



Universidade de Brasília

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO MESTRADO NACIONAL
PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

Omar de Araújo Esper

Desenvolvimento e utilização de simulações no ambiente scratch para o estudo de soma e decomposição vetoriais e movimento de lançamento oblíquo como incentivo à autonomia do estudante.

Brasília-DF

2018



Universidade de Brasília

Desenvolvimento e utilização de simulações no ambiente scratch para o estudo de soma e decomposição vetoriais e movimento de lançamento oblíquo como incentivo à autonomia do estudante.

Omar de Araújo Esper

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Instituto de Física da Universidade de Brasília no curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física como requisito parcial à obtenção do Título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador:
José Felipe Beaklini Filho

Brasília

Julho de 2018

FOLHA DE APROVAÇÃO

Omar de Araújo Esper

Desenvolvimento e utilização de simulações no ambiente scratch para o estudo de soma e decomposição vetoriais e movimento de lançamento oblíquo como incentivo à autonomia do estudante.

Dissertação apresentada à banca examinadora como requisito parcial à obtenção do Título de Mestre em Ensino de Física – Linha de Pesquisa: Física no Ensino Fundamental – Área de Concentração: Física na Educação Básica -, pelo Programa de Mestrado Nacional e Profissional em Ensino de Física (MNPEF), polo Universidade de Brasília.

Aprovada em ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Felipe Beaklini
(Presidente)

Prof. Dr. Oyanarte Portilho
(Membro externo ao programa do MNPEF – IF-UnB)

Prof. Dr. Wytler Cordeiro dos Santos
(Membro interno do programa do MNPEF – IF-UnB)

Dedicatória

Dedico aos meus filhos que mesmo tendo pouca idade me motivaram a buscar conhecimento; à minha esposa que sempre está comigo mesmo quando estou distante; aos meus pais, pois acreditaram em mim; às minhas irmãs e aos meus cunhados que sempre estão presentes.

Agradecimentos

Agradeço ao professor Dr. José Felipe Beaklini Filho pela orientação, aos demais professores do MNPEF que me ajudaram e me ensinaram, à Sra. Márcia Maria de Araujo Esper, minha mãe, que tanto me ajudou e apoiou; ao Sr. Anis Esper, meu pai, que com grande carinho me ajudou quando precisei; à minha esposa que me apoiou e incentivou durante todo o curso; aos meus filhos que por muitas vezes sentiram minha ausência quando buscava por um futuro melhor; agradeço a Deus pelas bênçãos e graças alcançadas.

RESUMO

Desenvolvimento e utilização de simulações no ambiente scratch para o estudo de soma e decomposição vetoriais e movimento de lançamento oblíquo como incentivo à autonomia do estudante.

Omar de Araújo Esper

Orientador:

Prof. Dr. José Felipe Beaklini Filho

Resumo da Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação da Universidade de Brasília (UnB) no Curso de Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

O conteúdo de Física do Ensino Médio tem priorizado os aspectos teóricos e matemáticos, no entanto não é raro observar que poucos alunos conseguem dominar os conteúdos da Física, principalmente aqueles de maior exigência de conhecimento matemático. Nesse sentido, podemos nos perguntar: as inovações tecnológicas podem auxiliar os estudantes na compreensão desses conteúdos? No intuito de responder essa e outras perguntas que este trabalho propõe a utilização de Objetos de Aprendizagem como ferramenta para o ensino de soma e decomposição vetoriais, em turmas de 1º ano no Ensino Médio.

Pretendemos propor o desenvolvimento de Objetos de Aprendizagem para o Ensino Médio, buscando tornar o processo de aprendizagem de Física mais atraente aos estudantes.

Palavras-chave: Ensino de física, objetos de aprendizagem, simulações aplicadas ao ensino de física, ensino médio, guias para alunos, guias para professores, codificação dual.

Brasília-DF

Julho de 2018

ABSTRACT

Development and use of simulations to scratch simulations for the study of vector sum and vector decomposition and the oblique launch to encourage student autonomy.

Omar de Araújo Esper

Advisor:

Prof. Dr. José Felipe Beaklini Filho

Abstract of the Master Dissertation submitted to the Post-Graduation of the University of Brasília (UnB) in the National Master Course Physics Teaching Professional (MNPEF), as part of the requirements the need to obtain a Master's Degree in Physics Teaching.

The content of Physics of High School has prioritized theoretical and mathematical aspects; however it is not uncommon to see that few students actually master the contents of Physics, especially those with a higher requirement for mathematical knowledge. In this sense, we may ask: can technological innovations help students in understanding these contents? In order to answer these and other questions we propose the use of Learning Objects as a tool for the teaching of vector sum and vector decomposition in 1st year classes in High School.

We intend to propose the development of Learning Objects for High School, seeking to make the process of learning Physics more attractive to students.

Keywords: physics teaching, learning objects, physics teaching simulations, high school, student guides, teacher guides, dual coding.

Brasília-DF

July 2018

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa Conceitual/Mental Sobre Vetores.....	18
Figura 2 - Estrela formada por comandos do LOGO®. Fonte: Maranhão (2016).....	24
Figura 3 - Tela inicial do Scratch Online.....	27
Figura 4 - Caso 1: Vetores na mesma direção e mesmo sentido.....	30
Figura 5 - Caso 2: Vetores na mesma direção e sentidos opostos.....	31
Figura 6 - Caso 3: Vetores em direções perpendiculares.....	31
Figura 7 - Caso 4: Vetores em direções e sentidos diferentes dos apresentados até agora.....	32
Figura 8 - Decomposição vetorial em 30°.....	34
Figura 9 - Decomposição vetorial em 45°.....	34
Figura 10 - Decomposição Vetorial em 60°.....	35
Figura 11 - Decomposição vetorial com Vy deslocado.....	36
Figura 12 - Ilustração para o exercício de sala de aula.....	37
Figura 13 - Figuras 8 e 12 sobrepostas.....	37
Figura 14 - Programação referente ao movimento terrestre na simulação.....	43
Figura 15 - Simulação sobre as leis de Kepler.....	43
Figura 16 - Simulação sobre a Lei da Gravitação Newtoniana.....	44
Figura 17 - Objeto de Aprendizagem: Lançamento Oblíquo.....	48
Figura 18 - Lançamento Oblíquo feito em ângulos complementares.....	49
Figura 19 - Respostas de alunos à pergunta 8.....	62
Figura 20 - Programação para 3° lei de Kepler.....	65
Figura 21 - Vetor inclinado em 60°.....	70
Figura 22 - Vetores posicionados na mesma direção, porém com sentidos opostos.....	71
.....	71
Figura 23 - Vetores na mesma direção e.....	72
Figura 24 - Soma vetorial resultando na soma escalar de seus módulos.....	72
Figura 25 - Vetores na mesma direção e sentidos opostos.....	73
Figura 26 - Soma de vetores perpendiculares.....	74
Figura 27 - Soma vetorial com vetores inclinados.....	75
Figura 28 - Tela inicial do Objeto de aprendizagem.....	76
Figura 29b - A soma das componentes resulta em V.....	83
Figura 30 - Tela inicial do objeto de aprendizagem.....	84
Figura 31 - Tela inicial do objeto de aprendizagem.....	92

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - percentual de professores que utilizaram o computador e a internet para atividades com seus alunos.....	22
Tabela 2 - Planos de Aulas de programação em Scratch.....	41

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Uso de computadores e internet pelos professores durante aulas expositivas.....	21
Gráfico 2 – Uso do computador nas atividades de projetos ou trabalhos	22
Gráfico 3 - Frequência relativa às respostas da Pergunta 1	52
Gráfico 4 - Frequência relativa às respostas da Pergunta 2	53
Gráfico 5 - Frequência relativa às respostas da Pergunta 3	53
Gráfico 6 - Frequência relativa às respostas da Pergunta	54
Gráfico 7 - Frequência relativa às respostas da Pergunta	55
Gráfico 8 - Frequência relativa às respostas da Pergunta 6	55
Gráfico 9 - Frequência relativa às respostas da Pergunta 7	56
Gráfico 10 - Frequência relativa às respostas da Pergunta 8	57
Gráfico 11 - Frequência relativa às respostas da Pergunta 9	57
Gráfico 12 - Frequência relativa às respostas da Pergunta 10	57
Gráfico 13 - Frequência das respostas relativas à Pergunta 1	58
Gráfico 14 - Frequência de respostas relativas à Pergunta 2.....	59
Gráfico 15 - Frequência das respostas relativas à Pergunta 3.....	59
Gráfico 16 - Frequência de respostas relativas à Pergunta 4.....	60
Gráfico 17 - Frequência de respostas relativas à Pergunta 5.....	60
Gráfico 18 - Frequência de respostas referentes à Pergunta 6.....	61
Gráfico 19 - Frequência de respostas relativa à Pergunta 7	61
Gráfico 20 - Frequência de resposta relativa à Pergunta 9	63
Gráfico 21 - Frequência de respostas relativas à pergunta 10	63
Gráfico 22 - Frequência de respostas referente à pergunta 11	64

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	11
Introdução e Objetivos	11
CAPÍTULO 2	13
Revisão Bibliográfica e Referencial Teórico	13
Mapas Conceituais	16
Codificação Dual	19
Interatividade e Animação	19
Objetos de Aprendizagem e a utilização de computadores nas escolas	20
O Construcionismo de Seymour Papert	23
O Scratch	27
CAPÍTULO 3	29
Metodologia e Relato De Experiência em Sala De Aula	29
Colégio SESI Taguatinga	29
Centro de Ensino Médio 414 de Samambaia Norte	40
Centro de Ensino Médio 03 de Taguatinga Sul	45
Capítulo 4	50
Análise de dados	50
Considerações Finais	65
Referencias Bibliográficas	68
APÊNDICE A	70
APÊNDICE B	79
APÊNDICE C	82
APÊNDICE D	87
APÊNDICE E	89
APÊNDICE F	95
APÊNDICE G	98
APÊNDICE H	100

CAPÍTULO 1

Introdução e Objetivos

Um dos problemas mais comuns no ensino de física no ensino médio reside no baixo domínio dos conteúdos de matemática e física pela maioria dos alunos. As fontes que irrigam esse problema são difíceis de identificar e torna o trabalho do professor desafiador.

A dificuldade dos estudantes na compreensão dos conceitos e fundamentos de soma e decomposição vetorial, por exemplo, torna-se um elemento que dificulta o desenvolvimento dos alunos em outros conteúdos que se ancoram nesse conhecimento.

Mas há um aspecto relevante para o qual quero chamar a atenção. É de conhecimento geral que todos nós somos capazes de aprender e nos desenvolver, mas existe algo essencial para que isso ocorra: disposição. Percebo muitos alunos desmotivados para o estudo de física, alguns chegam a desistir de aprender antes mesmo de tentar, seja por dificuldades de aprendizagem enfrentadas no passado, seja por sofismas que dizem que física é uma disciplina difícil que só pode ser aprendida por pessoas muito dedicadas aos estudos.

Como desfazer tais estigmas com aulas que em sua maioria são expositivas, abstratas e muito distantes da realidade tecnológica dos estudantes?

Há um distanciamento considerável entre a prática docente e a vivência estudantil. Tal fator pode ser desmotivador ao aluno, gerando desinteresse em aprender. Existe então a necessidade de aulas interativas que prendam a atenção dos estudantes e os permita serem sujeitos de sua própria aprendizagem.

Uma das formas de contornar as dificuldades do ensino de física em virtude da complexidade matemática envolvida é utilizar simulações ou animações de fenômenos ou modelos físicos. Tais elementos permitem examinar um fenômeno numa escala diferenciada, onde todo o cálculo matemático é realizado pelo computador, abrindo espaço para que a mente do estudante possa compreender as informações e relacioná-las.

Ao mesmo tempo em que se pode observar como um fenômeno funciona, as simulações permitem que os estudantes possam controlar o sistema e manipular variáveis facilitando a observação do fenômeno físico de forma controlada, até que o estudante compreenda o fenômeno.

Participante da corrente pedagógica que acredita que a aprendizagem deve fazer sentido para o sujeito aprendiz, esta pesquisa propõe investigar e desenvolver uma ferramenta que possa suprir esta lacuna de modo a auxiliar tanto o professor como o estudante na construção do conhecimento. Por isso, os objetivos deste trabalho são:

- Apresentar novas alternativas e ferramentas de ensino para os professores de física do ensino médio, facilitando seu trabalho.
- Propor a elaboração de planos de aula com utilização de alguns *objetos de aprendizagem*¹ (OA) que auxiliem professores e alunos, como mediadores e sujeitos construtores dos seus próprios conhecimentos, respectivamente.
- Demonstrar que o Ensino de Física pode se tornar atrativo com o uso de metodologias e de tecnologias diversificadas que assegurem aos alunos a oportunidade de aprendizado ativo e desenvolvimento mediado pelo uso do computador.
- Discutir de forma diferenciada, assuntos de Física que são trabalhados no Ensino Médio, mas que podem ser solidificados a partir da construção e aplicação de estratégias utilizando os OA ora desenvolvidos.

Deve-se ter em vista que poucas escolas possuem equipamentos tecnologicamente atuais, por esse motivo é importante que as simulações a serem utilizadas nas aulas requisitem pouco processamento dos computadores. Nesse sentido, o uso do Scratch encaixa-se perfeitamente, pois os requisitos computacionais mínimos para sua utilização não são grandes.

¹ *Objetos de aprendizagem é qualquer entidade, texto, simulação, digital ou não, que pode ser utilizada, reutilizada ou referenciada no processo de aprendizagem apoiada em tecnologias (IEEE/LTSC, 2000).*

CAPÍTULO 2

Revisão Bibliográfica e Referencial Teórico

Muitos teóricos e pesquisadores da área de Educação têm se perguntado como se constrói a aprendizagem e que condições favorecem sua ocorrência. Ausubel (2006) desenvolve novos conceitos de aprendizagem ancorando sua teoria naquilo que já é do domínio cognitivo do estudante para se formar um novo saber. Esse autor concentrou seus estudos no que chamou de aprendizagem significativa. A teoria educacional de Ausubel valoriza a participação dos processos mentais na aprendizagem e representa uma proposta educativa, que valoriza os conhecimentos prévios do aluno. Em sua visão, aquela informação já dominada pelo aluno irá influenciar significativamente na aprendizagem de novos saberes e argumenta que os conceitos gerais já incorporados pelo aluno aumentam a possibilidade de compreensão e a construção de novos conceitos. Para Ausubel, a aprendizagem significativa ocorre quando um novo conhecimento é assimilado e ancorado em conhecimentos prévios. Esses conhecimentos prévios recebem o nome de subsunçores. Se isso não ocorre, a aprendizagem se torna mecânica.

De acordo com Moreira (2012), a teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel (1918-2008) se desenvolve em volta daquilo que é o conhecimento do aprendiz e exemplifica que o aprendiz que tem o conhecimento de conservação da energia pode utilizá-lo como subsunçor, ancorando o conteúdo de conservação da quantidade de movimento. Deste modo, não só a aprendizagem da conservação da quantidade de movimento torna-se significativa, mas o próprio subsunçor conservação da energia torna-se mais estável à medida que é requisitado para mais conteúdos. Seguindo esse modelo o subsunçor pode evoluir para um estado mais estável, diferenciado e enriquecido de significados a ponto de sintetizá-los num novo subsunçor podendo ser chamado de “*Leis de conservação*” que passa a subordinar todas as outras anteriores. O termo *aprendizagem significativa superordenada* refere-se justamente a essa situação em que um subsunçor adquire uma abrangência maior após ser requisitado varias vezes.

Se por um lado a *aprendizagem significativa superordenada* refere-se ao crescimento de um subsunçor por ter sido amplamente requisitado, por outro a

assimilação obliteradora refere-se à situação em que um subsunçor é pouco requisitado e por isso diminuído ou esquecido.

[...] aprendizagem significativa não é, como se possa pensar, aquela que o indivíduo nunca esquece. A assimilação obliteradora é uma continuidade natural da aprendizagem significativa, porém não é um esquecimento total. É uma perda de discriminabilidade, de diferenciação de significados, não uma perda de significados. Moreira, 2012.

Fica claro então que o subsunçor é um conhecimento estabelecido na estrutura cognitiva de um sujeito, sua clareza, abrangência, diferenciação e estabilidade dependem das aprendizagens significativas do sujeito, ao longo do tempo. A estrutura cognitiva é semelhante a um conjunto de conhecimentos interconectados, em certo campo de conhecimento, que montam uma estrutura estável onde cada ponto de sustentação dessa estrutura recebe o nome de *subsunçor*. Essa estrutura é flexível e pode ser reordenada na medida em que novos conhecimentos são agregados a ela. No modelo de Ausubel, os subsunçores são distribuídos hierarquicamente nessa estrutura de modo que uns se subordinam a outros, quando há *aprendizagem significativa superordenada* algum subsunçor cresce e se torna hierarquicamente superior. Por outro lado, quando há *assimilação obliteradora*, algum subsunçor diminui sua abrangência, sustenta menos conhecimentos e se torna hierarquicamente inferior.

Moreira ainda salienta que o subsunçor pode ser uma concepção, um construto, uma proposição, representação ou modelo que venha a ser relevante para aprendizagem significativa de determinados novos conhecimentos. Pode ser de natureza conceitual, procedimental ou atitudinal. No entanto, para Ausubel, os subsunçores eram mais vinculados à natureza conceitual, tanto que em seus artigos é frequente o termo *conceito subsunçor*.

Há dois processos que frequentemente ocorrem na estrutura cognitiva no momento da aprendizagem significativa chamados de *diferenciação progressiva* e *reconciliação integradora*.

A *diferenciação progressiva* ocorre à medida que um subsunçor é requisitado, ganhando novos significados sem necessariamente obter uma posição hierárquica superior.

Por sua vez, a *reconciliação integradora*, ou *integrativa*, ocorre simultaneamente à *diferenciação progressiva* com o objetivo de eliminar diferenças aparentes, promover superordenações e resolver inconsistências.

Diante da teoria de aprendizagem significativa de Ausubel há perguntas importantes a se fazer. Se a ocorrência de aprendizagem significativa necessita de conhecimentos prévios, o que fazer quando não há esse conhecimento? E quando o conhecimento prévio não age como facilitador e sim como obstáculo? Moreira (2012) exemplifica “[...] O átomo como um sistema planetário em miniatura também funciona como obstáculo representacional para a aprendizagem da estrutura do átomo na perspectiva da Mecânica Quântica”.

Não há dúvidas de que o conhecimento prévio é uma variável importante no processo de aprendizagem, mas isso não quer dizer que sempre será uma variável facilitadora. Nem mesmo é possível concluir que a aprendizagem significativa ao longo da vida de um sujeito tenha ocorrido com o rigor científico adequado. Há muitas pesquisas envolvendo as *concepções alternativas* ou *concepções espontâneas* que em muitos casos são significativas ao sujeito, mas que não são cientificamente corretas.

Tavares (2006) também acrescenta que a educação tradicional usa a “aprendizagem mecânica ou memorista”, que exige menos esforço e é volátil, isto é, apresenta pouca capacidade de retenção e sem necessidade de mudanças internas nas estruturas mentais. Complementa que o conhecimento inicial ou geral, é geralmente memorizado de forma mecânica, e estes funcionarão como “ideias âncoras” para os novos conhecimentos. Em outras palavras, tanto Ausubel como Tavares acreditam que a *aprendizagem mecânica* ou *memorista* pode ser útil. Uma vez memorizada uma informação, ela pode ser requisitada como subsunção e possibilitar a aprendizagem significativa.

Tavares também aponta três requisitos essenciais para a aprendizagem significativa:

1. Vontade de aprender novos conhecimentos.
2. Estruturação do novo conhecimento de maneira lógica;

3. Existência de conhecimento cognitivo que possibilite a conexão com um novo conhecimento;

Nesse sentido, para que a aprendizagem significativa ocorra o estudante deve ter disposição para aprender; ser orientado por professores capazes de apresentar os novos conteúdos de maneira lógica; e, por fim, ter conhecimentos prévios que funcionem como âncoras para o novo.

Se o ensino não deve ser baseado em transferência de conceitos ou princípios explicativos, mas ser psicologicamente significativo, o professor poderá então utilizar de algumas técnicas e ferramentas capazes de auxiliar o estudante a estruturar e conectar novas informações e saberes, e ao mesmo tempo motivá-lo na construção do novo conhecimento.

Mapas Conceituais

Novak e Gowin (1999) admitiram que a aprendizagem de novos conhecimentos torna-se facilitada à medida que a apresentação das ideias parta das mais gerais e mais inclusivas e desdobra-se para as mais específicas e menos inclusivas. Propuseram então, a construção de mapas conceituais como forma de estruturar o conhecimento.

Uma técnica simples de construção de mapas conceituais consiste em listar os conceitos mais importantes e eleger o mais importante dentre os citados e assim encontrar o “conceito raiz” do mapa. A etapa seguinte é a colocação dos conceitos imediatamente menos inclusivos que o conceito raiz, e assim compor o que Tavares (2006) chamou de *segunda geração* do mapa conceitual. Semelhantemente à segunda geração, aplica-se o mesmo procedimento até compor todo o mapa conceitual.

O desdobramento de um conceito em outros conceitos menos inclusivos em uma dada ramificação de um mapa conceitual é chamado de diferenciação progressiva [...] TAVARES, 2006.

Durante o processo de construção do mapa conceitual, pode-se por vezes perceber a reconciliação integrativa, quando dois conceitos de ramificações diferentes se ligam de alguma forma. Para Tavares (2006) isso é, evidentemente, um fruto da criatividade humana.

Os mesmos critérios também podem ser utilizados para a produção de um mapa mental. O mapa mental difere do mapa conceitual em alguns aspectos. A principal diferença é que o mapa mental estabelece relações entre ideias do indivíduo que o produz, ou seja, representam como a estrutura cognitiva de um indivíduo está montada em relação a um determinado tema.

As ideias contidas no mapa mental não são necessariamente conceitos, não há obrigatoriedade na utilização de palavras ou frases de ligação, mas respeitam o princípio de hierarquia e abrangência, onde as ideias mais abrangentes aparecem primeiro, seguidas das ideias mais restritas e específicas.

É importante ressaltar que o uso de mapas mentais pode ser concomitante aos mapas conceituais originando um mapa conceitual/mental. Um bom exemplo de mapa conceitual/mental está disponível na **Figura 1** deste texto, onde se pode ver a *diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa*.

Segundo (Tavares) a análise de um mapa conceitual construído por um especialista pode ser uma boa maneira de iniciar os estudos sobre um determinado conteúdo, na medida em que as conexões relevantes entre os conceitos mais importantes estão explicitadas no mapa, evidenciando uma visão global sobre o tema.

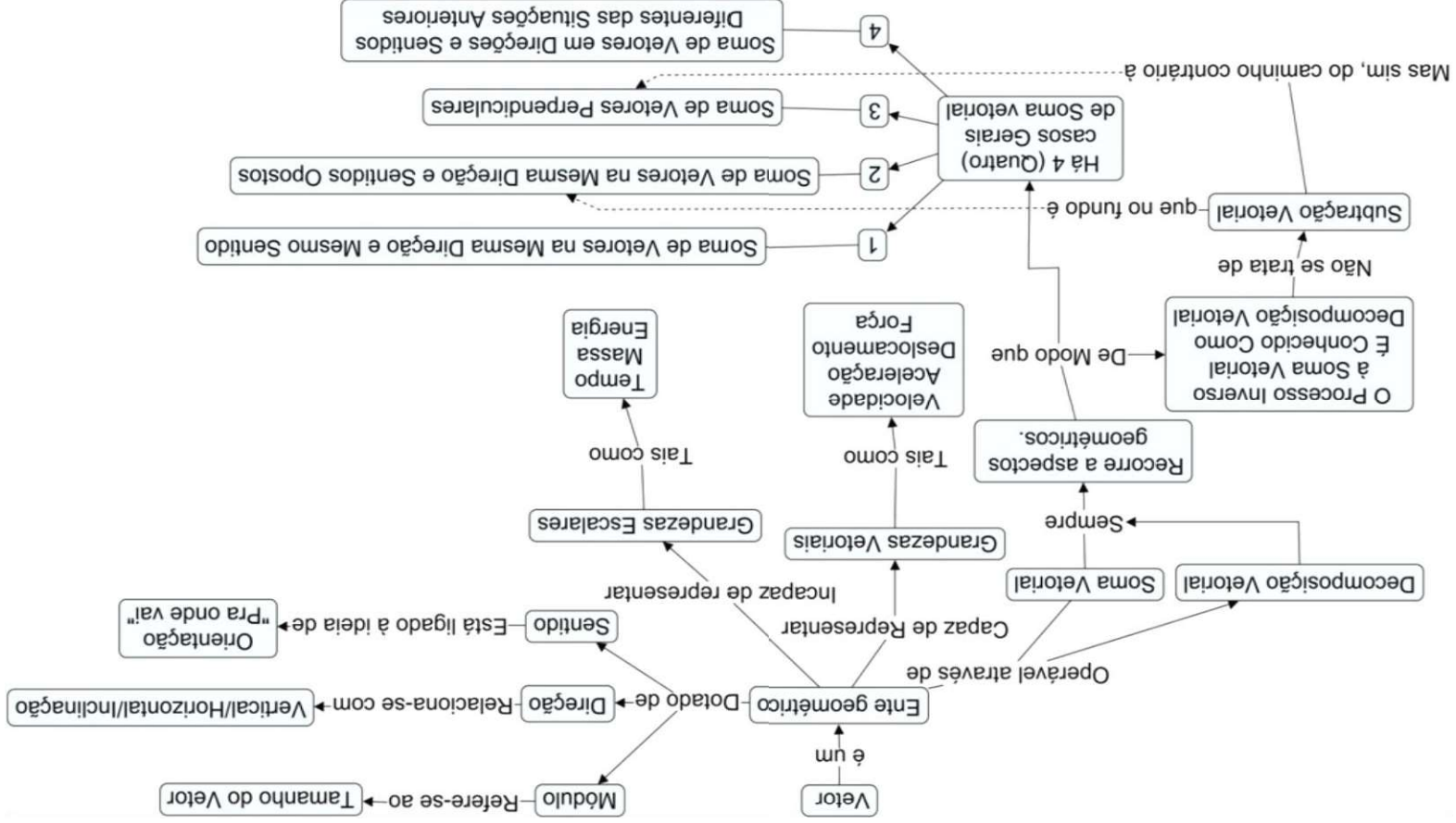


Figura 1 - Mapa Conceitual/Mental Sobre Vetores

Codificação Dual

Segundo Vekiri (2002), uma imagem é mais eficaz em comunicar conteúdos complexos quando comparada a textos, pois o processamento de imagens é menos exigente que a leitura e interpretação textual.

Segundo Tavares (2007) em Construindo Mapas Conceituais, a teoria de codificação dual de Allan Paivio (1991) considera dois subsistemas cognitivos, que trabalham simultaneamente. Um especializado em linguagem verbal escrita e falada (*i.e. Verbal*) e outro especializado em eventos e objetos não verbais (*i.e. imagéticos*). Quando uma informação é transmitida das duas formas (Verbal e Visual) a compreensão e a construção de relações e significados são facilitadas, de modo que até mesmo a lembrança das informações fica menos volátil.

Quando informações visuais e verbais são apresentadas contiguamente no tempo e espaço, é possibilitado ao aprendiz formar associações entre esses materiais visuais e verbais durante a codificação mental. Essa potencialidade pode aumentar o número de caminhos que o aprendiz pode utilizar para resgatar essa informação, porque um estímulo verbal (ou visual) pode ativar as representações verbal e visual. Vekiri, 2002: 267 apud Tavares, 2007.

O mapa conceitual não só oferece informações através de imagens diagramadas de forma a respeitar a hierarquia entre os conceitos utilizando o subsistema cognitivo imagético, como também transmite informações na forma verbal escrita requisitando o segundo subsistema cognitivo verbal. Portanto, o mapa conceitual faz uso dos dois canais de comunicação (verbal e visual) de forma síncrona, estabelecendo relações hierárquicas entre os conceitos, deixando a opinião do autor do mapa, clara e evidente para quem o lê.

Interatividade e Animação

Existem conceitos físicos que podem ser de difícil compreensão para alguns, seja porque requerem elevada capacidade de abstração, seja por motivos diversos e não totalmente explicados. Por exemplo, boa parte dos alunos de turmas EJA, da segunda etapa do 3º segmento (algo como 2º ano do ensino médio), que estudaram em 2015 no colégio CEM 404 de Santa Maria, Distrito Federal, intuía que a luz sai dos olhos, reflete em algum objeto e retorna aos olhos e por isso enxergamos. Quão difícil seria ensinar os princípios da óptica sem antes ressignificar essa intuição?

Para ressignificar essa intuição basta apagar as luzes e esclarecer que no escuro não enxergamos e que por isso a fonte de luz não pode ser os nossos olhos.

Por outro lado, às vezes os conceitos são mais abstratos que isso e não podemos simplesmente desligar algo. Por exemplo, o aluno que intui que quanto mais rápido um objeto está maior é a força que o empurra. Uma típica intuição aristotélica do movimento. Mas não dispomos de um botão capaz de desfazer essa ideia. Para ressignificar a intuição desse aluno, podemos recorrer a animações e simulações capazes de produzir resultados utilizando ideias antagônicas como a intuição aristotélica e a mecânica newtoniana e comparando os resultados constatar que de fato a mecânica newtoniana produz resultados coerentes com a realidade e só assim ressignificar que a força exercida sobre um objeto é maior quanto maior for a variação de velocidade experimentada por ele.

As simulações computacionais possibilitam o entendimento de sistemas complexos para estudantes de idades, habilidades e níveis de aprendizagem variados. O computador, ao invés do estudante, assumiria a responsabilidade de solucionar as equações matemáticas pertinentes ao sistema considerado no sentido a permitir que o estudante explore o sistema complexo focalizando inicialmente o entendimento conceitual. RIEBER, ZENG E TRIBBLE, 2004.

Levar o estudante à compreensão de um conceito pode levar algum tempo, mas a utilização de simulações físicas e objetos de aprendizagem traz grande ganho para o aluno, no sentido de ditar seu próprio ritmo de aprendizagem, podendo voltar ao início da animação/simulação a qualquer momento, escolher as condições iniciais permitindo-lhe verificar como cada variável pode influenciar no resultado, além de evitar sobrecarregar sua memória de curto prazo, deixando sua mente livre para conectar as informações que absorveu em seu próprio tempo.

Objetos de Aprendizagem e a utilização de computadores nas escolas

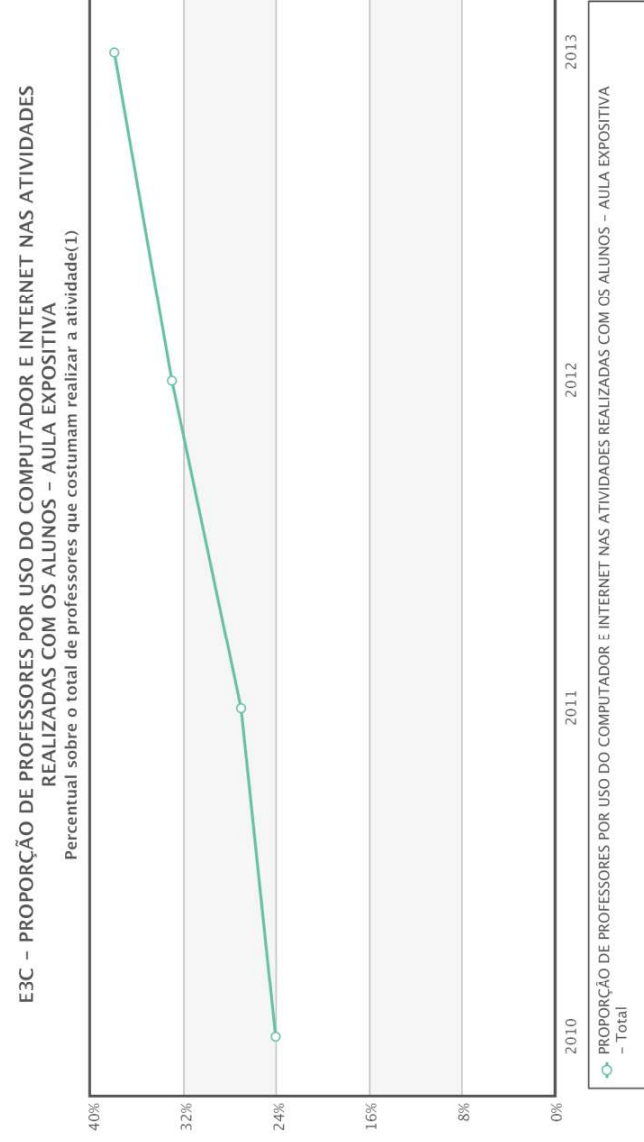
As mudanças e atualizações tecnológicas estão cada vez mais frequentes, às vezes mudam tão rapidamente que mal nos adaptamos a uma nova tecnologia e esta já se torna obsoleta frente à nova que surgiu. O acesso à informação e a recursos tecnológicos tem acompanhado o ritmo de mudanças tecnológicas, mas apesar das novas tecnologias serem caras e pouco acessíveis nos países em

desenvolvimento, não é raro ver pessoas esforçando-se para adquirir um *smartphone* de última geração, ou o *tablet* do momento.

Acompanhando esse movimento social de demanda tecnológica, muitos profissionais da educação têm se empenhado em utilizá-los para o ensino e o aprendizado.

Através de pesquisa feita pelo Centro Regional de Estudos para o Desenvolvimento da Sociedade da Informação (Cetic.br) sobre a disponibilidade das tecnologias de informação e comunicação (TIC) no Brasil, foi possível gerar os gráficos 1 e 2 a seguir que relacionam o uso do computador por parte dos professores durante as atividades desenvolvidas em salas de aula de todo o Brasil.

Gráfico 1 - Uso de computadores e internet pelos professores durante aulas expositivas



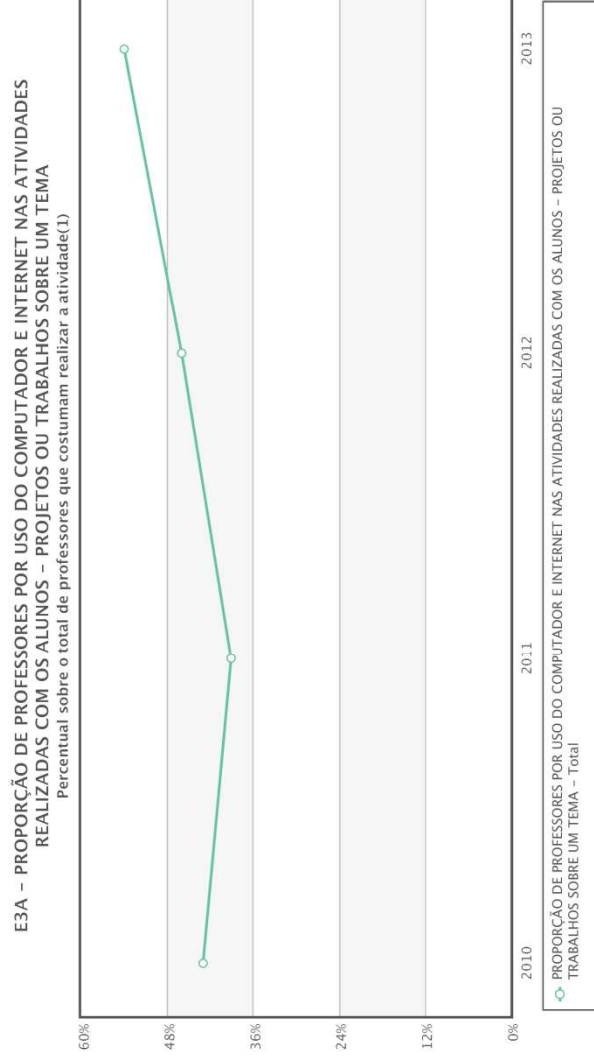
Percentual sobre o total de professores que costumam realizar a atividade

(1) Base: 1339 professores que costumam realizar projetos ou trabalhos sobre um tema durante o tempo de aula.

Fonte: Núcleo de Informação e Coordenação do Ponto BR (NIC.br).

Fonte Cetic.br

Gráfico 2 – Uso do computador nas atividades de projetos ou trabalhos



Percentual sobre o total de professores que costumam realizar a atividade

(1) Base: 494 professores que costumam ensinar os alunos a usar computador e internet durante o tempo de aula.

Fonte: Núcleo de Informação e Coordenação do Ponto BR (NIC.br).

Fonte Cetic.br

Os dados disponíveis nos gráficos acima mostram que há um aumento no percentual de professores que utilizam o computador e computador como ferramenta didática em suas aulas durante o período compreendido entre 2010 e 2013 e indica que a demanda por uso de computadores para fins educacionais aumentou nesse período.

O mesmo grupo Cetic manteve-se engajado na pesquisa nos anos posteriores, no entanto as informações estão disponíveis apenas em tabelas. A tabela a seguir refere-se ao índice gerado no ano de 2016.

Tabela 1 - percentual de professores que utilizaram o computador e a internet para atividades com seus alunos

Percentual (%)	Deu aulas expositivas com uso de computador e internet	
	Sim	Não realizou esta atividade
TOTAL	52	41
		7

Fonte Cetic.br

Aliado a crescente demanda pelo uso de computadores e da internet em sala de aula, com a educação à distância em alta, a necessidade de produzir materiais

compostos por textos, animações, simulações, imagens e vídeos que auxiliem no processo de ensino/aprendizagem aumenta. Estes instrumentos podem se tornar ferramentas poderosas para auxiliar a prática docente, independentemente se ela ocorre presencialmente ou à distância.

Há várias definições para os OA, dentre elas, a que melhor sintetiza o material que ora é apresentado neste trabalho é dado pelo Learning Technology Standards Committee, da IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers): *Objetos de aprendizagem são quaisquer entidade, digital ou não, que pode ser utilizada, reutilizada ou referenciada no processo de aprendizagem apoiada em tecnologias (IEEE/LTSC, 2000)*. Inclui multimídia, páginas da web, textos ou fragmentos de textos, animações e simulações computacionais.

É importante salientar que os OA são reconhecidos por suas características de flexibilidade, interatividade, acessibilidade e durabilidade. Isto é, a possibilidade de serem utilizados e reutilizados em diferentes contextos e plataformas, com a participação ativa do sujeito aprendiz acompanhada das mediações feitas pelo professor.

Portanto, a utilização de OA oferece uma lista de vantagens muito interessantes, são fáceis de encontrar na internet e geralmente os OA vêm acompanhados de planos de aula compostos por uma breve introdução ao tema, objetivo, sugestões de como utilizá-los em laboratório e sugestões de avaliação. Podendo ser utilizado como complemento aos recursos didáticos disponíveis ao professor.

O Construcionismo de Seymour Papert

Em meados da década de 1980, Seymour Papert já ocupava a cadeira de coordenador do Media Lab do MIT e desenvolveu um programa chamado LOGO®. Aproveitando-se da experiência que teve como auxiliar de Jean Piaget e inspirado na teoria **construtivista** do autor, Papert desenvolve a teoria do **construcionismo**, em que a linguagem de programação e o programa LOGO® tornaram-se os meios que melhor expressavam sua teoria.

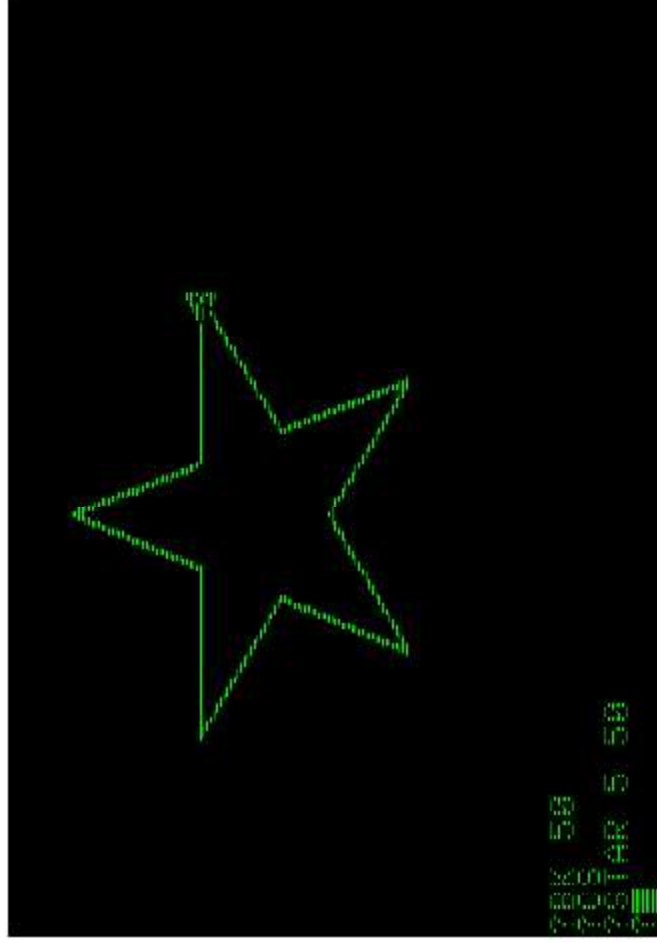


Figura 2 - Estrela formada por comandos do LOGO[®]. Fonte: Maranhão (2016)

No construcionismo, o sujeito aprendiz é conduzido a aprender ativamente, mediado por uma linguagem de programação como o LOGO[®], com o objetivo de criar algo. Na teoria construcionista de Papert “o fazer”, a necessidade de construir ou criar algo é essencial e consiste numa poderosa ferramenta para tornar o ensino concreto.

A abordagem construcionista é sintetizada em seu objeto de estudo: um problema e a sua compreensão, a elaboração de uma estratégia de solução no computador, pelo aluno, mediado por um profissional da educação; e no ferramenta: um computador e uma linguagem de programação usados para a construção do conhecimento LIMA (2009).

Segundo Valente (1993), o uso desses recursos tecnológicos na educação pode ocorrer de duas formas: Instrucionista e Construcionista.

No instrucionismo o uso do computador e demais tecnologias, surge como uma ferramenta para auxiliar o professor no ensino, sem exigir mudanças metodológicas no ensino, como numa abordagem tradicional onde o conhecimento é transmitido pelo professor ao aluno.

Os conceitos apresentados por Valente (1993) continuam valendo para os dias atuais, quando esclarece que:

O modelo tradicional de educação está centrado na transmissão de informação do professor para o aluno e na fixação dessa informação através de um sem número de atividades que os alunos devem cumprir. Entretanto, o

fato de a informação ter sido transmitida e de a atividade ter sido realizada com sucesso não significa que o aluno compreendeu o que ele recebeu ou o que ele realizou. Como afirma Piaget (1978), a criança pode realizar uma atividade com sucesso e não necessariamente compreender o que ela fez. Valente, 1993.

Por sua vez, no Construcionismo ocorre de fato a construção do conhecimento por parte do estudante, e utiliza o computador como instrumento facilitador e concretizador de sua aprendizagem. O próprio Valente (1993) afirma que

[...] existem atividades que podem ser realizadas com o computador, que forçam o aluno a buscar informações, processá-las e utilizá-las na resolução de problemas, permitindo a compreensão do que faz e a construção do seu próprio conhecimento. Valente, 1993.

Seymor Papert, em seu livro *a Máquina das Crianças*, discorre sobre uma situação hipotética muito interessante; conta uma estória em que se médicos e professores do século dezanove viajassem no tempo e nos visitassem nos dias de hoje, muito provavelmente os médicos nem mesmo reconheceriam os novos instrumentos presentes numa sala de cirurgia, por exemplo. Ao passo que provavelmente os professores se sentiriam muito à vontade numa sala de aula atual, haja vista as poucas alterações na disposição das salas, nos materiais didáticos e na forma de ensinar da maioria dos professores.

A anedota de Papert torna-se interessante, ao destacar as poucas mudanças ocorridas na estrutura de grande parte das instituições escolares nos últimos cem ou duzentos anos.

O Relatório dos Conselheiros da Câmara de Educação Básica do Conselho Nacional de Educação - CNE, que fundamentou as Diretrizes Curriculares Nacionais para Educação Básica (2013), apresenta como um dos princípios que orientam o Ensino Médio, “*a compreensão dos fundamentos científicos e tecnológicos presentes na sociedade contemporânea, relacionando a teoria com a prática*”. (DCN,2013)

As DCNs para a Educação Básica de 2013, ao se referir ao professor e sua formação inicial e continuada (página 57), aponta a capacitação docente como um aspecto complexo, que lhe é requerido, sem que, na maioria dos currículos lhe tenha sido ofertado, a estratégia para o desenvolvimento de várias habilidades, entre elas

as tecnologias.

Assim, hoje, exige-se do professor mais do que um conjunto de habilidades cognitivas, sobretudo se ainda for considerada a lógica própria do mundo digital e das mídias em geral, o que pressupõe aprender a lidar com os nativos digitais. Além disso, lhe é exigida, como pré-requisito para o exercício da docência, a capacidade de trabalhar cooperativamente em equipe, e de compreender, interpretar e aplicar a linguagem e os instrumentos produzidos ao longo da evolução tecnológica, econômica e organizativa. Diretrizes Curriculares Nacionais, 2013.

Busca realizada em 18/01/2018 no endereço:
http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=15548-d-c-n-educacao-basica-nova-pdf&category_slug=abril-2014-pdf&Itemid=30192

Embora ninguém discorde de que a escola precisa se atualizar tecnologicamente, a tecnologia por si só não trará as mudanças na forma de ensinar ou aprender, mas a metodologia usada pelo professor pode fazer a diferença. Contudo, ambas as formas de ensinar podem ser utilizadas, seja instrucionista, seja construcionista, pois não dá para dizer que as metodologias educacionais estiveram totalmente erradas até aqui.

É do conhecimento de todos que a realidade vivenciada pelos profissionais da educação geralmente é de escassez de recursos. Ainda que a escola tenha um laboratório de informática, bons equipamentos e bons laboratórios de ciências pode ocorrer desses ambientes e equipamentos estarem indisponíveis em algum momento, nessas horas a aula tradicional na lousa e no giz torna-se uma boa alternativa. Porém, havendo disponibilidade de ambiente propício e recursos tecnológicos que auxiliem no processo de ensino e aprendizagem, por que não utilizá-los?

O uso das novas tecnologias educacionais como ferramenta didática no processo de ensino e aprendizagem se faz importante, considerando que a tecnologia faz parte do contexto atual do adolescente e do jovem. No entanto, a maior parte dos estudantes utiliza essa tecnologia para interagir através das redes sociais, em muitos casos na diversão através de jogos ou de séries, mas pouco tem sido aplicado no desenvolvimento educacional e na aprendizagem, devendo ser ressignificado no trabalho pedagógico escolar.

O Scratch

O Scratch é desenvolvido pelo Media Lab do Massachusetts Institute of Technology (MIT), e consiste num ambiente de desenvolvimento projetado para a aplicação educacional com crianças e adolescentes, onde podem ser desenvolvidas e compartilhadas animações, jogos e simulações aplicadas a qualquer área de conhecimento.

O software é de fácil utilização, disponível nas versões Online, isto é, não precisa instalar no computador podendo acessar o programa a partir de uma página da Web, e *Offline* podendo manter uma versão instalada no computador. O layout do programa é de fácil compreensão. A programação possui recursos áudio visuais e lógicos matemáticos e é feita em blocos que facilitam a compreensão e o desenvolvimento de programas. Com os recursos disponíveis no programa podem-se desenvolver animações com aplicações diversas.

No site do Scratch, é fácil encontrar animações e simulações desenvolvidas por estudantes do mundo todo. A possibilidade de produção de simulações, animações etc., por parte do sujeito aprendiz é motivadora, pois além de criar algo próprio o aprendiz pode dar sentido ao que aprendeu, ao aplicá-lo no desenvolvimento de sua animação.

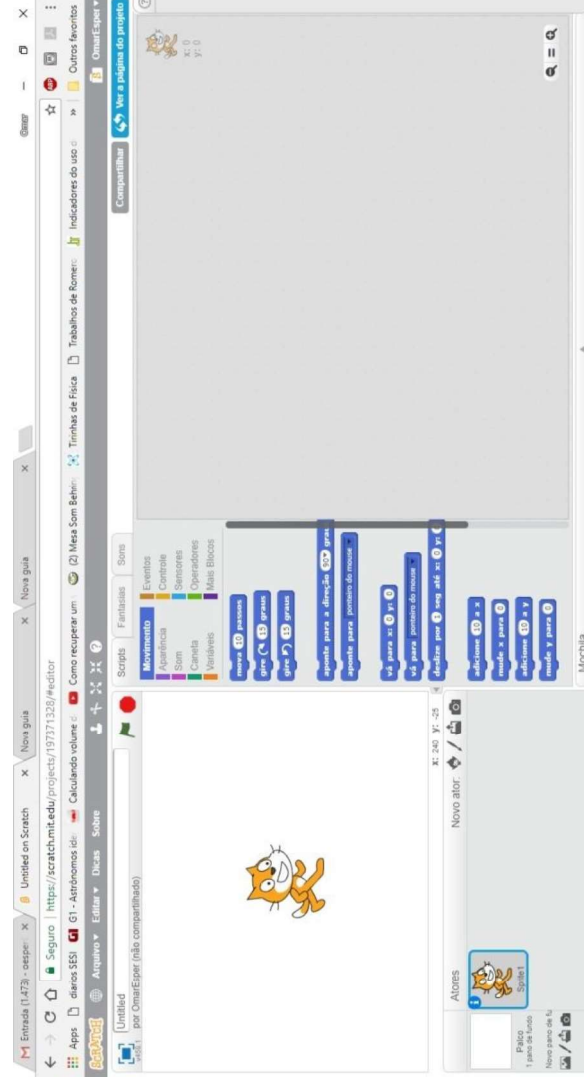


Figura 3 - Tela inicial do Scratch Online

A escolha pelo uso do Scratch neste trabalho foi feita baseada nessas características, com o objetivo de possibilitar ao aprendiz um momento de aprendizagem ativa em que o sujeito pode tanto operar um computador e utilizar um objeto de aprendizagem, quanto desenvolver uma animação ou simulação a partir daquilo que já é de seu conhecimento e utilizar sua própria criação como motivação para continuar a aprender.

CAPÍTULO 3

Metodologia e Relato De Experiência em Sala De Aula

Há três frentes operacionais relatadas nesse trabalho. A primeira refere-se às atividades desenvolvidas no SESI Taguatinga, cuja abordagem foi feita seguindo os conceitos de aprendizagem significativa de David Ausubel, em atividades com a utilização de objetos de aprendizagem desenvolvidos no ambiente Scratch. A segunda refere-se às atividades desenvolvidas no Centro de Ensino Médio 414 de Samambaia, cuja abordagem construcionista está pautada nas ideias de Seymour Papert com adaptação para o desenvolvimento de simulações de fenômenos físicos utilizando o ambiente Scratch como substituto ao LOGO[®]. E a terceira refere-se às atividades desenvolvidas no Cem03 - Centro de Ensino Médio 03 de Taguatinga Sul, seguindo os conceitos de aprendizagem significativa de David Ausubel, nos mesmos moldes das atividades desenvolvidas no SESI Taguatinga.

As aplicações dos OA em sala de aula, no colégio SESI Taguatinga e no Centro de Ensino Médio 03 de Taguatinga Sul seguiram os mesmos planos de aula, porém adaptados para as circunstâncias daquele momento.

Restrições quanto ao número de computadores no laboratório de informática do Colégio SESI Taguatinga exigiu que os alunos trabalhassem em duplas. Em outros momentos fez-se necessário utilizar um projetor, para que todos os estudantes pudessem ver como acessar certas funções dos OA.

Os planos de aulas foram estruturados de maneira que os alunos de diferentes turmas pudessem ter acesso às mesmas informações, por isso fez-se necessário dispor de um momento inicial com todas as turmas para resgate de conceitos básicos de Matemática nas áreas de geometria e trigonometria.

Colégio SESI Taguatinga

Foi solicitado a um dos colegas professores do colégio que pudesse dispor de uma aula, que aplicasse uma avaliação diagnóstica para aferir o nível de conhecimento da turma sobre o assunto.

Seguindo a proposta dos guias didáticos, a aula seguinte foi ministrada em laboratório com o uso do OA sobre soma de vetores. Nesse momento cada aluno tinha em mãos uma cópia do *guia do aluno*, na qual eles podiam anotar suas observações sobre o tema. Esse *guia do aluno* propunha o posicionamento dos

vetores em quatro casos distintos, e que eles anotassem os dados de inclinação e módulo de cada vetor, mostrados nas Figuras 4 a 7.

- Caso 1 – Vetores na mesma direção e mesmo sentido
- Caso 2 – Vetores na mesma direção e sentidos opostos
- Caso 3 – Vetores em direções perpendiculares
- Caso 4 – Vetores em direções e sentidos diversos aos apresentados até agora.

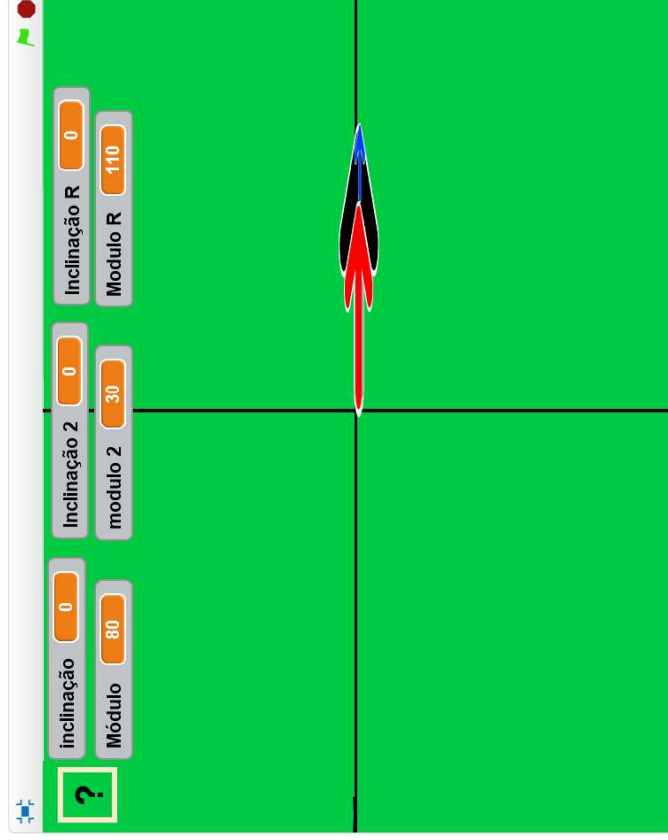


Figura 4 - Caso 1: Vetores na mesma direção e mesmo sentido

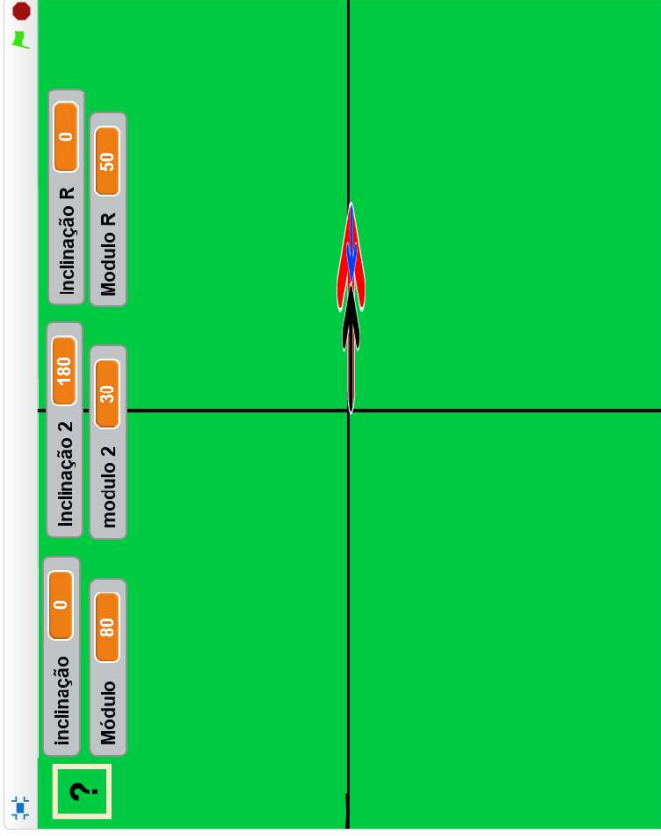


Figura 5 - Caso 2: Vetores na mesma direção e sentidos opostos

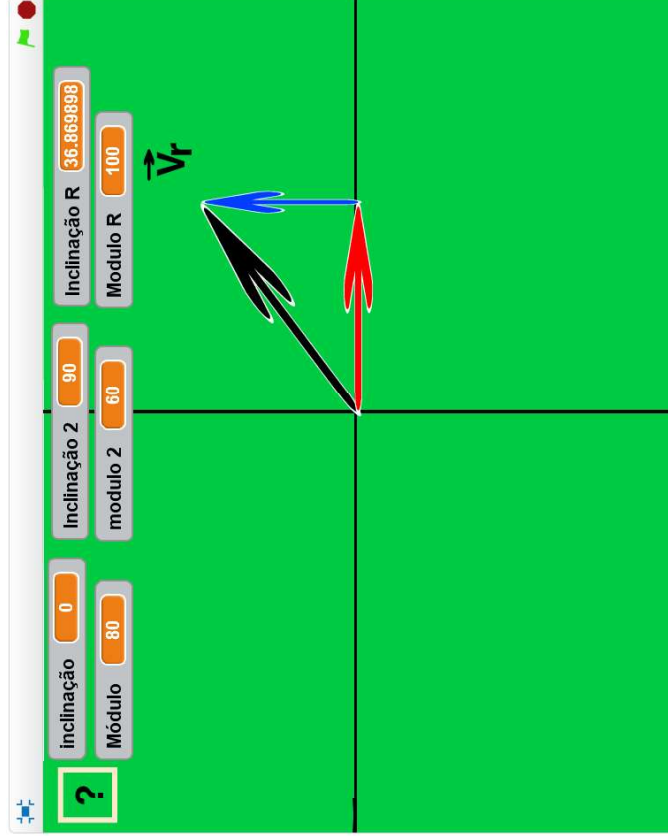


Figura 6 - Caso 3: Vetores em direções perpendiculares

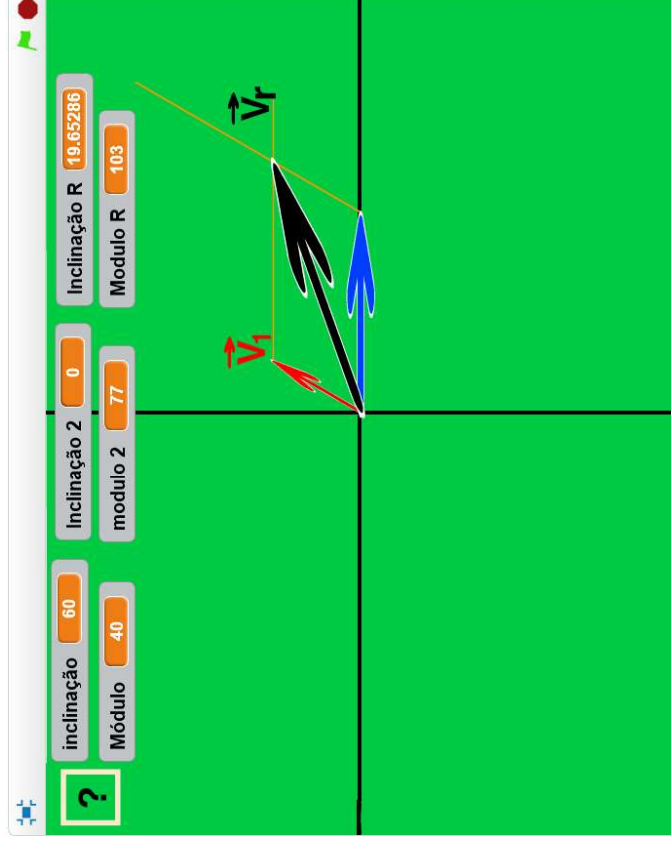


Figura 7 - Caso 4: Vetores em direções e sentidos diferentes dos apresentados até agora

A primeira aula em laboratório levou o dobro do tempo previsto, por conta de problemas relacionados à localização dos OA que não estavam disponibilizados para usuários comuns do sistema operacional Windows utilizado no laboratório de informática, felizmente era aula dupla e o problema foi contornado. Os estudantes anotaram em seus guias as características de cada vetor envolvido e do resultado de sua soma (\vec{V}_r), inclusive com desenhos. Todos esses dados foram importantes para conduzir os estudantes a uma investigação quanto ao tema Soma de Vetores.

Os estudantes foram convidados a analisar os resultados obtidos nos quatro casos de soma vetorial apresentados. Nos dois primeiros casos, grande parte dos estudantes conseguiu visualizar a soma direta e a subtração direta dos módulos dos vetores, no caso 3 poucos estudantes conseguiram visualizar a relação da soma vetorial seguindo as ideias do teorema de Pitágoras. Nenhum estudante conseguiu um resultado condizente com o caso 4. Três ou quatro estudantes criaram uma forma de responder o caso 4, mas não produziram resposta satisfatória para outras situações semelhantes ao caso 4.

Importante salientar que até aqui os estudantes não tiveram aula expositiva sobre vetores, apenas o resgate sobre alguns temas de geometria e trigonometria. O que se esperava era que, valendo-se da teoria de codificação dual, as imagens e anotações dos vetores posicionados nos casos 1, 2, 3 e 4 pudessem servir de subsunçores para aprendizagem significativa desse tema.

As duas aulas seguintes foram expositivas com o auxílio do projetor, nelas foram explicadas as características dos vetores e a operação de soma vetorial. Nesse momento, foi visível a atenção dos alunos e os acenos e expressões de concordância. Quando explicado o caso 3, muitos dos que não conseguiram chegar ao resultado através do teorema de Pitágoras agora acenavam e até indagavam com dúvidas acerca dessa forma de soma. Foi possível notar que para eles a ideia de soma era meramente numérica, sem desdobramentos geométricos, e por isso foi necessário voltar ao início da aula e mostrar que mesmo nos casos 1 e 2, a soma vetorial possui características geométricas, afinal o vetor é um ente geométrico. Essa abordagem tornou o caso 3 mais significativo aos estudantes a medida que eram capazes de vincular a soma de vetores a casos já conhecidos na geometria, como o triângulo retângulo.

Terminada a exposição de soma vetorial, foi entregue uma lista de exercícios com os objetivos de praticar e consolidar o conteúdo em suas estruturas cognitivas, evitar a *assimilação obliteradora*. Logo após, iniciamos a abordagem do tema *decomposição vetorial*, os planos de aula desse conteúdo foram adaptados para uma realidade de escassez de recursos e tempo. Infelizmente o laboratório de informática não estava disponível em razão da manutenção periódica programada pela administração regional da instituição e o período de avaliação se aproximava. Então foi escolhida uma abordagem em sala de aula, com o uso do projetor, porém seguindo os mesmos moldes, em que os estudantes observavam certos casos e anotavam suas observações no guia de aula dos estudantes, inclusive com representações gráficas. Nos casos observados, o vetor \vec{v} estava inclinado em 30° , 45° e 60° , sempre com o valor do módulo mantido em 100, conforme as Figuras 8, 9 e 10, respectivamente.

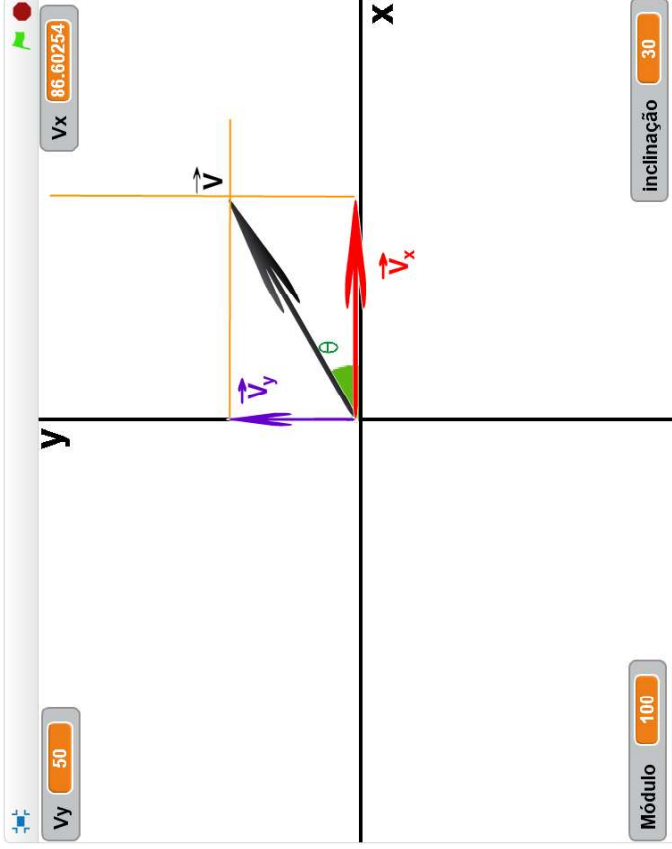


Figura 8 - Decomposição vetorial em 30°

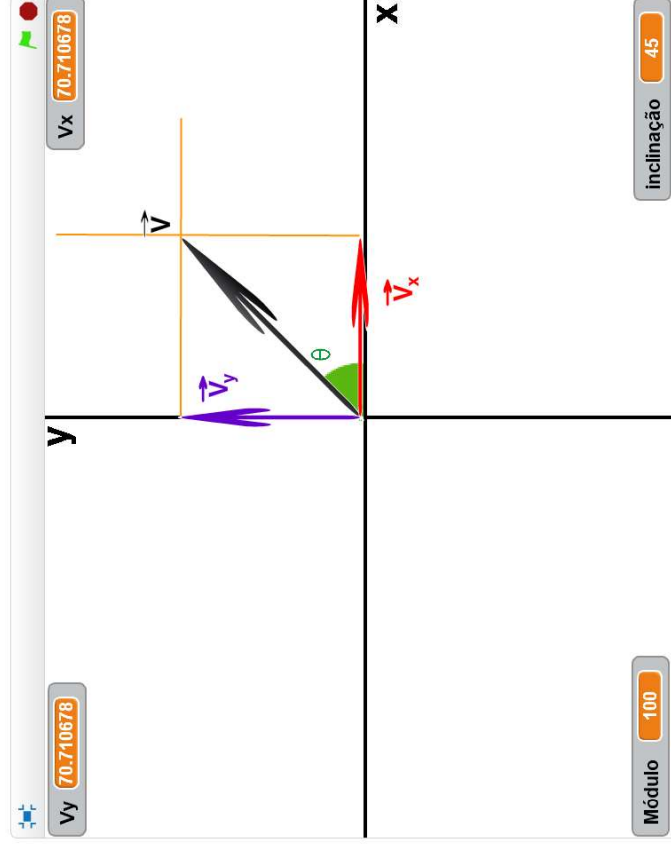


Figura 9 - Decomposição vetorial em 45°

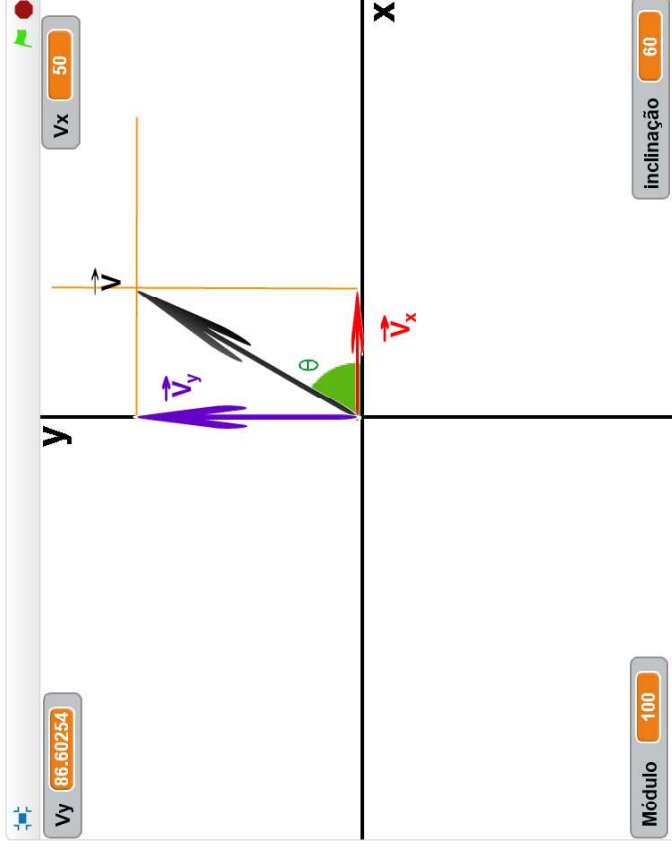


Figura 10 - Decomposição Vetorial em 60°

Após o tempo necessário para que os alunos anotassem as características do vetor \vec{V} e suas componentes \vec{V}_x e \vec{V}_y , os alunos foram indagados a cerca da relação entre esses vetores. Muitos ficaram calados, mas após algum tempo e vários convites à participação, lembrando-se das aulas anteriores houve quem respondesse que os vetores \vec{V}_x e \vec{V}_y , quando somados resultam no vetor \vec{V} . De fato estava correto. Ao comparar os resultados produzidos pelo OA (objeto de aprendizagem) e a teoria, pudemos concluir que a soma vetorial das componentes horizontal e vertical resulta no vetor \vec{V} , ou seja, $\vec{V}_x + \vec{V}_y = \vec{V}$. Dessa forma, todo vetor inclinado em relação à horizontal pode ser representado pela soma de duas componentes, uma posicionada no eixo x e outra sob o eixo y.

Havia no guia do aluno algumas perguntas:

- Qual é a relação entre \vec{V}_x , \vec{V}_y e \vec{V} ?
- Qual é a relação entre \vec{V}_x e \vec{V} ?
- Qual é a relação entre \vec{V}_y e \vec{V} ?

Para os alunos essas perguntas pareciam redundantes e significavam a mesma coisa, certamente elas foram formuladas de uma maneira difícil de interpretar. Mas o objetivo era buscar três relações diferentes. A relação de soma

$\vec{V}_x + \vec{V}_y = \vec{V}$ já visualizada na primeira questão e as relações trigonométricas advindas do triângulo retângulo $|\vec{V}_x| = |\vec{V}|\cos\theta$ e $|\vec{V}_y| = |\vec{V}|\text{sen}\theta$.

Os alunos tiveram dificuldades em visualizar e compreender as duas últimas relações, porém algo que os ajudou bastante foi a colocação do vetor \vec{V}_y como cateto oposto ao ângulo θ , fechando um triângulo retângulo, conforme a Figura 11.

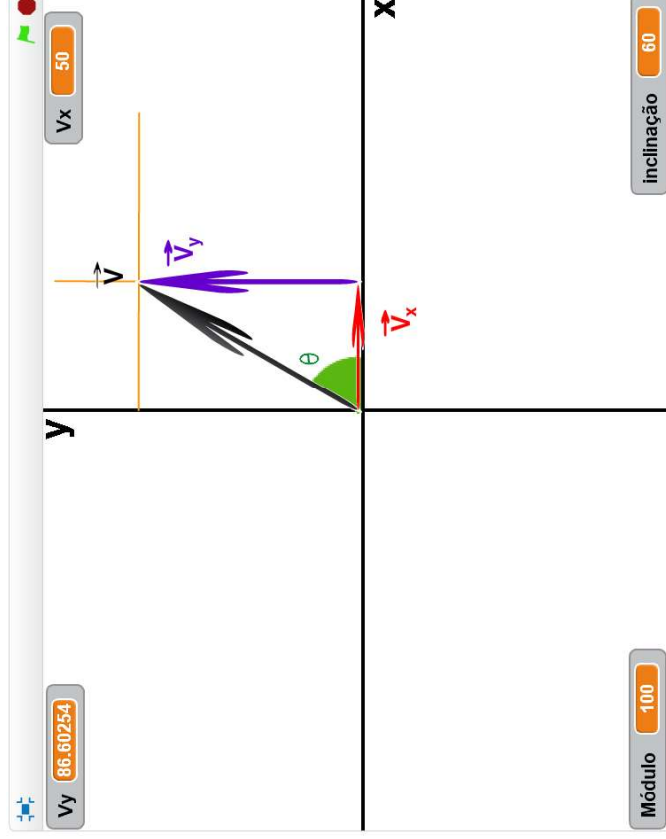


Figura 11 - Decomposição vetorial com V_y deslocado.

Nas duas aulas seguintes, após sanar as dúvidas dos alunos, foram resolvidos alguns exercícios em que era exigida a decomposição vetorial, seguindo uma escala crescente de complexidade, onde os últimos exercícios solicitavam a soma três vetores em que um deles estava inclinado em relação à horizontal.

Ao propor tal atividade, esperava-se a *reconciliação integradora* dos conteúdos de soma vetorial com os de decomposição vetorial, porém foi necessária uma abordagem mais específica, exigindo maior intervenção por parte do professor para que isso acontecesse. Inicialmente, grande parte dos alunos seguiu o caminho do caso 4 de soma vetorial, no entanto após explicar novamente a intenção do exercício foi possível utilizar a decomposição vetorial como recurso para simplificar a resolução do problema e conectar a decomposição vetorial com a soma vetorial.

O exercício a seguir retrata bem aquele resolvido em sala de aula. Dada a

Figura 12, represente o vetor resultante \vec{V}_r e calcule seu módulo.

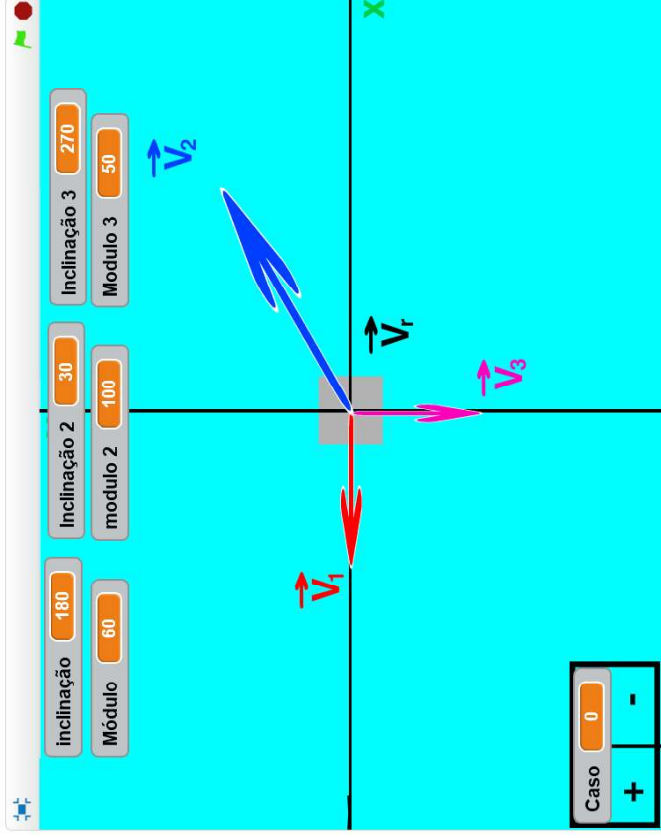


Figura 12 - Ilustração para o exercício de sala de aula

Como uma figura semelhante à Figura 12 estava sendo projetada no quadro foi possível decompor o vetor \vec{V}_2 apenas sobrepondo com o pincel e demarcando as componentes x e y desse vetor, resultando em algo semelhante à Figura 13, obtida sobrepondo as Figuras 8 e 12.

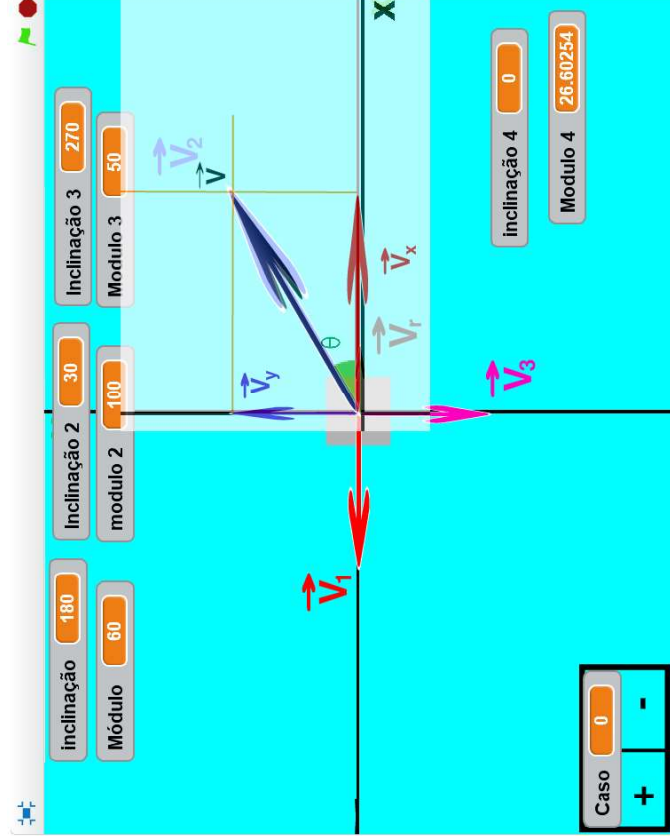


Figura 13 - Figuras 8 e 12 sobrepostas

Decompondo o vetor \vec{V}_2 foi possível levar os alunos a somarem rapidamente sua componente \vec{V}_x com o vetor \vec{V}_1 no molde do caso 2 de soma vetorial, e a componente \vec{V}_y com o vetor \vec{V}_3 , também no mesmo molde que resultou num vetor nulo na direção vertical, de modo que o módulo do vetor resultante encontrado por grande parte dos estudantes $|\vec{V}_r| = 26,60254$, com o vetor na horizontal apontando para a direita.

Terminadas as atividades de decomposição vetorial, na aula seguinte, os estudantes foram convocados a analisar o mapa conceitual/mental da Figura 1, anotando as referências conceituais sobre vetores e as ideias de soma e decomposição vetorial. Depois desta análise os alunos foram convidados a produzir seu próprio mapa mental como forma de síntese do conteúdo estudado até o momento.

Os mapas produzidos pelos alunos não foram utilizados como instrumentos de avaliação, apesar de ter grande potencial para isto, foram utilizados apenas como organizadores de ideias, no entanto acredita-se que foi importante para a contextualização posterior que utiliza este conteúdo como subsunçor.

Após a produção do mapa conceitual, onde a velocidade foi apresentada como uma grandeza vetorial, iniciou-se a abordagem de movimentos bidimensionais com a utilização dos conceitos de vetores no estudo o tornando potencialmente significativo.

O primeiro caso estudado foi o de um barquinho que tentava atravessar de uma margem a outra de um rio, seguindo uma linha perpendicular às margens, mas o rio possui uma correnteza que acaba levando o barquinho para uma trajetória diferente daquela pretendida, de modo que no meio do processo o barquinho colidiu com uma rocha. O problema estava em torno da velocidade de colisão do barquinho. Se ele colidisse numa velocidade acima de um determinado limite, o casco se romperia e ele afundaria. Conhecidas as velocidades do barquinho e da correnteza do rio e admitindo que antes de colidir o barco adquirisse a velocidade na direção perpendicular às margens, e também a velocidade de correnteza do rio procedeu-se com a soma vetorial numa aproximação ao caso 3, em que os vetores estão perpendiculares, e dessa forma encontrou-se o módulo da velocidade de colisão, obtendo a informação se a embarcação veio a pique ou não.

Apesar de parecer simples, muitos alunos ficaram com dúvidas quanto à

colisão propriamente. Um dos estudantes questionou “E se foi de raspão?”, certamente queria dizer “E se não foi uma colisão frontal?”, tal questionamento é esperado numa contextualização, afinal é muito comum uma colisão não frontal, e constitui uma grande oportunidade para o desenvolvimento dos conteúdos de física. A resposta dada ao aluno foi que, por hora, iremos supor que a colisão foi “em cheio”, isto é, frontal. Mas que nada nos impede de futuramente estudar um caso de colisão não frontal.

A situação seguinte de movimento bidimensional foi a do lançamento horizontal. Uma situação na qual uma arma de fogo é disparada com o objetivo de acertar um alvo específico. Os estudantes foram questionados se o projétil se mantém no ar por mais tempo que algum projétil em queda livre solto a partir do repouso e de uma mesma altura que o projétil. E em todas as turmas houve alunos que responderam que sim, o que constitui uma concepção espontânea, porém errônea. Concepções espontâneas são muitas vezes significativas ao indivíduo, mas não quer dizer que estão corretas, como Moreira (2012) elucida.

A questão então é: como obliterar a concepção espontânea e ensinar corretamente? A solução utilizada foi a comparação de duas situações distintas. Na primeira o projétil é solto a partir do repouso e cai livremente sob a ação da gravidade, nesse caso, todos os alunos concordaram que o projétil cairia de maneira idêntica a qualquer outro. Na segunda situação o projétil é lançado horizontalmente, no entanto o enfoque continua na atuação da força da gravidade, de modo que puderam concluir que a gravidade continua agindo mesmo durante o movimento, fazendo o projétil adquirir uma componente vertical da velocidade ao longo do seu deslocamento. Uma análise vetorial foi feita na lousa mostrando que o vetor velocidade muda sua direção e sentido à medida que o módulo da componente vertical aumenta com a atuação da gravidade. Foi necessário desenhar os vetores em diversos pontos da trajetória para que os alunos visualizassem melhor a situação.

Até este ponto foram ministradas 14 aulas, sendo a carga horária da escola de três aulas semanais, toda aplicação deste produto levou pouco mais de quatro semanas. As duas aulas seguintes deveriam ser utilizadas para a aplicação o objeto de aprendizagem referente ao conteúdo de lançamento oblíquo, fazendo o fechamento da aplicação do estudo de vetores sobre o movimento bidimensional. No entanto, situações adversas ocorreram e me desliguei da instituição de ensino SESI

Taguatinga no dia 8 de junho de 2017, fato que inviabilizou a conclusão do conteúdo de movimentos bidimensionais.

Apesar das adversidades, o professor substituto aceitou, em seu próprio tempo de atividades didáticas, aplicar uma avaliação de fechamento do conteúdo. Porém com o período necessário para contratar o novo professor e ambientá-lo nas rotinas escolares, bem como a proximidade com as férias escolares, esta avaliação só ocorreu em agosto de 2017, inviabilizando uma análise aprofundada acerca da aplicação dos *Objetos de Aprendizagem*.

Centro de Ensino Médio 414 de Samambaia Norte

Passado o trâmite necessário para o meu completo desligamento da instituição SESI Taguatinga, ofereci ao supervisor pedagógico do Centro de Ensino Médio 414 de Samambaia a possibilidade de desenvolvimento de um projeto extraclasses, no qual os alunos interessados poderiam participar de aulas de física seguindo uma metodologia construcionista. Com o apoio da supervisão escolar, instalou-se o projeto as quintas e sextas feiras de manhã, atendendo o contra turno dos alunos do vespertino. As aulas ocorriam no laboratório de informática da escola.

A escolha por esta escola (CEM414 de Samambaia) foi feita com base no histórico relacionamento que tenho com ela. Estudei nessa escola entre 1999 e 2001 e fui professor em 2010, tendo meus antigos professores como amigos de profissão.

Tão logo recebemos o apoio da supervisão ao projeto, abrimos inscrições e iniciamos as aulas no final de junho. A proposta inicial era oferecer uma aula de física, mas foi necessário ensinar rudimentos de programação para os alunos do projeto. O ensino de física ficava sob a responsabilidade da professora regente no turno vespertino e, no projeto, o aluno poderia aplicar seus conhecimentos através da criação de simulações de fenômenos físicos no ambiente Scratch.

Entre os dias 29 de Junho e 1 de setembro foram ministradas as aulas com o objetivo de ensinar programação em ambiente Scratch para permitir que os alunos participantes do projeto, pudessem produzir *objetos de aprendizagem*.

Após uma conversa inicial com a turma pude perceber que apesar de terem facilidade com a operação de computadores, não possuíam nenhum conhecimento técnico em programação, demandando mais tempo para a instrução e realização da atividade.

Os alunos formaram duplas de modo a permitir maior interação entre eles e participaram ativamente das aulas contidas no quadro de plano de aulas a seguir.

Tabela 2 - Planos de Aulas de programação em Scratch

Data	Local	Conteúdo	Recursos	Avaliação
29 de junho	Laboratório de Informática	Apresentação da proposta e do programa Scratch.	Data Show e computadores	Ser capaz de identificar os ambientes de programação (scripts), Edição de imagens dos personagens (Fantasias) e banco de sons (Sons).
30 de junho	Laboratório de Informática.	Funções de movimento, Aparência e sons.	Data Show e computadores	Compreender a dinâmica de programação em bloco e ser capaz de programar o movimento de um personagem no programa Scratch.
17 de Agosto	Laboratório de Informática	Funções de controle, sensores e operadores matemáticos.	Data Show e computadores	Compreender a lógica condicional (se, então) e ser capaz de movimentar personagens do ambiente através dos botões direcionais do teclado.
18 de Agosto	Laboratório de Informática	Funções de Variáveis	Data Show e computadores	Compreender a relação entre variáveis (funções)
25 de Agosto	Laboratório de Informática.	Controle de personagens e variáveis, automação e criação de jogos.	Data Show e computadores	Ser capaz de criar um jogo simples.
31 de Agosto	Laboratório de Informática.	Controle de personagens e variáveis, automação e criação de jogos.	Data Show e computadores.	Ser capaz de criar uma simulação de fenômeno físico simples (queda livre, lançamento horizontal, lançamento oblíquo, soma vetorial, decomposição vetorial, etc).
1 de Setembro	Laboratório de Informática.	Controle de personagens e variáveis, automação e criação de jogos.	Data Show e computadores	Ser capaz de criar uma simulação de fenômeno físico simples. (queda livre, lançamento horizontal, lançamento oblíquo, soma vetorial, decomposição vetorial, etc).

A primeira aula foi aplicada no dia 29 de junho, no laboratório de informática da escola. Durante a aula, os alunos formaram duplas para cada computador onde se familiarizaram com o programa Scratch a fim de reconhecer seus ambientes de desenvolvimento: Script, Fantasias e Banco de Sons.

Ao final da aula, os alunos foram questionados quanto ao interesse de cada um em estudar algum fenômeno físico específico com o objetivo de simular o mesmo no programa Scratch. Ao término das atividades da aula os alunos foram dispensados com a tarefa de pesquisar algum fenômeno físico que lhes parecesse

interessante.

Ao final de cada aula, foi dado aos alunos um tempo para pensar numa forma de reproduzir o fenômeno físico de seu interesse nos ambientes do Scratch.

Logo em seguida veio o período de recesso escolar, fato que dificultou o andamento do projeto e colaborou para a evasão do projeto, apesar de 36 alunos iniciarem no projeto, apenas 16 concluíram. Solicitei à supervisão que buscasse informações a respeito do motivo de tantos alunos desistirem e a resposta foi que muitos tiveram interesse, mas o horário não era adequado para suas atividades e cursos do novo semestre.

Por motivos técnicos, os computadores do laboratório de informática passam por atualizações periódicas de seu software, o que inviabilizou o seu uso no dia 24 de agosto, e por isso foi necessário adaptar os planos de aula atrasando o término do projeto.

Ao longo das aulas de programação em Scratch, pude perceber uma motivação peculiar em alguns alunos, que participaram intensamente do projeto e que tiveram maior rendimento, inclusive cito as simulações por eles desenvolvidas nesta dissertação.

Houve uma aluna que se destacou e decidiu reproduzir o sistema planetário. Dado o número grande de planetas e consequentemente um número grande de atores dentro do ambiente Scratch, aconselhei-a que concentrasse sua atenção no movimento de translação da terra e nas leis de Kepler. Feito isso, a aluna desenvolveu uma simulação na qual a terra girava em torno do sol numa trajetória circular sem o movimento de rotação. À medida que abordamos o conceito de funções e variáveis dentro do Scratch, foi possível modificar a programação da simulação de modo que a terra passasse a descrever uma trajetória elíptica em torno do sol enquanto girava em torno do seu próprio eixo, promovendo maior aproximação com a realidade, como se pode ver na Figura 14. É importante ressaltar que apesar do movimento ser elíptico, não há na programação desta simulação algo capaz de produzir mudança na velocidade de translação da terra, aumentando-a enquanto se aproxima do periélio e diminuindo-a enquanto se aproxima do afélio. Uma programação como esta não seria de fácil compreensão, sendo assim, respeitando os limites da estudante, optou-se por manter a trajetória elíptica com velocidade constante, porém com a informação de que a velocidade no afélio é menor que a velocidade no periélio.



Figura 14 - Programação referente ao movimento terrestre na simulação

A Figura 15 mostra a simulação em andamento, enquanto que a Figura 15 mostra a programação para a movimentação da terra.

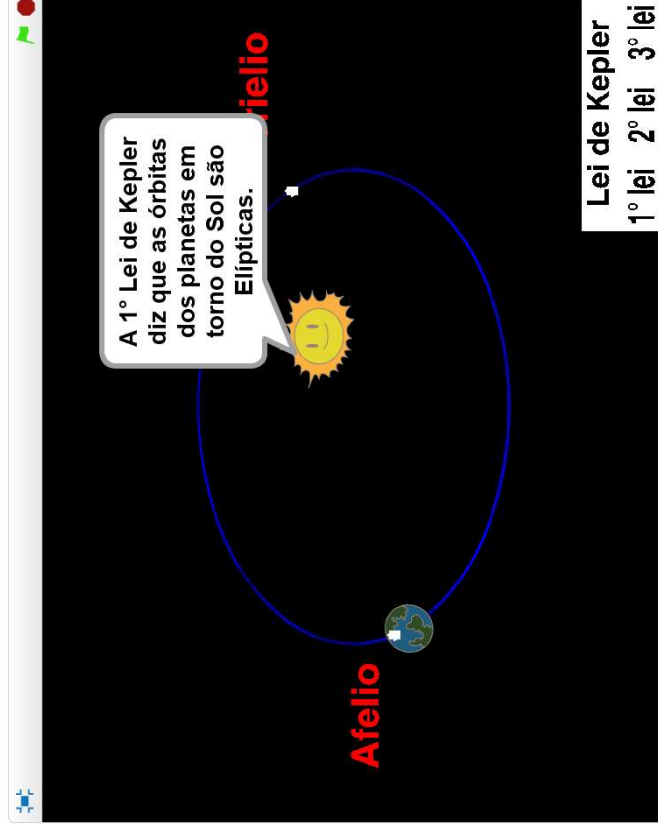


Figura 15 - Simulação sobre as leis de Kepler

Há uma caixa de diálogo no canto inferior direito mostrado na Figura 15 que permite a seleção se uma animação que explica as leis de Kepler. Ao clicar com o mouse nos campos “1ª lei”, “2ª lei” e “3ª lei” posicionadas no canto inferior esquerdo do mouse aparece uma caixa de diálogo na tela com informações a respeito das leis de Kepler, contudo a simulação acima não está completa, uma vez que ao clicar sobre a “3ª lei” nenhuma caixa de diálogo aparece. A simulação está disponível no link <https://scratch.mit.edu/projects/213883566/>.

Um aluno, embalado pelas ideias da colega que produziu a simulação supracitada, decidiu trabalhar algo muito semelhante, no entanto o aluno foi aconselhado a trabalhar as ideias de gravitação newtoniana, a atração entre massas e sua relação inversa com o quadrado da distância. Como era um tema desconhecido para o aluno, foi sugerida a leitura de alguns textos sobre o assunto, seguida de uma aula expositiva acerca da fórmula da força gravitacional, $F_g = \frac{GMm}{d^2}$.

Nos encontros seguintes esse aluno já estava engajado em simular a atração gravitacional entre planetas, necessitando apenas de acompanhamento. Certamente surgiram dificuldades ao longo do processo, representar uma função como aquela é um grande desafio não apenas para o aluno, mas também para o professor, por isso optou-se por algo simples que permitisse visualizar a relação das massas planetárias e da distância entre os planetas com a atração existente entre eles. A Figura 16 mostra a simulação produzida. A atração entre os planetas é representada por vetores que aumentam ou diminuem de tamanho à medida que se alteram as variáveis **massa** e **distância**, onde a massa dos planetas e a distância entre eles podem ser alteradas pelo operador permitindo a compreensão das relações entre massa dos planetas e a distância entre eles.

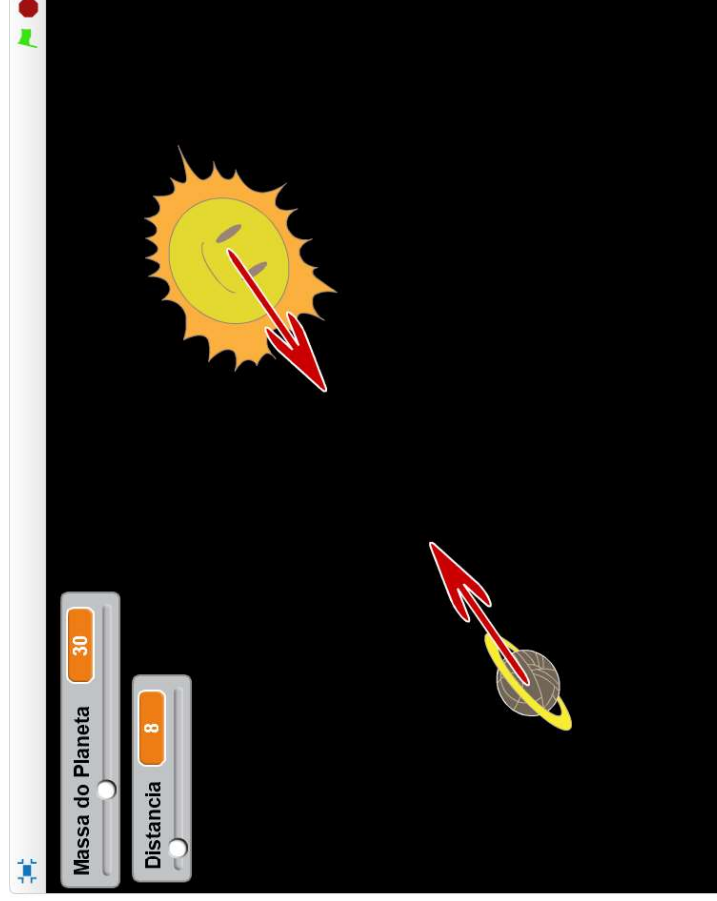


Figura 16 - Simulação sobre a Lei da Gravitação Newtoniana

Apesar da simulação não representar com precisão os valores das massas

planetárias e as distâncias interplanetárias, ainda assim deixa nítida a relação inversa entre o quadrado da distância e atração gravitacional, bem como a relação direta entre o produto das massas e a referida força. Por esse motivo, respeitando o limite de conhecimento do estudante, considero essa simulação um grande feito do estudante que demonstrou ter compreendido as relações entre o produto das massas planetárias, a distância interplanetária e a força atrativa entre os planetas. A simulação está disponível no link <https://scratch.mit.edu/projects/213884153/>.

Os alunos que permaneceram no projeto até o final, relataram melhora em seu desempenho nas disciplinas de matemática e física, inclusive havia um aluno que estava em recuperação na disciplina de física e a professora regente concordou em utilizar as atividades do projeto como recuperação deste aluno.

Centro de Ensino Médio 03 de Taguatinga Sul

As atividades nessa escola iniciaram no dia 05 de março. Seguindo a mesma proposta dos planos de aula utilizados no Colégio SESI, porém com adaptações à realidade da escola. O laboratório de informática não foi utilizado nas aulas de soma e decomposição vetorial, pois não havia conexão com a internet e o programa offline do Scratch não estava disponível naquele momento para o sistema operacional Linux utilizado no laboratório. Por esse motivo foi necessário adaptar os planos de aula para a observação conjunta dos alunos a uma projeção do OA feita em sala de aula. Os alunos formaram duplas e registraram suas observações no *guia do aluno*.

Diferentemente da abordagem experimentada no SESI Taguatinga, as duas aulas que antecederam a aplicação das atividades foram utilizadas como introdução aos vetores, suas características e sua representação e sobre grandezas vetoriais e escalares.

A primeira atividade aborda o tema Soma de Vetores, onde os alunos utilizaram o *guia do aluno*, desenvolvido para este OA, para registrar suas observações acerca dos quatro casos de soma vetorial, anotando dados como módulo, direção e sentido de cada vetor, inclusive do vetor resultado. Em seguida os alunos foram incentivados a procurar formulações matemáticas que fossem capazes de produzir as respostas corretas, dadas pelo OA em cada caso.

Observei que grande parte dos estudantes conseguiu formular muito bem os casos em que os vetores possuem mesma direção e mesmo sentido (caso 1) e mesma direção e sentidos opostos (caso 2). Porém, ao contrário do experimentado no SESI Taguatinga, não houve quem respondesse o caso 3 da soma vetorial, em

que os vetores somados são perpendiculares, conforme a Figura 6, tampouco o caso 4.

Poucos estudantes conheciam o teorema de Pitágoras que é necessário para responder o caso de soma vetorial com vetores perpendiculares. Foi necessário revisar e retomar esse teorema diversas vezes, em todas as turmas para que todos tivessem bom aproveitamento nas atividades com os OA.

As duas aulas seguintes foram voltadas para a revisão sobre tópicos de geometria, desde o teorema de Pitágoras até relações trigonométricas seno (cateto oposto dividido pela hipotenusa), cosseno (Cateto adjacente dividido pela hipotenusa) e tangente (cateto oposto dividido pelo cateto adjacente) dentro do triângulo retângulo. Sabendo que esse conteúdo é muito importante, pois funcionam como subsunçores para decomposição vetorial. Essas aulas foram preparatórias para aplicação do *objeto de aprendizagem* sobre decomposição vetorial.

A aula sobre decomposição vetorial seguiu normalmente com o uso do OA e do *guia do aluno*. Foram propostas diversas situações com inclinações e módulos diferentes em que os alunos registraram suas observações no guia, e em seguida eles foram incentivados a decompor os vetores utilizando aquilo que haviam aprendido nas aulas anteriores. Utilizando as razões trigonométricas, encontraram as componentes \vec{V}_x e \vec{V}_y , em cada situação, e compararam os resultados com aqueles informados no OA. De forma geral, a maioria dos alunos conseguiu cumprir as atividades e encontrar as componentes, no entanto poucos compreenderam que a soma vetorial $\vec{V}_x + \vec{V}_y$ resulta em no vetor \vec{V} . Para a maioria dos alunos a compreensão de $\vec{V}_x + \vec{V}_y = \vec{V}$ só foi possível na aula seguinte sobre a soma de três ou mais vetores, em que um deles estava inclinado e foi necessário demonstrar graficamente, na semelhança das Figuras 12 e 13. Acredito que, a demonstração da decomposição vetorial inserida num contexto onde ela é necessária facilitou a compreensão.

Essas aulas de soma e decomposição vetorial foram seguidas da apresentação do mapa conceitual/mental de vetores, proposto na Figura 1 para os alunos. Eles foram convidados a produzirem seu próprio mapa conceitual, só que dessa vez, o mapa conceitual foi utilizado como avaliação do processo de aprendizagem.

Importante ressaltar que a carga horária da disciplina de física nesta escola é de quatro aulas semanais em regime semestral. Por esse motivo foi essencial o controle do tempo e das atividades para que elas não absorvessem muito tempo. Mesmo assim, somando-se o tempo necessário para resgatar os conteúdos de geometria, foram necessárias 10 aulas para cumprir o conteúdo exposto até aqui.

As aulas seguintes foram de movimentos bidimensionais, seguindo os mesmo moldes das aulas e atividades relatadas na experiência no Colégio SESI Taguatinga. Com o caso do barquinho no rio e o lançamento horizontal com tiro de arma de fogo. No entanto aqui, consegui chegar ao ponto em que foi possível aplicar a aula de Lançamento Oblíquo com a utilização do OA.

O Objeto de Aprendizagem chamado lançamento oblíquo foi utilizado com o objetivo de mostrar que não apenas a velocidade inicial de lançamento pode alterar o alcance desse lançamento oblíquo, mas também a inclinação do lançamento é uma variável fundamental nesse tipo de movimento, ela também pode alterar o alcance.

Nesta aula os alunos foram levados ao laboratório de informática que já dispunha de internet e puderam acessar o OA a partir do site do Scratch.

Os alunos observaram e registraram, no *Guia do Aluno*, os dados de cada lançamento. Como a velocidade inicial, as componentes \vec{V}_x e \vec{V}_{0y} do vetor velocidade inicial e inclinação como se pode ver na Figura 17 a seguir.

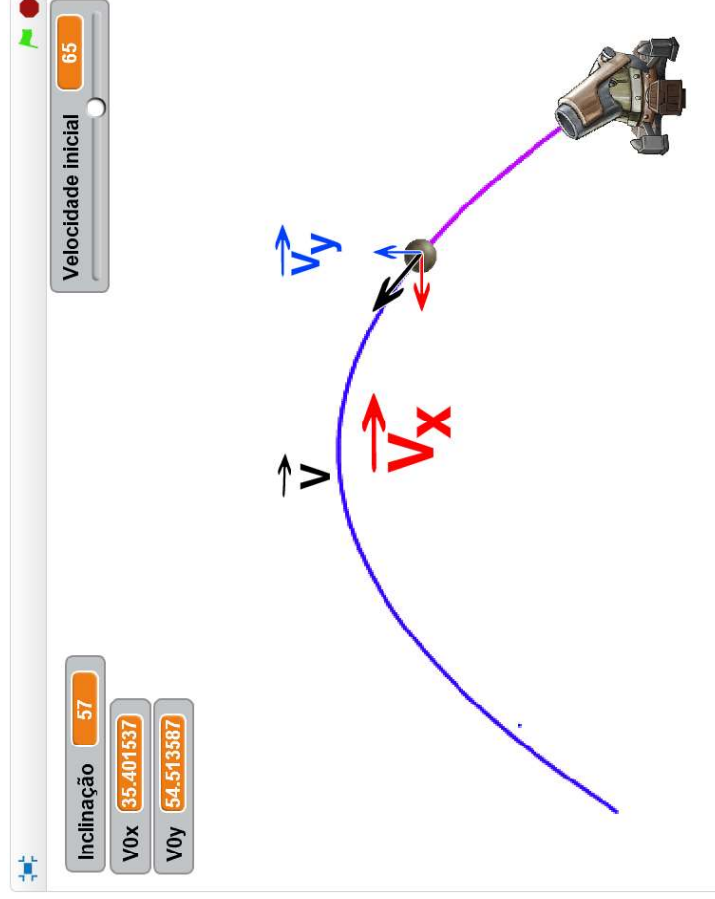


Figura 17 - Objeto de Aprendizagem: Lançamento Oblíquo

Destaca-se que os vetores aparentes na Figura 17 possuem tamanhos dinâmicos, ou seja, os vetores \vec{V} e \vec{V}_y alteram suas características de módulo e sentido durante o movimento oblíquo, o único que permanece constante é o \vec{V}_x . Esta observação foi feita pelos alunos ao longo das aulas. Aproveitando a oportunidade, os alunos foram questionados acerca da relação existente entre \vec{V} , \vec{V}_y e \vec{V}_x , resgatando o conteúdo de decomposição vetorial, felizmente grande parte dos alunos respondeu que $\vec{V} = \vec{V}_x + \vec{V}_y$. Foi perguntado também o porquê do vetor \vec{V}_x permanecer com o mesmo tamanho, porém poucos alunos responderam que “o movimento horizontal do objeto lançado era constante” se referindo ao fato da componente horizontal do movimento oblíquo ser uniforme e, por isso, com velocidade constante.

Foi comunicado aos alunos que um dos objetivos dessa aula era demonstrar as relações existentes entre o ângulo de inclinação do lançamento com o alcance horizontal do lançamento. Sendo assim, o aluno pôde verificar no laboratório que a relação entre inclinação e alcance não é linear.

Os alunos foram incentivados a procurar a inclinação que garante o maior alcance ao lançamento, iniciando com 0° e aumentando a inclinação em 5° a cada tentativa, foi possível encontrar o ângulo de 45° em situações em que o lançamento é feito numa superfície horizontal. Posteriormente foi proposto aos alunos que

procurassem por inclinações diferentes que produzissem o mesmo alcance mantendo o mesmo valor para a velocidade inicial de lançamento, a fim de demonstrar que ângulos complementares produzem o mesmo alcance quando a velocidade inicial é mantida constante, como se pode ver na Figura 18 a seguir.

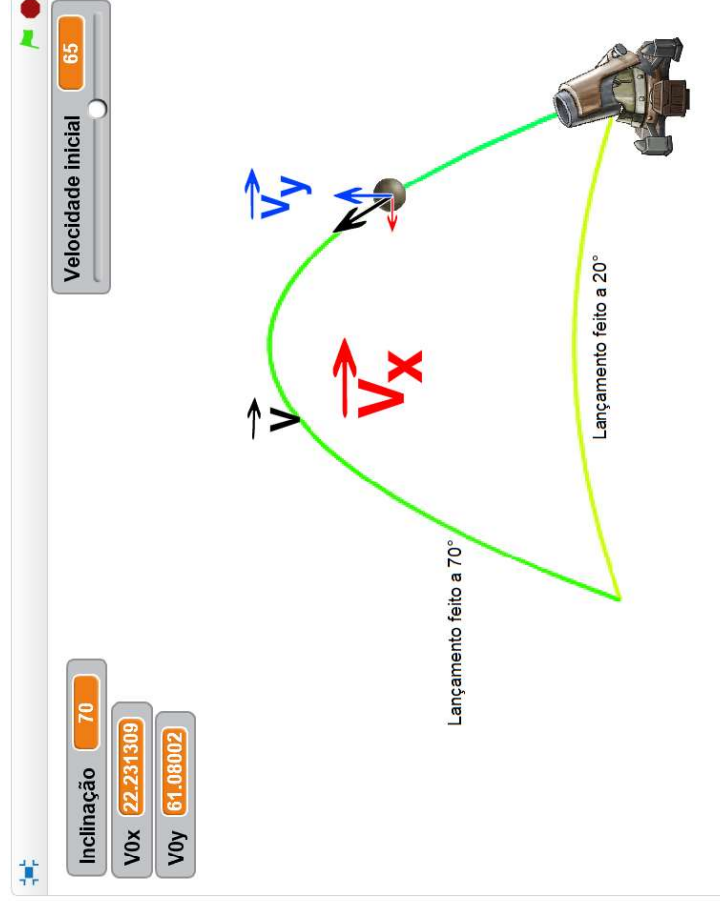


Figura 18 - Lançamento Obliquo feito em ângulos complementares

Por fim, foi aplicado o questionário de pesquisa com o objetivo de mensurar a satisfação e a motivação do aluno em participar de aulas com o uso de OA. A análise dos resultados da pesquisa encontra-se no Capítulo 4.

Capítulo 4

Análise de dados

Com o objetivo de mensurar a eficácia da metodologia apoiada em *objetos de aprendizagem*, desenvolvida no SESI Taguatinga, foi realizado um pré-teste antes do início das aplicações das aulas e um pós-teste após a aplicação das aulas, ambos valendo 2,0 pontos.

Os desempenhos das turmas estão na tabela a seguir.

Alunos	Turma 1ªA			Turma 1ªB			Turma 1ªC		
	pré-teste Valor 2,0	pós-teste Valor 2,0	Alunos	pré-teste Valor 2,0	pós-teste Valor 2,0	NOME	pré-teste Valor 2,0	pós-teste Valor 2,0	
A.E.C.F.	1,4	1,3	A. P. G.	1	1,3	A.M. D.	0,8	1	
A. N. de C.	1,1	1,2	A.C. R. da S.	1,2	1,2	A.C. L. S.		1,2	
A. C. de M. B.	1,2	1,2	A. J. S. V.	1,2	1,2	A. B. A. V.	1,1	1	
A. L. G. de A.	1,2	1,2	A. L. C. S.	1,3	1,2	A. G. S. S. T.	1,1	1,2	
A. D. V. C.	1,3	1,3	A.J. T. de S.	1,3	1,3	C. C. M. de O.	1,3	1,1	
A. R. L.	1,4	1,3	B. B. da S.	1	1,3	C. A. A. de S. G.	1	1,3	
B. B. S. A.	1	1,2	B. L. C.	1,1	1,2	E. D. G.	1,5	1,2	
B. M. de M. O.	1,2	1,2	B. R.	1,5	1,2	F. da S. A.	1,1	1,2	
E. N. S. de S. T.	1,2	1,2	C. S. G. do N.	1,3	1,2	F. L. C.	1,4	1,2	
F. H.	1,3	1,2	D. H. C. D.	1	1,2	G. H. V. I.	0,8	1	
F. R. C.	1,1	1,2	F. C. P.	1	1,2	G. M. S.	0,8	1,1	
G. A. C.	1,1	1,3	G. A. S. de O.	0,5	1,3	G. de M. G.	0,6	1,3	
G. S. V.	1,2	1,2	G. C. R. de A.	1,3	1,2	G. M. D.	0,7	1,3	
G. M. S.	1	1,1	G. de C. S.	1	1,1	H. B. S.	1,2	1	
G. L. de S.	1	1,1	G. N. P. B.	1	1,1	I. J. P. da S.	1,4	1,2	
H. A. O.	1,1	1,1	G. A. M.	1	1,1	I. C. O. de S.	1,1	1,2	
I. M. M.	1,2	1,3	I. F. A. B.	1,4	1,3	J. F. B.	1,1	1,4	
J. B. T. de O	1,1	1,1	I. A. C.	1	1,1	J. P. dos S. M.	1,1	1	
L. G. De B. P.	1,2	1,3	J. V. F. P.	1	1,3	J. V. P. da C.	1,1	1,4	
L. P. S. S.	1,1	1,2	J. R. A. M. S.	0,8	1,2	Leonardo Lima Teixeira	1,5	1,3	
L. M. M.	1,1	1,2	K. J.	1,5	1,2	L. B. de L. C.	1,2	1,3	

<i>Turma 1ª A</i>			<i>Turma 1ª B</i>			<i>Turma 1ª C</i>		
Alunos	pré- teste Valor 2,0	pós- teste Valor 2,0	Alunos	pré- teste Valor 2,0	pós- teste Valor 2,0	NOME	pré- teste Valor 2,0	pós- teste Valor 2,0
L. L. P. B.	1	1,2	K. L. M. C.	0,8	1,2	L. F. S.	0,8	1,2
L.D. de O.	1	1	L. M.	1	1	M. T. G. X. e S.	0,9	1
L.P. Dos S.	1,3	1,1	L. S. A. P.	1,6	1,1	M. L. R. de S.	0,2	1
M.V.D.B.	1,3	1,2	M. V. B. da S. C.	1,2	1,2	M. N.	0,6	1,1
M. C. V. de M.	1,1	1,1	M. V. de S. P.	0,9	1,1	M. M. V.	0,9	1,3
M. E. G. de B.	1,2	1,3	M. E. P. da S.	0,8	1,3	P. H. A. C.	1	1,1
M. R. L. R.	1,2	1,2	M. L. R. M. B.	1,2	1,2	P. L. V. S.	1,1	1,2
P. S. de A. S.	1,1	1	M. A. dos R. S.	1,1	1	R. L. M.	1	1
R. F. R. de M.	0,9	1,2	M. D. R. da S.	1,3	1,2	R. S. L.	1,1	1
S. M. L. de O.	1,1	1,3	P. H. R. de M.	0,9	1	R. V. de A.	1	1,3
T. A. de S.	0,8	1	P. H. S. N. S.	1,2	1	R. K. de O. de S.		1
T. T. R. T.	1,1	1	R. D. C. da S.	1,2	1,2	S. da S. P.	1,2	1,1
V. A. da S. N.	1,2	1,2	R. A. S. J.	1,3	1,3	T. R. S. dos S.	1,1	1
V. G. A. S.	1,3	1,3	S. da C. S.	0,5	1	T. P. N.	1,3	1,6
V. H. da S. C.	0,7	1	S. G. F.	1,1	1	V. J. Z.	0,8	1
V. H. dos S. M.	1,1	1	T. E. dos S. C.	1,1	1,1	MÉDIA DA TURMA	1,03	1,16
Y.B. H. S.	1,2	1,1	T. A. da S.	1,3	1,2			
Y. R. B.	1,3	1,2	V. G.	1,2	1,2			
MÉDIA DA TURMA	1,138	1,17	V. S. C.	1	1,2			
			MÉDIA DA TURMA	1,10	1,168			

Observando o desempenho médio das turmas notamos poucos avanços, porém uma observação dos desempenhos individuais nos diz que 41,3% da turma A, 45% da turma B e 66,67% da turma C obtiveram notas melhores no pós-teste.

No entanto, houve alunos que obtiveram menor nota no pós-teste que no pré-teste, totalizando 25,64% na turma A, 30% na turma B e 16,67% na turma C.

A troca inesperada de professores e o longo período de recesso escolar entre as atividades com os objetos de aprendizagem e o pós-teste podem ter contribuído para esses números.

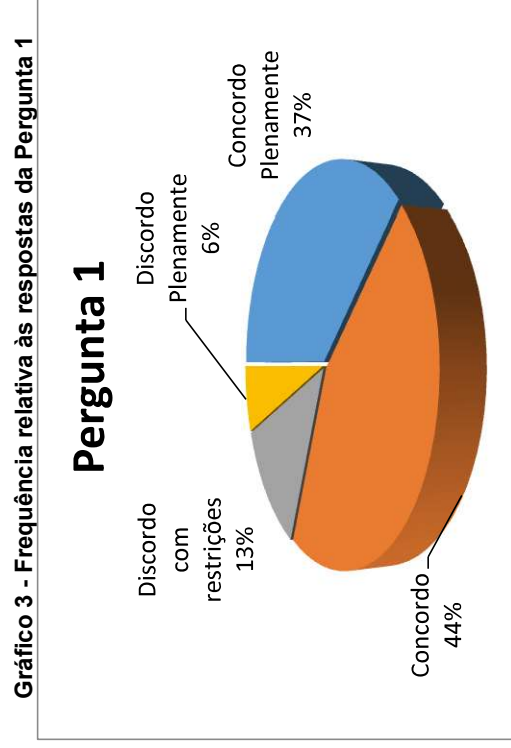
Deste modo, acredita-se que as notas no pré-teste e no pós-teste não sejam

os melhores instrumentos para mensurar os ganhos pedagógicos obtidos durante a aplicação desse trabalho, uma vez que as observações e os relatos da experiência em sala com os alunos durante a aplicação dos planos de aula com a utilização de OA produziram discussões importantes tanto dos conteúdos de física estudados quanto da abordagem metodológica utilizando tecnologias e OA. Por esse motivo, optou-se por desenvolver uma pesquisa qualitativa a fim de mensurar a motivação e a satisfação dos alunos em participar do projeto em que o ensino de física está vinculado ao desenvolvimento de uma simulação de fenômeno físico, durante a aplicação do projeto no CEM414 - Centro de Ensino Médio 414.

No CEM414 a análise dos ganhos pedagógicos foi feita de forma qualitativa com base nas respostas dos alunos participantes ao questionário de satisfação em participar do projeto.

Os 16 alunos que concluíram o projeto responderam ao questionário de satisfação quanto à utilização e desenvolvimento de simulações de fenômenos físicos. Os dados da pesquisa foram tabulados e geraram os gráficos a seguir.

Pergunta 1 - O auxílio da informática, o uso e desenvolvimento de simuladores despertou maior interesse pelas aulas de Física?



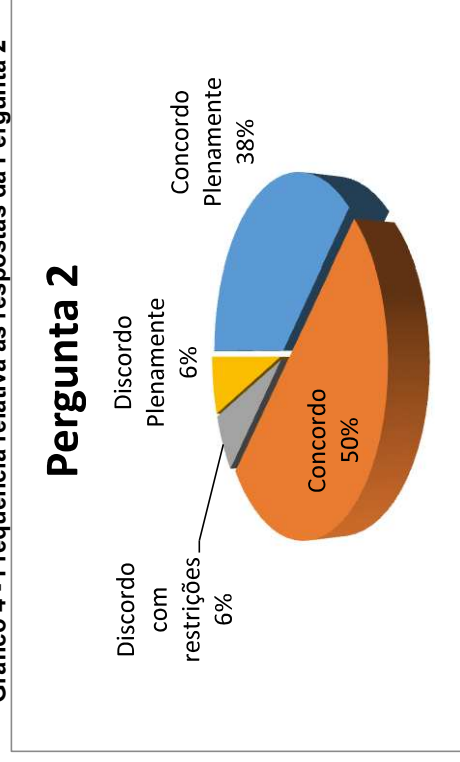
É importante destacar que a soma dos alunos que concordam plenamente e que concordam em algum aspecto totalizam 81% dos alunos, o que constitui um ótimo índice uma vez que a vontade de aprender é um aspecto muito importante na aprendizagem.

Segundo Moreira (2010), há dois elementos essenciais para que a aprendizagem significativa ocorra: o material de aprendizagem deve ser

potencialmente significativo e o aprendiz deve apresentar uma predisposição para aprender. Segundo Tavares, a predisposição para aprender compreende não apenas uma estrutura cognitiva com subsunções relevantes, mas também a motivação para aprender. Nesse sentido vemos que a abordagem metodológica construcionista foi eficaz em produzir ou aumentar o interesse dos alunos em aprender.

Pergunta 2 - O desenvolvimento de simuladores interativos foi importante para o entendimento dos tópicos estudados?

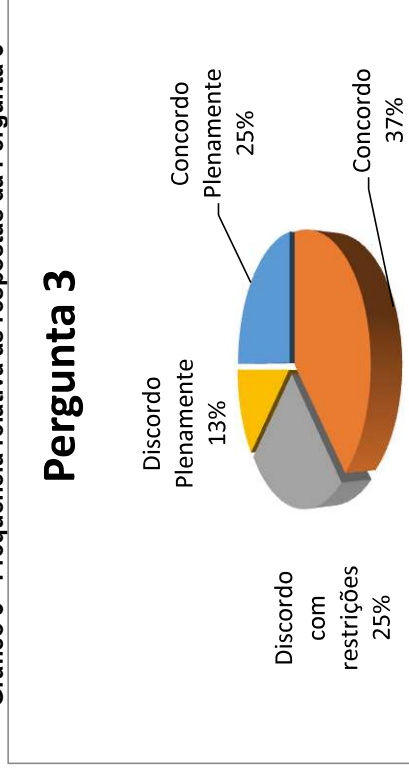
Gráfico 4 - Frequência relativa às respostas da Pergunta 2



Pode-se concluir que para 88% desses estudantes, a participação ativa no desenvolvimento de simuladores que contêm aquilo que aprenderam foi importante para o entendimento dos tópicos de física abordados por eles. Demonstrando a autonomia dos alunos na busca pelo entendimento de um determinado fenômeno da física.

Pergunta 3 - O material sobre Scratch disponibilizado na Internet foi importante para o seu desenvolvimento e aprendizagem dos tópicos de física?

Gráfico 5 - Frequência relativa às respostas da Pergunta 3

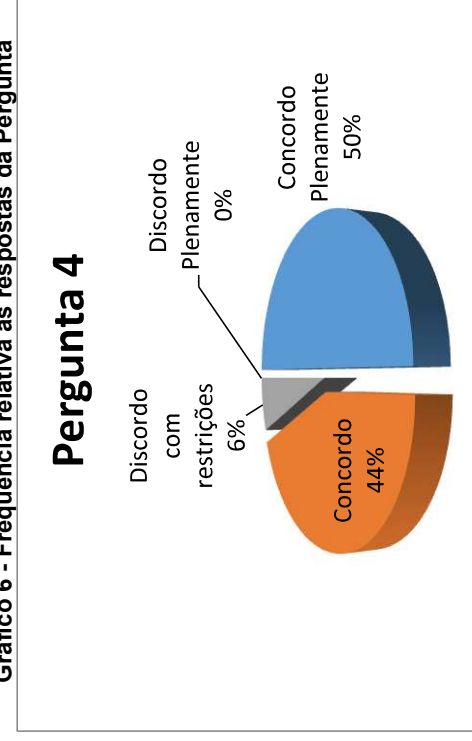


Aqui o índice de concordância aqui caiu para 62%. Podemos concluir que há

uma dissociação daquilo que aprenderam com o programa usado para o desenvolvimento das simulações. Para alguns o uso de um programa específico pode não ser importante para o desenvolvimento dos tópicos de física. É provável que parte dos alunos que discordam possam ter o mesmo engajamento que tiveram na atividade aqui relatada em atividades que não envolvam computadores e programas.

Pergunta 4 - Você acredita ter aprendido os tópicos de Física durante o desenvolvimento de simulações?

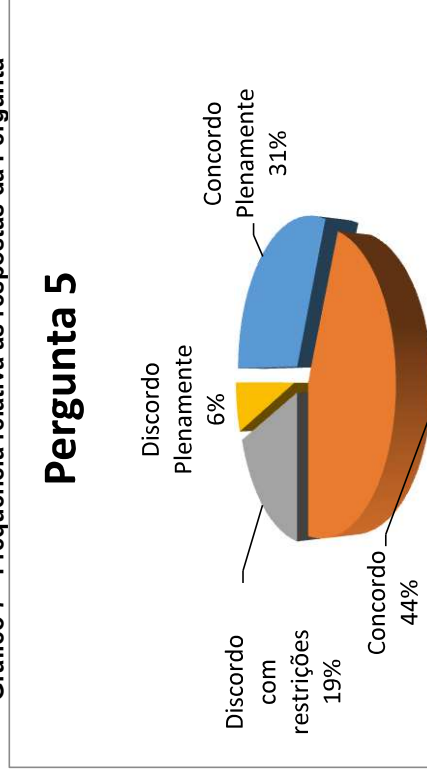
Gráfico 6 - Frequência relativa às respostas da Pergunta



Aqui 94% dos alunos concluintes do projeto relatam ter aprendido algum tópico de física durante o desenvolvimento das simulações. Isso trás um *feedback* interessante. Apesar das aulas do projeto estarem mais voltadas para a programação, o desenvolvimento dos tópicos de física abordados nas simulações por parte dos estudantes ocorreu através de pesquisas na internet, demonstrando autonomia por parte dos estudantes. Pode-se dizer que o objetivo geral do projeto foi alcançado.

Pergunta 5 - O mapa Conceitual/mental disponibilizado pelo professor no material de Vetores, relacionando conceitos e ideias, foi significativo para minha organização mental de outros assuntos?

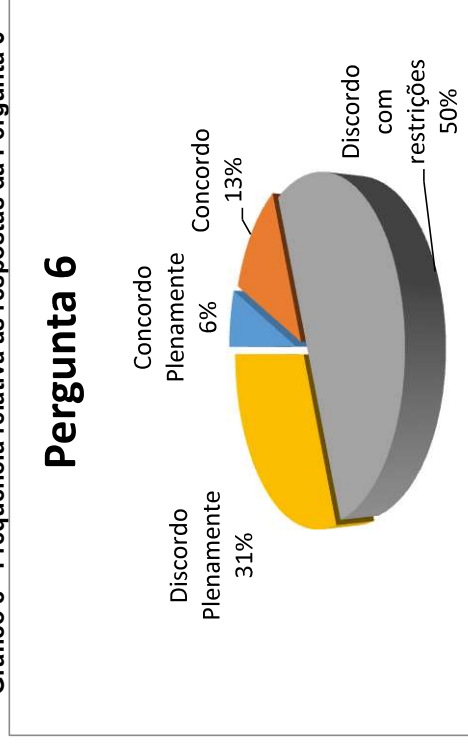
Gráfico 7 - Frequência relativa às respostas da Pergunta 5



Aqui 25% dos estudantes discordam. Para eles o mapa conceitual/mental como apresentado não foi significativo para organização mental de outros assuntos, talvez nem tenham sido significativos para a organização mental dos tópicos de física abordados em sua própria simulação. Porém a estrutura de mapas conceituais/mentais apresentada a eles teve importância para 75% dos alunos.

Pergunta 6 - Você acredita que teria aprendido mais sobre os tópicos de física se as aulas tivessem acontecido sem auxílio da informática, com apenas as explicações do professor no quadro e o estudo de suas anotações?

Gráfico 8 - Frequência relativa às respostas da Pergunta 6



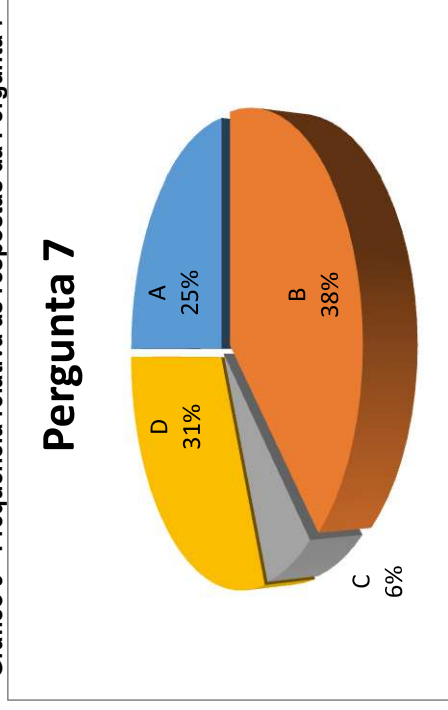
Os que discordam somam 81% dos alunos, para eles, o uso de computadores e da metodologia construcionista foi importante para o aprendizado dos tópicos de física relacionados na simulação.

Pergunta 7 - Qual é a sua impressão sobre esta metodologia de ensino? Marque a resposta que mais se aproxima de sua opinião:

a) A metodologia em si é muito boa. Mas os alunos devem estar comprometidos.

- b) Muito importante porque é preciso renovação para que as aulas não se tornem monótonas, assim, todos ficam atentos.
- c) O uso da informática é importante, mas a interação entre aluno e professor fica prejudicada com esse instrumento.
- d) Ótima, pois eu adoro lidar com o computador, porque ele me chama atenção.

Gráfico 9 - Frequência relativa às respostas da Pergunta 7

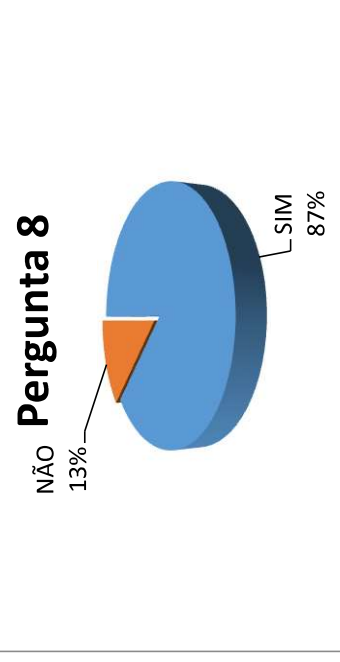


Pode-se perceber que para 6% dos alunos, a comunicação direta com o professor é muito importante, talvez para eles, as respostas de suas dúvidas devem vir diretamente do professor.

25% dos alunos reconhecem que seu engajamento deve ser maior quando se utiliza a metodologia construcionista, 38% encontram na renovação metodológica uma possível solução para aumentar o interesse por parte dos alunos e 31% dos estudantes acreditam que utilizar computadores durante o processo de aprendizagem é importante e os mantêm atentos.

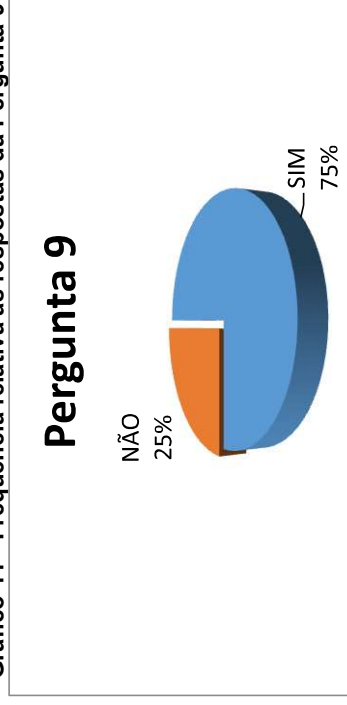
Pergunta 8 - Você se sentiu mais motivado em aprender Física utilizando e desenvolvendo simuladores do que quando o professor usa somente sua exposição oral e a lousa?

Gráfico 10 - Frequência relativa às respostas da Pergunta 8



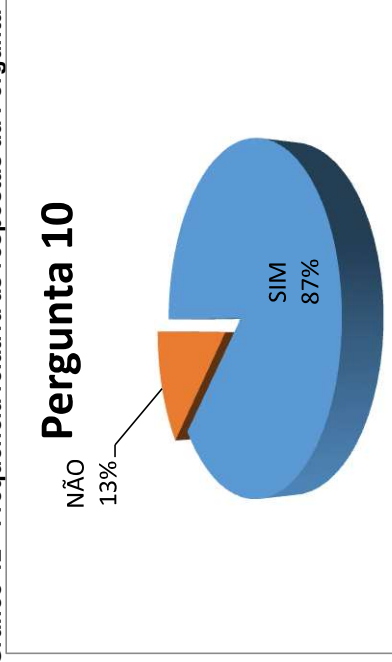
Pergunta 9 - Em sua opinião, você foi mais participativo e comunicativo com os demais colegas da turma e com o professor nas aulas práticas com simuladores do que nas aulas sem estes instrumentos?

Gráfico 11 - Frequência relativa às respostas da Pergunta 9



Pergunta 10 - Você considera que ao desenvolver simuladores, a fim de aprender Física, foi maior seu prazer em aprender?

Gráfico 12 - Frequência relativa às respostas da Pergunta 10



A resposta a essa pergunta tem grande importância, pois a satisfação em

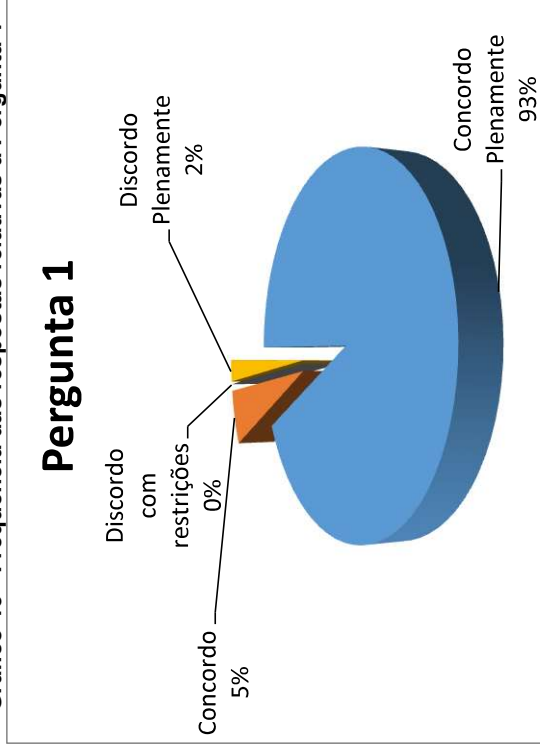
aprender e desenvolver simulações pode colaborar com o aumento da autoestima e da autonomia.

Um questionário semelhante a este foi aplicado no CEM03 de Taguatinga Sul com o objetivo de mensurar os benefícios pedagógicos e mapear as possibilidades de ação que motiva o estudante e potencializa seu aprendizado.

Uma amostra de 93 estudantes dentre as turmas do bloco II do primeiro semestre de 2018 responderam ao questionário, cujos dados foram tabulados e produziram os gráficos a seguir.

Pergunta 1 - O auxílio da informática, o uso de simuladores despertou maior interesse pelas aulas de Física?

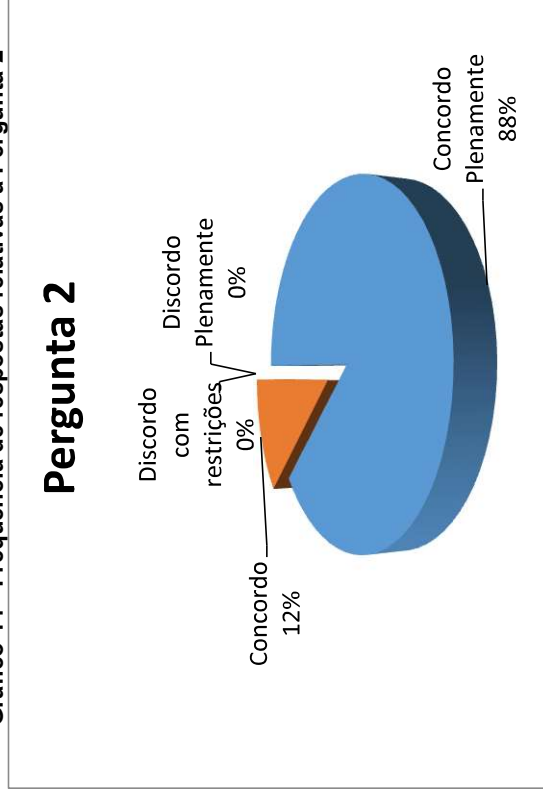
Gráfico 13 - Frequência das respostas relativas à Pergunta 1



Esse gráfico diz muita coisa acerca da utilização de simulações como ferramenta auxiliar do professor. Despertar o interesse do aluno em estudar física constitui um dos primeiros desafios do professor no ensino médio. Além disso, aumentar o interesse pelas aulas de física pode significar um aumento na predisposição para aprender, com a qual a potencialidade para a aprendizagem significativa aumenta consideravelmente.

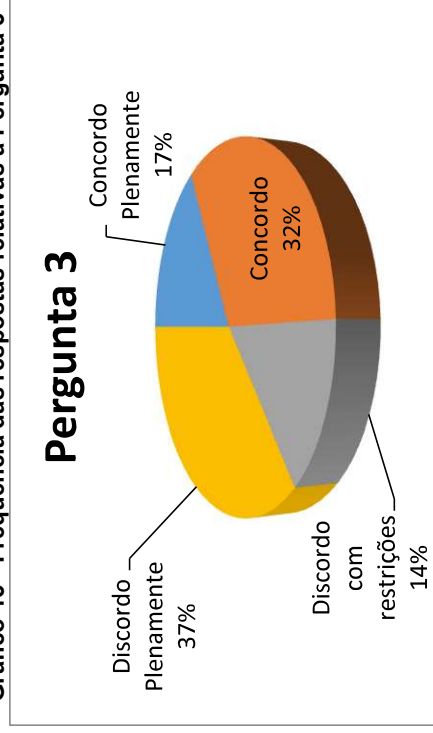
Pergunta 2 - O uso de simuladores interativos foi importante para o entendimento dos tópicos estudados?

Gráfico 14 - Frequência de respostas relativas à Pergunta 2



Pergunta 3 - O material de vetores disponibilizado no livro didático foi importante para a sua aprendizagem do assunto?

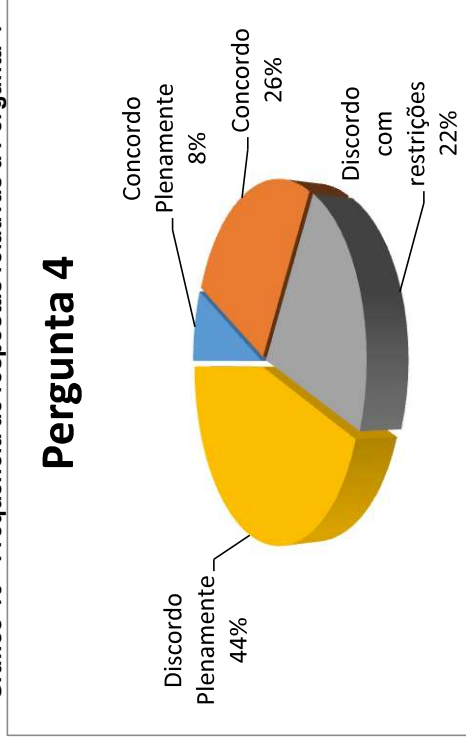
Gráfico 15 - Frequência das respostas relativas à Pergunta 3



Pode-se concluir a partir do gráfico 14 que 100% dos estudantes reconhecem que o uso dos simuladores foi de alguma forma importante para seu aprendizado. Quando comparamos esse resultado com o gráfico 15, vemos que para grande parte dessa amostra de alunos o livro didático perde em importância e deixa de ser a primeira fonte de informações. Nota-se que, apesar do livro didático ter sido usado nas aulas sobre vetores como fonte de informação e contextualização, 51% dos estudantes consideram que o material disponibilizado no livro didático sobre os assuntos abordados em sala tem menor importância diante daquele visualizado e experimentado pelo estudante durante as aulas com os objetos de aprendizagem. Isso sugere que o livro didático está mais distante da realidade do aluno que as tecnologias utilizadas que potencializam seu aprendizado.

Pergunta 4 - Você acredita ter aprendido os tópicos de Vetores com auxílio do livro didático?

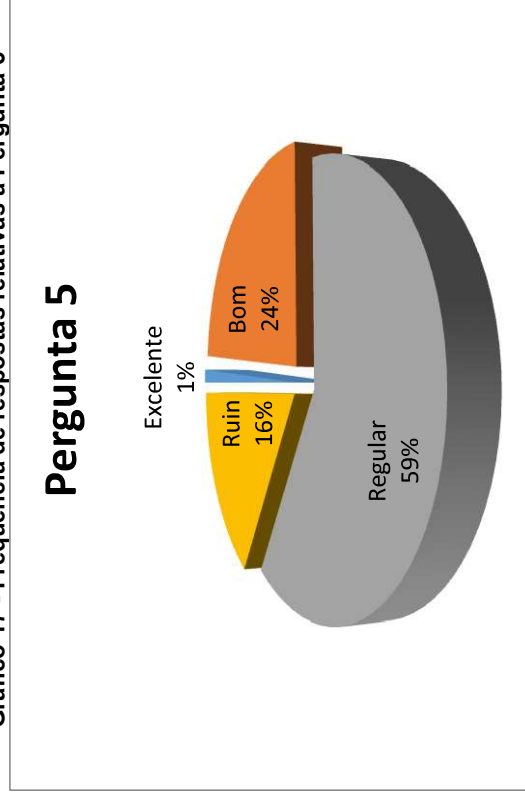
Gráfico 16 - Frequência de respostas relativas à Pergunta 4



As respostas a essa pergunta levam à reflexão sobre a utilização do livro didático. Não há a intenção de diminuir o papel do livro no ensino, pois a leitura é um exercício de máxima importância, não há possibilidade de se pensar numa escola sem leitura, porém está visível que para aprender certos conteúdos de física, a leitura e interpretação de texto se mostram menos eficazes diante da utilização de objetos de aprendizagem que oferecem interatividade e controle de variáveis.

Pergunta 5 - Como você classifica o nível do material de Vetores disponibilizado no livro didático?

Gráfico 17 - Frequência de respostas relativas à Pergunta 5

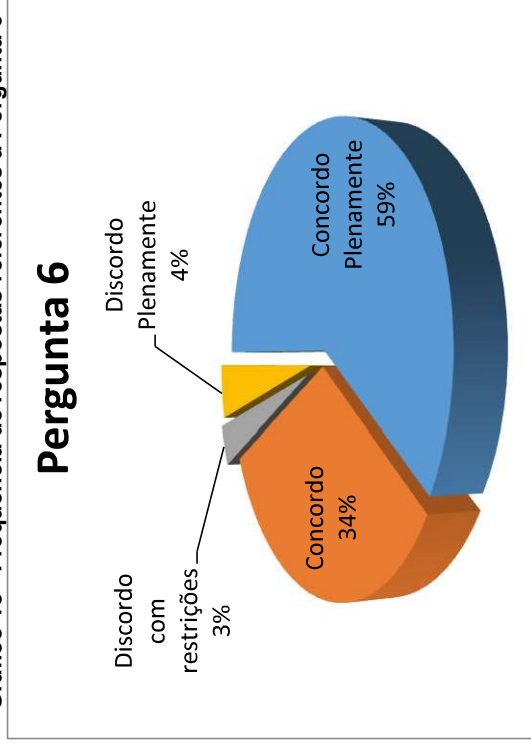


Compreendemos que a abordagem feita no livro didático no conteúdo de vetores está adequada ao nível do aluno e não há grandes dificuldades em compreender aquilo que está no livro, ou seja, pode-se e deve-se utilizar o livro

concomitantemente aos objetos de aprendizagem, desta forma a aprendizagem é potencializada.

Pergunta 6 - O mapa Conceitual/mental sobre vetores disponibilizado pelo professor foi significativo para minha aprendizagem?

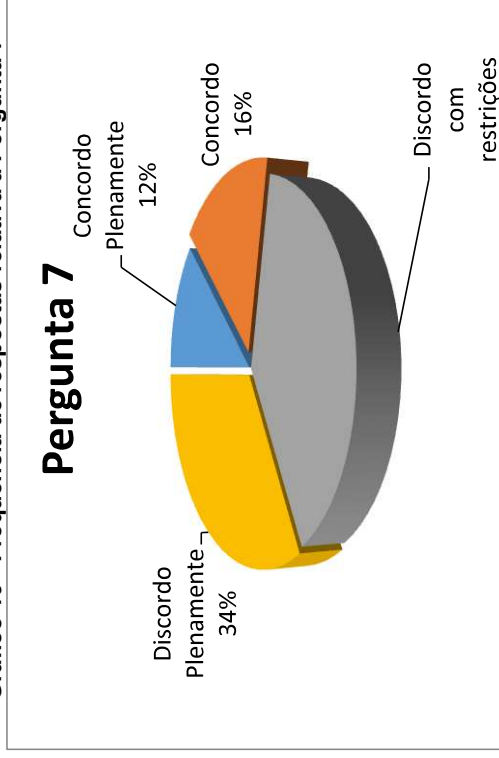
Gráfico 18 - Frequência de respostas referentes à Pergunta 6



As respostas a esta pergunta mostra como é importante apresentar o conteúdo ao aluno de forma lógica. No total, 93% dos alunos responderam que a utilização do mapa conceitual/mental foi significativa, ou seja, auxiliou a compreensão dos alunos.

Pergunta 7 - Você acredita que teria aprendido mais sobre Vetores se as aulas tivessem acontecido sem auxílio da informática, com apenas as explicações do professor no quadro e o estudo de suas anotações?

Gráfico 19 - Frequência de respostas relativa à Pergunta 7



Para 72% dos alunos, o uso da informática e dos objetos de aprendizagem potencializou sua aprendizagem.

Pergunta 8 - Qual é a sua impressão sobre esta metodologia de ensino?

O complemento de tudo que analisamos deste questionário até aqui está nas respostas dessa pergunta. Trata-se de uma pergunta aberta na qual os alunos responderam com suas palavras. Separei algumas respostas que refletem bem o pensamento geral do coletivo de alunos.

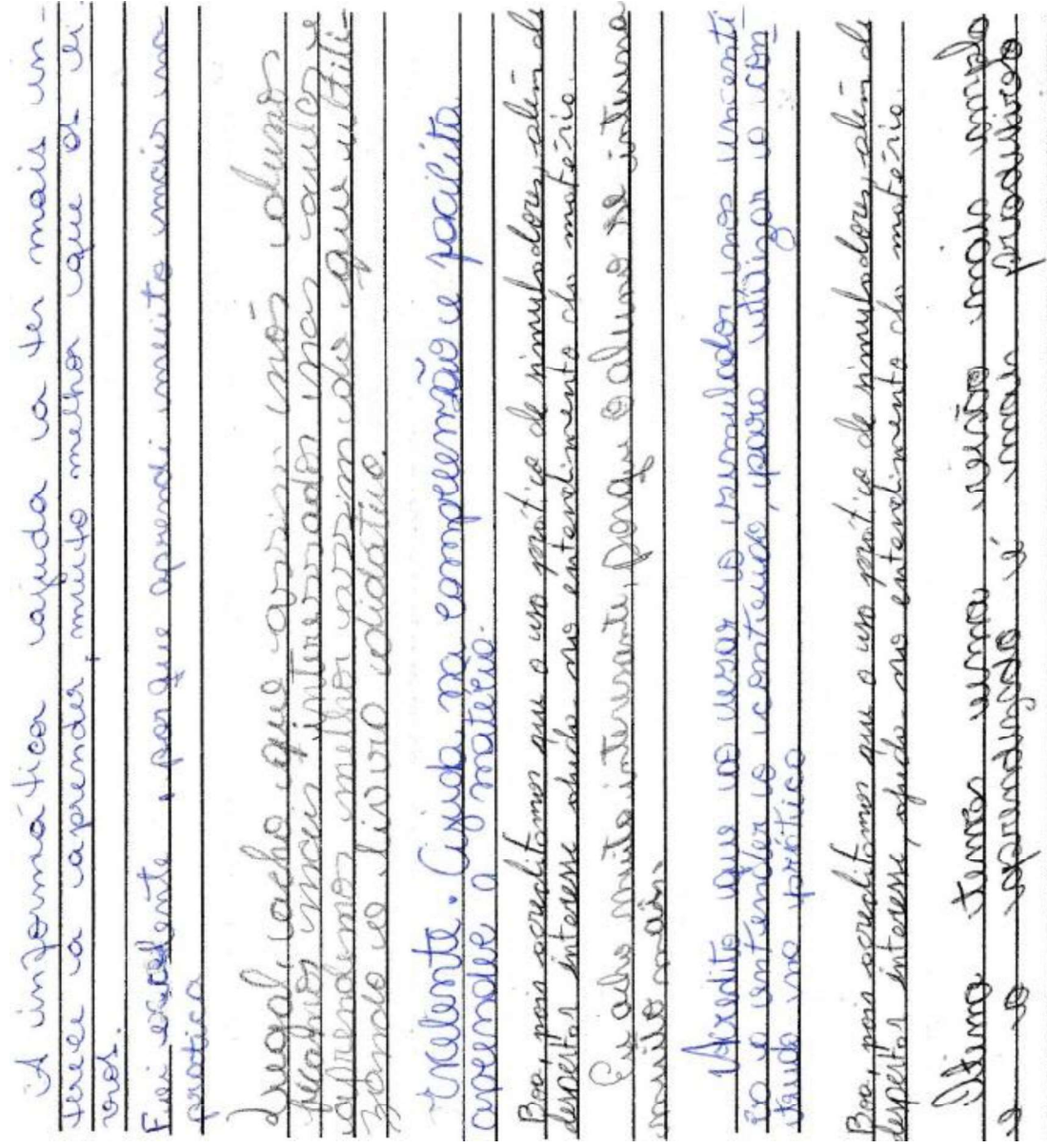
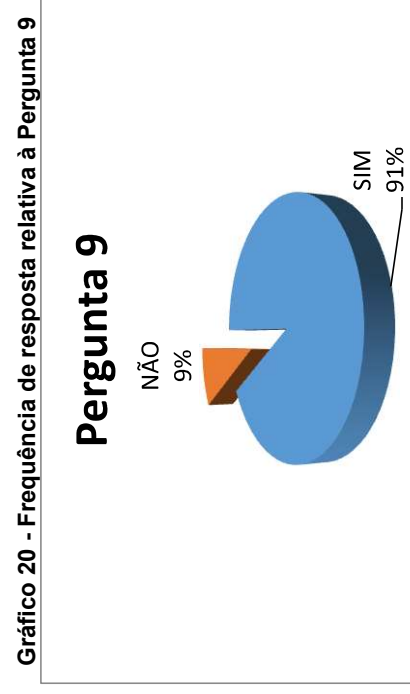


Figura 19 - Respostas de alunos à pergunta 8

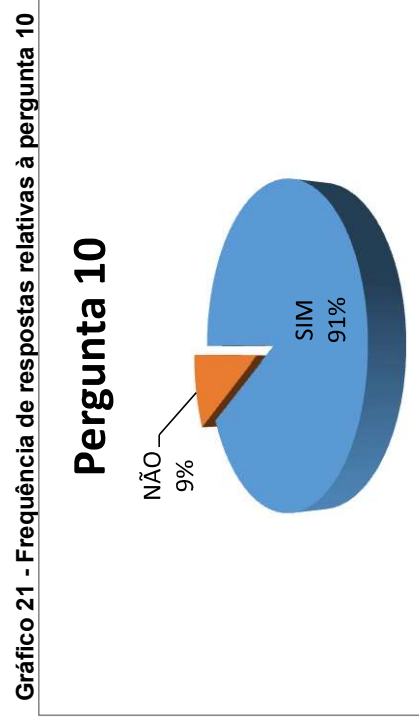
Ao ler as respostas da pergunta oito pode-se concluir que a utilização de objetos de aprendizagem desperta maior interesse em aprender, é potencialmente significativo e facilita a compreensão de fenômenos físicos e está mais próximo da realidade tecnológica dos alunos. Percebe-se que a utilização do livro didático como

única ferramenta de auxílio ao professor pode tornar o ensino enfadonho e desmotivar os alunos.

Pergunta 9 - Você se sentiu mais motivado em aprender Física utilizando os guias didáticos e os simuladores do que quando o professor usa somente sua exposição oral e a lousa?

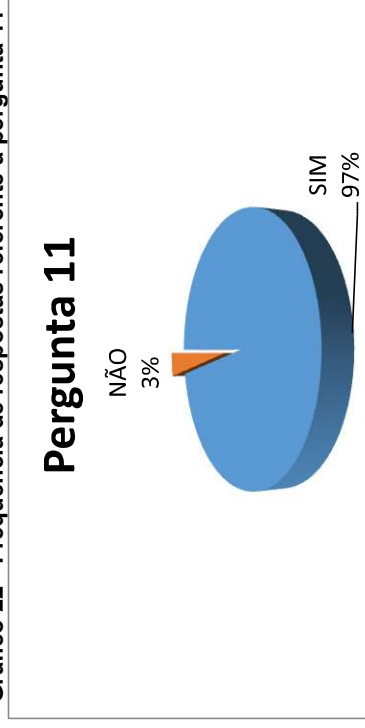


Pergunta 10 - Em sua opinião, você foi mais participativo e comunicativo com os demais colegas da turma e com o professor nas aulas práticas com simuladores e guias didáticos do que nas aulas sem estes instrumentos?



Pergunta 11 - Você considera que ao utilizar os simuladores e guias didáticos a fim de aprender Física foi maior seu prazer em aprender?

Gráfico 22 - Frequência de respostas referente à pergunta 11



Em resumo, as respostas das perguntas 9, 10 e 11 nos leva a crer que os alunos se sentiram mais motivados a estudar e aprender, se mostraram mais participativos no processo de aprendizagem como uso de OA, o que tornou esses processo de aprendizagem mais prazeroso. Estes benefícios constituem características importantes no contexto de aprendizagem significativa, contribuindo ainda para a autonomia do estudante e sua autoestima.

Considerações Finais

No contexto do projeto realizado no CEM414 de Samambaia, os alunos se mostraram mais participativos e autônomos no processo de aprendizagem. A abordagem construcionista mostrou-se eficaz em incentivar os alunos a buscarem o conhecimento necessário para produzir suas simulações no Scratch, indo além da aprendizagem de física, uma vez que os alunos também tiveram a oportunidade de aprender rudimentos de programação.

Os alunos fizeram muitas tentativas para que as simulações produzissem resultados aproximadamente iguais àqueles esperados pela teoria, porém é importante destacar que os limites cognitivos dos estudantes de ensino médio devem ser respeitados, não exigindo precisão numérica em suas simulações, como pode ser observado nas simulações da Força Gravitacional Newtoniana e das Leis de Kepler referenciadas no corpo desta dissertação.

A simulação sobre leis de Kepler não explica a 3ª lei, isso evidencia que talvez a estudante que a produziu não tenha compreendido esta lei e por isso não foi capaz de incorporá-la na simulação. Aproveito esse espaço para propor a inserção da programação exibida na Figura 20 que é suficiente para corrigir o problema com a 3ª lei de Kepler. A versão corrigida desta simulação de Lei de Kepler está disponível em <https://scratch.mit.edu/projects/237471244/>.

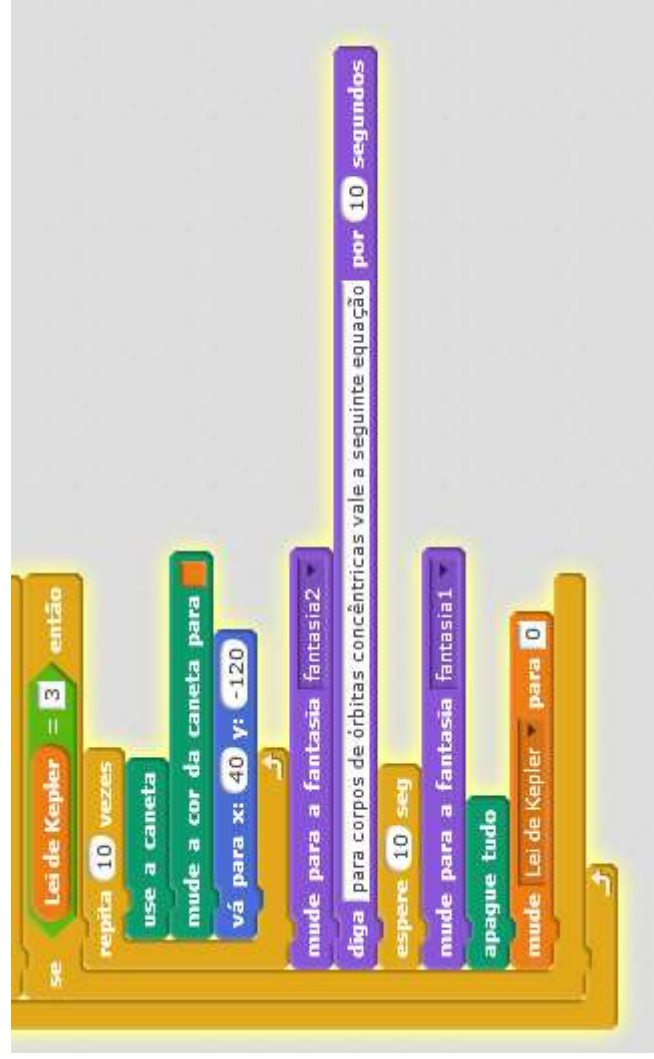


Figura 20 - programação para 3º lei de Kepler

Importante salientar, para os docentes que eventualmente se interessem por

essa proposta de ensino, que apesar da pequena quantidade dos alunos envolvidos, lecionar à luz dessa metodologia foi prazeroso, porém exaustivo, e requisitou tempo de planejamento das aulas.

A abordagem realizada no CEM03 de Taguatinga Sul com o uso de objetos de aprendizagem, seguindo os estudos dos educadores e teóricos da educação que desenvolveram e aprimoraram a teoria de aprendizagem significativa, mostrou-se eficaz em despertar o interesse dos estudantes em aprender e evidenciou que um material potencialmente significativo para os estudantes pode ir além do livro didático, incluindo mapas conceituais/mentais até chegar aos objetos de aprendizagem.

A utilização de instrumentos avaliativos quantitativos no contexto do Colégio SESI Taguatinga mostrou avanços discretos naquele momento, devido aos percalços vivenciados na época da aplicação das avaliações. Meu desligamento da instituição impossibilitou a aplicação dos guias didáticos para o OA de lançamento obliquo e, ainda que o professor que me substituiu tenha sido cortês em aplicar o pós-teste, não pude acompanhar os estudantes com revisões de conteúdo durante esse período. Contudo, a avaliação quantitativa não evidencia pontos importantes para o contexto da aprendizagem, a saber: motivação, participação ativa do estudante, satisfação em aprender. Tampouco traz luz às discussões vivenciadas durante as aulas com utilização dos objetos de aprendizagem e referenciadas no corpo desta dissertação. Razão pela qual optei por uma pesquisa qualitativa que aferisse esses pontos nas aplicações seguintes, tanto no CEM414 de Samambaia quanto no CEM03 de Taguatinga Sul.

Os OA desenvolvidos e utilizados neste trabalho podem contribuir com o trabalho de diversos docentes e estão disponíveis no site <https://scratch.mit.edu/studios/4957592/>. Os guias didáticos desenvolvidos para a aplicação desses objetos de aprendizagem podem ser encontrados no site de compartilhamento https://www.4shared.com/office/MSbEma10ee/Dissertacao_-_OmarEsper.html.

Vale atentar para a ordem de apresentação dos objetos de aprendizagem em escala crescente de complexidade para que o trabalho não se torne difícil logo à primeira vista.

No que tange ao ensino de física, espero ter contribuído com os OA e guias didáticos ora desenvolvidos e também com o relato das experiências vivenciadas ao longo das aplicações.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andréia Paula Ferreira; Priscila Rodrigues de Souza; Jando Abrão de Miranda Silva. (2014). Uso do Scratch no processo de Aprendizagem em Sala de Aula. *II Colóquio Nacional - Eixo Temático III - Formação De Professores Para Educação Profissional*. Amazonas: Anais do Colóquio.
- Cysneiros, P. G. (1999). Resenha Crítica: A Máquina Das Crianças de Seymour Papert. *Revista Brasileira de Informatica na Educação* , Número 5.
- Halliday, Resnick, Walker. *Fundamentos de Física - Volume 1*. LTC.
- Hewitt, P. G. Física Conceitual. In: P. G. Hewitt, *Física Conceitual* (p. Capítulo 32).
- Instituto de Química da Universidade de São Carlos. (2011). Acesso em julho de 2017, disponível em http://sbi.iqsc.usp.br/files/Manual_simplificado1.pdf
- Junior, J. C. (2008). Física e Matemática: Uma Abordagem Construcionista. *Ensino de Cinemática e funções com o Auxílio do Computador* . São Paulo, São Paulo: PUC-SP.
- Leila Maria Araújo Santos, Maria Lucia Pozzatti Flores, Liane Margarida Rockenbach Tarouco. (2007). OBJETO DE APRENDIZAGEM: TEORIA INSTRUTIVA APOIADA POR TECNOLOGIAS. *CINTED-UFRGS Novas Tecnologias na educação*.
- Maranhão, F. R. (2016). LEGO® ZOOM: FERRAMENTA PARA OBTENÇÃO DE DADOS. Brasília, DF, Brasil.
- Matias, Fratezzi. *Física Geral para o ensino médio - Volume único*. Saraiva.
- Moreira, M. A. (2012). O que é afinal aprendizagem significativa? *Aulas inaugural do programa de pós-graduação em ensino de ciencias*. Cuiabá, MT: UFMT.
- Nussenzveig, M. *Física Básica - Mecânica - Volume 1 - 5° edição*. Edgar Blücher.
- Paivio, A. (1991). Dual Coding Theory: retrospect and current status. *Can. J. Psychol* (45), 255.
- Papert, S. (2007). *A Máquina Das Crianças - Repensando a Escola na Era da Informática*. Penso.
- Ramalho, Nicolau, Toledo. *Os Fundamentos da Física - Volume 1 - 10° edição*. Moderna.
- Tavares, R. (2008). Animações Interativas e Mapas Conceituais: Uma proposta para facilitar a aprendizagem significativa. *Ciencias e Cognição 2008* , pp. 99-108.
- Tavares, R. (2006). Aprendizagem significativa, codificação dual e objetos de aprendizagem. *IV ESUD – Congresso de Ensino Superior a Distância*, (pp. 1-17). Brasília.
- Tavares, R. (2010). Aprendizagem Significativa, Codificação Dual e Objetos de Aprendizagem. *Revista Brasileira de Informatica na Educação* , 4-16.
- Tavares, R. (2007). Construindo Mapas Conceituais. *Ciencia e Cognição* , 12, 72-85.
- Tavares, R. (s.d.). www.fisica.ufpb.br/~romero. Acesso em 03 de Janeiro de 2017, disponível em <http://www.fisica.ufpb.br/~romero/pdf/ANPED-28.pdf>
- Vaz, L. M. (06 de agosto de 2015). mnpef.fis.unb.br. Acesso em 17 de Maio de 2018, disponível em http://mnpef.fis.unb.br/download/leandro_dissertacao.pdf
- Vekiri, I. (2002). What Is the Value of Graphical Displays in Learning? *Psychschool* (14), 261-262.

Viviane Cristina Oliveira Aureliano; Patricia Cabral de Azevedo Restelli Tedesco. (s.d.). Avaliando o uso do Scratch como abordagem alternativa para o processo de ensino-aprendizagem de programação. *Centro de Informática UFPE*.

APÊNDICE A

Guia Do Professor - Soma Vetorial

Introdução

Segundo a matemática, vetores são entidades geométricas dotadas de três características: Módulo, Direção e Sentido. O módulo representa o seu comprimento, o seu tamanho. A direção está intimamente ligada à inclinação em relação à horizontal. Enquanto o sentido representa a orientação do vetor. Na Figura 20 logo abaixo, temos a representação de um vetor \vec{V}_1 qualquer de módulo igual a 87 (unidade arbitrária), cuja direção está inclinada em 60° com a horizontal, e seu sentido é orientado pela ponta da seta.

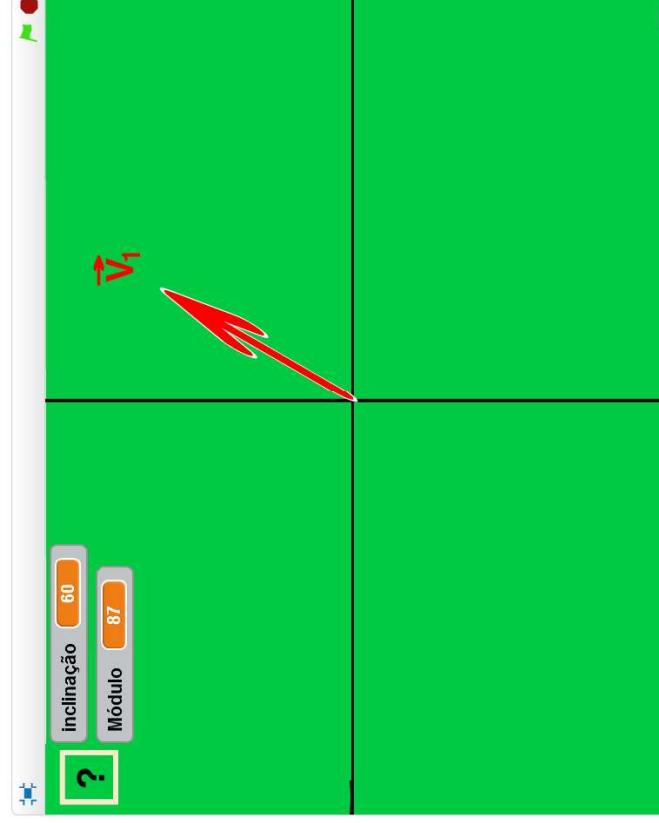


Figura 21 - Vetor inclinado em 60°

Não é raro confundir direção e sentido de um vetor, muito devido ao significado empregado a estas palavras no âmbito social. Por esse motivo é bom esclarecer suas diferenças. A Figura 21 mostra uma boa forma de diferenciar direção e sentido ao colocar dois vetores na mesma direção, porém em sentidos opostos e dessa maneira, diferenciá-los visualmente e conceitualmente.

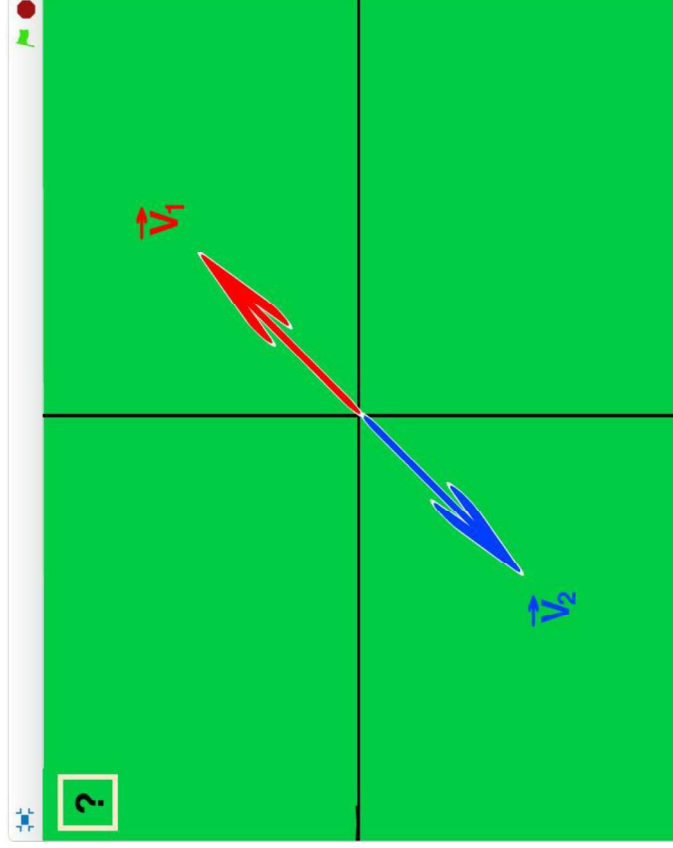


Figura 22 - Vetores posicionados na mesma direção, porém com sentidos opostos.

A discriminação feita entre direção e sentido é essencial para a correta aplicação da soma vetorial, pois em casos de vetores de mesma direção, a congruência ou não de seus sentidos representa a soma ou subtração de seus módulos, conforme descrito nos casos 1 e 2 do tópico “Soma vetorial”.

Soma vetorial

Ensinar a soma vetorial passa a ter maior significado quando apresentamos os vetores como portadores de características geométricas e que, por isso, a adição numérica simples – chamada de soma de escalares na física – não produz resultados corretos. Portanto a soma vetorial é uma soma com características geométricas na qual o valor numérico (módulo) é apenas uma das três características que levamos em consideração ao somar vetores, a saber: módulo, direção e sentido. Esse *objeto de aprendizagem*² é proposto para sanar a dificuldade existente na compreensão dos vetores, desenvolvendo junto aos estudantes situações nas quais somas vetoriais podem ser exemplificadas, verificadas e contextualizadas.

A seguir, desenvolveremos quatro casos gerais de soma vetorial a fim de

² “Objetos de aprendizagem são qualquer entidade, digital ou não, que pode ser utilizada, reutilizada ou referenciada no processo de aprendizagem apoiada em tecnologias” (IEEE/LTSC, 2000).

esclarecer suas características geométricas.

1° caso – Soma vetorial entre vetores de mesma direção e sentido. Trata-se da situação mais básica. Ao colocarmos o início do vetor \vec{V}_2 no final do vetor \vec{V}_1 , percebemos que os comprimentos se somam, de modo que o vetor resultante \vec{V}_r possui comprimento (ou módulo) igual à soma dos comprimentos (ou módulos) de \vec{V}_1 e \vec{V}_2 . O procedimento de soma vetorial então resulta numa soma escalar simples conforme mostrado nas Figuras 22 e 23.

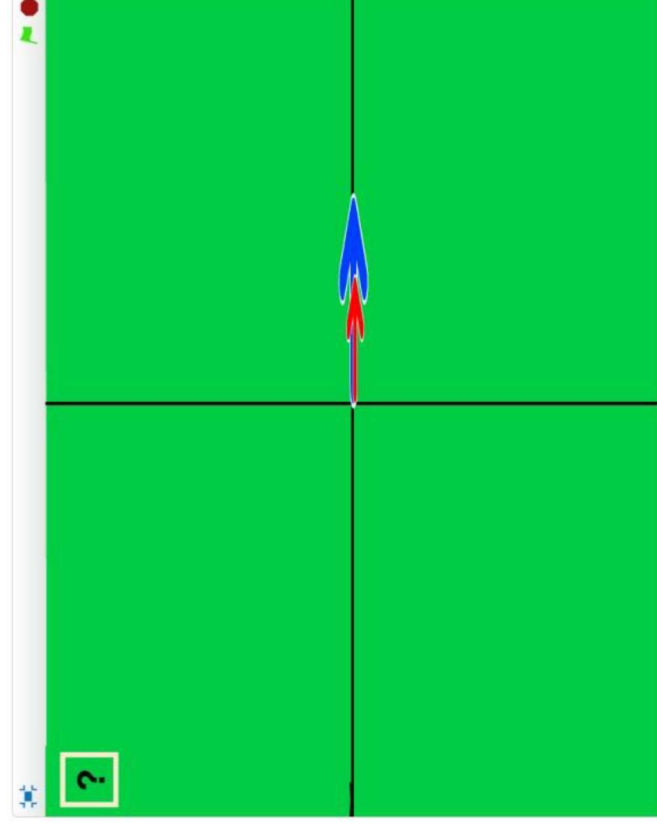


Figura 23 - vetores na mesma direção e

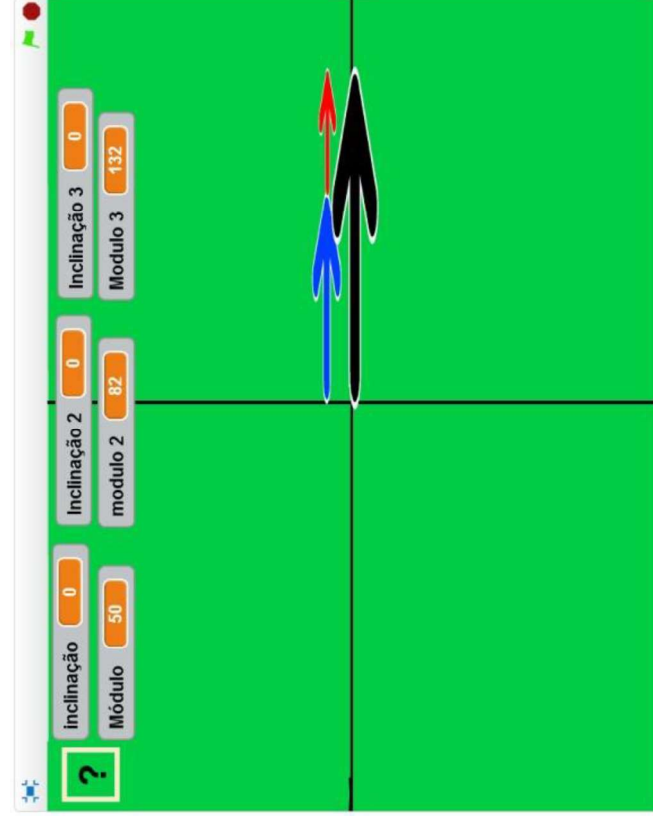


Figura 24 - Soma vetorial resultando na soma escalar de seus módulos

2° caso – Soma vetorial entre vetores de mesma direção e sentidos opostos. Ao colocarmos o início do vetor \vec{V}_1 no final do vetor \vec{V}_2 , conforme Figura 24, percebemos que os comprimentos se subtraem, de modo que o vetor resultante \vec{V}_r possui módulo igual à diferença entre os módulos de \vec{V}_1 e \vec{V}_2 . O procedimento de soma vetorial então resulta numa subtração escalar dos comprimentos (ou módulos) dos referidos vetores.

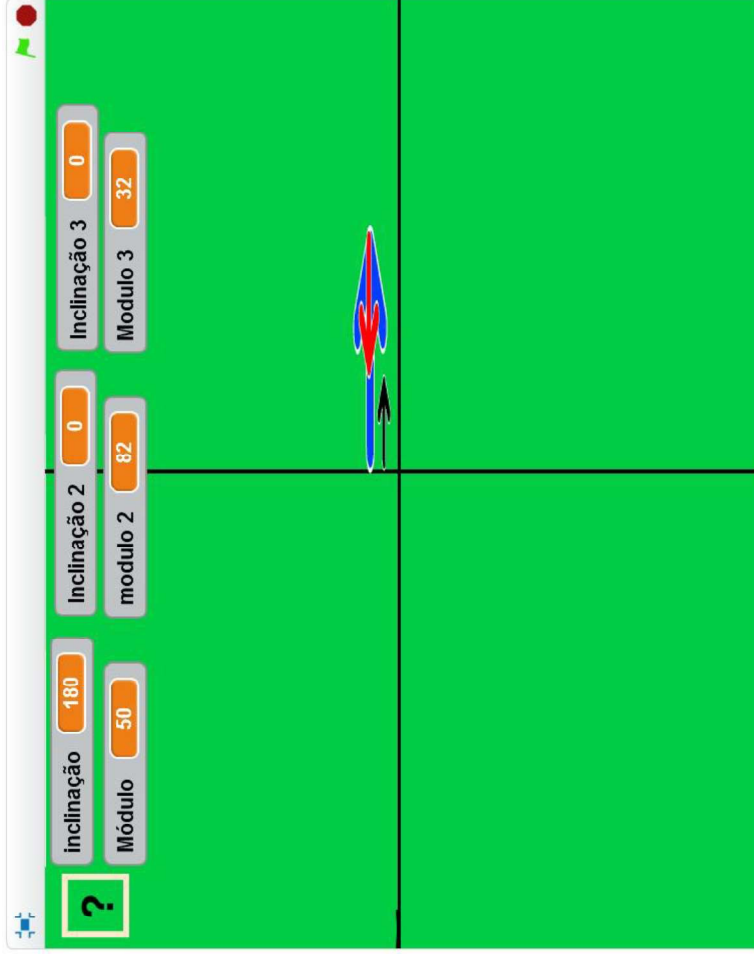


Figura 25 - Vetores na mesma direção e sentidos opostos.

3° caso – Soma vetorial entre vetores perpendiculares.

Até aqui vemos algo típico no vetor resultante \vec{V}_r , ele sempre parte da origem do vetor \vec{V}_2 e chega ao final do vetor \vec{V}_1 , e de fato isso sempre acontecerá.

Ao colocarmos o início do vetor \vec{V}_1 no final do vetor \vec{V}_2 , conforme a Figura 25, percebemos que o vetor \vec{V}_r aparece como a hipotenusa de um triângulo retângulo com catetos \vec{V}_1 e \vec{V}_2 . O comprimento (ou módulo) do vetor resultante \vec{V}_r pode então ser calculado pelo teorema de Pitágoras $V_r = \sqrt{V_1^2 + V_2^2}$.

Porém, esse resultado é apenas uma redução do 4° caso, no qual os vetores podem assumir qualquer inclinação.

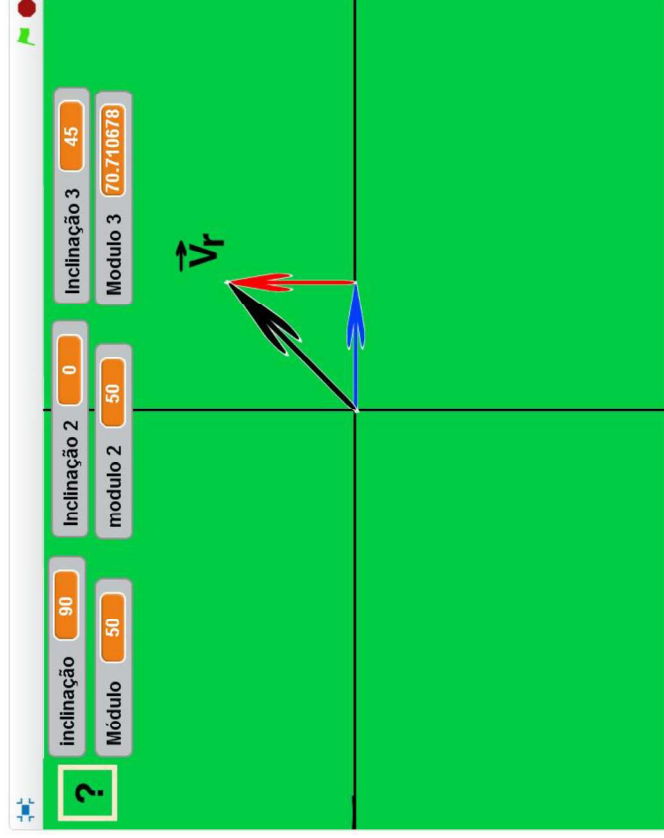


Figura 26 - Soma de vetores perpendiculares

4° Caso – Soma vetorial entre vetores com direção e sentido diferentes.

O comportamento do vetor \vec{V}_r se conserva e pode-se concluir que o mesmo parte do início do vetor \vec{V}_2 e chega ao final do vetor \vec{V}_1 . É possível calcular seu módulo através da relação $V_r = \sqrt{V_1^2 + V_2^2 + 2V_1V_2\cos\theta}$, onde θ é o ângulo entre os vetores. Na Figura 26 temos um caso em que os vetores estão inclinados 60° entre si – para verificar basta subtrair suas inclinações em relação ao eixo x – a soma vetorial, por sua vez, segue nos moldes descritos neste caso.

É importante destacar que determinar a inclinação do vetor resultante \vec{V}_r pode se tornar um problema de grande complexidade e por esse motivo trataremos melhor desse assunto no guia de decomposição vetorial.

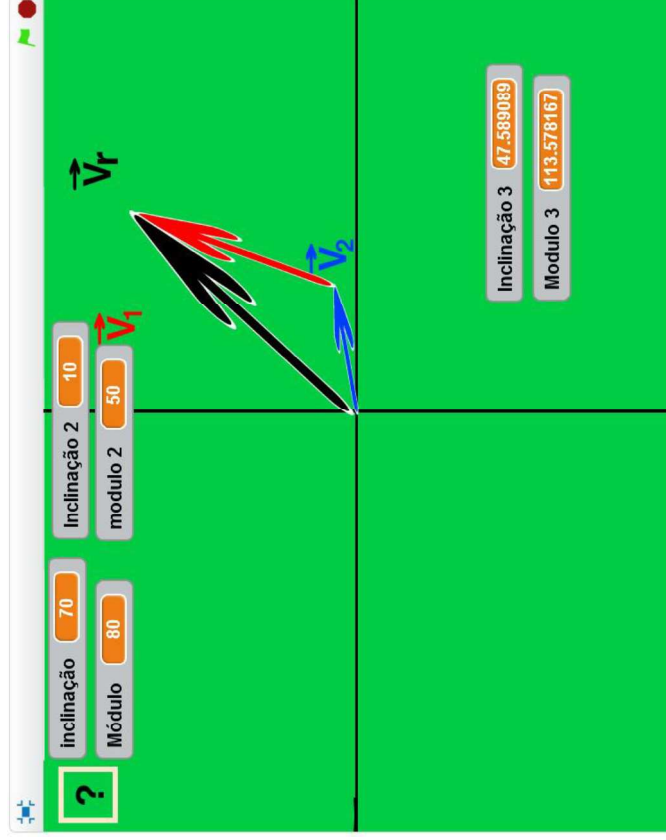


Figura 27 - soma vetorial com vetores inclinados

Objetivos

Apresentar o vetor como uma um elemento geométrico dotado de três características: módulo, direção e sentido.

Exemplificar soma vetorial entre dois vetores e a relação existente entre o ângulo entre eles e o resultado final.

Pré-requisitos

Os alunos devem ter noções de ângulos e arcos, dos valores de seno e cosseno dos ângulos notáveis.

Tempo previsto para aula

A atividade poderá ter 50min de duração.

Na sala de aula

O professor pode resgatar os conceitos prévios acerca dos ângulos e arcos, dos valores de seno e cosseno para os ângulos notáveis.

Descobriremos nossa sugestão para o melhor aproveitamento deste objeto de aprendizagem, disponível no link <https://scratch.mit.edu/projects/213882712/>. O professor/aluno poderá clicar no ícone “tela inteira” que fica localizado no canto superior esquerdo, para ampliar a tela e facilitar a visualização.

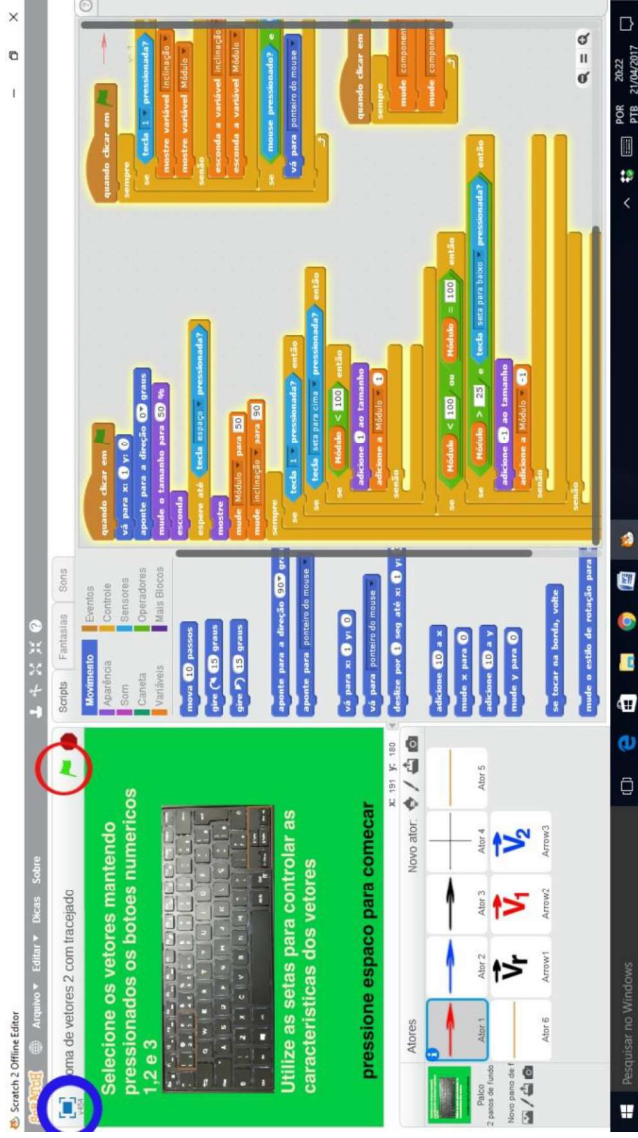


Figura 28 - tela inicial do Objeto de aprendizagem

O objeto de aprendizagem inicia ao clicar na bandeira verde identificada na Figura 27 pelo círculo vermelho e mostra uma tela com instruções básicas de controle dos vetores. Ao manter a tecla “1” pressionada, pode-se controlar o vetor \vec{V}_1 com os botões direcionais, variando o módulo do vetor com as setas para cima ou para baixo e mudando a inclinação do vetor com as setas para direita ou esquerda. Algo similar acontece com o vetor \vec{V}_2 quando se mantém a tecla “2” pressionada. Ao pressionar a tecla “3”, são mostrados: o vetor resultante na sua posição real os valores do módulo e inclinação do vetor soma $\vec{V} = \vec{V}_1 + \vec{V}_2$.

Ao manter a tecla 1 e o botão esquerdo do mouse pressionados, o vetor \vec{V}_1 se deslocará para a posição do apontador do mouse, isso permite fechar um triângulo retângulo formado pelos vetores \vec{V} , \vec{V}_1 e \vec{V}_2 e demonstrar as relações entre eles. Algo similar pode ser feito ao manter a tecla 2 pressionada, o vetor \vec{V}_2 poderá se deslocar e assumir a posição do apontador do mouse com o mesmo intuito.

Questões para discussão

Há algumas questões que podem ser discutidas como, por exemplo: A soma vetorial $\vec{V} = \vec{V}_1 + \vec{V}_2$ sempre produz o mesmo resultado que $|\vec{V}| = |\vec{V}_1| + |\vec{V}_2|$? Em que situação $\vec{V}_1 + \vec{V}_2 = |\vec{V}_1| + |\vec{V}_2|$? É possível que a soma vetorial entre \vec{V}_1 e \vec{V}_2 resulte em $\vec{V}_1 + \vec{V}_2 = |\vec{V}_1| - |\vec{V}_2|$? Em que situação o teorema de Pitágoras pode ser usado para encontrar o módulo da soma vetorial $|\vec{V}_1 + \vec{V}_2|$?

Na sala de computadores

Preparação

Os alunos poderão se assentar individualmente ou em duplas nos computadores para realizar a atividade.

Material Necessário

Acreditamos ser necessário apenas o computador. Porém, caso o professor queira enriquecer a aula com algumas verificações adicionais discutidas no tópico “Avaliação” e “Atividades Complementares”, sugerimos que os alunos levem caderno, lápis e borracha.

Requisitos Técnicos

1. Este objeto necessita de navegador (browser) com *plugin* flash atualizado e acesso a internet;
2. Computador com processador Pentium® ou similar, com 512 Mb de memória RAM, embora 1 Gb seja recomendável;
3. Monitor capaz de mostrar cores;
4. Sistema operacional Windows® da Microsoft ou Linux.

Durante a atividade

A interação entre os alunos pode ser benéfica, a intervenção do professor seria interessante somente no caso de uma dúvida de um grupo de alunos.

Avaliação

É sempre interessante propor questões em escala de dificuldade crescente, por exemplo:

1. Verifique a soma de dois vetores de mesma direção e sentido. O resultado condiz com o esperado?

2. Verifique a soma de dois vetores de mesma direção e sentidos opostos. O resultado condiz com o esperado?
3. Verifique a soma de dois vetores em direções perpendiculares. O resultado condiz com o esperado?
4. Verifique a soma de dois vetores em direções que formem o ângulo de 30° . O resultado condiz com o esperado?
5. Fixe a inclinação e o módulo do vetor \vec{V}_2 em 30° e 80, respectivamente; fixe a inclinação do vetor \vec{V}_1 em 90° ; e encontre o valor do módulo do vetor \vec{V}_1 para que a soma $\vec{V}_1 + \vec{V}_2$ resulte em $|\vec{V}| = 121,65$.
6. A partir dos resultados da questão anterior, demonstre que ao aumentar o ângulo entre os vetores o módulo do vetor resultante diminui.

Atividades Complementares

O professor pode levar uma lista de exercícios de soma vetorial para que os alunos verifiquem se o objeto educacional produz resultados exatos.

Referencias Bibliográficas

- Halliday, Resnick, Walker. *Fundamentos de Física - Volume 1*. LTC.
- Hewitt, P. G. Física Conceitual. In: P. G. Hewitt, *Física Conceitual* (p. Capítulo 32).
- Leila Maria Araújo Santos, Maria Lucia Pozzatti Flores, Liane Margarida Rockenbach Tarouco. (2007). Objeto De Aprendizagem: Teoria Instrutiva Apoiada por. *CINTED-UFRGS Novas Tecnologias na educação*.
- Matias , Fratezzi. *Física Geral para o ensino médio - Volume Único*. Saraiva.
- Moreira, M. A. (2012). www.if.ufrgs.br/~moreira. Acesso em 11 de 12 de 2017, disponível em www.if.ufrgs.br/~moreira: www.if.ufrgs.br/~moreira
- Nussenzveig, M. *Física Básica - Mecânica - Volume 1 - 5° edição*. Edgar Blücher.
- Paivio, A. (1991). Dual Coding Theory: retrospect and current status. *Can. J. Psychol* (45), 255.
- Ramalho, Nicolau, Toledo. *Os Fundamentos da Física - Volume 1 - 10° edição*. Moderna.
- Tavares, R. (s.d.). www.fisica.ufpb.br/~romero. Acesso em 03 de Janeiro de 2017, disponível em <http://www.fisica.ufpb.br/~romero/pdf/ANPED-28.pdf>
- Vekiri, I. (2002). What Is the Value of Graphical Displays in Learning? *Psychol* (14), 261-262.

APÊNDICE B

Guia do Aluno – Soma Vetorial

Procedimentos iniciais

- 1- Ligue o computador e inicie o programa Scratch.
- 2- Abra o arquivo “soma de vetores 2 com tracejado”
- 3- Após carregar o arquivo, clique no ícone “tela inteira” situado no canto superior esquerdo.
- 4- Clique na bandeira verde. Sempre que precisar reiniciar, clique no botão vermelho e logo em seguida na bandeira verde novamente.
- 5- Observe as instruções e aperte espaço.
- 6- Responda a pergunta com S para sim ou N para não.

Procedimentos de verificação

- 1- Na tela agora aparecem dois vetores. Mantenha pressionada a tecla correspondente ao numeral 1 (tecla 1) do seu teclado e controle o vetor \vec{V}_1 com os botões direcionais do teclado (as setinhas do teclado).
- 2- De forma similar, controle o vetor \vec{V}_2 mantendo pressionado o botão correspondente ao numeral 2 (tecla 2).
- 3- Pressione a tecla correspondente ao numeral 3 (tecla 3) e o vetor resultante \vec{V}_r , o resultado da soma entre os vetores \vec{V}_1 e \vec{V}_2 , irá aparecer na tela.
- 4- Repare que ao pressionar as teclas 1, 2 e 3 os dados dos vetores correspondentes aparecem na tela, a saber: Módulo e Inclinação em relação à Horizontal.

Para registrar

- 1- Mude a inclinação do vetor \vec{V}_1 para 180° e seu módulo para 60. Mude a inclinação do vetor 2 para 0° e seu módulo para 100. Qual é o resultado da soma entre esses dois vetores? Anote em seu caderno.
 - a. Mantenha a tecla 1 pressionada e clique no botão esquerdo do mouse (botão usual) para deslocar o vetor \vec{V}_1 . Desloque o vetor \vec{V}_1 para a ponta da flecha do vetor \vec{V}_2 , mas de forma que ainda seja visível.
 - b. Pressione a tecla 3 e observe o arranjo feito pelos vetores \vec{V}_1 , \vec{V}_2 e \vec{V}_r .
 - c. Desenhe no quadro abaixo o que observou.
 - d. Reinicie o aplicativo.

2- Mude a inclinação do vetor \vec{V}_1 para 0° e seu módulo para 40. Mantenha a inclinação do vetor \vec{V}_2 em 0° e fixe seu módulo em 80. Qual é o resultado da soma entre os dois vetores? Anote em seu caderno.


- Mantenha a tecla 1 pressionada e clique no botão esquerdo do mouse (botão usual) para deslocar o vetor \vec{V}_1 . Desloque o vetor \vec{V}_1 para a ponta da flecha do vetor \vec{V}_2 , mas de forma que ainda seja visível.
- Pressione a tecla 3 e observe o arranjo feito pelos vetores \vec{V}_1 , \vec{V}_2 e \vec{V}_r .
- Desenhe no quadro abaixo o que observou.
- Reinicie o aplicativo.



3- Mantenha a inclinação do vetor \vec{V}_1 em 90° e fixe seu módulo em 40.

Mantenha a inclinação do vetor \vec{V}_2 em 0° e fixe seu módulo em 30. Qual é o resultado da soma entre os dois vetores? Anote em seu caderno.

- Mantenha a tecla 1 pressionada e clique no botão esquerdo do mouse (botão usual) para deslocar o vetor \vec{V}_1 . Desloque o vetor \vec{V}_1 para a ponta da flecha do vetor \vec{V}_2 , mas de forma que ainda seja visível.
- Pressione a tecla 3 e observe o arranjo feito pelos vetores \vec{V}_1 , \vec{V}_2 e \vec{V}_r .
- Desenhe no quadro abaixo o que observou.
- Se a inclinação é sempre medida em relação à horizontal, qual é o ângulo formado entre os vetores \vec{V}_1 e \vec{V}_2 .
- Reinicie o aplicativo.



4- Mude a inclinação do vetor \vec{V}_1 para 75° e seu módulo para 40. Mude a inclinação do vetor \vec{V}_2 para 15° e fixe seu módulo em 80. Qual é o resultado da soma entre os dois vetores? Anote em seu caderno.

- a. Mantenha a tecla 1 pressionada e clique no botão esquerdo do mouse (botão usual) para deslocar o vetor \vec{V}_1 . Desloque o vetor \vec{V}_1 para a ponta da flecha do vetor \vec{V}_2 , mas de forma que ainda seja visível.
- b. Pressione a tecla 3 e observe o arranjo feito pelos vetores \vec{V}_1 , \vec{V}_2 e \vec{V}_r .
- c. Desenhe no quadro abaixo o que observou.



- d. Se a inclinação é sempre medida em relação à horizontal, qual é o ângulo formado entre os vetores \vec{V}_1 e \vec{V}_2 .

APÊNDICE C

GUIA DO PROFESSOR

Objeto de Aprendizagem: Decomposição Vetorial

Introdução

Ensinar decomposição vetorial pode ser um desafio, especialmente quando é preciso entender e aplicar em alguma situação próxima da realidade a relação entre o ângulo de inclinação de um vetor e suas componentes vertical e horizontal no sistema de coordenadas cartesianas. Muitas vezes se faz necessário ter mais que a lousa e o livro didático como recursos à mão.

Neste sentido, programas e simulações podem ser utilizados como recursos para ensino-aprendizagem por serem dinâmicos e visualmente atrativos, de forma a auxiliarem na construção do conhecimento dos estudantes. A esses programas e simulações deu-se o nome de *objeto de aprendizagem*³.

Decomposição Vetorial

A decomposição vetorial baseia-se no fato de que um vetor qualquer pode ser obtido a partir da soma de dois outros vetores. Ao considerar um vetor \vec{V} descrito num plano cartesiano, pode-se representá-lo a partir de dois vetores situados sobre os eixos x e y , convenientemente nomeados de \vec{V}_x e \vec{V}_y , respectivamente, de forma que $\vec{V} = \vec{V}_x + \vec{V}_y$.

Deste modo, atrevo-me a dizer que a soma vetorial e a decomposição vetorial são processos inversos, assim como multiplicação e divisão. Observe a Figura 28b, ao somar $\vec{V}_x + \vec{V}_y$ obtemos exatamente \vec{V} .

³ “Objetos de aprendizagem são qualquer entidade, digital ou não, que pode ser utilizada, reutilizada ou referenciada no processo de aprendizagem apoiada em tecnologias” (IEEE/LTSC, 2000).

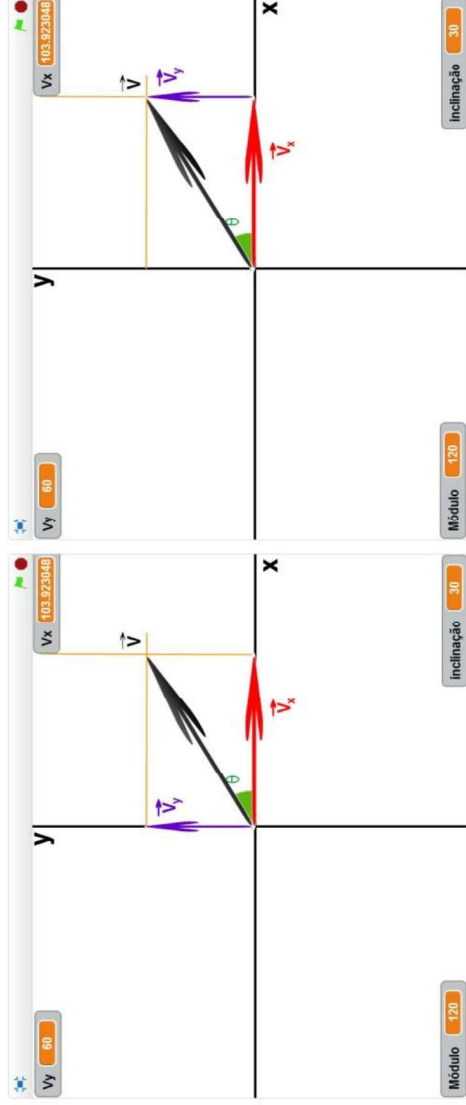


Figura 28a - Decomposição vetorial.

Figura 29b - A soma das componentes resulta em V.

Mas como chegar aos valores dessas componentes \vec{V}_x e \vec{V}_y ? A resposta para essa pergunta surge das relações trigonométricas do triângulo retângulo, uma vez que o ângulo entre as componentes \vec{V}_x e \vec{V}_y é 90° .

$$\cos \theta = \frac{V_x}{V} \rightarrow V \cdot \cos \theta = V_x \rightarrow V_x = V \cdot \cos \theta$$

$$\text{Sen } \theta = \frac{V_y}{V} \rightarrow V \cdot \text{sen } \theta = V_y \rightarrow V_y = V \cdot \text{sen } \theta$$

Dessa forma, se tivermos a inclinação θ , podemos calcular os módulos de \vec{V}_x e \vec{V}_y .

Objetivos

Sugerir ao professor um caminho para demonstrar a relação existente entre inclinação e módulo de um vetor com suas componentes vertical e horizontal no sistema de coordenadas cartesianas, utilizando um objeto de aprendizagem como recurso visual e interativo.

Pré-requisitos

O estudante deve conhecer as relações trigonométricas do triângulo retângulo e as relações de soma vetorial.

Tempo previsto para aula

A atividade poderá ter 50min de duração.

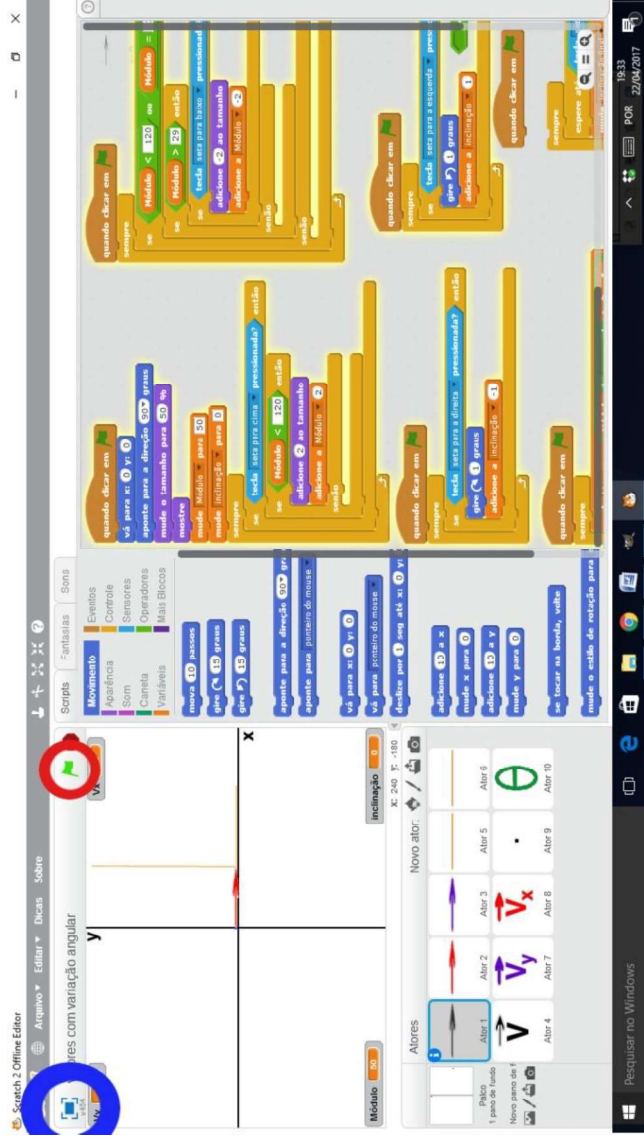


Figura 30 - tela inicial do objeto de aprendizagem.

Na sala de aula

O professor pode resgatar os conceitos prévios acerca dos vetores, da soma vetorial e das relações trigonométricas do triângulo retângulo. Descreveremos nossa sugestão para melhor aproveitamento deste recurso de aprendizagem disponível no link <https://scratch.mit.edu/projects/213883023/>. O professor/aluno poderá clicar no ícone “tela inteira” que fica localizado no canto superior esquerdo – circulado em azul na Figura 29 - para ampliar a tela e facilitar a visualização. O objeto de aprendizagem inicia ao clicar na bandeira verde localizada no canto superior direito – circulado em vermelho na Figura 2. Com as setas direcionais do teclado é possível controlar a inclinação e o módulo do vetor. Os alunos poderão observar que o vetor azul corresponde à componente vertical e o vetor vermelho corresponde à componente horizontal. Pode-se verificar que a mudança na inclinação e no módulo do vetor (\vec{V} - cor preta) resulta na mudança dos módulos das componentes vertical (\vec{V}_y - cor azul) e horizontal (\vec{V}_x – cor vermelha) e em seus sentidos caso a inclinação seja suficiente para posicionar o vetor \vec{V} em outro quadrante.

Ao manter a tecla 1 e o botão direito do mouse pressionados, o vetor \vec{V}_y poderá se deslocar para a posição do mouse, isso permite fechar um triângulo retângulo formado pelos vetores \vec{V} , \vec{V}_y e \vec{V}_x - conforme a figura 1b - e demonstrar as relações entre eles a partir das relações trigonométricas do triângulo retângulo. Algo similar pode ser feito ao manter a tecla 2 pressionada, o vetor \vec{V}_x poderá se deslocar

e assumir a posição do mouse com o mesmo intuito.

Questões para discussão

Há algumas questões que podem ser discutidas como, por exemplo: Que tipo de relação existe entre os vetores \vec{V} , \vec{V}_x e \vec{V}_y ? Porque o vetor \vec{V}_x muda de sentido quando o vetor \vec{V} muda de quadrante? É possível definir o vetor \vec{V} como sendo a soma vetorial entre as componentes vertical e horizontal, ou seja, $\vec{V} = \vec{V}_x + \vec{V}_y$?

Na sala de computadores

Preparação

Os alunos poderão se assentar individualmente ou em duplas nos computadores para realizar a atividade.

Material Necessário

Acreditamos ser necessário apenas o computador. Porém, caso o professor queira enriquecer a aula com algumas verificações adicionais discutidas no tópico “Avaliação” e “Atividades Complementares”, sugerimos que os alunos levem caderno, lápis e borracha.

Requisitos Técnicos

1. Este objeto necessita de navegador (browser) com *plugin* flash atualizado e com acesso a internet;
2. Computador com processador Pentium ou similar, com 512 mb de memória RAM, embora 1 Gb seja recomendável;
3. Monitor capaz de mostrar cores;
4. Sistema operacional Windows da Microsoft ou Linux.

Durante a atividade

A interação entre os alunos pode ser benéfica, a intervenção do professor seria interessante somente no caso de uma dúvida de um grupo de alunos.

Avaliação

É sempre interessante propor questões em escala de dificuldade crescente, por exemplo:

Perguntar quantas componentes tem um vetor? Um vetor descrito num espaço tridimensional teria quantas componentes?

Encontre as componentes do vetor $V = 80u$, descrito no plano xy , quando este forma um ângulo de 30° com a horizontal.

A partir dos resultados da questão anterior, demonstre que $\vec{V} = \vec{V}_x + \vec{V}_y$.

Atividades Complementares

O professor pode levar uma lista de exercícios de decomposição vetorial para que os alunos verifiquem se o objeto educacional produz resultados exatos.

Referências Bibliográficas

- Halliday, Resnick, Walker. *Fundamentos de Física - Volume 1*. LTC.
- Leila Maria Araújo Santos, Maria Lucia Pozzatti Flores, Liane Margarida Rockenbach Tarouco. (2007). Objeto De Aprendizagem: Teoria Instrutiva Apoiada por. *CINTED-UFRGS Novas Tecnologias na educação*.
- Matias , Fratezzi. *Física Geral para o ensino médio - Volume único*. Saraiva.
- Nussenzveig, M. *Física Básica - Mecânica - Volume 1 - 5ª edição*. Edgar Blücher.
- Ramalho, Nicolau, Toledo. *Os Fundamentos da Física - Volume 1 - 10ª edição*. Moderna.

APÊNDICE D

Guia do Aluno - Decomposição Vetorial

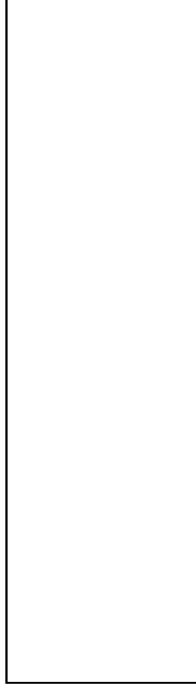
Procedimentos de verificação

- 1- Na tela agora aparece os vetores \vec{V} , \vec{V}_x e \vec{V}_y .. Controle o vetor \vec{V} com os botões direcionais do teclado (as setinhas do teclado).
- 2- Repare no comportamento das componentes \vec{V}_x e \vec{V}_y .
- 3- Repare no ângulo de inclinação do vetor \vec{V} .

Para registrar

1- Mude a inclinação do vetor \vec{V} para 30° e seu módulo para 100.

- a) Quais são os Valores das componentes \vec{V}_x e \vec{V}_y ?
- b) Mantenha a tecla 1 pressionada e clique no botão esquerdo do mouse (botão usual) para deslocar o vetor \vec{V}_y . Desloque o vetor \vec{V}_y para a ponta da flecha do vetor \vec{V}_x , mas de forma que ainda seja visível. Observe o arranjo feito pelos vetores \vec{V}_y , \vec{V}_x e \vec{V} e os desenhe no quadro abaixo o que observou.

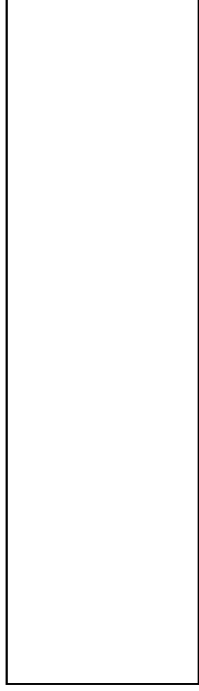


2- Mude a inclinação do vetor \vec{V} para 45° e seu módulo para 80.

- a) Qual é o resultado das componentes \vec{V}_x e \vec{V}_y ?
- b) Mantenha a tecla 1 pressionada e clique no botão esquerdo do mouse (botão usual) para deslocar o vetor \vec{V}_y . Desloque o vetor \vec{V}_y para a ponta da flecha do vetor \vec{V}_x , mas de forma que ainda seja visível. Observe o arranjo feito pelos vetores \vec{V}_y , \vec{V}_x e \vec{V} e desenhe no quadro abaixo o que observou.



- 3- Mude a inclinação do vetor \vec{V} para 60° e seu módulo para 100.
- c) Qual é o resultado das componentes \vec{V}_x e \vec{V}_y ?
- d) Mantenha a tecla 1 pressionada e clique no botão esquerdo do mouse (botão usual) para deslocar o vetor \vec{V}_y . Desloque o vetor \vec{V}_y para a ponta da flecha do vetor \vec{V}_x , mas de forma que ainda seja visível. Observe o arranjo feito pelos vetores \vec{V}_y , \vec{V}_x e \vec{V} e desenhe no quadro abaixo o que observou.



- 4- Na decomposição vetorial é possível ver que sempre se pode obter um triângulo retângulo ao deslocar o vetor \vec{V}_y para a ponta da seta do vetor \vec{V}_x .
- a) Em que consiste a decomposição vetorial?
- b) Qual é o resultado da soma vetorial $\vec{V}_y + \vec{V}_x$?
- c) Como podemos expressar \vec{V}_x e \vec{V}_y em função de \vec{V} ? Dica: Utilize as razões trigonométricas do triângulo retângulo.
- d) Pode-se concluir que a decomposição vetorial é o processo análogo à soma vetorial do Caso 3, em que as direções dos vetores são perpendiculares?

APÊNDICE E

Guia Do Professor - Lançamento Oblíquo

Introdução

Ensinar o movimento de lançamento oblíquo é desafiador, especialmente quando é preciso explicar as relações vetoriais presentes neste estudo. O módulo do vetor velocidade inicial e suas componentes vertical e horizontal relacionam-se com as características do lançamento oblíquo e podem influenciar no alcance horizontal do lançamento, por exemplo. Mas a velocidade é o único fator responsável pelo alcance horizontal? Veremos que não.

Muitas vezes se faz necessário ter mais que a lousa e o livro didático como recursos à mão para verificar tais situações, neste sentido, programas e simulações podem ser utilizados como recursos para o ensino e aprendizagem por serem dinâmicos e visualmente atraentes, e por auxiliarem na construção do conhecimento dos estudantes. A esses programas e simulações deu-se o nome de *objeto de aprendizagem*⁴.

Lançamento Oblíquo

O Lançamento Oblíquo ocorre quando um goleiro chuta uma bola durante o tiro de meta, quando um atleta arremessa um disco, quando um caçador dispara em direção a um pássaro ou quando um morteiro é disparado em direção ao inimigo. Seja qual for a situação, há formas de calcular e determinar as variáveis para que o atleta tenha seu desempenho melhorado e o soldado acerte seu alvo.

O primeiro ponto a ser estudado está nas características do movimento bidimensional. Para o estudarmos melhor, precisaremos separar o movimento em duas partes, a parte *vertical* e a parte *horizontal*, de forma que possamos analisar o movimento de forma completa.

A característica da parte horizontal do movimento oblíquo é uma velocidade constante nesta direção sempre que a resistência do ar puder ser desprezada. Ora, se a velocidade horizontal é constante então o movimento característico é o Movimento Uniforme, por esse motivo pode-se aplicar a equação do movimento uniforme para essa parte horizontal do movimento.

⁴ “Objetos de aprendizagem são qualquer entidade, digital ou não, que pode ser utilizada, reutilizada ou referenciada no processo de aprendizagem apoiada em tecnologias” (IEEE/LTSC, 2000).

$$S_x = S_{0x} + V_x \cdot t$$

Onde S_x é a posição do objeto lançado projetada sob o eixo x, S_{0x} é a posição inicial do objeto sob o eixo x, V_x é a velocidade constante deste objeto na direção horizontal e t é o tempo.

Já a característica da parte vertical é, na ausência de resistência do ar, a variação da velocidade num ritmo constante. Desse modo, podemos caracterizar essa parte do movimento como sendo um Movimento Uniformemente Variado, podendo utilizar e aplicar as equações deste tipo de movimento.

$$V_y = V_{0y} - gt$$

$$S_y = S_{0y} + V_{0y}t - \frac{gt^2}{2}$$

$$V_y^2 = V_{0y}^2 - 2a\Delta S_y$$

Onde V_y é a velocidade vertical instantânea do objeto ao longo de todo o movimento, V_{0y} é a velocidade inicial vertical do objeto lançado, g é o módulo da gravidade no local do lançamento e t é o tempo, S_y é a posição do objeto projetada sob o eixo y, S_{0y} é a posição inicial do objeto sob o eixo y, ΔS_y é altura relativa à posição inicial,. Note que o sinal que antecede g nas equações é negativo, isso se deve à orientação da gravidade contrária à progressão da posição. Se o movimento do projétil ocorre verticalmente para cima então como a gravidade é sempre para baixo, ela atua para reduzir a velocidade até atingir o ponto mais alto da trajetória, após isso, o módulo da velocidade volta a aumentar.

Agora que já definimos as variáveis e os parâmetros necessários para o entendimento desse movimento, precisamos saber como calcular as componentes V_x e V_{0y} , para tanto, basta aplicar a decomposição vetorial do vetor \vec{V}_0 (velocidade inicial de lançamento) e desta forma determinar \vec{V}_x e \vec{V}_{0y} .

$$\vec{V}_x = \vec{V}_0 \cdot \cos\theta$$

$$\vec{V}_{0y} = \vec{V}_0 \cdot \operatorname{sen}\theta$$

Onde θ é a inclinação do lançamento. Dessa forma, se tivermos a inclinação θ , podemos calcular os módulos de \vec{V}_x e \vec{V}_{0y} .

Objetivos

Oferecer ao professor um caminho para demonstrar a relação existente entre inclinação e módulo do vetor \vec{V}_0 de lançamento com suas componentes vertical e horizontal (\vec{V}_{0y} e \vec{V}_x) e o alcance, bem como com as demais características do movimento de lançamento oblíquo, utilizando um objeto de aprendizagem como recurso visual e interativo.

Pré-requisitos

O estudante precisa conhecer a decomposição vetorial, as equações dos movimentos uniforme e uniformemente variado e ter em mente alguns exemplos de lançamentos oblíquos.

Tempo previsto para aula

A atividade poderá ter 50min de duração.

Na sala de aula

Antes de levar os alunos ao laboratório de informática, o professor pode resgatar os conceitos prévios acerca da decomposição vetorial e das características dos movimentos uniforme e uniformemente variado. Relembrar as equações desses movimentos e até mesmo desenvolver alguma situação problema com os alunos, identificando o que é alcance horizontal, altura máxima, velocidade de lançamento e inclinação. Isso pode ajudar no momento de utilizar o objeto de aprendizagem no laboratório.

É importante comunicar ao aluno que o objetivo dessa aula é demonstrar as relações existentes entre o ângulo de inclinação do lançamento com o alcance horizontal do lançamento. Sendo assim, o aluno poderá verificar no laboratório que a relação entre inclinação e alcance não é linear. Como essa relação pode ser descrita?

Quando chegar ao laboratório, já com o objeto de aprendizagem aberto, o professor pode incentivar os alunos a procurarem a inclinação que garante o maior alcance ao lançamento. O professor pode propor que os alunos procurem inclinações diferentes que produzem o mesmo alcance mantendo o mesmo valor para a velocidade inicial de lançamento.

Instruções sobre o Objeto de Aprendizagem

Descreveremos nossa sugestão para melhor aproveitamento deste recurso de aprendizagem disponível no link <https://scratch.mit.edu/projects/213883420/>. O professor/aluno poderá clicar no ícone “tela inteira” que fica localizado no canto superior esquerdo – circulado em azul na Figura 30 – para ampliar a tela e facilitar a visualização. O objeto de aprendizagem inicia ao clicar na bandeira verde localizada no canto superior direito – circulado em vermelho na Figura 30. Com as setas direcionais do teclado é possível controlar a inclinação de lançamento. Ao pressionar

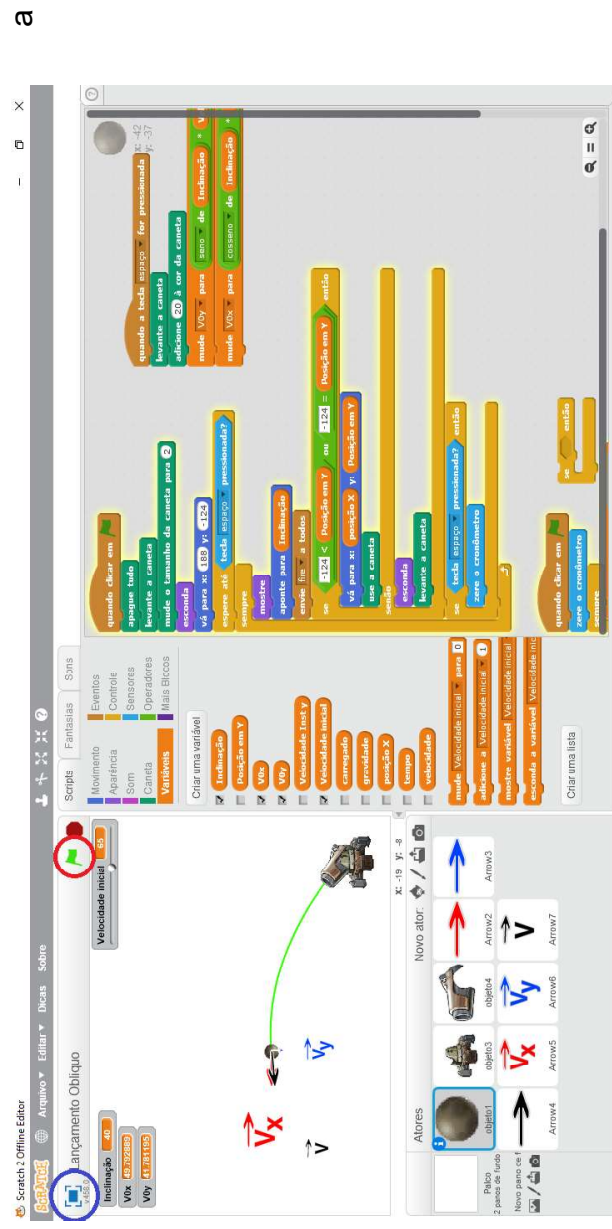


Figura 31 - tela inicial do objeto de aprendizagem

tecla espaço, o canhão dispara na direção escolhida com as setas direcionais. Os alunos poderão observar que o vetor azul corresponde à componente vertical e o vetor vermelho corresponde à componente horizontal. Pode-se verificar que a mudança na inclinação e no módulo do vetor (\vec{V} - cor preta) resulta na mudança do módulo da componente vertical (\vec{V}_y - cor azul) e em seu sentido, mas não do componente horizontal (\vec{V}_x - cor vermelha), isso porque o movimento horizontal é uniforme.

Questões para discussão

- Que tipo de relação existe entre os vetores \vec{V} , \vec{V}_x e \vec{V}_y ?
- Porque o vetor \vec{V}_y muda de sentido ao longo do movimento?
- Qual é o valor de V_y no ponto mais alto da trajetória?

- Em que instante de tempo o objeto passa pelo ponto mais alto da trajetória?
- Como calcular a altura máxima atingida num lançamento oblíquo?
- Que ângulo de lançamento garante o alcance máximo?
- Se mudarmos apenas a inclinação do lançamento, mantendo todos os outros parâmetros constantes, podemos obter um mesmo alcance horizontal com diferentes inclinações?

Na sala de computadores

Preparação

Os alunos poderão se assentar individualmente ou em duplas nos computadores para realizar a atividade.

Material Necessário

Acreditamos ser necessário apenas o computador. Porém, caso o professor queira enriquecer a aula com algumas verificações adicionais discutidas no tópico “Avaliação” e “Atividades Complementares”, sugerimos que os alunos levem caderno, lápis e borracha.

Requisitos Técnicos

1. Este objeto necessita de navegador (browser) com *plugin* Flash atualizado e acesso a internet;
2. Computador com processador Pentium ou similar, com 512 Mb de memória RAM, embora 1 Gb seja recomendável;
3. Monitor capaz de mostrar cores;
4. Sistema operacional Windows da Microsoft ou Linux.

Durante a atividade

A interação entre os alunos pode ser benéfica, a intervenção do professor seria interessante somente no caso de uma dúvida de um grupo de alunos.

Avaliação

É sempre interessante propor questões em escala de dificuldade crescente, por exemplo:

- Perguntar qual é a velocidade horizontal do objeto?
- Qual é a velocidade vertical inicial do objeto?
- Qual é a velocidade do objeto no ponto mais alto da trajetória?
- Calcule o alcance horizontal de um objeto lançado numa inclinação de 30°, com velocidade inicial de 20m/s, num local onde a gravidade é 10m/s².

Atividades Complementares

O professor pode levar uma lista de exercícios de lançamento oblíquo para que os alunos verifiquem se o objeto de aprendizagem produz resultados coerentes com a teoria.

Referências Bibliográficas

Halliday, Resnick, Walker. *Fundamentos de Física - Volume 1*. LTC.

Leila Maria Araújo Santos, Maria Lucia Pozzatti Flores, Liane Margarida Rockenbach Tarouco. (2007). OBJETO DE APRENDIZAGEM: TEORIA INSTRUTIVA APOIADA POR. CINTED-UFRGS *Novas Tecnologias na educação*.

Matias , Fratezzi. *Física Geral para o ensino médio - Volume único*. Saraiva.

Nussenzveig, M. *Física Básica - Mecânica - Volume 1 - 5° edição*. Edgar Blücher.

Ramalho, Nicolau, Toledo. *Os Fundamentos da Física - Volume 1 - 10° edição*. Moderna.

APÊNDICE F

Guia do Aluno – Soma Vetorial

Procedimentos iniciais

- 7- Ligue o computador e inicie o programa Scratch.
- 8- Abra o arquivo “Lançamento Oblíquo”
- 9- Após carregar o arquivo, clique no ícone “tela inteira” situado no canto superior esquerdo.
- 10- Clique na bandeira verde. Sempre que precisar reiniciar, clique no botão vermelho e logo em seguida na bandeira verde novamente.

Procedimentos de verificação

- 5- Na tela agora aparecem o canhão e os dados de inclinação e velocidade de lançamento.
- 6- Controle o ângulo de lançamento com as teclas direcionais do teclado (setinhas do teclado).
- 7- Dispare o canhão com a tecla espaço.

Para registrar: Velocidade de Lançamento

- 5- Fixe a inclinação do canhão para 35° e mude a velocidade inicial do lançamento partindo de 40 e efetue o primeiro disparo e observe o movimento do projétil do canhão
 - 6- Observe o arranjo feito pelos vetores \vec{V}_x , \vec{V}_y e \vec{V} .
 - 7- Fixe a inclinação do canhão para 35° e mude a velocidade Inicial do lançamento partindo de 45. O lançamento teve maior alcance?
-
- 8- Fixe a inclinação do canhão em 35° e vá aumentando 5 unidades na velocidade de lançamento a cada novo disparo, partindo de 50 até chegar a 65.
 - 9- Escreva na linha abaixo qual é a velocidade inicial que produziu maior alcance.
-
- 10- Quanto maior a velocidade Inicial maior o alcance?
-

Para registrar: Ângulo de Lançamento

- 1- Mude a inclinação do canhão para 15° e fixe a velocidade do lançamento em 65. Efetue o primeiro disparo e observe o movimento do projétil do canhão
- 2- Observe o arranjo feito pelos vetores \vec{V}_x , \vec{V}_y e \vec{V} .
- 3- Acrescente 5° à inclinação e efetue o segundo disparo. O lançamento teve maior alcance?
- 4- Varie a inclinação, acrescentando 5° a cada disparo e responda a seguinte pergunta: Qual é a inclinação que produz o maior alcance?

- 5- Agora que encontrou o ângulo que garante o maior alcance, reinicie a simulação.
- 6- Partindo da inclinação 10° , acrescente 10° à inclinação a cada novo disparo e anote as inclinações que tiveram alcances iguais. Existe algo em comum nesses lançamentos que tiveram alcances iguais, descubra o que é. Dica: Tem relação com ângulos complementares.
- 7- Responda a seguinte pergunta: Quanto maior a Inclinação, maior o alcance do lançamento?
-

Avaliação

- 1- Um objeto é lançado obliquamente num ângulo de 30° , com velocidade inicial de 20 m/s.
- a) Qual é a componente horizontal da velocidade do objeto?
- b) A componente \vec{V}_x da velocidade do objeto varia ao longo do movimento bidimensional do objeto?
- c) Qual é a componente vertical da velocidade inicial do objeto?
- d) A componente \vec{V}_y da velocidade do objeto varia ao longo do movimento bidimensional do objeto?
- e) Que tipo de relação existe entre os vetores \vec{V} , \vec{V}_x e \vec{V}_y ?
- f) Porque o vetor \vec{V}_y muda de sentido ao longo do movimento?
- g) Qual é o valor de V_y no ponto mais alto da trajetória?
- h) Qual é a velocidade do objeto no ponto mais alto da trajetória?
- i) Em que instante de tempo o objeto passa pelo ponto mais alto da trajetória?
- j) Qual é o alcance horizontal deste lançamento?

Referencias Bibliográficas

- Halliday, Resnick, Walker. *Fundamentos de Física - Volume 1*. LTC.
- Hewitt, P. G. Física Conceitual. In: P. G. Hewitt, *Física Conceitual* (p. Capítulo 32).
- Leila Maria Araújo Santos, Maria Lucia Pozzatti Flores, Liane Margarida Rockenbach Tarouco. (2007). Objeto De Aprendizagem: Teoria Instrutiva Apoiada por. *CINTED-UFRGS Novas Tecnologias na educação*.
- Matias , Fratezzi. *Física Geral para o ensino médio - Volume único*. Saraiva.

- Nussenzveig, M. *Física Básica - Mecânica - Volume 1 - 5ª edição*. Edgar Blücher.
- Paivio, A. (1991). Dual Coding Theory: retrospect and current status. *Can. J. Psychol* (45), 255.
- Ramalho, Nicolau, Toledo. *Os Fundamentos da Física - Volume 1 - 10ª edição*. Moderna.
- Tavares, R. (s.d.). www.fisica.ufpb.br/~romero. Acesso em 03 de Janeiro de 2017, disponível em <http://www.fisica.ufpb.br/~romero/pdf/ANPED-28.pdf>

APÊNDICE G

Formulário de pesquisa Aplicado no CEM 414 de Samambaia.

Questionário para pesquisa qualitativa de satisfação/motivação em desenvolver simulações de fenômenos físicos.

- 1) O auxílio da informática, o uso e desenvolvimento de simuladores despertou maior interesse pelas aulas de Física?
 - a) Concordo Plenamente
 - b) Concordo com restrições
 - c) Discordo Plenamente
 - d) Discordo

- 2) O desenvolvimento de simuladores interativos foi importante para o entendimento dos tópicos estudados?
 - a) Concordo Plenamente
 - b) Concordo com restrições
 - c) Discordo Plenamente
 - d) Discordo

- 3) O material sobre Scratch disponibilizado na Internet foi importante para o seu desenvolvimento e aprendizagem dos tópicos de física?
 - a) Concordo Plenamente
 - b) Concordo com restrições
 - c) Discordo Plenamente
 - d) Discordo

- 4) Você acredita ter aprendido os tópicos de Física durante o desenvolvimento de simulações?
 - a) Concordo Plenamente
 - b) Concordo com restrições
 - c) Discordo Plenamente
 - d) Discordo

- 5) O mapa Conceitual/mental disponibilizado pelo professor no material de Vetores, relacionando conceitos e ideias, foram significativos para minha organização mental de outros assuntos?
 - a) Concordo Plenamente
 - b) Concordo com restrições

- c) Discordo Plenamente
d) Discordo
- 6) Você acredita que teria aprendido mais sobre os tópicos de física se as aulas tivessem acontecido sem auxílio da informática, com apenas as explicações do professor no quadro e o estudo de suas notações?
- a) Concordo Plenamente
b) Concordo com restrições
c) Discordo Plenamente
d) Discordo
- 7) Qual é a sua impressão sobre esta metodologia de ensino? Marque a resposta que mais se aproxima de sua opinião:
- e) A metodologia em si é muito boa. Mas os alunos devem estar comprometidos.
f) Muito importante porque é preciso renovação para que as aulas não se tornem monótonas, assim, todos ficam atentos.
g) O uso da informática é importante, mas a interação entre aluno e professor fica prejudicada com esse instrumento.
h) Ótima, pois eu adoro lidar como o computador, porque ele me chama atenção.
- 8) Você se sentiu mais motivado em aprender Física utilizando e desenvolvendo simuladores do que quando o professor usa somente sua exposição oral e a lousa?
- a) SIM
b) NÃO
- 9) Em sua opinião, você foi mais participativo e comunicativo com os demais colegas da turma e com o professor nas aulas práticas com simuladores do que nas aulas sem estes instrumentos?
- a) SIM
b) NÃO
- 10) Você considera que ao desenvolver simuladores, a fim de aprender Física, foi maior seu prazer em aprender?
- a) SIM
b) NÃO

APÊNDICE H

Formulário de pesquisa Aplicado no CEM 03 de Taguatinga Sul.

QUESTIONÁRIO PARA PESQUISA QUALITATIVA DE SATISFAÇÃO/MOTIVAÇÃO DO O.A. EM FÍSICA.

- 1- O auxílio da informática, o uso de simuladores despertou maior interesse pelas aulas de Física?
 - a) Concordo Plenamente
 - b) Concordo com restrições
 - c) Discordo Plenamente
 - d) Discordo

- 2- O uso de simuladores interativos foi importante para o entendimento dos tópicos estudados?
 - a) Concordo Plenamente
 - b) Concordo com restrições
 - c) Discordo Plenamente
 - d) Discordo

- 3- O material de vetores disponibilizado no livro didático foi importante para a sua aprendizagem do assunto?
 - a) Concordo Plenamente
 - b) Concordo com restrições
 - c) Discordo Plenamente
 - d) Discordo

- 4- Você acredita ter aprendido os tópicos de Vetores com auxílio do livro didático?
 - a) Concordo Plenamente
 - b) Concordo com restrições
 - c) Discordo Plenamente
 - d) Discordo

- 5- Como você classifica o nível do material de Vetores disponibilizado no livro didático?
 - a) Excelente
 - b) Bom
 - c) Regular
 - d) Ruim

6- O mapa conceitual/mental sobre vetores disponibilizado pelo professor, foi significativo para minha aprendizagem?

- a) Concordo Plenamente
- b) Concordo com restrições
- c) Discordo Plenamente
- d) Discordo

7- Você acredita que teria aprendido mais sobre vetores se as aulas tivessem acontecido sem auxílio da informática, com apenas as explicações do professor no quadro e o estudo de suas anotações?

- a) Concordo Plenamente
- b) Concordo com restrições
- c) Discordo Plenamente
- d) Discordo

8- Qual é a sua impressão sobre esta metodologia de ensino?

9- Você se sentiu mais motivado em aprender Física utilizando os guias didáticos e os simuladores do que quando o professor usa somente sua exposição oral e a lousa?

- a) SIM
- b) NÃO

10- Em sua opinião, você foi mais participativo e comunicativo com os demais colegas da turma e com o professor nas aulas práticas com simuladores e guias didáticos do que nas aulas sem estes instrumentos?

- a) SIM
- b) NÃO

11- Você considera que ao utilizar os simuladores e guias didáticos a fim de aprender Física foi maior seu prazer em aprender?

- a) SIM
- b) NÃO