade para navegar pela internet	Ocorreu duas vezes, houve uma tentativa de acesso a uma rede social e a um sítio de jogos.
Principais dificuldades	Elaboração da equação e uso dos operadores.
Eventuais soluções alternativas criadas pelos alunos	Uma solução apresentada por uma estudante para programar o cálculo da tangente de um ângulo foi usar a razão entre as variáveis seno ( $\theta$ ) e cosseno ( $\theta$ ), em vez de os catetos como os demais alunos.
Tipo de interatividade do Scratch que mais despertou interesse	O diálogo com o personagem criado.
Número de alunos que tentaram usar o Scratch em casa ou fora do laboratório de informática	Apenas um aluno relatou conhecer a linguagem, mas afirmou nunca tê-la usado.
Número de alunos que fizeram os trabalhos de casa após o encontro	Quatorze alunos fizeram a atividade proposta, incrementar o código de programação com o cálculo da tangente. Um aluno não compareceu mais à oficina.
Conteúdos recebidos em outros anos pertinentes ao encontro	Trigonometria no triângulo retângulo.

A interação ocorreu constantemente, pois a linguagem Scratch oferece a vantagem de executar trechos parciais do código (Quadro 1). Apesar de o envolvimento com os objetos de aprendizagem ter sido intenso, ocorreram duas tentativas de desvios para navegar pela internet (Quadro 1). Tais atitudes foram repreendidas e não se repetiram mais ao longo da oficina.

No segundo encontro, abordaram-se conceitos básicos sobre velocidade, deslocamento e a equação de movimento para o MRU. O objeto de aprendizagem desenvolvido retratou um rato que se movimentava com velocidade vetorial constante. Foram utilizados recursos de programação oferecidos pelo Scratch para marcar carimbos, em intervalos de tempo constantes, na trajetória descrita pelo rato. Os carimbos realçaram a característica do MRU no qual o móvel percorre deslocamentos iguais em intervalos de tempos iguais. Para a simulação

não finalizar nas bordas da área de atuação, foram inseridos, na programação, blocos de condições para o rato retornar ao tocar as extremidades.

Os alunos, muito motivados, envolveram-se mais com a plataforma Scratch e não encontraram maiores dificuldades na construção (Quadro 2). O movimento do rato na tela trouxe uma animação extra aos alunos. O contratempo de a simulação finalizar nas bordas da área de atuação apareceu ao programar o retorno que ocorreria nas bordas, devido à dificuldade com o uso dos sinais de *maior que* e *menor que* (Quadro 2). Foi preciso inserir os blocos operadores – *maior* e *menor* – para programar a inversão de sentido na simulação.

Os carimbos na tela tornaram mais fácil a compreensão do conceito de MRU no qual o móvel percorre deslocamentos iguais em intervalos de tempos iguais. Os alunos ressaltaram que, a partir da presença dos carimbos, era possível notar o rato realizar deslocamentos iguais em intervalos de tempos iguais, no decorrer de sua trajetória, como destacado no relato “Eu vejo que os carimbos estão separados pela mesma distância e ocorrem sempre na mesma quantidade de tempo.”.

**Quadro 2.** Registros do 2º encontro no diário de atividades do professor.

<b>Relato condensado do 2º encontro</b>	
<b>Item</b>	<b>Registro</b>
Interação dos alunos durante os vídeos	Os alunos interagiram bem, similarmente ao 1º encontro.
Interação entre alunos durante o desenvolvimento da simulação	Os alunos interagiram bem, similarmente ao 1º encontro.
Principais dificuldades	A inversão de sentido ao tocar nas bordas.
Eventuais soluções alternativas criadas pelos alunos	Um aluno tentou usar um bloco de movimento para realizar o retorno do rato, mas não conseguiu inverter o sentido da velocidade.
Tipo de interatividade do Scratch que mais despertou interesse	O movimento do rato.
Número de alunos que tentaram usar o Scratch em casa ou fora do laboratório de informática	Três tentaram utilizar o Scratch em casa.
Número de alunos que fizeram os trabalhos de casa após o encontro	Todos fizeram a atividade – criar um código de MRU para o rato mover-se na direção vertical.
Conteúdos recebidos em outros anos pertinentes ao encontro	MRU foi ministrado aos alunos da 1ª série em fevereiro de 2016 e a dupla da 2ª série conheceu os conteúdos de MRU em 2015.

Cumprida a etapa da programação, os alunos se divertiram ao explorar o objeto de aprendizagem desenvolvido por eles mesmos. Eles se mostraram satisfeitos em programar essa simulação.

O terceiro encontro foi sobre o MRUV, o objeto de aprendizagem desenvolvido era um gato que se movimentava variando a sua velocidade e, inclusive, invertendo o sentido do movimento. Assim como o rato, o gato também deixava carimbos em sua trajetória, em um intervalo de tempo constante. Os carimbos deixados na trajetória do gato mostravam que os deslocamentos não eram mais constantes. Quando o gato realizava um movimento retardado, os espaços entre os carimbos ficavam cada vez menores. Quando o movimento era acelerado, os espaços entre os carimbos aumentavam. O gato retornava só se o movimento fosse retardado e sem tocar a borda, pois, o toque na borda interrompia a execução do movimento.

No encontro, os alunos mostraram-se animados com a sequência da oficina e estavam mais ágeis no manuseio da plataforma Scratch (Quadro 3). Alguns apresentaram dificuldades em compreender o conceito de aceleração e sua aplicação na linguagem de programação (Quadro 3). Apesar de já ter sido ministrado em aulas tradicionais, o conceito não pareceu bem assimilado por eles. Foi necessário revisar trechos do vídeo (Tabela 2) e debater mais o conceito cientificamente aceito de aceleração. A constatação converge com as pesquisas de Trowbridge e McDermott (1981), Laburú e Carvalho (1993) e Cordeiro (2003), as quais também relataram a dificuldade dos alunos substituírem as concepções espontâneas sobre aceleração nas aulas tradicionais.

Os estudantes manifestaram desconforto ao perceberem que deslocamentos diferentes possam ocorrer em intervalos de tempos iguais, em razão da variação de velocidade (Quadro 3). O fato levou um a comentar: “O MRUV é bem mais difícil que o MRU!”. Houve insegurança também em classificar os movimentos como acelerado ou retardado. De acordo com Jesus e Junior (2011), o MRUV seria um dos conteúdos de Física em que os alunos apresentariam maior dificuldade.

As dúvidas foram superadas com a execução da simulação. O recurso gráfico de carimbar a imagem da personagem a intervalos regulares de tempo facilitou a compreensão das características do MRUV. Poder ajustar as variáveis de aceleração e velocidade ajudou muito a explanação sobre a classificação do MRUV, o que os próprios alunos mencionaram que nunca haviam compreendido nas aulas tradicionais. Outros autores (TAO; GUNSTONE, 1999; SOARES *et al.*, 2015) também aludiram ao benefício de introduzir abordagens variadas no ensino de Física.

**Quadro 3.** Registros do 3º encontro no diário de atividades do professor.

<b>Relato condensado do 3º encontro</b>	
<b>Item</b>	<b>Registro</b>
Interação dos alunos durante os vídeos	Os alunos interagiram bem, similarmente aos demais encontros.
Interação entre alunos durante o desenvolvimento da simulação	Os alunos interagiram bem, similarmente aos demais encontros.
Principais dificuldades	O conceito de aceleração. Compreender que deslocamentos diferentes possam ocorrer em intervalos de tempos iguais, devido à variação de velocidade.
Eventuais soluções alternativas criadas pelos alunos	Um aluno utilizou o bloco <i>adicione a posição x</i> na variável deslocamento, o que corresponde a <i>mude x para posição x</i> adicionada ao deslocamento, sem alteração do movimento simulado. Porém, foi comentado que tal mudança descaracterizava a equação.
Tipo de interatividade do Scratch que mais despertou interesse	O gato mudar de traje ao inverter o sentido, caso estivesse em movimento retardado.
Número de alunos que tentaram usar o Scratch em casa ou fora do laboratório de informática	Seis alunos procuraram usar o Scratch em casa.
Número de alunos que fizeram os trabalhos de casa após o encontro	Quatro alunos programaram o deslocamento do gato na direção vertical em MRUV.
Conteúdos recebidos em outros anos pertinentes ao encontro	MRU foi ministrado aos alunos da 1ª série em fevereiro de 2016 e a dupla da 2ª série conheceu os conteúdos de MRU em 2015.

Ao término da etapa da programação, os alunos exploraram bastante o objeto de aprendizagem por eles elaborado ao alterar, por diversas vezes, as variáveis velocidade e aceleração. Foi aproveitado o momento para fazer a classificação do MRUV e classificar os movimentos em: acelerado progressivo, acelerado retrógrado, retardado progressivo e retardado retrógrado.

O quarto encontro foi sobre o movimento vertical e queda livre. O objeto de aprendizagem retratou a queda livre por meio de uma bola de tênis abandonada da mão de um boneco do alto de um edifício. O lançamento vertical foi representado por uma bola de basquete arremessada verticalmente para cima, partindo da mão de um boneco situado no solo. O cenário foi obtido de um arquivo de imagem e os dois atores da simulação da biblioteca de atores do Scratch.

Nesse ponto, os alunos já se encontravam à vontade com a linguagem de programação do Scratch (Quadro 4) e descobriram que o movimento na vertical nada mais é que um MRUV, no qual a direção é a vertical e a aceleração é a gravidade.

A dificuldade apareceu com o sinal da gravidade (Quadro 4), pois alguns mencionaram que os professores usavam  $g = 10 \text{ m/s}^2$ , mas que o sinal negativo precedia o valor nas equações. Foi necessário explicar o motivo de adotar o sinal positivo na expressão algébrica.

Os alunos, ao explorarem seu objeto de aprendizagem, perceberam que ao chegar ao ponto mais alto, a velocidade da bola de basquete era zero e nesse instante o movimento deixava de ser retardado progressivo para tornar-se acelerado retrógrado. Alguns constaram ainda que a velocidade da bola de basquete possuía, aproximadamente, a mesma intensidade no momento de lançamento e da aterrissagem, como ressaltado no comentário “A velocidade da bola de basquete ao aterrissar é praticamente igual à velocidade de ida”. As características e a classificação do MRUV ficaram ainda melhor caracterizadas nas discussões sobre esse tipo de movimento, porque os carimbos da imagem da bola tornaram mais fácil à compreensão. Um aluno comentou “Os carimbos das bolas caracterizam o MRUV!”.

**Quadro 4.** Registros do 4º encontro no diário de atividades do professor.

<b>Relato condensado do 4º encontro</b>	
<b>Item</b>	<b>Registro</b>
Interação dos alunos durante os vídeos	Os alunos interagiram bem, similarmente aos demais encontros.
Interação entre alunos durante o desenvolvimento da simulação	Os alunos interagiram bem, similarmente aos demais encontros.
Principais dificuldades	O sinal adotado para a gravidade.
Eventuais soluções alternativas criadas pelos alunos	Não foram observadas.
Tipo de interatividade do Scratch que mais despertou interesse	O uso de outros atores da plataforma Scratch. O cenário da simulação ser um arquivo de imagem disponível no disco de armazenamento do computador.
Número de alunos que tentaram usar o Scratch em casa ou fora do laboratório de informática	Dois alunos utilizaram o Scratch em casa.
Número de alunos que fizeram os trabalhos de casa após o encontro	Não houve tarefa de casa.
Conteúdos recebidos em outros anos pertinentes ao encontro	Queda livre e lançamento vertical no vácuo foram ministrados aos alunos da 1ª série em fevereiro de 2016 e na 2ª série em 2015.

Além de gostarem de programar, os estudantes apreciaram a possibilidade de usar figuras na confecção do cenário da simulação.

O quinto encontro foi sobre a simultaneidade de movimentos e o objeto desenvolvido foi uma simulação que caracterizou o lançamento oblíquo, o qual é a combinação de dois movimentos simultâneos – lançamento vertical para cima e deslocamento horizontal. Foi

elaborado um código com três atores da biblioteca de atores do Scratch. Na simulação era possível observar o movimento simultâneo de três bolas e verificar que o lançamento oblíquo equivale à união de dois movimentos.

Após os alunos programarem a simulação, foi apresentado o jogo de tiro ao alvo, desenvolvido no Scratch e que usou conceitos de lançamento oblíquo. No jogo, um canhão fixo disparava uma bola vermelha, a partir do ajuste das velocidades horizontal e vertical da bola. Existe um alvo que possui três cores e se posiciona aleatoriamente, mas a distância do centro do alvo ao ponto de lançamento é sempre informada antes de cada lançamento. Ganha o jogo quem marca mais pontos em dois lançamentos seguidos. A pontuação ocorre de acordo com a cor atingida. A cor amarela concede ao jogador marcar dez pontos, a cor verde, não marca pontos e a cor azul, resulta em seis pontos. Se o alvo não for atingido, o jogador não marca pontos, assim como na cor verde.

A interação com a simulação e com o jogo foi proveitosa (Quadro 5), porque os alunos souberam reconhecer o MRU e o MRUV presentes. O lançamento oblíquo pode ser um dos conteúdos mais difíceis de Cinemática, por englobar trigonometria ou decomposição cartesiana na resolução das questões. Contudo, a recordação propiciada pela simulação do 1º encontro tornou mais fácil lidar com os conceitos matemáticos demandados para compreensão desse conteúdo de Física. O recurso gráfico de carimbos também ajudou na elucidação da composição de movimentos, facilitou a aceitação. Um aluno exclamou: “Os carimbos ficam certinhos!”. Com o jogo, os alunos pareceram entender os conceitos envolvidos no lançamento oblíquo (Quadro 5), mencionados durante essa parte da atividade, e divertiram-se ao tentar marcar pontos.

Apesar da motivação e da receptividade durante o encontro, os alunos tiveram dificuldade em compreender a comunicação entre os três atores no código da simulação (Quadro 5). Para contornar a dificuldade, a sequência correta de comunicação entre os atores da simulação foi debatida detalhadamente após a reprise do vídeo (Tabela 2). O maior obstáculo foi entenderem a necessidade de seguir a sequência precisa do algoritmo, caso contrário os atores não se movimentavam simultaneamente. Ao dar início à simulação, a mensagem *novamente* era enviada a todos os atores, que ao receberem-na, posicionavam-se nas coordenadas (-225, -145) de maneira sobreposta. Em seguida, a mensagem *mova* era remetida a todos os atores que iniciavam os movimentos simultâneos referentes aos seus respectivos códigos.

Quanto à Física, houve dúvidas sobre qual seria a velocidade no topo da trajetória (Quadro 5). Para alguns, a velocidade seria sempre nula, como ocorria com a bola em

movimento puramente vertical. O fenômeno fora observado com a simulação de lançamento vertical, em que a velocidade é nula no ponto mais alto do movimento.

Aproveitou-se a dúvida para debater qual seria a velocidade no ponto mais alto de um lançamento oblíquo, conteúdo do jogo explorado no 5º encontro. A estratégia utilizada foi modificar para zero a componente horizontal  $v_x$  da velocidade da bola amarela. Como resultado, o lançamento oblíquo transformava-se em vertical.

**Quadro 5.** Registros do 5º encontro no diário de atividades do professor.

<b>Relato condensado do 5º encontro</b>	
<b>Item</b>	<b>Registro</b>
Interação dos alunos durante os vídeos	Os alunos interagiram bem, similarmente aos demais encontros.
Interação entre alunos durante o desenvolvimento da simulação e do jogo	A organização do laboratório, com computadores lado a lado, promoveu o debate durante o desenvolvimento da simulação e o maior interesse pelo jogo. Algumas duplas disputaram qual marcaria mais pontos.
Principais dificuldades	Entender como a comunicação entre atores é estabelecida no código de programação. Confusão sobre a velocidade no topo da trajetória.
Eventuais soluções alternativas criadas pelos alunos	Revisar as mensagens enviadas pelos atores na tentativa de achar erros na escrita.
Tipo de interatividade do Scratch que mais despertou interesse	O alinhamento entre os carimbos nos três diferentes tipos de movimentos.
Número de alunos que tentaram usar o Scratch em casa ou fora do laboratório de informática	Ninguém utilizou o Scratch em casa, por ter sido a última quinzena letiva e haver acúmulo de provas e trabalhos.
Número de alunos que fizeram os trabalhos de casa após o encontro	Não houve tarefa de casa.
Conteúdos recebidos em outros anos pertinentes ao encontro	Lançamento oblíquo no vácuo foi dado aos alunos da 1ª série em julho de 2016 e na 2ª série em 2015.

O sexto encontro foi sobre o lançamento horizontal, para o qual foi desenvolvido um jogo de lançamento horizontal. O objetivo do jogo é acertar o centro de gravidade de um leão (o ator), ajustando a velocidade horizontal de uma bola que é lançada horizontalmente de uma mesa, paralela ao solo. Assim como no jogo do lançamento oblíquo que o alvo se posicionava aleatoriamente, o mesmo acontece para o leão. A distância entre o leão e o pé da mesa é sempre informada antes do arremesso e a altura da mesa é fornecida no cenário. Para o cenário foram utilizados arquivos de imagem e as ferramentas disponíveis na plataforma.

Os alunos gostaram de haver um jogo para explorar lançamento horizontal e interagiram bem durante o encontro (Quadro 6).

O leão modificava sua posição e emitia um rugido apenas se o arremesso fosse certo. Isso provocou certa frustração no começo da manipulação (Quadro 6), como expressado no comentário “Acertei, mas não aconteceu nada!”. Contudo, eles próprios notaram ser preciso acertar o centro da imagem do leão – “Tem que pegar bem no meio do leão, na cabeça ou no rabo não funciona!”. Explorando o jogo, alguns perceberam que o ajuste da velocidade para alvejar o centro do leão ficava perto de cinco vezes o valor da distância fornecida entre o leão e o pé da mesa.

**Quadro 6.** Registros do 6º encontro no diário de atividades do professor.

<b>Relato condensado do 6º encontro</b>	
<b>Item</b>	<b>Registro</b>
Interação dos alunos durante os vídeos	Os alunos interagiram bem, similarmente aos demais encontros.
Interação entre alunos durante o desenvolvimento do jogo	A organização do laboratório, com computadores lado a lado, promoveu o compartilhamento, com o empréstimo de fones de ouvidos. Algumas duplas disputaram qual acertaria o centro do leão primeiro.
Principais dificuldades	Ser preciso acertar o centro do ator para haver a troca de fantasia e a emissão do som.
Eventuais soluções alternativas criadas pelos alunos	Aumento do número de tentativas de acertar o ator até ocorrer à troca da fantasia e à emissão do som.
Tipo de interatividade do Scratch que mais despertou interesse	O som alto emitido pelo leão, associado à troca de fantasia.
Número de alunos que tentaram usar o Scratch em casa ou fora do laboratório de informática	Ninguém utilizou o Scratch em casa por ter sido a última semana letiva.
Número de alunos que fizeram os trabalhos de casa após o encontro	Não houve tarefa de casa. Os alunos responderam ao questionário de percepções após manipularem o jogo.
Conteúdos recebidos em outros anos pertinentes ao encontro	Lançamento horizontal no vácuo foi ministrado aos alunos da 1ª série em julho de 2016 e a dupla da 2ª série conheceu o conteúdo em 2015.

Os alunos divertiram-se nas tentativas de acertar e pareceu ser a atividade que mais gostaram, apesar da dificuldade em ouvir o efeito sonoro por não haver fones de ouvidos em número suficiente para todos e apenas o computador do professor possuir caixas de som. O divertimento associado ao emprego de jogos desenvolvidos com o Scratch e seu benefício para o processo de ensino-aprendizagem foram destacados por Andrade *et al.* (2013) e Mota *et al.* (2014) ao explorarem conteúdos de Matemática.

Após essa última atividade, a participação dos alunos na oficina de Cinemática foi encerrada com o preenchimento individual do questionário de percepções (apêndice B). Durante a incumbência, agiram de forma respeitosa e sincera. (A análise das respostas ao questionário é apresentada na seção subsequente.)

De modo geral, os alunos pareceram satisfeitos por participarem da oficina e relataram ter sido muito divertido estudar Cinemática a partir da programação com a linguagem Scratch. As atividades, além de aumentarem o engajamento e o dinamismo no ensino de Cinemática, promoveram a interação entre os alunos e com o professor.

Os jogos inseriram a competitividade no contexto escolar, o que levou os alunos a buscarem solucionar os problemas para acumularem vitórias. Contudo, ela não reduziu ou afetou negativamente a construção do conhecimento. Na verdade, os alunos passaram a interagir mais para compararem os resultados.

## 5.2 Percepções discentes sobre o produto educacional

As percepções discentes sobre o produto educacional (REGO, 2017) foram coletadas por meio do questionário (apêndice B), conforme descrito no capítulo 3.

Os quatorze participantes da oficina responderam às perguntas. Metade era do sexo masculino. Na época da coleta de dados (dezembro de 2016), a faixa etária dos pesquisados era de quatorze a dezessete anos. Todos residiam em Senador Camará, mesmo bairro da escola, e haviam cursado o Ensino Fundamental na rede municipal. A amostra continha doze alunos da 1ª série e dois da 2ª série, todos do turno vespertino.

**Tabela 3.** Dedicção diária à disciplina de Física.

<b>Você tem o hábito de estudar Física diariamente?</b>	<b>Contagem (Percentual)</b>
Sim	1 (7,1%)
Não	6 (42,9%)
Só estudo na véspera de avaliações.	7 (50,0%)

Metade dos participantes estudava Física somente em vésperas de provas. Apenas um declarou ter por hábito estudá-la diariamente (Tabela 3). Ainda assim, a maioria considerava ótima ou boa a participação e a motivação nas aulas de Física (Tabela 4). Somente um julgava não participar das aulas, nem se sentir motivado (Tabela 4). A dissensão entre achar-se motivado nas aulas, mas só estudar para as avaliações, parece indicar que na percepção da maioria, empenhos dentro e fora da sala de aula não teriam relação direta. Ou, talvez, preferissem não refletir sobre a componente curricular após as aulas, afinal apenas quatro afirmaram gostar de Física (Tabela 5).

**Tabela 4.** Percepções sobre as aulas tradicionais e da oficina.

<b>Participação e motivação em aulas</b>	<b>Contagem (Percentual)</b>				
	<b>Ótima(o)</b>	<b>Boa(m)</b>	<b>Regular</b>	<b>Ruim</b>	<b>Péssima(o)</b>
Classificação da participação nas aulas de Física em geral	5(35,7%)	6(42,9%)	2(14,3%)	0	1(7,1%)
Classificação da motivação nas aulas de Física em geral	3(21,4%)	5(35,7%)	5(35,7%)	1(7,1%)	0
Classificação da participação nas aulas da oficina de Cinemática	7(50,0%)	5(35,7%)	2(14,3%)	0	0
Classificação da motivação nas aulas da oficina de Cinemática	2(14,3%)	9(64,3%)	3(21,4%)	0	0
Uso de recursos digitais (animações, simulações e jogos) para aprender Física	12(85,7%)	2(14,3%)	0	0	0

**Tabela 5.** Apreciação da disciplina pelo aluno.

<b>Você gosta de Física?</b>	<b>Contagem (Percentual)</b>
Sim	4 (28,6%)
Não	2 (14,3%)
Mais ou menos	8 (57,1%)

Comparativamente às aulas de Física tradicionais, os alunos estavam mais participativos e motivados durante a oficina (Tabela 4), possivelmente pela introdução de uma prática pedagógica distinta, aliada aos recursos digitais. O incremento do engajamento discente quando a informática faz parte das atividades foi também observado por Araújo *et al.* (2004), Greis e Reategui (2010) e Farias e Rivera (2017). Ainda assim, poucos manipularam os recursos fora das aulas da oficina (Quadros 3 a 6), o que se coaduna com a hipótese de que a maioria julgava desnecessário empenhar-se fora das aulas ou, pelo menos, tinha a expectativa de assim ser.

**Tabela 6.** Percepções sobre o uso de linguagens de programação.

<b>Questões sobre o uso de linguagens de programação</b>	<b>Contagem (Percentual)</b>	
	<b>Sim</b>	<b>Não</b>
Criar simulações de Cinemática contribui para a aprendizagem?	14 (100%)	0
Você já havia tido contato com linguagens de programação?	0	14 (100%)
Você já havia desenvolvido projetos com a plataforma Scratch?	1 (7,1%)	13 (92,9%)

Todos reputaram positivos para a aprendizagem de Física o emprego de recursos digitais (Tabela 4) e a criação de simulações de Cinemática (Tabela 6), provavelmente, por considerarem as tecnologias parte de seu cotidiano. O resultado condiz com o de Araújo *et al.* (2004). As percepções dos alunos coadunaram-se com a motivação observada durante todos os encontros da oficina, conforme relatado na seção 5.1.

Apesar de não terem contato prévio com linguagens de programação (Tabela 6), todos acreditavam que a familiaridade com pelo menos uma ajudaria o próprio desenvolvimento. As principais razões apontadas foram: contribui para a compreensão do conteúdo de Física, promove a concentração e motiva (Quadro 7).

Cinco alunos acharam fácil programar em Scratch (Tabela 7). Contudo, a maioria sentiu alguma dificuldade (Tabela 7), fato também notado com a observação participante durante a oficina (Quadros 1 a 6). Possivelmente, as dificuldades advieram da novidade do contato com a linguagem (Tabela 6). É essencial o professor atentar-se aos obstáculos inerentes ao contexto em que a proposta pedagógica será inserida e pensar em formas de ajudar os alunos a contorná-los.

**Quadro 7.** Análise de conteúdo das percepções de como uma linguagem de programação poderia ajudar no próprio desenvolvimento.

<b>Respostas sobre as contribuições do uso de uma linguagem de programação</b>	
<b>Facilitaria a compreensão do conteúdo de Física</b>	<b>Ajudaria na resolução de exercícios e problemas</b>
“Porque as vezes a gente acaba entendendo algo que não entendemos na aula e é mais fácil.” (aluno 1) “Porque é uma forma de entender a física mais fácil.” (aluno 2) “me ajuda na materia de fisica, e tambem a me organizar quando eu for resolver algum problema.” (aluno 3) “facilita até mesmo para compreender as aulas.” (aluno 4)	“me ajuda na materia de fisica, e tambem a me organizar quando eu for resolver algum problema.” (aluno 3) (presença em outro grupo de significado) “Me ajuda a organizar pra fazer exercícios de fisica e matemática.” (aluno 14)
<b>Promoveria a concentração e o raciocínio</b>	<b>Motivaria a aprender</b>
“ela te ajuda a se organizar, a saber o q fazer na ordem certa.” (aluno 5) “por que consigo focar mas e nao é chato.” (aluno 7) “ajuda a pensa melhor.” (aluno 12) “porque aprendo coisas novas para o futuro e ajuda a organizar meu pensamento.” (aluno 13)	“É algo que te motiva a estudar, a saber mais sobre fisica.” (aluno 6) “porque é um novo jeito de aprender fisica.” (aluno 8) “Porque nós ficamos mais interessados em aprender.” (aluno 9) “Sim, é uma maneira divertida de aprendizado.” (aluno 10)
<b>Aplicaria os conceitos teóricos em situações práticas</b>	
“Porque podemos aprender a teoria na prática através das simulações.” (aluno 11)	

**Tabela 7.** Percepções sobre a programação com a plataforma Scratch.

<b>Programação com a plataforma Scratch</b>	<b>Contagem (Percentual)</b>		
	<b>Fácil</b>	<b>Médio</b>	<b>Difícil</b>
Programar com a plataforma Scratch	5 (35,7%)	8 (57,1%)	1 (7,1%)
Programar simulações de Cinemática com a plataforma Scratch	5 (35,7%)	9 (64,3%)	0

Nota: Nenhum aluno marcou as opções “muito fácil” ou “muito difícil”.

Inobstantes os reveses (Tabela 7), quase todos usariam a plataforma Scratch para o entretenimento no futuro (Tabela 8). Entretanto, durante a oficina, a maioria não criou qualquer projeto na plataforma por iniciativa própria (Tabela 8). Talvez, a falta de empenho de alguns alunos fora das aulas, na época da oficina, tenha tido relação com o fato de os encontros terem ocorrido no final do ano letivo (Tabela 1).

**Tabela 8.** Questões sobre o uso da plataforma Scratch.

<b>Questões sobre o uso da plataforma Scratch</b>	<b>Contagem (Percentual)</b>	
	<b>Sim</b>	<b>Não</b>
Você usaria a plataforma Scratch novamente, apenas recreativamente sem finalidade escolar?	12 (85,7%)	2 (14,3%)
Após os encontros no laboratório de informática, você tentou criar por iniciativa própria algum projeto na plataforma Scratch, não necessariamente ligado à Física?	6 (42,9%)	8 (57,1%)
Após os encontros no laboratório de informática, você tentou criar por iniciativa própria algum projeto na plataforma Scratch, ligado à Física?	4 (28,6%)	10 (71,4%)

As dificuldades sentidas ao programar as simulações de Cinemática (Tabela 7) não afetaram negativamente as percepções dos alunos sobre o uso da plataforma Scratch para a aprendizagem de Física. Todos gostaram de criar as simulações por crerem motivar, inovar e facilitar o entendimento (Quadro 8). Benefícios em introduzir a programação aliada à prática pedagógica também foram apontados por Valente (1993), Rocha (2008) e Anjos *et al.* (2016).

**Quadro 8.** Análise de conteúdo das percepções sobre o uso da plataforma Scratch para criar as simulações de Cinemática.

<b>Respostas sobre o uso da plataforma Scratch para criar as simulações de Cinemática</b>	
<b>Ótimo (9; 64,3%)</b>	<b>Bom (5, 35,7%)</b>
<b>Motivaria a aprendizagem</b>	
“porque é uma forma de aprender se divertindo.” (aluno 2) “É uma plataforma mais criativa e interessante, te motiva a estudar mais.” (aluno 6) (presença em outro grupo de significado) “porque é uma forma mais legal de se aprender física.” (aluno 13) “Por que e legal.” (aluno 14)	“mesmo sendo física (uma materia que nao gosto) acabou sendo mais divertido do que as aulas normais e mais leve.” (aluno 1) “achei bom, pq motiva mais as pessoas a estudar.” (aluno 5)
<b>Integraria novo recurso à sala de aula</b>	
“É uma plataforma mais criativa e interessante, te motiva a estudar mais.” (aluno 6) “Porque é diferente.” (aluno 9) “é uma maneira diferente de aprender.” (aluno 10)	“achei muito bom, pq e uma forma de explorar uma coisa diferente, que a gente n esta acostumado.” (aluno 3) “porque sai um pouco da rotina normal de papel e caneta.” (aluno 8)
<b>Facilitaria a compreensão do conteúdo</b>	
“por que é mas detalhado.” (aluno 7) “As simulações são bem explicativas e interessantes.” (aluno 11) “por que aprendi.” (aluno 12)	“facilita o aprendizado.” (aluno 4)

**Tabela 9.** Atividade desenvolvida na oficina que os alunos mais gostaram.

<b>Objeto de aprendizagem preferido</b>	<b>Contagem (Percentual)</b>
Simulação de MRU	1 (7,1%)
Simulação de MRUV	2 (14,3%)
Simulação de movimento vertical no vácuo	0
Simulação de simultaneidade de movimentos	4 (28,6%)
Jogo de lançamento horizontal	3 (21,4%)
Jogo de lançamento oblíquo	4 (28,6%)

Dentre as atividades desenvolvidas durante a oficina (capítulo 4), uma metade preferiu os jogos, outra, as simulações (Tabela 9). O interesse de alunos tanto por simulações (ARAÚJO *et al.*, 2004; SOARES *et al.*, 2015) quanto por jogos (GRÜBEL; BEZ, 2006; TENÓRIO *et al.*, 2015a; 2016b) já foi reportado por autores diversos.

Dentre os objetos de aprendizagem, as simulações de movimento vertical no vácuo e de MRU foram preteridas (Tabela 9). O sinal adotado para a gravidade na programação da simulação de movimento vertical gerou dúvidas durante a oficina (Quadro 4), o que pode ter induzido os alunos a acharem outras atividades melhores. Já a simulação de MRU foi a

primeira a ser programada pelos alunos (Tabela 2 e Quadro 2), de modo que ainda havia muita hesitação em relação à linguagem de programação em si.

Para averiguar se o ato de programar simulações e jogos, apoiado com vídeos tutoriais, contribuiria para a aprendizagem significativa do conteúdo de Cinemática, entre as questões respondidas (apêndice B), cinco versavam sobre os tópicos de Física explorados. Os resultados foram aduzidos nas Tabelas 10, 11, 13 e 14 e no Quadro 9. Foi destacada a possibilidade de haver mais de uma resposta fisicamente correta nas questões objetivas (Tabelas 10, 11, 13 e 14). Assim, foi pedido aos alunos não se preocuparem em acertar e marcarem a alternativa que melhor expressasse a forma como pensavam.

Ao indagar no questionário sobre o conceito de velocidade, seis responderam de acordo com o cientificamente aceito (Tabela 10). Contudo, as concepções espontâneas prevaleceram. A mais comum foi simplificar a concepção científica ao definir velocidade como deslocamento. Outros indistinguiram-na de aceleração. Um aluno, entretanto, manifestou uma concepção espontânea semelhante à aristotélica, ao perceber velocidade como equivalente à força (Tabela 10).

**Tabela 10.** Percepções sobre a definição do conceito de velocidade a partir da simulação de MRU.

<b>Execute novamente a simulação de MRU e relembre o código. Com base na sua observação, qual você diria ser a melhor definição para o conceito de velocidade?</b>	<b>Contagem (Percentual)</b>
Velocidade equivale a deslocamento ( $v = \Delta s$ ).	5 (35,7%)
Velocidade equivale a aumento de posição.	0
Velocidade equivale a aumento ou diminuição de posição.	0
Velocidade equivale a aumento ou diminuição de deslocamento.	0
Velocidade equivale à taxa de variação de posição ( $v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$ ).	2 (14,3%)
Velocidade equivale a deslocamento por unidade de tempo ( $v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$ ).	4 (28,6%)
Velocidade equivale à ultrapassagem.	0
Velocidade equivale à força ( $v = \text{força}$ ).	1 (7,1%)
Velocidade equivale à variação de aceleração ( $v = \Delta a$ ).	0
Velocidade equivale à aceleração ( $v = a$ ).	2 (14,3%)

Ao questionar sobre o conceito de aceleração, ainda menos responderam conforme o cientificamente estabelecido (Tabela 11). Dez revelaram concepções espontâneas (Tabela 11). Quatro percebiam-na como variação de velocidade por deslocamento. Três reduziram a concepção científica de aceleração a variação de velocidade e um a aumento de velocidade. Para outro aluno, a aceleração equivaleria a aumento de deslocamento, concepção espontânea, talvez, reforçada pelos carimbos observados na simulação de MRUV (Figura 5). Muitas das

noções confusas do conceito de aceleração aqui identificadas também foram ressaltadas por Laború e Carvalho (1993).

**Tabela 11.** Percepções sobre a definição do conceito de aceleração a partir a simulação de MRUV.

<b>Execute novamente a simulação de MRUV e lembre o código. Com base na sua observação, qual você diria ser a melhor definição para o conceito de aceleração?</b>	<b>Contagem (Percentual)</b>
Aceleração equivale à variação de velocidade ( $a = \Delta v$ ).	3 (21,5%)
Aceleração equivale à velocidade ( $a = v$ ).	1 (7,1%)
Aceleração equivale à velocidade final ( $a = v_{\text{final}}$ ).	0
Aceleração equivale à força ( $a = \text{força}$ ).	0
Aceleração equivale a deslocamento ( $a = \Delta s$ ).	0
Aceleração equivale a aumento de deslocamento.	1 (7,1%)
Aceleração equivale a aumento ou diminuição de deslocamento.	0
Aceleração equivale a aumento de velocidade.	1 (7,1%)
Aceleração equivale a aumento ou diminuição de velocidade.	0
Aceleração equivale à taxa de variação de velocidade ( $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ ).	4 (28,6%)
Aceleração equivale à variação de velocidade por deslocamento ( $a = \frac{\Delta v}{\Delta s}$ ).	4 (28,6%)
Aceleração equivale à ultrapassagem.	0

Quatro alunos demonstraram ter assimilado a concepção científica de aceleração (Tabela 11). Notadamente, os mesmos quatro também compreendiam a de velocidade (Tabela 10). Todavia, dois, que percebiam corretamente a velocidade como deslocamento por unidade de tempo (Tabela 10), reputaram aceleração como variação de velocidade por deslocamento (Tabela 11).

Alguns alunos também tiveram dificuldade em apontar a diferença entre MRU e MRUV (Quadro 9). Parte significativa (alunos 2, 8, 9, 11, 12) pareceu acumular o conhecimento adquirido na oficina com o obtido anteriormente em aulas tradicionais de Física. Três (alunos 3, 5 e 6) aparentaram reproduzir o que ouviram nas aulas tradicionais. As simulações influenciaram positivamente os alunos 13 e 14, que, inclusive, definiram corretamente velocidade (Tabela 10) e aceleração (Tabela 11).

As falhas em definir velocidade e aceleração (Tabelas 10 e 11) podem ter-se refletido no desenvolvimento das simulações de MRU e MRUV (Quadros 10 e 11). Em ambas, os alunos tiveram dificuldade em programar os algoritmos. Três chegaram a confundir o algoritmo de integração numérica das simulações e as funções horárias de Cinemática estudadas nas aulas tradicionais (Quadros 10 e 11).

**Quadro 9.** Análise de conteúdo das percepções sobre a diferença entre MRU e MRUV com base no observado nas simulações.

<b>Respostas sobre a principal diferença entre MRU e MRUV</b>	
<b>Percepção da variação de velocidade no MRUV</b>	<b>Percepção da presença da aceleração no MRUV</b>
“a velocidade varia.” (aluno 2) “no MRU o movimento se mantém na mesma velocidade e no MRUV a velocidade vai aumentando a cada segundo.” (aluno 8) “MRU tem velocidade e sentido constantes, e o MRUV tem velocidade e sentido variáveis.” (aluno 11) “MRUV fica com sua velocidade sempre com aumento.” (aluno 12)	“a aceleração.” (aluno 3) “A aceleração.” (aluno 5) “Um contém aceleração (MRUV) e o outro se mantém na aceleração constante (MRU).” (aluno 6)
<b>Percepção da velocidade constante no MRU</b>	<b>Percepção da variação dos deslocamentos</b>
“no MRU o movimento se mantém na mesma velocidade e no MRUV a velocidade vai aumentando a cada segundo.” (aluno 8) “No MRU a velocidade é a mesma e no MRUV a velocidade é maior.” (aluno 9) “MRU tem velocidade e sentido constantes, e o MRUV tem velocidade e sentido variáveis.” (aluno 11)	“Deslocamento.” (aluno 10) “os espaços entre os carimbos.” (aluno 13) “A distância entre os carimbos os deslocamentos são diferentes.” (aluno 14)
<b>Dificuldade de aprendizagem ou de exprimir-se</b>	
“Infelizmente é aquele problema de não lembrar muito das coisas.. não lembro a diferença deles.” (aluno 1) “intervalo de tempo.” (aluno 4) “Um contém aceleração (MRUV) e o outro se mantém na aceleração constante (MRU).” (aluno 6) “velocidade.” (aluno 7) “No MRU a velocidade é a mesma e no MRUV a velocidade é maior.” (aluno 9)	

**Quadro 10.** Análise de conteúdo das percepções sobre a maior dificuldade no desenvolvimento da simulação de MRU.

<b>Respostas sobre a maior dificuldade na construção da simulação de MRU</b>	
<b>Código do algoritmo de integração</b>	<b>Confusão entre o algoritmo de integração e as funções horárias de Cinemática estudadas nas aulas tradicionais</b>
“gravar tudo o que fiz pois depois que fiz aquilo não lembro como fiz aquilo.” (aluno 1) “lembrar e fazer os códigos.” (aluno 4) “gravar os códigos.” (aluno 5) “alguns cálculos.” (aluno 7) “Lembrar os códigos.” (aluno 10)	“Lembrar as fórmulas.” (aluno 6) “Formulas.” (aluno 9) “Lembrar das fórmulas.” (aluno 11)
<b>Programar</b>	<b>Código do algoritmo de inversão de velocidade quando o ator alcançasse as bordas</b>
“montar os blocos.” (aluno 2) “no desenvolvimento da simulação.” (aluno 8)	“inversões nas bordas.” (aluno 13) “Inverter na borda.” (aluno 14)
<b>Insegurança sobre a própria habilidade</b>	<b>Conceitos de Cinemática</b>
“acho que eu n consigo fazer sozinha rs.” (aluno 3)	“mruv.” (aluno 12)

Apesar das dificuldades em desenvolver as simulações (Quadros 10 e 11), a maioria cria ter compreendido como programá-las (Tabela 12). Os alunos que definiram velocidade (Tabela 10) e aceleração (Tabela 11) corretamente julgaram ter entendido como desenvolver simulações de MRU e MRUV (Tabela 12), possivelmente, porque ao programar foram

conduzidos a refletir sobre os conceitos. Araújo *et al.* (2004), Pedroso e Araújo (2012) e Soares *et al.* (2015) são outros autores a defender essa visão.

**Quadro 11.** Análise de conteúdo das percepções sobre a maior dificuldade no desenvolvimento da simulação de MRUV.

<b>Respostas sobre a maior dificuldade na construção da simulação de MRUV</b>	
<b>Códigos dos algoritmos</b>	<b>Conceitos de Cinemática</b>
“eu esqueço o que fiz em sala, lembro de algumas coisas, mas a maioria esqueço.” (aluno 1) “preencher os blocos.” (aluno 2) “lembrar e fazer os códigos.” (aluno 4) “desenvolver os códigos.” (aluno 5) “alguns cálculos.” (aluno 7)	“em formar o deslocamento do objeto.” (aluno 8) “mruv.” (aluno 12) “compreender como o espaço varia.” (aluno 13) “A equação da posição, achei que seria constante, depois entendi que a velocidade estava aumentando.” (aluno 14)
<b>Confusão entre o algoritmo de integração e as funções horárias de Cinemática estudadas nas aulas tradicionais</b>	<b>Insegurança sobre a própria habilidade</b>
“Lembrar as fórmulas.” (aluno 6) “As formulas.” (aluno 9) “Lembrar das fórmulas.” (aluno 11)	“sozinha acho que eu vou fica meio perdida, acho que com alguém me ajudando eu consigo.” (aluno 3)

Nota: O aluno 10 informou não ter sentido dificuldade ao construir a simulação de MRUV.

**Tabela 12.** Percepções sobre o desenvolvimento das simulações de MRU e MRUV.

<b>Questões sobre o desenvolvimento das simulações</b>	<b>Contagem (Percentual)</b>	
	<b>Sim</b>	<b>Não</b>
Você acredita ter aprendido como desenvolver simulações de MRU?	8 (57,1%)	6 (42,9%)
Você acredita ter aprendido como desenvolver simulações de MRUV?	10 (71,4%)	4 (28,6%)
Você acha que agora, após ter aprendido a desenvolver simulações de MRU e MRUV, seria capaz de criar por conta própria um jogo que envolvesse esses tipos de movimento?	11 (78,6%)	3 (21,4%)

Ao responderem sobre o que ocorre quando um corpo lançado verticalmente atinge o ponto mais alto da trajetória, apenas cinco afirmaram ser nula a velocidade (Tabela 13). Sete provavelmente enlearam velocidade ou aceleração máxima com altura máxima. Para outro, a aceleração da gravidade seria nula, talvez, por confundir aceleração com velocidade. Um aluno afirmou que a velocidade do corpo seria mínima no ápice (Tabela 13). A resposta revela uma concepção espontânea e a dificuldade em usar o formalismo matemático para expressar a situação física. Provavelmente, o estudante tinha a percepção de que a velocidade deveria ser a menor possível no topo, mas não conseguia traduzir a situação matematicamente por olvidar a possibilidade de velocidades negativas ou por pensar apenas em termos de rapidez.

Ao serem inquiridos sobre a caracterização cinemática de um corpo no ponto mais alto de um lançamento oblíquo, cinco alunos responderam conforme o conhecimento cientificamente estabelecido (Tabela 14) – coincidentemente, os mesmos a demonstrarem

compreensão plena da situação análoga no lançamento vertical (Tabela 13). Outros quatro alunos pareceram confundir velocidade máxima e altura máxima e três, aceleração e altura (Tabela 14).

**Tabela 13.** Percepções sobre a cinemática do corpo no ponto mais alto da trajetória no lançamento vertical.

<b>Execute novamente a simulação do lançamento vertical. Com base na sua observação, quando o corpo lançado para cima atinge o ponto mais alto da trajetória, você diria que:</b>	<b>Contagem (Percentual)</b>
a aceleração da gravidade é nula.	1 (7,1%)
a velocidade é nula.	5 (35,7%)
a aceleração é máxima.	3 (21,5%)
a velocidade é máxima.	4 (28,6%)
a aceleração é mínima.	0
a velocidade é mínima.	1 (7,1%)

Para um, a aceleração da gravidade seria nula (Tabela 14) no ponto culminante da trajetória parabólica. Esse aluno respondera similarmente na questão de lançamento vertical (Tabela 13). A dupla resposta evidencia ambiguidade em sua concepção de aceleração e velocidade, mas, também, pode encerrar falha em discernir a composição de movimentos. Ainda cabe notar que para ele aceleração seria variação de velocidade por deslocamento (Tabela 11) e velocidade seria deslocamento (Tabela 10).

Outro estudante respondeu que a velocidade seria nula no ápice do lançamento oblíquo (Tabela 14). Isso poderia indicar confusão com o lançamento vertical. Contudo, como na questão de lançamento vertical, o aluno respondera diferentemente e afirmara ser máxima a aceleração no ponto culminante (Tabela 13), possivelmente, a composição de movimentos foi uma dificuldade adicional para ele.

**Tabela 14.** Percepções sobre a cinemática do corpo no ponto mais alto da trajetória no lançamento oblíquo.

<b>Execute novamente a simulação de lançamento oblíquo. Com base na sua observação, quando o corpo lançado atinge o ponto mais alto da trajetória, você diria que:</b>	<b>Contagem (Percentual)</b>
o módulo da aceleração da gravidade é nulo.	1 (7,1%)
o módulo da velocidade é nulo.	1 (7,1%)
o módulo da aceleração é máximo.	3 (21,5%)
o módulo da velocidade é máximo.	4 (28,6%)
o módulo da aceleração é mínimo.	0
o módulo da velocidade é mínimo.	5 (35,7%)

Muitos alunos não conseguiram reconhecer os conceitos cientificamente aceitos e, mesmo após a aplicação do produto educacional, mantiveram concepções espontâneas (Tabelas 10, 11, 13 e 14). Contudo, o resultado variado não obsta a proposta ou comprovaria

ineficácia, haja vista o processo de aprendizagem para superação das concepções espontâneas, em geral, demandar anos, conforme expuseram Trowbridge e McDermott (1980).

Entre os alunos com plena compreensão dos lançamentos vertical (Tabela 13) e oblíquo (Tabela 14), dois (alunos 13 e 14) também entendiam vividamente os conceitos de velocidade (Tabela 10) e de aceleração (Tabela 11). A aprendizagem desses alunos teve relação direta com o desenvolvimento das simulações e jogos (Quadro 9 e Tabela 12).

Ainda que muitas falhas em reconhecer os conceitos cinemáticos cientificamente aceitos tenham sido observadas (Tabelas 10, 11, 13 e 14), a maioria julgava-se capaz de criar jogos de MRU e MRUV por conta própria (Tabela 12 e Quadro 12) após a exposição ao produto educacional. O resultado ratifica o valor da proposta em motivar e engajar o aluno em atividades relacionadas à programação para aprendizagem de Física.

**Quadro 12.** Análise de conteúdo das percepções sobre a capacidade de construir jogos com MRU e MRUV após o aprendizado sobre o desenvolvimento de simulações.

<b>Respostas sobre a capacidade de criar jogos com MRU e MRUV</b>	
<b>Sim (11; 78,6%)</b>	
<b>Com auxílio do canal no YouTube</b>	
“Infelizmente, não lembro dos códigos porem vendo os videos que o professor fez sobre o scrath eu lembraria e conseguiria criar o jogo com base no video.” (aluno 1) “vendo os videos que o professor fez, acho que eu conseguiria fazer.” (aluno 3) “Posso rever os vídeos no canal de youtube, e adicionar algo novo, um cenário ou um ator.” (aluno 14)	
<b>Aprovação da prática pedagógica pelos alunos</b>	
“Sim, porque o professor ensinou mt bem, ta de parabéns.” (aluno 2) “pois como nos foi ensinado, dá pra criar um jogo envolvendo os dois tipos de movimento.” (aluno 4) “com bases nas informações do professor eu conseguiria fazer.” (aluno 5) “Pois basta aplicar os conhecimentos sobre os dois tipos de movimento.” (aluno 11) “com base no que aprendi seria capaz de fazer um jogo.” (aluno 13)	
<b>Satisfação em desenvolver códigos na plataforma Scratch</b>	
“Porque é divertido e educativo.” (aluno 6) “Porque eu gostei e gostaria de ver outras pessoas fazendo também.” (aluno 9) “Pois ter me interessado bastante no que aprendi.” (aluno 10)	
<b>Não (3; 21,4%)</b>	
<b>Dificuldade em programação ou em Cinemática</b>	“por conta de alguns cálculos.” (aluno 7)
<b>Dispersão durante as aulas da oficina</b>	“porque eu não aproveitei ao máximo todas as aulas.” (aluno 8)
<b>Insegurança sobre a própria habilidade</b>	“por que eu precisaria de ajuda.” (aluno 12)

Na percepção dos sujeitos da pesquisa, a prática pedagógica adotada durante a oficina, os vídeos tutoriais (seção 4.4) e o prazer em manipular a plataforma Scratch ter-los-ia feito aptos a programar jogos de MRU e MRUV (Quadro 12).

## 6 CONCLUSÕES

A Cinemática é essencial para a aprendizagem de Física, afinal seus conceitos, além de abarcarem outros conteúdos, abrangem o dia-a-dia do aluno. Não obstante, seu ensino é, geralmente, baseado na memorização de fórmulas e na resolução maciça de exercícios. A aprendizagem mecânica falha em subsidiar a substituição de concepções espontâneas pelo conhecimento cientificamente aceito. Uma forma de melhorar o ensino de Cinemática é adotar uma prática pedagógica aliada à tecnologia na qual o aluno participe ativamente da própria aprendizagem.

Na presente dissertação, foi proposto conduzir o aluno na programação de simulações e jogos, de modo a torná-lo capaz de idealizar e testar situações cinemáticas de movimento retilíneo uniforme, movimento retilíneo uniformemente variado, simultaneidade de movimentos no plano e lançamentos vertical, horizontal e oblíquo. Para isso, foi criada uma animação introdutória de Trigonometria no triângulo retângulo, quatro simulações e dois jogos de Cinemática – todos construídos e disponibilizados com a plataforma educativa MIT Scratch 2.0. Adicionalmente, sete vídeos do tipo tutorial foram gravados e divulgados por meio do sítio do YouTube.

Para verificar a exequibilidade e a eficácia da proposta, após a criação dos objetos de aprendizagem, uma oficina foi realizada. Nela, testou-se a hipótese de que o aluno ao programar as próprias simulações e jogos envolvendo MRU e MRUV seria levado à aprendizagem significativa dos conceitos cinemáticos.

Quatorze alunos adolescentes do Ensino Médio regular participaram da oficina, todos de uma escola pública da rede estadual do município do Rio de Janeiro. Durante a aplicação do produto educacional, as posturas dos alunos foram observadas e registradas em um diário. As percepções dos pesquisados também foram colhidas com um questionário.

No período da oficina, houve interesse, motivação e engajamento nas atividades propostas, ainda que nem todos as complementassem fora do âmbito escolar. O dinamismo, a participação e a interação foram constantes. Os alunos demonstraram divertir-se ao programarem simulações e jogos de Cinemática com a linguagem Scratch. A visualização dos deslocamentos proporcionada pelo recurso de carimbar as posições dos atores a intervalos de tempo regulares durante as trajetórias pareceu ajudá-los a compreender as características dos movimentos. Ainda assim, as definições de velocidade e de aceleração não ficaram totalmente

claras para parcela significativa dos alunos. Dúvidas evidenciaram-se, em particular, nos momentos de inversão de velocidade ou de uma de suas componentes cartesianas.

Ao analisar as percepções dos participantes da oficina, revelou-se o fato de metade só estudar na véspera de avaliações. Ainda assim, a participação e a motivação em aulas foram consideradas satisfatórias.

Segundo os pesquisados, empregar recursos digitais favoreceu a aprendizagem de Física e criar simulações e jogos contribuiu para a compreensão de Cinemática. Os objetos de aprendizagem mais apreciados foram a simulação de simultaneidade de movimentos, o jogo de lançamento oblíquo e o jogo de lançamento horizontal.

A plataforma Scratch foi reconhecida com uma ferramenta interessante e útil, inclusive, para o divertimento, apesar de os alunos terem reportado sentir dificuldades ao desenvolverem as simulações.

Em relação à aprendizagem, ao responderem questões sobre os conceitos cinemáticos explorados nas simulações e jogos, seis mostraram compreender o conceito de velocidade e quatro o de aceleração. Cinco souberam reconhecer o comportamento da velocidade no ponto mais alto da trajetória nos lançamentos vertical e oblíquo. Ainda assim, os alunos julgaram ter aprendido a desenvolver simulações de MRU e MRUV e criam que conseguiriam construir jogos com esses tipos de movimentos por conta própria.

A maioria dos alunos manifestou concepções espontâneas dos conceitos cinemáticos, mesmo após a oficina. Dois, entretanto, modificaram suas concepções com base na aprendizagem adquirida ao programarem e foram os únicos, entre os quatorze pesquisados, a responderem a todas as questões conforme os conhecimentos cientificamente aceitos.

A oficina foi realizada como uma atividade facultativa, em horário alternativo ao das aulas regulares (em um total de cerca de doze horas) e próximo ao final do ano letivo. Nenhum participante tinha conhecimento prévio de programação. Ao sopesar essas limitações à aplicação da pesquisa e as posturas positivas dos estudantes, conclui-se ser a proposta exequível e eficaz, especialmente, ao ter em conta que, habitualmente, alterar as concepções espontâneas requer anos.

Uma perspectiva do estudo é aplicar a proposta durante as aulas do 1º bimestre em turmas da 1ª série do Ensino Médio, de modo a avaliá-la com alunos ainda não apresentados às definições formais de velocidade e aceleração. Com a extensão, além de ser possível analisar as percepções de um grupo maior, algumas limitações da pesquisa seriam contornadas.

## REFERÊNCIAS

AGRELLO D.A.; GARG R. Compreensão de gráficos de Cinemática em Física Introdutória. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v.21, n. 1, p. 103-115, 1999. Disponível em: < [http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/v21\\_103.pdf](http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/v21_103.pdf) >. Acesso em: 21 jun. 2017.

ANDRADE, M.; SILVA, C.; OLIVEIRA, T. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE JOGOS E ENTRETENIMENTO DIGITAL, 12., 2013, São Paulo. **Anais eletrônicos...** São Paulo: Culture Track, 2013. p. 260-263. Disponível em: <[http://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/32535134/SCRATCH.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1492876829&Signature=nEae%2BLN6xW4utXsL9NNoWzIKpkY%3D&response-contentdisposition=inline%3B%20filename%3DDesenvolvendo\\_games\\_e\\_aprendendo\\_matemat.pdf](http://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/32535134/SCRATCH.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1492876829&Signature=nEae%2BLN6xW4utXsL9NNoWzIKpkY%3D&response-contentdisposition=inline%3B%20filename%3DDesenvolvendo_games_e_aprendendo_matemat.pdf)>. Acesso em: 23 abr. 2017.

ANJOS, J.R.; FREITAS, S.A.; ANDRADE NETO, A.S. Utilização do software Scratch para a aprendizagem de lançamentos de projéteis e conceito de gravidade no ensino fundamental. **ACTIO: Docência em Ciências**, Curitiba, v.1, n.1, p.127-143, 2016. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/actio/article/view/5004/3224>>. Acesso em: 21 jun. 2017.

ARAÚJO, I.S.; VEIT, E.A.; MOREIRA, M.A. Atividades de modelagem computacional no auxílio à interpretação de gráficos da Cinemática. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 26, n. 2, p. 179-184, 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbef/v26n2/a13v26n2>>. Acesso em: 21 jun. 2017.

ARAÚJO, I.S.; VEIT, E.A. Interatividade em recursos computacionais aplicados ao ensino aprendizagem de Física. In: JORNADA NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 14., 2009, Santa Maria. **Anais eletrônicos...** Santa Maria: Centro Universitário Franciscano, 2009. Disponível em: <[http://www.if.ufrgs.br/cref/uab/midias/apoio/14\\_Jornada\\_UNIFRA\\_2008.pdf](http://www.if.ufrgs.br/cref/uab/midias/apoio/14_Jornada_UNIFRA_2008.pdf)> . Acesso em: 6 jul. 2017.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: edições 70, 1998.

BEZERRA, L.L.; SANTOS R.B. Um estudo sobre blogs e sua influência na cultura participativa. In: CONGRESSO DE CIÊNCIAS DA COMUNICAÇÃO NA REGIÃO NORDESTE, 16., 2014, João Pessoa. **Anais eletrônicos...** João Pessoa: Intercom, 2014. p.1-10. Disponível em: <<http://www.portalintercom.org.br/anais/nordeste2014/resumos/R42-0226-1.pdf>>. Acesso em: 4 mai. 2017.

BITTENCOURT, I.M; BITTENCOUR, I.G.S. Como professores concebem uso das TIC em suas práticas pedagógicas. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO, 5., 2010, Alagoas. **Anais eletrônicos...** Alagoas: UFAL, 2010. Disponível em: <<http://livrozilla.com/download/1458074>>. Acesso em: 22 jun. 2017.

CÂMARA, R.H. Análise de conteúdo: da teoria à prática em pesquisas sociais aplicadas às organizações. **Revista Interinstitucional de Psicologia**, Minas Gerais, v. 6, p. 179-191, 2013. Disponível em: <<http://www.fafich.ufmg.br/gerais/index.php/gerais/article/viewFile/306/284>>. Acesso em: 13 jun. 2017.

CAVALCANTE, M.A.; BONIZZIA, A.; GOMES, L.P.C. O ensino e aprendizagem de Física no século XXI: sistemas de aquisição de dados nas escolas brasileiras, uma possibilidade real. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 31, n. 4, p. 4501(1-6), 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbef/v31n4/v31n4a15.pdf>>. Acesso em: 22 jun. 2017.

CORDEIRO, L.F. **É significativa a aprendizagem escolar do conceito físico de aceleração no primeiro ano do Ensino Médio?** Curitiba. 2003. 210f. Dissertação (Mestrado em Educação)– Universidade Federal do Paraná, Paraná, 2003. Disponível em: <<http://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/27688>>. Acesso em: 6 jul. 2017.

CORVELONI, E.P.M.; GOMES, E.S.; SAMPAIO, A.R.; MENDES, A.F.; COSTA, V.L.L.; VISCOVINI, R.C. Utilização de máquina fotográfica digital (multi-burst) para aulas experimentais de cinemática - queda livre. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 3504(1-4), 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbef/v31n3/a10v31n3.pdf>>. Acesso em: 22 jun. 2017.

COSTA, B.J.F.; TENÓRIO, T.; TENÓRIO, A. A Educação matemática no contexto da etnomatemática indígena xavante: um jogo de probabilidade condicional. **Bolema**. Boletim de Educação Matemática, São Paulo, v. 28, p. 1095-1116, 2014.

FARIAS, F.; RIVERA, J. O uso do programa Scratch na abordagem dos conceitos iniciais de Cinemática para alunos do 1º ano do ensino médio. **Revista Amazônica de Ensino de Ciências**, Manaus, v. 9, n. 18, p. 197-213, 2017. Disponível em: <<http://periodicos.uea.edu.br/index.php/arete/article/view/206>>. Acesso em: 21 jun. 2017.

FERREIRA, C.C.; FONTES, A.S.; MOGNON, A. O ensino de Física e Matemática a partir do jato de água. **Ciência em Tela**, Rio de Janeiro, v. 3, n. 1, p. 1-10, 2010. Disponível em: <[http://www.cienciaemtela.nutes.ufrj.br/artigos/0110\\_cargnin.pdf](http://www.cienciaemtela.nutes.ufrj.br/artigos/0110_cargnin.pdf)>. Acesso em: 23 jul. 2017.

FLICK, U. **Uma introdução à pesquisa qualitativa**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2007.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D.T. (Orgs). **Métodos de pesquisa**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

GIL, A.C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GREIS, L.K.; REATEGUI, E. Um simulador educacional para disciplina de física em mundos virtuais. **RENOTE**, Novo Hamburgo, v. 8, n. 2, artigo 14, 2010. Disponível em: <<http://www.seer.ufrgs.br/renote/article/view/15220>>. Acesso em: 21 jun. 2017.

GRÜBEL, J.M.; BEZ, M.R. Jogos educativos. **RENOTE**, Novo Hamburgo, v. 4, n. 2, p.1- 7, 2006. Disponível em: <<http://www.seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/14270/8183>>. Acesso em: 14 jul. 2017.

HALLOUN, I. Schematic modeling for meaningful learning of Physics. **Journal of Research in Science Teaching**, Virgínia, v. 33, n. 9, p. 1019-1041, 1996. Disponível em: <[http://www.halloun.net/wp-content/uploads/2016/10/Halloun\\_JRST-96.pdf](http://www.halloun.net/wp-content/uploads/2016/10/Halloun_JRST-96.pdf)>. Acesso em: 22 jun. 2017.

- JESUS, V.L.B.; JUNIOR, M.A.V. Uma discussão sobre hidrodinâmica utilizando garrafas PET. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 33, n. 1, p. 1507(1-8), 2011. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/profile/Vitor\\_De\\_Jesus/publication/273108650\\_Uma\\_discussao\\_sobre\\_hidrodinamica\\_utilizando\\_garrafas\\_PET/links/5550c2de08ae12808b39072b/Uma-discussao-sobre-hidrodinamica-utilizando-garrafas-PET.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Vitor_De_Jesus/publication/273108650_Uma_discussao_sobre_hidrodinamica_utilizando_garrafas_PET/links/5550c2de08ae12808b39072b/Uma-discussao-sobre-hidrodinamica-utilizando-garrafas-PET.pdf)>. Acesso em: 21 jun. 2017.
- LABURÚ, C.E.; CARVALHO, A.M.P. Noções de aceleração em adolescente: uma classificação. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 15, n. 1-4, p. 61-73. 1993. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/vol15a09.pdf>>. Acesso em: 22 jun. 2017.
- LOPÉZ J.M.S.; GUTIÉRREZ R.C. Pensamiento computacional y programación visual por bloques em el aula de primaria. **Revista Educar**, Espanha, v. 53, n. 1, p. 129-146, 2016. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/311881914\\_Pensamiento\\_computacional\\_y\\_programacion\\_visual\\_por\\_bloques\\_en\\_el\\_aula\\_de Primaria](https://www.researchgate.net/publication/311881914_Pensamiento_computacional_y_programacion_visual_por_bloques_en_el_aula_de Primaria)>. Acesso em: 21 jun. 2017.
- MARCONI, M.A.; LAKATOS, E.M. **Fundamentos da metodologia científica**. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2003.
- MEDEIROS, A., MEDEIROS, C.F. Possibilidades e limitações das simulações computacionais no ensino da Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 77-86. 2002. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbef/v24n2/a02v24n2>>. Acesso em: 22 jun. 2017.
- MIT. Plataforma Scratch. Versão 2.0. 2007. Disponível em: <<https://scratch.mit.edu/info/>>. Acesso em: 18 set. 2016.
- MOREIRA, M.A. Ensino de Física no Brasil: retrospectiva e perspectivas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 22, n.1, p. 94-99, 2000. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/116896>>. Acesso em: 22 jun. 2017.
- MOTA, F.P.; RIBEIRO, N.F.A.; EMMENDORFER, L.; BUTZEN, P.; MACHDO, K.S.; ADAMATTI, D.F. Desenvolvendo o raciocínio lógico no Ensino Médio: uma proposta utilizando a ferramenta Scratch. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 25., 2014, Rio Grande. **Anais eletrônicos...** Rio Grande do Sul: FURG, 2014. Disponível em: <<http://br-ie.org/pub/index.php/sbie/article/view/2964/2698>> . Acesso em: 26 abr. de 2017.
- MOURA, E.A. **Os novos museus e exposições científicas e interativas e independentes no Brasil**. 2012. 109 f. Dissertação (Mestrado em Divulgação Científica e Cultural)– Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2012. Disponível em: <[http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/270630/1/Moura%2c%20Elton%20Alisson%20de\\_M.pdf](http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/270630/1/Moura%2c%20Elton%20Alisson%20de_M.pdf)>. Acesso em: 4 abr. 2017.
- NAPOLITANO, H.B.; LARIUCCI, C. Alternativa para o ensino de Cinemática, **Inter-ação: revista da faculdade de educação**, Goiás, v. 26, n. 2, p. 119-129, 2001. Disponível em: <<https://www.revistas.ufg.br/interacao/article/view/1604/1569>>. Acesso em: 22 jun. 2017.

NEUMANN, R.; BARROSO, M.F. Simulações computacionais e animações no ensino de oscilações. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 16., 2005, Rio de Janeiro. **Anais eletrônicos...** Rio de Janeiro: UFRJ, 2005. Disponível em: <<http://www.if.ufrj.br/~marta/artigosetal/2005-snef16-aplicat-oscil.pdf>>. Acesso em: 30 mar. 2017.

OLIVEIRA Jr., R.L. Introduzindo problemas e curvas de perseguição no Ensino Médio e universitário. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 37, n. 4, p. 4502(1-6), 2015. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1806-11172015000400502&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1806-11172015000400502&script=sci_arttext)>. Acesso em: 21 jun. 2017.

PEDROSO, L.S.; ARAÚJO, M.S.T. Simulações interativas no ensino de conceitos de eletromagnetismo. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, São Paulo, v. 3, n. 3, p. 635-653, 2013. Disponível em: <<http://revistapos.cruzeirodosul.edu.br/index.php/rencima/article/viewFile/526/451>>. Acesso em: 22 jun. 2017.

REGO, V.V.A. **Construção de simulações e jogos com a plataforma scratch para o ensino e a aprendizagem de Cinemática**. Rio de Janeiro. 2017. 40 f. Produto (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física)– Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017.

ROCHA, S.S.D. O uso do computador na educação: a informática educativa. **Revista Espaço Acadêmico**, Maringá, v.6, n. 85, p. 32-38, 2008. Disponível em: <<http://www.espacoacademico.com.br/085/85rocha.pdf>>. Acesso em: 20 dez. 2016.

ROSA, C.W.; ROSA, A.B. Ensino de Física: objetivos e imposições no ensino médio. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, Madri, v. 4, n. 1, p.1-18, 2005. Disponível em: <[http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen4/ART2\\_Vol4\\_N1.pdf](http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen4/ART2_Vol4_N1.pdf)>. Acesso em: 21 jun. 2017.

SEEDUC. **Currículo Mínimo do Estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Secretaria Estadual de Educação, 2012. Disponível em <<http://www.rj.gov.br/web/seeduc/exibeconteudo?article-id=759820>>. Acesso em: 23 dez. 2016.

SOARES, A.A.; MORAS, L.E.; OLIVIRA, F.G. Ensino de matéria e radiação no ensino médio com o auxílio de simuladores interativos. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 32, n. 3, p. 915-933, 2015. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2015v32n3p915/30782>>. Acesso em: 22 jun. 2017.

SOUZA, P.V.S.; DONANGELO, R. Average and instantaneous velocities in High School: a possible approach. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 34, n. 3, p. 1-6, 2015. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbef/v34n3/a17v34n3.pdf>>. Acesso em: 22 jun. 2017.

TAO, P.K.; GUNSTONE, R. F. The process of conceptual change in force and motion during computer-supported physics instruction. **Journal of Research in Science Teaching**, Virginia, v. 36, n. 7, p. 859, 1999. Disponível em:

<[http://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/42334116/The\\_process\\_of\\_conceptual\\_change\\_in\\_forc20160207-12915-1qhsrtw.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1498158176&Signature=jscuMpmFLL9mjfn8e4lkt5t%2Blzl%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DThe\\_process\\_of\\_conceptual\\_change\\_in\\_forc.pdf](http://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/42334116/The_process_of_conceptual_change_in_forc20160207-12915-1qhsrtw.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1498158176&Signature=jscuMpmFLL9mjfn8e4lkt5t%2Blzl%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DThe_process_of_conceptual_change_in_forc.pdf)>. Acesso em: 22 jun. 2017.

TECHSMITH. Software Camtasia. Versão 8.5. 2015. Disponível em: <[http://discover.techsmith.com/camtasia-brand-desktop/?gclid=CjwKCAjwtdbLBRALeIwAm8pA5Soyfuf-J\\_kVSja4u1Q5l\\_IA4rwQ41JTBmu1kr5AS-\\_SKlhKCaNYLBoCP\\_MQAvD\\_BwE](http://discover.techsmith.com/camtasia-brand-desktop/?gclid=CjwKCAjwtdbLBRALeIwAm8pA5Soyfuf-J_kVSja4u1Q5l_IA4rwQ41JTBmu1kr5AS-_SKlhKCaNYLBoCP_MQAvD_BwE)>. Acesso em: 24 jul. 2017.

TENÓRIO, A.; OLIVEIRA, R.; TENÓRIO, T. Mapeamento da inserção das tecnologias de informação e comunicação na prática de ensino de professores de matemática. **Educação Matemática Pesquisa**, São Paulo, v. 18, n. 2, p. 1069-1089, 2016a.

TENÓRIO, A.; PENNA, P.; TENÓRIO, T. O uso de jogos da plataforma Mangahigh no estudo de funções polinomiais do 1º grau. **Educação Matemática Pesquisa**, São Paulo, v. 17, p. 96-119, 2015a.

TENÓRIO, A.; TAVARES, M. A. O.; TENÓRIO, T. O Emprego de jogos educativos digitais como recursos auxiliares para a aprendizagem de função polinomial do 1º Grau. **REMAT: Revista Eletrônica da Matemática**, Rio Grande do Sul, v. 2, p. 29-45, 2016b.

TENÓRIO, T.; TOLEDO, M.E.; TENÓRIO, A. Percepções de alunos do Ensino Médio sobre o uso de um ambiente virtual de aprendizagem. **Revista Tecnologias na Educação**, São Paulo, ano 7, n. 12, p. 1-11, 2015b.

TROWBRIDGE, D.E., MCDERMOTT, L. Investigation of student understanding of the concept of velocity in one dimension. **American Journal of Physics**, NovaYork, v. 48, n. 12, p. 1020-1028, 1980. Disponível em: <<http://aapt.scitation.org/doi/10.1119/1.12298>>. Acesso em: 22 jun. 2017.

VALENTE, J.A. Formação de profissionais na área de informática em educação. In: \_\_\_\_\_. **Computadores e conhecimento: repensando a educação**. 1. ed. Campinas: Unicamp, 1993. p. 114-134. Disponível em: <[http://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/31215951/valente.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1498094265&Signature=StsvqmND92f183rFFcyIwbsQSeg%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DFormacao\\_de\\_profissionais\\_na\\_area\\_de\\_inf.pdf](http://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/31215951/valente.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1498094265&Signature=StsvqmND92f183rFFcyIwbsQSeg%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DFormacao_de_profissionais_na_area_de_inf.pdf)>. Acesso em: 21 jun. 2017.

VILLANI, A. Ideias espontâneas e ensino de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v.1, n. 1 p. 135-147, 1989. Disponível em: <<http://sbfisica.org.br/rbef/pdf/vol11a11.pdf>>. Acesso em: 22 jun. 2017.

## APÊNDICE A

### Observações registradas pelo professor no diário de atividades da oficina

- 1) A oficina foi oferecida a quantos alunos? (registro somente no primeiro encontro)
- 2) Quantos aceitaram? (registro somente no primeiro encontro)
- 3) Quantos compareceram a cada encontro?
- 4) Os encontros foram no laboratório de informática?
- 5) Os encontros foram realizados em contra turno?
- 6) Quantos alunos estavam em duplas e quantos sozinhos?
- 7) Os vídeos foram apresentados no projetor?
- 8) Como foi interação dos alunos durante os vídeos?
- 9) Houve desvios da atividade para navegar pela internet?
- 10) Qual foi a percepção sobre motivação, dificuldades manifestadas e receptividade e receptividade em cada atividade?
- 11) Destaque as principais dificuldades em cada encontro/atividade (foto da tela se puder).
- 12) Destaque eventuais soluções alternativas criadas pelos alunos (foto da tela).
- 13) Quais aspectos do Scratch 2.0, ou seja, tipos de recursos multimídia dessa plataforma, que mais despertaram o interesse dos alunos? (Som, diálogo, input, animação, editor de imagens)
- 14) Cite frases emblemáticas ditas pelos alunos.
- 15) Sobre a interação entre alunos: eles colaboravam, ajudavam-se? Dentro de cada grupo ou entre grupos? Houve debates entre passos em particular?
- 16) Quantos tentaram usar o Scratch em casa ou fora do laboratório de informática?
- 17) Quantos fizeram os trabalhos de casa após cada encontro?
- 18) Explique quais conteúdos os alunos já haviam recebido em outros períodos que são pertinentes a cada atividade.

## APÊNDICE B

### Questionário de percepções sobre a construção de simulações de cinemática com a plataforma Scratch aplicado *on-line* aos alunos

\*Obrigatório

Dados pessoais

\* Nome:

\* E-mail:

\* Turma: ( )1011 ( )1012 ( )2008

Questionário

\*1- Você gosta de Física?

a) Sim                    b) Não                    c) Mais ou menos

\*2- Você tem hábito de estudar Física diariamente?

a) Sim  
b) Não  
c) Só estudo na véspera das avaliações

\*3- Como você classificaria sua participação nas aulas de Física em geral?

a) Ótima    b) Boa    c) Regular    d) Ruim    e) Péssima

\*4- Como você classificaria sua participação nas aulas da oficina de Cinemática com a plataforma Scratch?

a) Ótima    b) Boa    c) Regular    d) Ruim    e) Péssima

\*5- Como você classificaria sua motivação nas aulas de Física em geral?

a) Ótima    b) Boa    c) Regular    d) Ruim    e) Péssima

\*6- Como você classificaria sua motivação nas aulas da oficina de Cinemática com a plataforma Scratch?

a) Ótima    b) Boa    c) Regular    d) Ruim    e) Péssima

\*7- Qual a sua opinião sobre o uso de recursos digitais (jogos, animações e simulações) para aprender Física?

a) Ótimo    b) Bom    c) Regular    d) Ruim    e) Péssimo

\*8- Você já havia desenvolvido algum projeto com a plataforma Scratch?

a) Sim                    b) Não

\*9- O que você achou de usar a plataforma Scratch para criar simulações de Cinemática?

a) Ótimo    b) Bom    c) Regular    d) Ruim    e) Péssimo

Por quê?

---

\*10- Você acha que criar simulações de Cinemática contribui para a aprendizagem?

- a) Sim                    b) Não

\*11- Você já havia tido contato com alguma linguagem de programação?

- a) Sim                    b) Não

Qual? \_\_\_\_\_

\*12- Você acredita que o contato com uma linguagem de programação ajudará seu desenvolvimento?

- a) Sim                    b) Não

Por quê?

\_\_\_\_\_

\*13- Você achou programar com a plataforma Scratch:

- a) Muito fácil    b) Fácil    c) Médio    d) Difícil    e) Muito difícil

\*14- Você achou programar simulações de Cinemática com a plataforma Scratch:

- a) Muito fácil    b) Fácil    c) Médio    d) Difícil    e) Muito difícil

\*15- Você usaria a plataforma Scratch novamente, apenas recreativamente sem finalidade escolar?

- a) Sim                    b) Não

\*16- Após os encontros no laboratório de informática, você tentou criar por iniciativa própria algum projeto na plataforma Scratch, não necessariamente ligado à Física?

- a) Sim                    b) Não

\*17- Após os encontros no laboratório de informática, você tentou criar por iniciativa própria algum projeto na plataforma Scratch, ligado à Física?

- a) Sim                    b) Não

**Durante a oficina sobre a plataforma Scratch foram desenvolvidas quatro simulações de Cinemática e dois jogos.**

\*18- De qual das seis atividades você mais gostou?

- a) Movimento retilíneo uniforme (MRU).  
b) Movimento retilíneo uniformemente variado (MRUV).  
c) Lançamento vertical (e queda livre).  
d) Lançamento oblíquo (e horizontal).  
e) Jogo de lançamento horizontal.  
f) Jogo de lançamento oblíquo.

**Por favor, ao responder às questões a seguir não se preocupe em acertar. Pode inclusive haver mais de uma resposta fisicamente correta. Assinale a alternativa que melhor expresse a forma como você pensa.**

\*19- Execute novamente a simulação de MRU e relembre o código. Com base na sua observação, qual você diria ser a melhor definição para o conceito de velocidade?

- a) Velocidade equivale a deslocamento ( $v = \Delta s$ ).  
c) Velocidade equivale a aumento de posição.

- d) Velocidade equivale a aumento ou diminuição de posição.
- e) Velocidade equivale a aumento ou diminuição de deslocamento.
- f) Velocidade equivale à taxa de variação de posição  $(v = \frac{\Delta s}{\Delta t})$ .
- g) Velocidade equivale a deslocamento por unidade de tempo  $(v = \frac{\Delta s}{\Delta t})$ .
- h) Velocidade equivale à ultrapassagem.
- b) Velocidade equivale à força ( $v = \text{força}$ ).
- a) Velocidade equivale à variação de aceleração ( $v = \Delta a$ ).
- b) Velocidade equivale à aceleração ( $v = a$ ).

\*20- Você acredita ter aprendido como desenvolver simulações de MRU?

- a) Sim
- b) Não

Qual você acha ser a maior dificuldade?

---

\*21- Execute novamente a simulação de MRUV e relembre o código. Com base na sua observação, qual você diria ser a melhor definição para o conceito de aceleração?

- a) Aceleração equivale à variação de velocidade ( $a = \Delta v$ ).
- b) Aceleração equivale à velocidade ( $a = v$ ).
- c) Aceleração equivale à velocidade final ( $a = v_{\text{final}}$ ).
- d) Aceleração equivale à força ( $a = \text{força}$ ).
- e) Aceleração equivale a deslocamento ( $a = \Delta s$ ).
- f) Aceleração equivale a aumento de deslocamento.
- g) Aceleração equivale a aumento ou diminuição de deslocamento.
- h) Aceleração equivale a aumento de velocidade.
- i) Aceleração equivale a aumento ou diminuição de velocidade.
- j) Aceleração equivale à taxa de variação de velocidade  $(a = \frac{\Delta v}{\Delta t})$ .
- k) Aceleração equivale à variação de velocidade por deslocamento  $(a = \frac{\Delta v}{\Delta s})$ ;
- l) Aceleração equivale à ultrapassagem.

\*22- Você acredita ter aprendido como desenvolver simulações de MRUV?

- a) Sim
- b) Não

Qual você acha ser a maior dificuldade?

---

\*23- Com base no que observou nas simulações de MRU e MRUV, qual diria ser a principal diferença entre os dois tipos de movimento?

---

\*24- Execute novamente a simulação de lançamento vertical. Com base na sua observação, quando o corpo lançado para cima atinge o ponto mais alto da trajetória, você diria que:

- a) a aceleração da gravidade é nula.
- b) a velocidade é nula.
- c) a aceleração é máxima.
- d) a velocidade é máxima.
- e) a aceleração é mínima.
- f) a velocidade é mínima.

\*25- Execute novamente a simulação de lançamento oblíquo. Com base na sua observação, quando o corpo lançado atinge o ponto mais alto da trajetória, você diria que:

- a) o módulo da aceleração da gravidade é nulo.
- b) o módulo da velocidade é nulo.
- c) o módulo da aceleração é máximo.
- d) o módulo da velocidade é máximo.
- e) o módulo da aceleração é mínimo.
- f) o módulo da velocidade é mínimo.

\*26- Você acha que agora, após de ter aprendido a desenvolver simulações de MRU e MRUV, seria capaz de criar por conta própria um jogo que envolvesse esses tipos de movimento?

- a) Sim
- b) Não

Por quê?

---