



GAMIFICAÇÃO E GAMES NO ENSINO DE MECÂNICA NEWTONIANA: UMA PROPOSTA DIDÁTICA UTILIZANDO O JOGO BUNNY SHOOTER E O APLICATIVO SOCRATIVE

Maurício Dantas dos Anjos

Orientadora:
Silvana Perez

Belém - Pa
Dezembro 2017

MNPEF Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física	 Universidade Federal do Pará	 SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA
--	---	---

ATA DA APRESENTAÇÃO E DEFESA DE DISSERTAÇÃO DO MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA.

ATA DA 12ª SESSÃO DE APRESENTAÇÃO E DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO INTITULADA "GAMIFICAÇÃO NO ENSINO DE MECÂNICA NEWTONIANA: UMA PROPOSTA DIDÁTICA UTILIZANDO O JOGO BUNNY SHOOTER E O APLICATIVO SOCRATIVE" PARA CONCESSÃO DO GRAU DE MESTRE EM ENSINO FÍSICA, COMO DISPÕE O ARTIGO 33º DO REGIMENTO DO MNPEF, REALIZADA ÀS 16 HORAS DO DIA 15 DE DEZEMBRO DE 2017, NO AUDITÓRIO DO LABORATÓRIO DE FÍSICA-ENSINO. A DISSERTAÇÃO FOI APRESENTADA DURANTE 50 MINUTOS PELO CANDIDATO MAURICIO DANTAS DOS ANJOS, DIANTE DA BANCA EXAMINADORA APROVADA PELA SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA, ASSIM CONSTITUÍDA: MEMBROS: PROFa. Dra. SILVANA PEREZ (ORIENTADORA), PROF. Dr. NELSON STUDART FILHO (MEMBRO EXTERNO 1), PROF. Dr. ANDREY GOMES MARTINS (MEMBRO EXTERNO 2) E A PROFa. Dra. SIMONE DA GRAÇA DE CASTRO FRAIHA (MEMBRO INTERNO). EM SEGUIDA, O CANDIDATO FOI SUBMETIDO À ARGÜIÇÃO, TENDO DEMONSTRADO PLENO CONHECIMENTO NO TEMA OBJETO DA DISSERTAÇÃO, HAVENDO À BANCA EXAMINADORA DECIDIDO PELA APROVAÇÃO DA MESMA, E QUE SE PROCEDA NA VERSÃO FINAL AS RECOMENDAÇÕES SUGERIDAS. PARA CONSTAR, FORAM LAVRADOS OS TERMOS DA PRESENTE ATA, QUE LIDA E APROVADA RECEBE A ASSINATURA DOS INTEGRANTES DA BANCA EXAMINADORA E DO CANDIDATO.

CANDIDATO: Mauricio Dantas dos Anjos

BANCA EXAMINADORA:

Sil Perez
Prof. Dra. Silvana Perez
(Orientadora - MNPEF - UFPA)

N. Studart
Prof. Dr. Nelson Studart Filho
(Membro Externo 1 - MNPEF - UFABC)

Andrey Gomes Martins
Prof. Dr. Andrey Gomes Martins
(Membro Externo 2 - MNPEF - UFPA)

Simone Fraiha
Prof. Dra. Simone Da Graça De Castro Fraiha
(Membro Interno - MNPEF - UFPA)

MNPEF Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física	 Universidade Federal do Pará	 SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA
--	---	---

**PARECER DA BANCA EXAMINADORA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DO
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA.**

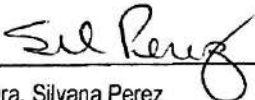
Discente: MAURICIO DANTAS DOS ANJOS

Tema: "GAMIFICAÇÃO NO ENSINO DE MECÂNICA NEWTONIANA: UMA PROPOSTA DIDÁTICA UTILIZANDO O JOGO BUNNY SHOOTER E O APLICATIVO SOCRATIVE"

A Banca Examinadora composta pelos Professores: PROFa. Dra. SILVANA PEREZ (ORIENTADORA), PROF. Dr. NELSON STUDART FILHO (MEMBRO EXTERNO 1), PROF. Dr. ANDREY GOMES MARTINS (MEMBRO EXTERNO 2) E A PROFa. Dra. SIMONE DA GRAÇA DE CASTRO FRAIHA (MEMBRO INTERNO) consideram o candidato:

APROVADO

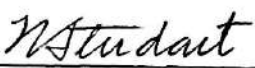
Secretaria do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) da Universidade Federal do Pará, em 15 de dezembro de 2017.



Prof. Dra. Silvana Perez
(Orientadora - MNPEF – UFPA)



Prof. Dr. Andrey Gomes Martins
(Membro Externo 2 - MNPEF – UEPA)



Prof. Dr. Nelson Studart Filho
(Membro Externo 1 - MNPEF – UFABC)



Prof. Dra. Simone Da Graça De Castro Fraiha
(Membro Interno - MNPEF – UFPA)

GAMIFICAÇÃO E *GAMES* NO ENSINO DE MECÂNICA NEWTONIANA: UMA PROPOSTA DIDÁTICA UTILIZANDO O JOGO BUNNY SHOOTER E O APLICATIVO SOCRATIVE

Maurício Dantas dos Anjos

Orientadora:
Silvana Perez

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Pará (UFPA) no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Prof^a Dr^a Silvana Perez
(UFPA)

Prof. Dr. Nelson Studart

Prof. Dr. Andrey Martins

Prof. Dr. Simone Fraiha

Dezembro de 2017

Anjos, Maurício Dantas dos

Gamificação e games no ensino de mecânica newtoniana: uma proposta didática utilizando o jogo Bunny Shooter e o aplicativo socrative/ Maurício Dantas dos Anjos; orientador, Silvana Perez .-2017.

206f. il. 29 cm

Inclui bibliografias

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Pará, Instituto de Ciências Exatas e Naturais, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Belém, 2017.

1. Física-Estudo e ensino (Ensino médio).
 2. Mecânica-Estudo e ensino-Avaliação.
 3. Jogos-Conhecimentos e aprendizagem-Metodologia.
 4. Tecnologia educacional.
 5. Avaliação educacional.
- I. Perez, Silvana, Orient. II. Título.

CDD – 22 ed. 530.7

É necessário fazer outras perguntas, ir atrás das indagações que produzem o novo saber, observar com outros olhares através da história pessoal e coletiva, evitando a empáfia daqueles e daquelas que supõem já estar de posse do conhecimento e da certeza.

Cortella

AGRADECIMENTOS

Agradecer a Deus que, me permitiu enxergar o quanto somos capazes de amadurecer no exercício do ofício, quando percebemos dedicação e humildade como elementos primordiais na vida daqueles aspiram reconhecimento profissional.

Aos meus filhos e minha esposa que sempre estiveram ao meu lado, acompanhando, incentivando e dividindo comigo, tarefas que não mais pude assumir plenamente em virtude do tempo exíguo por motivo de ocupação no mestrado.

À minha orientadora Silvana Perez por me permitir ter a honra de ser conduzido com clareza, dedicação e extrema competência profissional. Se não bastasse isso, agradeço sua enorme colaboração com o desenvolvimento do produto educacional, e por ter participado substancialmente em meu amadurecimento como professor.

Ao corpo docente da Faculdade de Física da UFPA, especialmente aos professores que constituem o quadro do MNPEF.

Ao grande amigo Nonato Reis que, através de seu relevante incentivo teve papel fundamental no encaminhamento deste trabalho, compartilhando seus objetos de leitura, suas experiências e, dedicando-se inclusive, na revisão de aspectos importantes dentro do produto apresentado.

Ao meu irmão Eder Guimarães, por ter me incentivado e conduzido inicialmente meu entendimento sobre o significado do MNPEF, além de sua valorosa colaboração com meu ingresso no referido programa de pós-graduação.

RESUMO

GAMIFICAÇÃO E GAMES NO ENSINO DE MECÂNICA NEWTONIANA: UMA PROPOSTA DIDÁTICA UTILIZANDO O JOGO BUNNY SHOOTER E O APLICATIVO SOCRATIVE

Maurício Dantas
Orientadora: Silvana Perez

Neste trabalho é apresentada uma sequência didática que objetiva ensinar mecânica clássica em turmas da série inicial do ensino médio, baseando-se em gamificação, cuja fundamentação é admitir o uso da mecânica, arquitetura e estética dos jogos para engajar e motivar professores, buscando potencializar a aprendizagem dos estudantes. A pesquisa foi aplicada em duas turmas do período vespertino do primeiro ano do ensino médio, em um colégio particular da cidade de Belém-Pa. Foram utilizados diversos recursos tecnológicos, como *smartphones*, *tablets*, projetores, internet, bem como jogos digitais e aplicativos de análise de desempenho. As atividades foram desenvolvidas especificamente com o jogo digital *Bunny Shooter*, através do qual os estudantes realizaram atividades participativas interagindo com elementos do jogo ligados à Física (planos inclinados, arco e flecha, camas elásticas, superfícies com atrito, pêndulos simples etc.) o que estimulou um estado de interesse significativo em todos que se envolveram no trabalho, inclusive no professor. Foram elaborados mais de cento e vinte desafios sobre mecânica, dos quais a grande maioria só pode ser resolvida com a utilização do jogo (acesso à fase ou manipulação das jogadas propostas). Os estudantes foram avaliados através do aplicativo para análise de desempenho *Socratic*, com cinco desafios objetivos a cada missão (aula), que exigiam o entendimento conceitual e análise teórica envolvendo matemática. Foi feita uma comparação das notas obtidas pelos estudantes na primeira avaliação, onde o conteúdo foi repassado pelo método tradicional utilizado pela escola, com a dinâmica proposta pelo trabalho; os dados mostraram uma melhora considerável nas médias das duas turmas. O resultado satisfatório pode ter sido alcançado em razão da motivação e compenetração dos alunos diante da utilização de uma proposta pouco explorada cotidianamente em seus ambientes de estudo. Os depoimentos de alunos e as manifestações à favor da continuidade do método, indicam que a técnica empregada teve aceitação muito alta pelos estudantes. Os desafios elaborados, a discussão sobre gamificação, as etapas de como fazer uma gamificação, o material instrutivo utilizado nas aulas, os questionários e slides para apresentação aos alunos acerca do significado e implementação da gamificação, estarão disponíveis *online* na plataforma do Mestrado.

Palavras-chave: Ensino de Física, Gamificação.

Dezembro 2017

ABSTRACT

GAMIFICATION AND GAMES IN NEWTONIAN MECHANICAL TEACHING: A TEACHING PROPOSAL USING THE BUNNY SHOOTER GAME AND THE SOCRATIVE APPLICATION

Maurício Dantas
Advisor: Silvana Perez

This work presents a didactic sequence that aims to teach classical mechanics in classes of the initial high school series, based on gamification, which admits the use of mechanics, architecture and aesthetics of games to engage and motivate teachers, seeking to enhance the learning. The research was applied in two classes of the afternoon period of the first year of high school, in a private school in the city of Belém-Pa. Various technological resources were used, such as smartphones, tablets, projectors, internet, as well as digital games and performance analysis applications. The activities were developed specifically with the digital game Bunny Shooter, through which students performed participatory activities interacting with elements of the game related to physics (inclined planes, bow and arrow, trampolines, friction surfaces, simple pendulums, etc.). stimulating a state of significant interest in everyone involved in the work, including the teacher. More than one hundred and twenty mechanical challenges were elaborated, of which the great majority can only be solved by using the game (access to the stage or manipulation of the proposed moves). The students were evaluated through the Socrative performance analysis application, with five objective challenges to each mission (class), which required conceptual understanding and theoretical analysis involving mathematics. A comparison was made of the grades obtained by the students in the first evaluation, where the content was passed through the traditional method used by the school, with the dynamics proposed by the work; the data showed a considerable improvement in the means of the two classes. The satisfactory result may have been achieved due to the motivation and the students' understanding of the use of a proposal that is rarely explored daily in their study environments. The students' statements and the manifestations in favor of the continuity of the method, indicate that the technique employed was very high acceptance by the students. The challenges developed, the discussion about gamification, the steps of how to make a gamification, the instructional material used in the classes, the questionnaires and slides for presentation to the students about the meaning and implementation of the gamification, will be available online in the platform of the Master.

Keywords: Physics Teaching, Gamification, Games.

Belém – Pa

December 2017

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1: Introdução.....	15
CAPÍTULO 2: Games, importante recurso na aprendizagem.....	20
2.1 O <i>game</i> bunny shooter	29
CAPÍTULO 3: Aplicação das teorias de aprendizagem no ensino de física por meio de games	31
3.1 Paralelo entre comportamentalismo de Skinner e ensino através de <i>games</i>	31
3.2 Paralelo entre construtivismo de Vygotsky e ensino através de <i>games</i>	35
CAPÍTULO 4: Metodologia do produto educacional instrutivo	39
4.1 – Organização do ambiente de sala de aula	39
4.2 – Jornada	40
4.3 – Apresentação da dinâmica	42
4.4 – Gamificação estrutural da turma	44
4.5 – Os testes de múltipla escolha	49
4.6 – As regras do jogo	65
4.6.1 – Derrota do vilão e missão cumprida	65
4.6.2 – Bônus.....	66
4.6.3 – Pontuação da dinâmica	66
4.6.4 – Nota do boletim.....	67
CAPÍTULO 5: Software descritor de desempenho	68
5.1 – Socrative	69
5.2 – Instauração e recursos do software	69
CAPÍTULO 6: ABORDAGEM DE MECÂNICA CLÁSSICA PARA REVISÃO DO PROFESSOR	85
CAPÍTULO 7: METODOLOGIA	95
7.1 – Metodologia didática de pesquisa	95
7.2 – Metodologia investigativa.....	95
7.3 – Aplicação do produto	96
7. 4 – Diário das missões.....	99
CAPÍTULO 8: RESULTADOS DA PESQUISA	114
9. CONSIDERAÇÕES FINAIS	150
REFERÊNCIAS.....	153
APÊNDICE: Produto Educacional	156

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Aprendizagem ativa versus aprendizagem passiva	24
Figura 2: Metodologia da gamificação	28
Figura 3: Print da tela de uma das fases do jogo <i>Bunny Shooter</i>	29
Figura 4: Telas iniciais do game <i>Bunny Shooter</i>	31
Figura 5: Destravamento de fases no jogo <i>Bunny Shooter</i>	31
Figura 6: Condicionamento respondente	33
Figura 7: Condicionamento operante da proposta de Skinner	34
Figura 8: Ligação entre o saber atual e o saber potencial.....	38
Figura 9: Esquema de zonas propostas por Vygotsky	39
Figura10: Hierarquia de comunicação estrutura dos integrantes do processo..	41
Figura 11: Estrutura dos grupos (A_1, \dots, A_5 são estudantes, onde A_5 é o tutor)	45
Figura 12: Organização das equipes	47
Figura 13: Etapas do projeto	48
Figura14: Exemplos de nome de grupos.....	49
Figura 15: Exemplos de nome de desafios	50
Figura 16: Configuração da pontuação	67
Figura 17: Distribuição de pontuação da avaliação (nota do boletim)	67
Figura 18: Página inicial programa <i>socrative</i> (criação da conta ou login).....	68
Figura 19: Janela criação de conta	68
Figura 20: Página inicial para entrar na janela de criação do questionário.....	70
Figura 21: Tela inicial 1 de construção dos questionários	71
Figura 22: Tela inicial 2 de construção dos questionários	71
Figura 23: tela adicionar título e escolha de modelo da questão	72
Figura 24: Janela de elaboração de questões	73
Figura 25: Desafio Pinguim no <i>Socrative</i>	73
Figura 26: Desafio Coringa no <i>socrative</i>	74
Figura 27: Janela de inserção nome da sala no <i>Socrative</i>	74
Figura 28: Janela inserção nome do aluno ou grupo no <i>Socrative</i>	75

Figura 29: Interação do professor com as equipes por meio do <i>Socrative</i>	76
Figura 30: primeira tela após login do professor no <i>Socrative</i>	77
Figura 31: Biblioteca de questionários do professor no <i>Socrative</i>	77
Figura 32: Configurações de feedback no <i>Socrative</i>	78
Figura 33: Interface diagnóstico dos jogadores modo <i>Instante feedback</i>	79
Figura 34: <i>Socrative</i> interface aluno modo <i>Instant Feedback</i>	79
Figura 35: Interface aluno modo <i>Open Navigation</i>	80
Figura 36: <i>Socrative</i> interface vista pelo professor modo <i>Teacher Paced</i>	81
Figura 37: <i>Socrative</i> interface celular quando professor não libera o desafio....	82
Figura 38: Janela para gerar relatórios	83
Figura 39: Janela ampliada com as opções dos formatos.....	83
Figura 40: Relatório hipotético 1 aluno identificado como “Eu”	84
Figura 41: Relatório hipotético 2 aluno identificado como “Eu”	84
Figura 42: Gráfico posição x tempo para força dependente da velocidade.....	90
Figura 43: Gráfico posição x tempo para força dependente da posição em diferentes amplitudes.....	93
Figura 44: Gráfico posição x tempo para força dependente da posição em diferentes massas.....	94
Figura 45: Registro impresso da missão Ver-o-peso.....	98
Figura 46: Alunos no primeiro dia de aplicação da atividade	103
Figura 47: Quantidade de acertos por equipe Missão Açaí	138
Figura 48: Quantidade de acertos por equipe Missão Tacacá	139
Figura 49: Quantidade de acertos por equipe Missão Ver-o-peso	139
Figura 50: Quantidade de acertos por equipe Missão Maniçoba	140
Figura 51: Quantidade de acertos por equipe Missão Marajó	141
Figura 52: Quantidade de acertos por equipe Missão Miriti	141
Figura 53: Quantidade de acertos por equipe Batalha Via <i>Game</i>	142
Figura 54: Quantidade de acertos por equipe Missão Açaí	142
Figura 55: Quantidade de acertos por equipe Missão Tacacá	143
Figura 56: Quantidade de acertos por equipe Missão Ver-o-peso	143
Figura 57: Quantidade de acertos por equipe Missão Maniçoba	144
Figura 58: Quantidade de acertos por equipe Missão Marajó	144

Figura 59: Quantidade de acertos por equipe Missão Miriti	145
Figura 60: Quantidade de acertos por equipe Batalha Via <i>Game</i>	145
Figura 61: Opinião dos alunos sobre a dinâmica	146
Figura 62: Print do <i>software</i> registros Colégio	148

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Conceitos teoria Vygotsky	37
Tabela 2: Estrutura geral da sequência didática desenvolvida	41
Tabela 3: Configuração dos grupos	43
Tabela 4: Metáforas utilizadas para gamificação estrutural.....	46
Tabela 5: Desafios de cinemática	49
Tabela 6: Desafios de dinâmica	50
Tabela 7: Desafios de estática.....	50
Tabela 8: Desafios de hidrostática.....	51
Tabela 9: Desafios de oscilações	51
Tabela 10: Distribuição de pontos	66
Tabela 11: Conteúdos do professor 1.....	96
Tabela 12: Conteúdos do professor 2.....	97
Tabela 13: Datas das missões	100
Tabela 14: Desempenho final turma B	149
Tabela 15: Desempenho final turma A	149

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

Durante as últimas décadas, a humanidade passou e continua passando por mudanças extremas nos seus processos de comunicação, no que hoje chamamos de Era Digital. Com a nova dinâmica no espalhamento das informações, a naturalidade com que as pessoas têm externado suas opiniões e a inovadora maneira de se relacionar os seus semelhantes, quer seja no campo da afetividade, quer seja na área profissional, são características marcantes nesse contexto de revolução digital (MATTOS, 2013).

Os variados modelos e conceitos, inclusive de aprendizagem, ética e privacidade, têm sofrido diversas readaptações, em grande pela proliferação rápida dos componentes ligados à tecnologia, tais como computadores, celulares, aplicativos, redes sociais etc. A influência das tecnologias digitais e seus componentes colaboram fortemente para que alguns paradigmas educacionais sejam aos poucos colocados em cheque e até mesmo derrubados (MATTOS, 2013).

Comprovadamente, aderir a ferramentas científico tecnológicas, mesmo que de maneira tímida, nas relações de aprendizagem, desencadeia uma revolução no ensino da atualidade. Por exemplo, ao chegar na sala de aula a caneta marca quadro branco representou um imenso avanço para a educação, incorporando-se ao dia a dia do aluno até tornar-se indispensável para o exercício do ofício de professor. Hoje, de acordo com alguns professores, a caneta marca quadro branco vem dividindo o espaço de sala de aula com projetores de alta resolução. (RIBEIRO et al, 2015).

Nesse cenário, um dos detentores da primazia no reconhecimento de que os jogos eletrônicos incrementam a aprendizagem é o linguista norte-americano James Paul Gee, que realiza trabalhos ligados a jogos eletrônicos e aprendizado (BOMFOCO, 2012).

Para Gee (2008) apud Bomfoco (2012, p.2), não existem momentos de aprendizagem sem conteúdo. Assim, habilidades e informações devem ser necessariamente dominadas. O autor entende que o conteúdo pode ser ensinado diretamente, conforme ocorre normalmente nas estruturas educacionais, e indiretamente, subordinando-se aos jogos eletrônicos. Ele

considera a segunda opção como sendo melhor, estando de acordo com as teorias atuais sobre aprendizagem.

Frente a esse universo de novas possibilidades educacionais, uma das provocações que deve ser valorizada é o fato das habilidades com mídias digitais mais importantes estarem ausentes na grande maioria das escolas, o que pode ser considerado como indicativo de que os sistemas educacionais precisam examinar com profundidade o que está sendo ensinado e a forma como esse processo está sendo conduzido e ocorrendo.

Talvez a resposta a essa problemática passe pelo entendimento de que historicamente observa-se que a evolução tecnológica caminha a passos largos enquanto a educação mostra tímido progresso, proporcionalmente falando. Diminuir essa diferença nítida, ainda que de forma modesta, deve ser papel das instituições educacionais. (ALVES, 2014).

A utilização da tecnologia como ferramenta para viabilizar o aprendizado, usufruindo de mecanismos que alterem e transformem a forma de aprender, pode ser pensada como uma maneira de reduzir a dificuldade de compreensão do discente no ambiente escolar específico, a sala de aula. Ensinar algo diferente necessita de interesse das crianças e dos jovens, e sobretudo motivação, o que sugere a utilização de recursos que façam parte do cotidiano do estudante e a colaboração de todos os participantes do sistema educacional na sua implementação.

Munhoz apud Reis (2016), ressalta que a ferramenta citada anteriormente necessita em sua apropriação, de perspicácia por parte de quem se propõe a utilizá-la:

Toda tecnologia, em si mesma, não tem significado, não provoca impactos, não resolve problemas. Ela é um instrumento que, quando não utilizado, torna-se neutro. Mas, quando você for utilizá-lo, tem de estar preparado, conhecer os fundamentos e compreender os benefícios que pode trazer. A falta de preparo e o desconhecimento dos desafios que a prática impõe pode trazer dificuldades para você atingir seus objetivos (REIS, 2016).

Neste trabalho, consideramos como desafio motivador o uso de novas linguagens, diretamente relacionadas com a realidade do estudante, no estudo de Física no ensino médio. Assim, consideramos como questão de pesquisa: **O**

Uso de games e gamificação, potencializa a aprendizagem de conteúdos de Física?

Norteados por essa problemática, escolhemos abordar os principais tópicos da Mecânica Clássica, com o uso de gamificação estrutural e de conteúdo (STUDART, 2015, p.12). Assim, determinamos como objetivo geral desenvolver e aplicar uma proposta de sequência didática utilizando gamificação estrutural e de conteúdo para o ensino de Mecânica Clássica no primeiro ano do ensino médio. O locus das atividades foi uma escola de ensino médio da rede particular de educação da cidade de Belém, capital do estado do Pará.

Levando em consideração o ambiente escolar, especialmente a sala de aula, verifica-se a forte presença de temas, discussões e situações do cotidiano, que estão intimamente relacionados a este ramo da Física (a Mecânica Clássica). Apesar de estarmos cientes da importância da Física Moderna em desvendar os mistérios da matéria em sua escala microscópica, a Mecânica Clássica, também conhecida como Mecânica Newtoniana, em muitos casos acomoda-se perfeitamente nas explicações dos fenômenos macroscópicos que nos cercam. Mais do que isso, na criança e no adolescente, logo surgem dúvidas acerca de situações relacionadas à mecânica, como da trajetória descrita por objetos em movimento que sofrem a ação da gravidade, da flutuação de corpos, das manifestações da energia mecânica no cotidiano, colisões, queda livre, queda no ar etc. Além disso, a própria figura do inglês Isaac Newton é muito difundida, até mesmo fora do ambiente acadêmico.

É importante destacar o papel de Isaac Newton na promoção de uma importante revolução científica, com sua teoria do movimento, ao desenvolver os princípios matemáticos e físicos básicos da dinâmica e da gravitação, estabelecendo que a Física que acontece aqui na Terra é a mesma ocorrida no céu. É fato que a Mecânica Clássica é reconhecidamente uma teoria que apresenta limitações, contudo, ela explica os fenômenos relacionados ao mundo das baixas velocidades, que primeiramente faz o convite ao estudante no sentido de se perguntar como algumas coisas acontecem ao nosso redor e sobretudo, a teoria que faz brotar o sentimento de que a natureza é algo complexo e não é completamente explicada por uma teoria preferencial.

Fazendo uma análise do que foi exposto, percebe-se a relevância da permanência do conteúdo de Mecânica Clássica no ensino médio e superior e,

acima de tudo, a enorme responsabilidade em se criar uma linguagem atraente, motivadora, inovadora em conformidade com as características da Era Digital na qual a sociedade, mesmo sem que alguns percebam, está mergulhada da cabeça aos pés sem possibilidades de emersão.

Com este trabalho objetiva-se apresentar a construção uma estratégia dinâmica, moderna e persuasiva para ensinar tópicos da Mecânica Clássica com perspectiva de facilitar que o aluno de ensino médio possa obter uma aprendizagem significativa.

Desta forma, imaginamos a elaboração de uma sequência didática que estimule o aluno a aprender e colabore com a tarefa de ensinar o tema Mecânica Clássica. Na execução dessa proposta foi utilizado o jogo *Bunny Shooter* para *smartphones* e *tablets*. O trabalho culmina no tutorial digitalizado (produto educacional) em que o professor da educação básica pode utilizar o jogo citado para ensinar Mecânica do ensino médio com possibilidade do educador ter uma pasta na tela de seu celular contendo o jogo digital e o tutorial

Além do elemento motivador *games* a escolha do uso de gamificação na sequência didática proposta neste trabalho baseou-se em pesquisas que revelam que os adolescentes estão potencialmente interessados em propostas nas quais essa dinâmica está presente. Dentro dessa lógica, uma discussão sobre a dificuldade de implementação dessa estrutura será iniciada no capítulo seguinte, ressaltando que a estrutura de jogos e gamificação representam desconforto à maioria dos sistemas educacionais vigentes no Brasil. Aprofundar sobre o quanto a gamificação é relevante será o maior objetivo do capítulo 2.

No capítulo 3 vamos entender alguns dos principais aspectos das teorias de Vygotsky e Skinner, especificamente no que tange a proposta de gamificação apresentada nessa dissertação. Um paralelo entre essas teorias de aprendizagem com a utilização de *games*¹ e gamificação, deixará evidente a teoria construtivista do primeiro autor citado, bem como sinais da presença do comportamentalismo. Assim, percebe-se após a leitura desse capítulo que algumas práticas, por mais recentes que possam ser, buscam princípios basilares nas teorias de aprendizagem de autores do início do século passado.

¹ Nessa dissertação utilizaremos o termo “games” para nos referir a jogos digitais, normalmente disponibilizados para celulares nos quais o jogador interage com o ambiente de jogo com as mãos, controles, teclados etc..

Trataremos adiante (capítulo 4) da forma de implementação da gamificação em turmas de primeiro ano do ensino médio, utilizando a linguagem de *games* e mostrando como o local foi transformado em um ambiente de disputa, no qual não só utilizaram-se metáforas para que os estudantes vivenciassem o ambiente de jogo na própria sala de aula, mas também um jogo de *smartphone*² foi usado, através do qual vários desafios de Física foram elaborados para aplicação do trabalho. Nesse momento o leitor poderá se deparar com toda metodologia geradora da pesquisa e resultados da atividade desenvolvida.

No capítulo 5 apresentamos uma ferramenta de análise de desempenho, o Socrative. Este aplicativo disponibiliza em tempo real no *smartphone* do estudante as questões a serem trabalhadas, criando a possibilidade do professor ter um retorno imediato acerca das atuações dos alunos.

Consideramos importante fazer uma revisão sobre Mecânica Clássica do ensino superior, realizando uma abordagem diferente para as soluções da equação geral do movimento nas situações em que a força depende da velocidade, do tempo e da posição. Assim, no capítulo 6 foram feitas algumas interpretações gráficas consideradas importantes, a partir da mudança de parâmetros das equações da posição variando no tempo.

O capítulo 7 apresenta a discussão dos resultados do trabalho e, em seguida, serão apresentadas as considerações finais.

Teremos no apêndice um produto educacional originado da elaboração e implementação deste trabalho. Nesse produto faremos uma discussão sobre gamificação, uma sugestão de como o professor pode criar gamificação estrutural e de conteúdo, e exemplos de materiais instrutivos que podem ser elaborados com *print* das telas do *game*.

² Nessa dissertação utilizaremos o termo “smarthphone” para nos referir a celulares com tecnologia que permite o acesso a internet, bem como aplicativos específicos.

CAPÍTULO 2

GAMES E GAMIFICAÇÃO: IMPORTANTES RECURSOS NA APRENDIZAGEM

As dificuldades diárias para vida em sociedade devem ser cada vez mais enfrentadas com ideias e práticas inovadoras. A capacidade do indivíduo em perceber as mudanças é natural, porque o mundo vive constantemente sofrendo transformações. Em particular, a tecnologia presente de forma intensa em toda parte a todo instante por meio de celulares e *tablets*, e sendo utilizada por crianças e jovens com objetivo de aproximar uns aos outros, essa ferramenta (a tecnologia) melhorou a comunicação e encurtou distâncias, trazendo para perto, pelo menos virtualmente, as distâncias mais extremas.

Segundo Mattar (2010), a passividade dos alunos (escutar palestras, assistir aos vídeos em sala de aula, ver a aula expositiva do professor) reduz consideravelmente a capacidade de aprendizado quando esse jovem percebe que não há dinâmica diferenciada e que os conteúdos não fazem o menor sentido para eles, estando completamente desconectados de seu cotidiano.

O autor ainda afirma que em Física, ensinar conceitos e definições como aceleração centrípeta, força eletromotriz, campo elétrico, aceleração tangencial, momento angular e impulso, entre outros, é procurar ferramentas e maneiras do ontem, tentando formar profissionais para o amanhã. Para Ramos (1990), quando andamos de bicicleta, por exemplo, estão presentes várias habilidades físicas, entre elas, a coordenação motora. Entretanto, há também o início de uma familiarização com conceitos físicos como o de momento angular e torque; mesmo que esses conceitos se construam espontaneamente e na maioria das vezes de maneira superficial ou incorreta.

Necessariamente, um aprimoramento desses conteúdos, transformando-os em conceitos científicos, é importante. Todavia, insistir na realização de um trabalho em sala de aula que contemple em sua plenitude a passividade do aluno e modelos tradicionais de ensino que se utilizam exclusivamente de quadro, apostilas e livros pode ser arriscado no sentido de colaborar para que estudante perca o interesse nos assuntos. Enquanto usamos insistentemente modelos educacionais do século passado, essas crianças e jovens jogam *games* cada vez mais excitantes e se distanciam da sala de aula.

Face a esse cenário no qual os jovens estão inseridos, com a falta de atenção dos alunos a todo momento sendo favorecida, torna-se imprescindível o surgimento de uma contrapartida à estrutura da educação básica instalada em nosso país. É fato que celulares já ganharam mundialmente espaço na vida dos jovens, por possibilitarem o surgimento de elementos de grande interesse para esse público. Assim, essa tecnologia é realidade na sala de aula e o professor disputa esse espaço da escola em grande desvantagem, por conta dos jogos eletrônicos e aplicativos de comunicação em rede apresentarem ambientes virtuais bastante chamativos aos olhos dos adolescentes e crianças. Bisson e Luckner, *apud* Prensky (2012, p.161) destacam a relevância do aprendizado com diversão, no sentido mais nobre da palavra, em que a condição passiva do indivíduo é inexistente:

“Como parte do processo de aprendizagem, a satisfação e a diversão têm sua importância quando da aprendizagem de novas ferramentas, visto que o aprendiz fica mais relaxado, motivado e, conseqüentemente, mais disposto a aprender” (Bisson e Luckner, *apud* Prensky, 2012, p.161)

Quanto à motivação Mattar afirma que:

Nas escolas, os alunos estudam para, quem sabe depois (quando?), utilizar o que estudaram. Há tão pouca motivação para estudar, já que não se sabe como nem onde aquele conhecimento poderá ser aplicado. O aprendizado necessita de motivação para um envolvimento intenso, o que é atingido pelos games, principalmente aqueles que pressupõem uma longa curva de aprendizado, mas não pela escola atual (MATTAR, 2010, p.13).

Todo jogo traz em si aprendizado de regras ou procedimentos lúdicos (RAMOS,1990), inclusive nos jogos aplicativos de celulares. Pode-se assim enxergar no uso dessa ferramenta na sala de aula como um mecanismo potencializador do aprendizado, ao desenvolver habilidades e competências no estudante. Sobre o ensino utilizando jogos eletrônicos, algumas pesquisas mostram o uso pedagógico de games, como sugerido por Marina (2009), *apud* Costa-Ramos (2015, p.7978):

No caso discutido pela autora foram dados a 2 grupos o mesmo conteúdo de um curso de computação, porém, para cada um de uma

forma, um com tópicos separados, para que os aprendizes lessem e trabalhassem e a outro um jogo que tratava dos conteúdos. Os resultados mostraram que comparando pré-testes e pós-testes o grupo que usou o jogo se saiu melhor (Marina, 2009, apud Costa-Ramos), p.7978).

Ao serem preparados para uma realidade voltada à educação, os jogos digitais acabam recebendo diversas denominações, sendo as mais comuns: jogos educacionais, jogos educativos, jogos de aprendizagem ou jogos sérios (*serious games*) (SAVI; ULBRICHT, 2008), sendo que alguns tipos de simuladores também podem ser considerados jogos educacionais. Na utilização de jogos como ferramenta que contribui com a aprendizagem, os estudantes estão participativos no processo, dessa forma, é possível admitir (segundo dados da figura 1) maior eficiência no aprendizado, visto que, estes estudantes – segundo fonte indicada – aprendem 90% do que fazem quando estão praticando.

Dessa forma, explorar o potencial das novas TICs, em particular no uso de *games* no ensino, de modo a obter novas metodologias de ensino e aprendizagem consiste atualmente em uma área de pesquisa muito promissora. Este potencial das TICs se justifica na diversidade e flexibilidade de ferramentas capazes de atender às individualidades de cada estudante, assim como contemplar os diferentes estilos de aprendizagem (HONEY e HILTON, 2011; MOITA e CANUTO, 2011; ULICSAK e WRIGHT, 2010 apud RIBOLDI, 2015, p.14).

FONTE: <http://sistemablox.com.br/2016/10/17/infografico-por-que-implementar-uma-metodologia-de-ensino-ativo/>



Figura 1: Aprendizagem ativa versus aprendizagem passiva

Stuart (2015) pontua que devemos, porém, ser cuidadosos enquanto educadores e estar atentos que o uso de TICs³ não fará sentido se os métodos tradicionais de ensino forem adotados no sistema educacional. Segundo o autor, "isso corresponde a permanecer no erro com uma simples alteração na roupagem".

Revisões apresentadas por Connolly et al. (2012) e Dondlinger (2007) *apud* Costa-Ramos (2015, p.7978), apontam possibilidades do uso pedagógico de *games*. Os trabalhos indicam que os alunos geralmente gostam de métodos com *games*, se saem melhor em testes com eles e que mostram comportamento "engajado". Contudo o número de estudos com métodos quantitativos não fornece conclusões suficientemente sólidas sobre outros fatores ligados ao uso de vídeo games e que isolar fatores e encontrar padrões na área é necessário.

Para encarar os desafios de hoje o profissional precisa reunir habilidades fundamentais. Trabalho em equipe, olhar crítico, solucionar problemas, familiaridade com a tecnologia, criatividade, colaboração etc. Grande parte dessa lista de habilidades tem se mostrada ausente na estrutura pedagógica da

³ TIC Neste trabalho o termo TIC significa Tecnologia de Informação e Comunicação, que correspondem a todas as tecnologias que interferem e fazem mediação dos processos informacionais e comunicativos dos seres.

escola e muito mais desenvolvida naturalmente pelos jovens nos horários de diversão com *games*. (MATTOS, 2010).

Pelo exposto até aqui podemos concluir que os *games* representam um desconforto para as programações pedagógicas das escolas mais tradicionais em que a cultura do livro encontra-se enraizada, sobretudo em virtude dos jovens terem crescido jogando *games* em celulares. É necessária simples compreensão de que os *games* em celulares e *tablets* não representam apenas ferramenta que atende um grupo de pessoas, mas um produto que está inserido de uma vez por todas e para sempre, na vida da maioria das pessoas. (MATTOS, 2010).

O autor ainda salienta que a utilização dos *games* não é uma prática exclusiva de jovens e crianças. No ensino superior e no trabalho verifica-se um aumento considerável dessa ferramenta de aprendizagem, nos levando a convergir para o pensamento de que as técnicas tradicionais de ensinar, atualmente não chamam a devida atenção dos alunos.

Mais do que todos os argumentos já utilizados para inserção de *games* nos celulares e *tablets* como forma de potencializar a aprendizagem é o fato do *videogame*, usado em experiências de sala de aula, já ter desencadeado uma aula de Física com rumos diferentes da convencional, provocando entusiasmo e curiosidade dos alunos (RIBOLDI, 2010).

. Se com a utilização do *videogame* as experiências foram motivadoras e modificaram a condição de aluno passivo para um aluno mais próximo e que interage, é de se esperar que o uso de *games* trará esses mesmos comportamentos no aluno além de se obter resposta mais rápida.

Destaca-se a importância dos jogos nas relações de aprendizagem sendo reconhecida por autores consagrados na psicologia como é caso de Jean Piaget e L. Vygotsky. Em especial os jogos eletrônicos podem proporcionar experiências ricas, enraizando-se cada vez mais como ente fundamental no auxílio do exercício de aprender (BOMFOCO, 2012).

Objetivos básicos como destravar a próxima fase, chegar ao último nível do jogo e manipular uma tecnologia tão familiar, podem colocar a criança e o adolescente em ambiente no qual ele já está adaptado e criar um interesse maior, além de uma vontade de evoluir, subindo níveis de um jogo que de fato pode encaminhar para o aprendizado.

Os *games* apontam vantagens justificadas de forma semelhante à utilização das simulações⁴ para o ensino de ciências. Diversos trabalhos foram realizados no sentido de sinalizar o valor no uso dessas simulações na época em que começaram a despontar como instrumento potencialmente estimulador para o processo de aprendizagem. Em teses de doutorado, levantamentos foram feitos e os benefícios foram, naquela época, muito próximos dos que hoje se concretiza com o uso de *games*. Podemos por exemplo citar algumas: fornecer *feedback*⁵, envolver e engajar os estudantes, desenvolver habilidades de resolução de problemas, promover habilidades de raciocínio crítico entre outras (MEDEIROS, A ; MEDEIROS, C; 2002).

A tecnologia, em especial computadores, celulares e tablets, está sendo admitida como uma das coisas que mais prende a atenção de seus seguidores em toda a história da humanidade. Isso ocorre em virtude de tudo que essa poderosa ferramenta proporciona simultaneamente: prazer e satisfação (diversão), estrutura (regras), motivação (metas), atitude (interatividade), aprendizado (em razão dos resultados e *feedback*). É verdade que os livros e filmes chegam perto de possibilitar tudo que foi relacionado anteriormente, entretanto, a falta de interatividade agrupada com o fato de serem experiências geralmente individuais, tornam os livros e filmes menos atraentes quando comparados aos celulares, por exemplo (PRENSKY, 2012).

Dentro os atrativos listados anteriormente, outra vez dá-se ênfase aos elementos diversão e motivação, e para reforçar essa concepção recorreremos ao trecho a seguir de autoria de Bisson e Lucker (1996) apud Prensky (2012):

O papel da diversão no que diz respeito à motivação intrínseca no ensino é duplo. Em primeiro lugar, a motivação intrínseca cria o desejo para que a experiência seja repetida; em segundo, a diversão pode motivar os aprendizes a se prenderem a atividades nas quais tenham pouca ou nenhuma experiência. (BISSON; LUCKER, 1996 apud PRENSKY, 2012, p.161).

Um dos desafios da docência para implementação de *games* como ferramenta de ensino da Física, é enxergar a forma como esse trabalho pode ser

⁴ O termo simulação neste trabalho terá significado de *software* que representa de forma interativa os conceitos e leis da Física.

⁵ Nesse caso o termo *feedback* significa resposta a um estímulo ou informação da reação do estudante

desenvolvido e encontrar os aplicativos que estão ao alcance do professor conforme afirma Studart (2015):

Uma das maneiras de usar os games para fins educacionais é, de início, identificar aqueles disponíveis no mercado que satisfazem aos objetivos de ensino e aprendizagem. Em seguida, extrair o conteúdo científico do game que deve ser explorado pelo aprendiz na sala de aula ou fora dela. (Studart, 2015, p.9)

Outra proposta muito interessante, caso a metodologia seja criativa e motivadora é a gamificação na educação, especialmente na sala de aula. Com objetivo de fazer o estudante perceber que ele é o grande protagonista nas relações de ensino-aprendizagem essa proposta vem gradualmente ganhando espaço nas estruturas educacionais do país. A seguir começamos a ter entendimento sobre o tema que tem se mostrado muito promissor.

Para Meira (2013) a gamificação é a tentativa de se construir um conjunto de metáforas para escola, baseadas na arquitetura de *games* que são, na cultura pop e de mídia, linguagens altamente aderentes aos jovens e as crianças, de modo que as narrativas fazem a articulação dos conteúdos da escola, as missões substituem as aulas, os desafios são as tarefas... (informação verbal)⁶

Segundo Studart (2015, p.12):

“a gamificação consiste na transformação do ambiente de sala de aula em uma disputa saudável usufruindo da dinâmica baseada nos jogos, a plástica e o pensamento dos jogos para compenetrar as pessoas, potencializar atitudes e instigar a aprendizagem com resolução de problemáticas (Studart, 2015, p.12)”

Segundo Meira (2013), a falência da aula é reinvenção da escola (informação verbal)⁷. Saber antecipadamente que desafios, diversão, aventuras, debates e conquistas serão valorizados na sala de aula, faz no mínimo com que as crianças e jovens se apliquem mais nos seus deveres enquanto condição de elemento principal para a conquista de um conhecimento ou nova habilidade. É

⁶ Entrevista concedida em novembro de 2013

⁷ Entrevista concedida em novembro de 2013

dessa forma que esses adolescentes começam a perceber seu papel em sala de aula, como alguém com possibilidades de interagir no ambiente.

Os elementos que compõem o método tradicional, inclusive a própria linguagem utilizada na figura 2, (por exemplo: reprovado, aprovado, suspensão e prova) já fazem um convite ao aluno para reflexão sobre um ambiente pouco interessante com baixo grau de sedução no que se refere a aprendizagem.

Kapp, Blair e Mesh (2014) apud Studart (2015, p.12) descrevem dois tipos de gamificação:

Existem dois tipos de gamificação: Gamificação estrutural que usa elementos de game sem mudar o conteúdo, visando motivar os aprendizes a seguir o conteúdo e os engajar no processo de aprendizagem através de recompensas; e a Gamificação de conteúdo que aplica elementos de game e game thinking para alterar o conteúdo e torná-lo mais do tipo game. Os autores trazem instruções de como projetar e desenvolver a aprendizagem por meio dos dois tipos de gamificação. (STUDART, 2015, p.12).

FONTE: <https://www.bhbit.com.br/gamificacao-na-educacao/>



Figura 2: Comparação metodologia gamificação com linguagem usada no método tradicional

Na proposta deste trabalho com o *game* “Bunny Shooter” os dois tipos de gamificação serão utilizados, ou seja, gamificação estrutural em que o ambiente de sala de aula será transformado em linguagem de jogo (ranking das equipes, missões, desafios, bônus etc) e gamificação de conteúdo, onde o assunto será trabalhado de forma modificada e nesse caso, a partir de testes elaborados

necessariamente com a utilização das características do ambiente virtual do *game*.

Apesar dos críticos acreditarem que a gamificação tornará a vida das pessoas uma verdadeira competição com um cenário de disputas ligadas a objetivos de ganhar vidas, bônus e prêmios; Meire (2013) entende que a ideia não é usar a estrutura de pontos, conquistas e *rankings*, e sim utilizar simplesmente uma estrutura de competição e pontuação, mecanismo que a escola sempre utilizou, ou seja, a estrutura educacional já é gamificada há muito tempo.

Segundo Meira (2013), deve-se na verdade apontar para os elementos mais sofisticados e interessantes da arquitetura de games, como a estrutura narrativa e as dinâmicas interacionais, o que valorizamos nesse trabalho.

O *game* “Bunny Shooter” é perfeito para aplicação da gamificação de conteúdo porque seu ambiente é recheado de elementos relacionados à Física (ver figura 3). Com a flecha é possível fazer disparos verticais, horizontais, oblíquos; analisar deformações em camas elásticas, descidas de objetos por meio de planos inclinados, avaliar atritos, interpretar movimento pendular, entender conceito de energia mecânica e suas formas de manifestação entre outras coisas.

FONTE:

<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.bestcoolfungamesfreegameappcreation.bunnys shooter>



Figura 3: Print da tela de uma das fases do jogo *Bunny Shooter*

2.1 - O GAME BUNNY SHOOTER

Esse jogo está disponível para tablets e celulares em sistemas operacionais do tipo Android e IOS, portanto, pode ser instalado em aparelhos Apple. A versão disponível é o "Bunny Scooter Christmas". O jogador deve atacar os coelhos com carinhas de malvados, que arruinam sua plantação.

Lutar contra animais traz a ideia de que o jogo em questão possa instigar a violência. O objetivo desse trabalho não é de forma alguma criar um debate sobre relações estatísticas fundamentadas entre exposições a games violentos e conduta violenta. Se existem estudiosos como Craig A. Anderson que tentam comprovar essas relações, por outro lado, Jeffery Godstein por exemplo, oferece visão contrária das estatísticas. Não é fácil concluir sobre essas possíveis relações, todavia, o mais interessante é que responsáveis e educadores frequentemente apresentem aos filhos e alunos discursos sobre não praticar violência. (MATTAR, 2010).

Existe inclusive uma tese de doutorado exclusiva sobre o tema. A tese é da professora Lynn Alves, que chega a reconhecer a existência de exagero na estetização de violência nas mídias, o que acaba transformando-a em algo banal, a ponto de nos familiarizarmos com atos violentos e não darmos mais atenção a eles. Contudo, Alves afirma não ser possível de forma nenhuma fazer simples relação de causa e efeito entre games que envolvam violência e conduta violenta. (MATTAR, 2010).

Usando o sistema de arco e flecha, e o sistema *touch* da tela, o jogador dispara flechas perfurantes, bombas e esferas com diversas regiões pontiagudas. Essas munições podem ser atiradas diretamente nos malvados coelhos ou em esferas, cordas hastes de madeira, bombas, pedaços de vidro e alavancas espalhadas por todo o cenário virtual do *game*.

Gradativamente o número de coelhos vai aumentando e a dificuldade para fazer com que ele seja atingido diretamente com o disparo ou por meio dos objetos móveis do ambiente, cresce ao longo das 30 etapas a serem vencidas.

Ao abrir o aplicativo pela primeira vez, uma flecha indica o botão "Play" (ver figura 4), que leva você para o painel contendo todas as fases.

FONTE: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.bestcoolfungamesfreegameappcreation.bunnyshooter>



Figura 4: Telas iniciais do game *Bunny Shooter*

Sempre que atingir um nível mínimo de pontos em cada etapa, a fase seguinte é desbloqueada (figura 5). Por isso, da primeira vez é necessário começar pela fase 1, mas assim que tiver novas etapas desbloqueadas, você pode jogar em qualquer fase já destravada conforme mostra secundariamente a figura 5.

FONTE: Aplicativo IOS *Bunny Shooter*

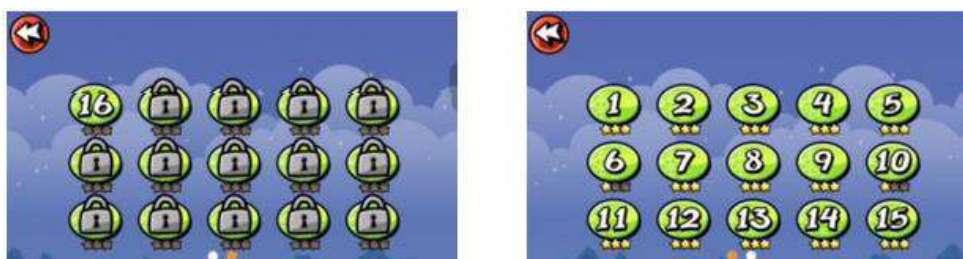


Figura 5: Destravamento de fases no jogo *Bunny Shooter*

Quando acionamos no primeiro quadrado do menu, o *game* inicia. A fase inicial traz flechas indicativas, ensinando como o *game* funciona. O Jogador deve tocar sobre o arco e deslizar o dedo pela tela do celular ou *tablet*, simulando o movimento de tiro. Assim que estiver com a animal na mira, basta soltar a arma para ocorrer o disparo.

Observe que em cada fase mostrada na figura 5 existem 3 estrelas que podem se apresentar nas cores amarela e cinza. Toda vez que o jogador consegue atingir os coelhos com o menor números de munições disparadas, a passagem de fase ocorre com a configuração de 3 estrelas. Caso a maioria ou todas as munições sejam necessárias para atingir os coelhos, o jogador avança com duas ou apenas uma estrela.

CAPÍTULO 3

APLICAÇÃO DAS TEORIAS DE APRENDIZAGEM NO ENSINO DE FÍSICA POR MEIO DE GAMES

Neste capítulo apresentamos alguns aspectos das teorias de Skinner e Vygotsky, que estão diretamente relacionadas com a proposta do trabalho aqui desenvolvido e nesse sentido, não há um compromisso em explorar todos os aspectos teóricos dos estudos desses autores. Sempre que possível, é indicada uma literatura complementar sobre os temas.

Um ponto importante a ser ressaltado é que muito embora o comportamentalismo de Skinner e o construtivismo de Vygotsky sejam teorias que caminham em direções opostas, aspectos de uma e de outra são frequentemente encontrados em uma única sala de aula, sendo ela tradicional ou não. Fazemos aqui um exercício intelectual nessa direção, observando os aspectos relevantes dessas abordagens educacionais no uso da gamificação no ensino de Física.

3.1 – PARALELO ENTRE COMPORTAMENTALISMO DE SKINNER E ENSINO ATRAVÉS DE GAMES

Skinner, psicólogo estadunidense, que nasceu em 1904 e morreu em 1990, preocupou-se em especial no esclarecimento do que ocorre depois da resposta, ou seja, do resultado obtido, que pode ou não receber reforço. Adotou o conceito de estímulo, de reforço positivo e de quantidades de reforço como as mais importantes variáveis de “entrada”. Segundo o autor, *apud* Moreira (2009), o estímulo interfere no sentido do sujeito, o reforço positivo gera um aumento da frequência de respostas adequadas e contingências de reforço estão relacionadas à quantidade de reforços.

Para Skinner, a aprendizagem consiste em uma mudança no comportamento ensinado por meio de reforços imediatos e contínuos. Um estímulo provocado deve originar uma resposta bem próxima do desejado e a medida que estas respostas forem consolidadas, sendo geradas de forma mais convincentes, se chegará no comportamento adequado.

Para Skinner, existem dois tipos de respostas aos estímulos, identificados através de experimentos com animais: respondentes e operantes. A partir desses conceitos, sua teoria behaviorista (comportamentalista) começa a ser compreendida de maneira mais consistente. As respondentes são conseguidas com estímulos. São condicionadas ou não, reflexos, referindo-se sobretudo às reações do corpo, por exemplo, arrepiar-se após a sensação de frio, salivação à alimento desejado etc.

Relativo a esse tipo de resposta obtida por meio de órgãos do corpo, Ostermann e Cavalcanti (2010) exemplificam a experiência de Pavlov, que junto com Skinner, foi um dos pais do behaviorismo:

Foi no estudo com animais em laboratório, em especial a digestão de cães, que Pavlov percebeu que alguns estímulos provocavam a salivação e a secreção estomacal no animal, o que deveria ocorrer apenas quando o animal ingerisse um alimento. A partir disso, ele percebeu que o comportamento do cão estava condicionado a esses estímulos, normalmente aplicados poucos instantes antes do cão se alimentar. (OSTERMANN, CAVALCANTI; 2010, p.7).

Outro exemplo clássico de condicionamento respondente foram as experiências realizadas por Watson em seres humanos. Nesse caso, ele conseguiu verificar que era possível condicionar uma resposta de choro em crianças ao apresentar-lhes um rato branco. Com isso, ele explicou de acordo com a figura 6, que esse tipo de condicionamento é caracterizado como sendo do tipo E – R (Estímulo-Resposta) com o estímulo controlando a resposta, sendo limitado às resposta autônomas do organismo.

FONTE: O autor



Figura 6: Condicionamento respondente

No condicionamento operante, não conhecemos o estímulo original que causa a resposta. Uma vez ocorrida a resposta, é possível colocá-la sob controle. Segundo Skinner, o condicionamento operante só é viabilizado se o

sujeito gerar respostas operantes espontaneamente sobre as quais haverá o reforço ou reforçador. A figura 7 representa um esquema sobre o condicionamento operante que é do tipo R – E, porque o organismo recebe seu reforço (estímulo) após a emissão de uma resposta.

FONTE: O autor



Figura 7: Condicionamento operante da proposta de Skinner

Para Skinner, “comportamento é sempre o resultado de associações estabelecidas entre algo que provoca (um estímulo antecedente) e algo que o segue e o mantém (um estímulo consequente)” (Davis, 1991 *apud* MARTINS, 2002, p.16).

Obter aprendizagem nessa concepção necessita de treinamento para que os estudantes exibam certa conduta, utilização de reforço positivo para aumentar a frequência do comportamento esperado e reforço negativo para reduzir a frequência da conduta indesejada.

Fazendo um paralelo com a aplicação de *games* e gamificação como proposta de ensino de Física, espera-se que por todos os motivos relacionados no capítulo anterior, os alunos sintam-se compenetrados com a proposta e, diante dessa resposta, ao verificar-se um maior interesse desses estudantes, inclusive com redução no número de faltosos nas aulas de ciências, pode-se aplicar o chamado reforçador positivo, tratando-se daquilo que acontece após a obtenção de uma resposta e que aumenta sua frequência. Ou seja, em função da resposta apresentada pelos alunos de participarem mais da aula, estarem mais interessados e presentes, prega-se o estímulo de manter-se o mecanismo do *game* para que haja uma repetição no comportamento adequado que os alunos demonstraram. Vale ressaltar que a atividade de *game* para ensinar

Física só deverá ser considerada como um reforço positivo no caso de aumentar a frequência dos alunos ou provocar o interesse maior pelo componente curricular.

Utilizar um reforço negativo na estrutura de *games* e gamificação é importante para que o professor diminua condutas indesejadas na sala de aula. Um exemplo simples é condicionar que a aplicação do "divertido" *game* na aula, associada ao ambiente de *game* criado (gamificação), estará condicionada à disciplina e à dedicação dos alunos, colocando-se a possibilidade de voltar ao método tradicional de ensinar (aluno passivo) caso a turma não atenda às condições colocadas pelo professor. Assim, este reforço foi negativo, uma vez que se retira algo do ambiente para que ocorra aumento da frequência do comportamento desejado (alunos disciplinados e envolvidos com a proposta).

É importante que o mecanismo e sequência utilizados estejam em harmonia para que haja efetivação do aprendizado e ele seja consolidado. Sobre essa situação Ostermann e Cavalcanti (2010) afirmam que:

Os métodos de ensino consistem nos procedimentos e técnicas necessários ao arranjo e controle das condições ambientais que asseguram a transmissão/recepção de informações. O professor deve, primeiramente, modelar respostas apropriadas aos objetivos instrucionais e, acima de tudo, conseguir o comportamento adequado pelo controle do ensino (através da tecnologia educacional). As etapas básicas de um processo ensino aprendizagem na perspectiva skinneriana são:

- *Estabelecimento de comportamentos terminais, através de objetivos instrucionais;*
- *Análise da tarefa de aprendizagem, a fim de ordenar sequencialmente os passos da instrução;*
- *Executar o programa, reforçando gradualmente as respostas corretas correspondentes aos objetivos (Ostermann e Cavalcanti, 2010).*

Outro ponto relevante sobre esse paralelo é que Skinner propôs em sua época a utilização das “máquinas de ensinar” com objetivo de cumprir a função reforçadora. As máquinas seriam usadas para que os alunos dessem resposta a um problema. Na situação em que a resposta fosse correta, um mecanismo encaminhava esse aluno para a próxima pergunta, podendo ter associação com um tipo de som por exemplo.

Da mesma forma os games se caracterizam, ou seja, a cada mudança de fase um som, jingle ou imagem específica aparece na tela, o que provoca um reforço positivo porque o aluno se motiva a escutar/ver novamente a cena da mudança de nível.

Segundo Skinner (1958) *apud* Martins (2002, p. 17), e seu “ensino programado”, as pessoas aprendem mais facilmente quando o conteúdo é:

- Apresentado em seções breves;
- Testa o estudante após cada seção;
- Apresenta *feedback* imediato para as respostas dadas.

Todas essas características são contempladas pelo game usado nesse trabalho: *Bunny Shooter*.

3.2 – PARALELO ENTRE O CONSTRUTIVISMO DE VYGOTSKY E ENSINO ATRAVÉS DE GAMES

Vygotsky, russo nascido em 1896 e falecido em 1934, teve sua formação inicial em direito e atuou em diversas áreas profissionais, tendo sido professor e pesquisador em psicologia, filosofia, pedagogia e psiquiatria, em virtude da grande quantidade de assuntos estudados por ele. Apesar do pouco tempo de vida foi grande a quantidade de trabalhos que ele desenvolveu, sendo a Pedagogia e Psicologia os ramos que mais usufruem das obras de Vygotsky (OLIVEIRA, 1993, *apud* OGASAWARA).

A aprendizagem segundo Vygotsky é um processo por meio do qual o indivíduo conquista informações, atitudes, habilidades e valores a partir do seu convívio com a realidade, meio ambiente e com outras pessoas. A proposta difere de Piaget ao se posiciona assumindo que a aprendizagem é um processo que vem de fora para dentro. Destaca-se a importância na interação do sujeito com o meio, e que o aprendizado segundo Vygotsky, ocorre de forma diferente do proposto por Piaget. Teixeira (2015) afirma que “em comparação à abordagem dentro-fora de Piaget, Vygotsky enfatiza o papel do ambiente no desenvolvimento intelectual das crianças”.

Um exemplo claro de que outras pessoas no ambiente podem ampliar nosso conhecimento, ou seja, interações com o local determinam o que

internalizamos é durante uma viagem de avião. O simples fato da criança que viaja pela primeira vez, perceber a luz de manter o cinto de segurança afivelado, sem que a explicação seja dada, é uma grande oportunidade de se aprender que foi perdida. A criança pode não se dar ao trabalho de inferir o raciocínio subjacente às normas de segurança da avião. Agora se o piloto ou comissário de bordo mantiverem constantemente a informação via sistema de som da aeronave, a criança terá a chance de modificar sua conduta e aprender como usar isso em outras circunstâncias. Percebe-se então, que o piloto ou comissário de bordo podem ampliar o conhecimento de outras pessoas através de interações com as mesmas (TEIXEIRA, 2015).

Comparando o que foi declarado anteriormente, é exatamente a concepção desse trabalho, fazer uso da gamificação e *games* na sala de aula, em que os alunos poderão interagir com a realidade a partir dos jogos *Bunny Shooter*, para que o ambiente e convívio com os colegas promovam a potencialização do aprendizado. Ressaltamos que a dinâmica usada nesta mediação é a formação de grupos nos quais os alunos da mesma equipe poderão ser os facilitadores uns dos outros, no que se refere a motivação, envolvimento e aprendizado do conteúdo de Física, e até mesmo na manipulações de celulares do tipo *touch*.

Vale enfatizar que o *game* ser educativo ou não depende da mediação feita pelo professor, da proposta pedagógica construída. Embora o jogo *Bunny Shooter* não tenha sido desenvolvido com finalidade de utilização na estrutura educacional, podemos admiti-los como produtos educacionais quando acertadamente utilizados, sobretudo quando levamos em consideração as possibilidades da teoria de Vygotsky.

Se o progresso no desenvolvimento psicológico e intelectual precisa da interação social, outro viés importante é a intervenção pedagógica constituindo-se uma atitude mediadora permissiva para que conceitos espontâneos relacionados ao nosso cotidiano sejam substituídos por conceitos científicos construídos por nossa cultura (MARTINS, 2002).

Vygotsky propõe conforme a figura 8, o chamado **nível de desenvolvimento real** do sujeito, medido pela capacidade do indivíduo em resolver problemas de forma independente, e seu **nível de desenvolvimento potencial**, que depende da capacidade de resolver problemas sob orientação

de alguém (adulto ou alguém da mesma faixa etária, no entanto, mais capaz). (MOREIRA, 2009).

FONTE: <https://desensino.wordpress.com/tag/zona-de-desenvolvimento-proximal/>

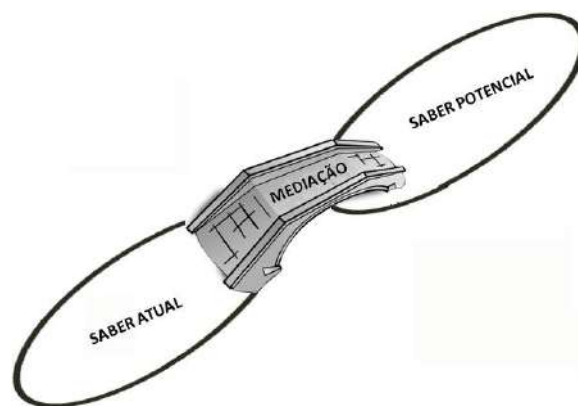


Figura 8: Ligação entre o saber atual e o saber potencial

Outro conceito importante é o de **zona de desenvolvimento proximal**, definida por Vygotsky como a região entre nível real e nível potencial do sujeito. A zona de desenvolvimento proximal define funções que podem ainda ser amadurecidas e que estão em processo de crescimento. Considerada a medida do potencial do aprendizado do indivíduo e local em que a evolução cognitiva pode ocorrer (MOREIRA, 2009).

A Tabela 1 apresenta os conceitos acima.

FONTE: Elaborada pelo autor

PROPOSTA DE VYGOSTKY	CONCEITOS
Zona proximal de desenvolvimento (ZPD)	Distância entre o nível de desenvolvimento real e o nível de desenvolvimento potencial.
Nível de desenvolvimento real	Capacidade do indivíduo solucionar independentemente as atividades que lhe são propostas;
Nível de desenvolvimento potencial	Determinado através da solução de atividades realizadas sob a orientação de uma outra pessoa mais experiente ou cooperação com colegas mais capazes;

Tabela 1: Conceitos teoria Vygotsky

A figura 9 identifica a ZPD assim como a condição do estudante em estágios que sucedem e antecedem esta zona.

FONTE: O autor

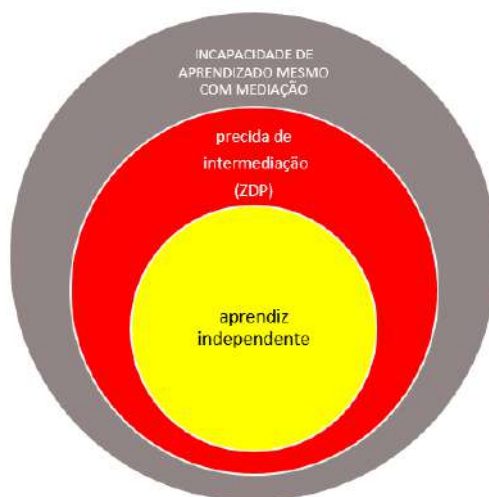


Figura 9: Esquema de zonas propostas por Vygotsky

Deve-se ter cuidado para que a mediação não ocorra em lugar diferente da zona proximal de desenvolvimento, pois dessa forma não haverá produção de nenhum tipo de desenvolvimento, ou seja, o aprendiz ou já sabe o que está sendo mediado pelo professor ou jamais será capaz de entender o que o professor está querendo transmitir de mensagem.

Na visão de Vygotsky o ensino adequado deve estar acima do desenvolvimento cognitivo. Para ele a aprendizagem relevante deve estar sempre acima do desenvolvimento e a aprendizagem com objetivo de alcançar níveis já atingidos não interfere na evolução cognitiva do aprendiz. (MOREIRA, 2009).

Na utilização do *game* “Bunny Shooter”, a preocupação em não recair no erro de atingir níveis já alcançados pelos alunos deve ser levada em conta, por isso, a instrução deve ser feita de maneira que esse desenvolvimento ocorra com mediação adequada, proposta pedagógica e objetivos específicos, comprovando que houve essa evolução cognitiva.

Vygotsky (1998) divide os conceitos em espontâneos, construídos ao longo da vida; e conceitos científicos, que necessitam de um mecanismo diferenciado para serem assimilados. No game utilizados as duas situações estão presentes, visto que essa criança ou adolescente já traz noções de jogos em *tablets* (o primeiro tipo de conceito), mas precisará de um artifício do mediador para que o conteúdo de mecânica clássica seja aprendido.

CAPÍTULO 4

METODOLOGIA DO PRODUTO EDUCACIONAL INSTRUTIVO

A propositura deste trabalho é a construção de um processo instrutivo que sirva como produto educacional no Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) proporcionando melhorias na aprendizagem da Física no ensino médio. O processo instrutivo origina uma organização técnica em que as fases devem estar sempre atreladas, permitindo que o estudante conquiste o desenvolvimento cognitivo e aprofunde determinado tema (MIRANDA, 2013).

O produto originado é uma sequência didática que utilizará tecnologias de informação e comunicação, em especial celular e *tablets*, direcionando e estimulando o professor atuante no ensino de Física para caminhos, estágios e objetivos que converjam no aprendizado/aprofundamento de mecânica clássica.

Apesar de planejadas cuidadosamente, existe a expectativa de liberdade ao professor que se dispuser a fazer mudanças nas instruções, no intuito de alcançar o sentimento de que um pouco de sua essência está presente na metodologia desenvolvida. Inclusive no produto, em especial no acervo e tabela de questões desenvolvidas baseadas no *game*, existe um grande espaço livre para que o professor possa criar mais problemáticas sobre os temas menos abordados como: movimento retilíneo uniforme, movimento retilíneo uniformemente variado, movimento circular uniforme etc.

Nas próximas seções, apresentaremos a proposta geral e o detalhamento das atividades.

4.1 – ORGANIZAÇÃO DO AMBIENTE DE SALA DE AULA

A configuração escolhida possui como referência a concepção sócio-interacionista de Vygotsky. A turma é dividida em grupos de até cinco alunos, entre os quais pelo menos um deve estar com o *game* instalado em seu *tablet* ou celular. Cada equipe pode conter um aprendiz diferenciado, chamado de tutor do grupo. Dessa forma, os outros aprendizes poderão interagir com o ambiente virtual do *game* e com o aluno tutor (ver figura 10), o que basicamente representa o corpo da teoria do autor citado anteriormente.

FONTE: O autor

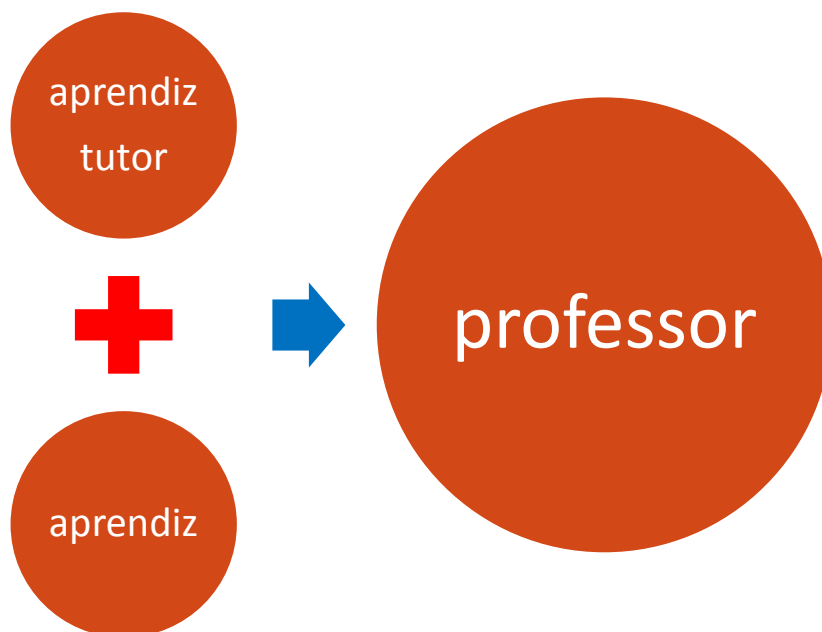


Figura 10: Hierarquia de comunicação da estrutura dos integrantes do processo

4.2 – JORNADA

O produto educacional instrutivo deve ser aplicado em onze semanas (onze encontros de quarenta e cinco minutos) totalizando quatrocentos e noventa e cinco minutos. As atividades a serem realizadas são:

- 1(uma) aula inicial para apresentação da proposta e estruturação da gamificação;
- 8 aulas divididas em duas etapas (primeira parte em que o professor por meio de data show e quadro branco apresenta aos alunos o assunto de forma resumida usando as imagens do *game*, e o restante por meio dos celulares através do *Bunny Shooter*);
- 1 (uma) aula final, para o Teste de Avaliação Individual;
- 1 (um) encontro para aplicação da prova tradicional.

Se escola tiver em seu calendário regular uma avaliação pré-definida, ela pode ser aplicada após o término das atividades. Na aplicação de nosso produto, ela será parte integrante do projeto.

No decorrer das atividades dos estudantes, o professor utilizará um aplicativo para coletar automaticamente as respostas das equipes aos desafios

propostos. Nesse projeto implementamos o aplicativo *Socrative*. Seu processo de utilização será detalhado no capítulo seguinte.

A Tabela 2 apresenta resumidamente a estrutura geral da sequência didática.

	Atividade	Tempo médio (min)	Característica
1ª semana	Apresentação	20 min	Falar da proposta de uso do <i>game</i>
	Gamificação	30 min	Esclarecimento sobre gamificação, classificar tarefas, explicar o significado dos termos, criar significados usando a linguagem do <i>game</i> com a participação dos alunos, divisão das equipes, instalação do game e início de destravamento das fases etc.
2ª semana a 9ª semana	Aula expositiva	20 min	Aula sobre o objeto do conhecimento da mecânica clássica e, em seguida, momento dos alunos desenvolverem o aprendizado através de testes diversos extraídos do game, com metáforas baseadas na gamificação. Utilização do <i>Socrative</i> como ferramenta de aplicação dos testes.
	Atividade usando o <i>game</i> “Bunny Shooter”	25 min	
10ª semana	Teste final envolvendo o <i>game</i>	45 min	Aplicação do teste final por meio do <i>Socrative</i> com questões extraídas do game

Tabela 2: Estrutura geral da Sequência Didática desenvolvida

4.3 - APRESENTAÇÃO DA DINÂMICA

Na primeira semana será feita a explanação do novo modo de apresentação dos conteúdos de mecânica com a utilização do *game*. Nessa proposta o professor usa vinte minutos iniciais para aula expositiva no quadro branco ou *data show* e, em seguida, a dinâmica ensino-aprendizagem com o *game* “Bunny Shooter” (modelo criado para que os estudantes, a partir de testes elaborados com base no game, atinjam possíveis desenvolvimentos cognitivos acerca do assunto).

Deve-se tomar cuidado em prever, a partir do conteúdo ministrado no início da aula, em que medida está a zona de desenvolvimento real desse aluno, tendo em vista a ideia de Vygotsky sobre a futilidade na tentativa de gerar desenvolvimento cognitivo com aprendizagem de níveis já atingidos ou de níveis inalcançáveis.

Todo processo para resolução dos testes e acompanhamento de desempenho dos alunos na parte final da aula será sistematizado no ambiente do aplicativo *Socrative*. Os alunos deverão estar com o *Socrative* versão *Student* devidamente instalado em seu *smartphone*, enquanto o professor estará com o *notebook* conectado na página www.socrative.com. A cada resposta fornecida pelos alunos, o professor tem retorno imediato em seu computador sobre acerto ou erro desses estudantes⁷. Esse é o momento do professor valorizar a provável motivação que aflora no aluno em razão de uma condição diferenciada (*games* e gamificação), e em muitos casos nunca trabalhada. Desfrutando da teoria de Skinner, em que no condicionamento operante não se conhece o estímulo primitivo provocante de determinada resposta, quando determinada reação (comportamento) surgir é possível deixá-la sob controle com o reforçador positivo em caso de interesse de obtê-la com maior frequência. Pode-se também utilizar o reforço negativo se houver o desejo de reduzir a frequência de determinada conduta.

Por exemplo; sem informar aos discentes que será um trabalho programado para dez semanas, o reforço positivo nesse caso, pode ser

⁷ Sobre essa proposta de utilização do *Socrative*, no capítulo 5 deste trabalho existe o detalhamento de todo o processo a ser executado. Aqui apresentamos somente uma visão geral.

empregado quando o professor afirmar que o aumento na frequência dos alunos (colegas convocam os faltosos a não perderem a próxima aula) e a repetição do comportamento apresentado por eles ao saberem da proposta (motivação, disciplina e dedicação), fará com que o instrutor estenda a dinâmica por mais semanas. E para reduzir a indisciplina, conversas paralelas e comportamentos inadequados, o professor cria um desconforto nos estudantes usando o discurso de que haverá aula com *games* e gamificação uma única vez ou em outro caso, que ocorrerá perda de *score* para os grupos com indisciplina.

Listamos a seguir resumidamente as etapas na estruturação do ambiente de gamificação estrutural:

- a) Explicar o significado do tutor e sua função.
- b) Escolha dos tutores.
- c) Divisão dos alunos em grupos de no máximo 5 pessoas.
- d) Falar sobre o significado de gamificação.
- e) Escolha do nome das equipes com linguagem da gamificação.
- f) Orientação sobre o uso do *game* “*Bunny Shooter*”.
- g) Orientação sobre o mecanismo de análise de desempenho – *Socratica*.

Vale destacar que o tutor é o estudante que tenha simpatia pela disciplina, talvez com pouco mais de habilidade em cálculo ou com perfil de líder. Esse estudante deve, após ouvir a opinião dos colegas, tomar a decisão final na estrutura de jogo que será criada. A proposta do aluno tutor objetiva alcançar o aprendizado dos demais colegas por meio da interatividade entre alguém teoricamente mais habilidoso na disciplina, com aqueles em zona de desenvolvimento real inferior.

A Tabela 3 apresenta um exemplo de divisão da turma.

Equipe A	Equipe B	Equipe C	Equipe D	...
Aluno 1	Aluno 6	Aluno 11	Aluno 16	
Aluno 2	Aluno 7	Aluno 12	Aluno 17	
Aluno 3	Aluno 8	Aluno 13	Aluno 18	
Aluno 4	Aluno 9	Aluno 14	Aluno 19	
Aluno 5	Aluno 10	Aluno 15	Aluno 20	

Tabela 3: Configuração dos grupos

A seguir, na figura 11, representamos o aluno tutor (A_5) estruturalmente centralizado no sentido de interagir, conversar e ouvir o grupo antes que uma decisão seja tomada.

FONTE: O autor

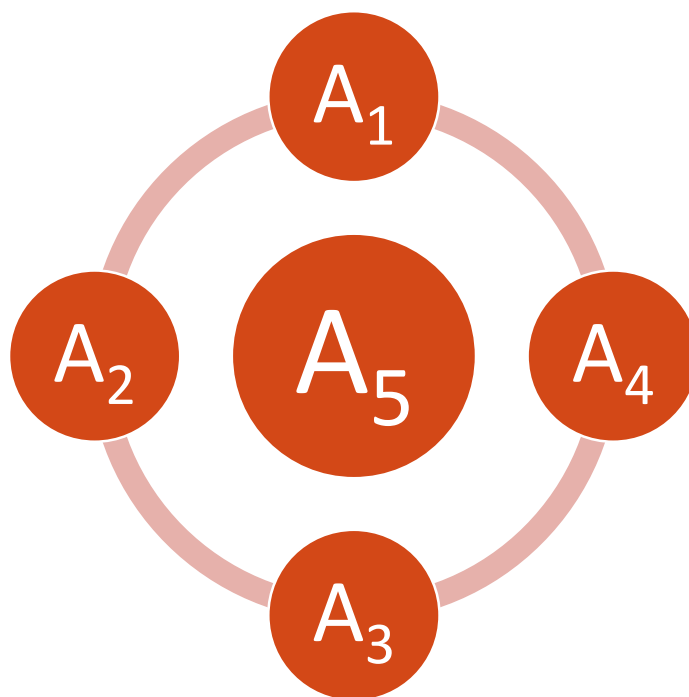


Figura 11: Estrutura dos grupos (A_1, \dots, A_5 são os estudantes)

4.4 – GAMIFICAÇÃO ESTRUTURAL DA TURMA

Com a participação dos estudantes propomos transformar a sala de aula em ambiente de jogo, ou seja, metáforas que remetem a disputas de games (missão, batalha, vilão, score etc.) são criadas pelo professor com o auxílio dos alunos na escolha de personagens do bem para os grupos, e personagens vilões para desafios a serem enfrentados. Os estudantes podem escolher um super-herói ou personagem do bem para identificar suas equipes. Esse momento é fundamental por dois motivos: geralmente crianças e adolescentes estão familiarizados com desenhos, filmes e séries atuais e, além disso, o aluno já começa ter a sensação de participar ativamente da organização do ambiente que está sendo implementado. Nesse projeto foram utilizadas as seguintes metáforas:

- a) Desafio: cada um dos testes elaborados com o uso do *game*;
- b) Derrota do vilão: assim que o aluno resolve um problema, considera-se o *status* vilão derrotado ou desafio ultrapassado;
- c) Missão (níveis da gamificação que é diferente de nível do *game*) : cada uma das oito semanas será considerada uma missão. A missão é formada pela aula expositiva do professor mais o momento final em que o aluno utiliza o *game* “Bunny Shooter” via *Socrative* para validar sua resposta;
- d) Batalha via *game*: a batalha via *game* será um aula completa de quarenta e cinco minutos utilizada exclusivamente para os estudantes enfrentarem vários desafios. Nessa missão o professor não entra com a aula expositiva nos minutos iniciais;
- e) Batalha final: naturalmente haverá um calendário de avaliações escritas como é de praxe no modelo tradicional de ensino. Na expectativa de que o estudante se motive a estudar para a prova escrita de Física, chamaremos esse momento de batalha final, ou seja, o dia de avaliação da disciplina que envolvida neste trabalho também será enquadrado no sistema de gamificação.
- f) Bônus: orientação acerca da solução do problema para o grupo que se mantiver em total disciplina e compenetração.
- g) Score: na semana seguinte ao término das missões, as notas das equipes (em ordem alfabética) serão expostas no quadro de aviso da sala de aula para que os jogadores possam consultar o desempenho dos grupos nas etapas.
- h) Zerar o *game* e *game over*: ao final de todo trabalho, o professor apresenta no projetor os nomes dos super-heróis (equipes) com seus respectivos status: Zerou o *game* no caso da grande maioria dos integrantes do grupo ter vencido e alcançado nota azul (boa pontuação nas missões, batalha via *game* e batalha final) ou *Game Over*, para os super-heróis (equipes) em que a grande maioria não alcançou a nota azul.
- i) *Ranking*: a classificação geral será apresentada e afixada no quadro de avisos da turma ou similares (parede, site da escola etc.). Ao término da proposta, o super-herói (equipe) que estiver em primeiro lugar no ranking receberá uma premiação à escolha do professor (livros, materiais apostilados, entrada gratuita em algum tipo de curso ou palestra etc).

A Tabela 4 apresenta as diferentes linguagem utilizadas no ambiente gamificado proposto nesse trabalho, assim como a figura 14 representa a estrutura geral das equipes, onde P_x , P_y , $P_z \dots P_Q$ são os personagens.

FONTE: O autor

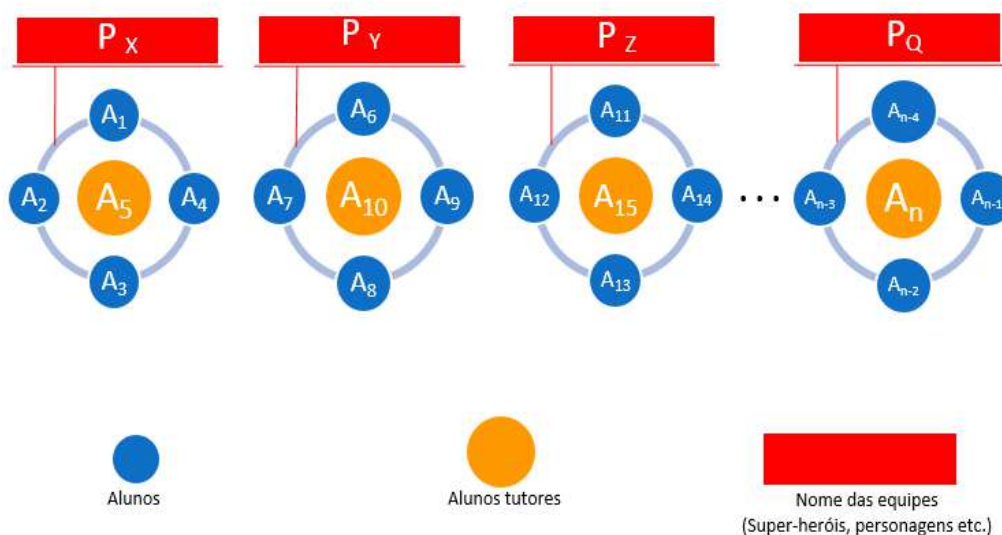


Figura 12: Organização das equipes

FONTE: O autor

	ESCOLA TRADICIONAL	GAMIFICAÇÃO
MEDIADOR DO CONTEÚDO	Professor	Game Master
DISCENTES	Alunos	Jogadores
IDENTIFICAÇÃO (Aluno)	Nome ou nº da equipe	Personagem
QUESTÕES	Tarefas	Desafios
IDENT. DAS QUESTÕES	Sequência numérica	Vilão
SOLUÇÃO CORRETA	Acerto	Derrotar o vilão
ORIENTAR O ALUNO	Tirar dúvida	Ganhar Bônus
ACRÉSCIMO NA NOTA	Ponto extra	Recompensa
AValiação	Prova	Batalha
BOM RENDIMENTO	Nota azul	Zerar o game
BAIXO RENDIMENTO	Nota vermelha	Game over
CLASSIFICAÇÃO DOS ALUNOS	Colocação	Ranking
PERÍODO DE 45 MINUTOS	Aula	Missão

Tabela 4: Metáforas utilizadas para gamificação estrutural

A seguir apresentamos a figura 13 com o detalhamento das missões a serem praticadas na proposta deste trabalho.

FONTE: O autor

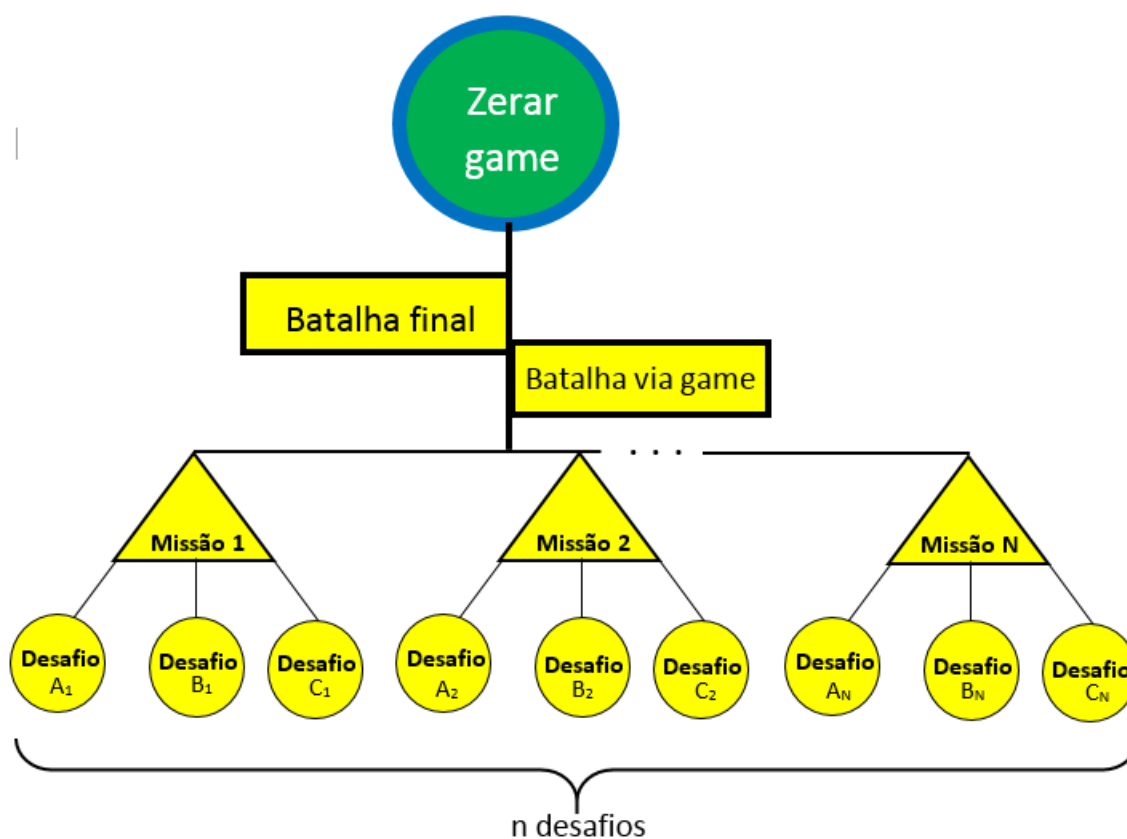


Figura 13: Etapas do projeto

Missões: 1, 2, 3, ..., N

Desafios da missão 1: A₁, B₁, C₁, ..., Z₁

Desafios da missão 2: A₂, B₂, C₂, ..., Z₂

Desafios da missão N: A_N, B_N, C_N, ..., Z_N

Na figura 14 nos deparamos com possibilidades de nomes das equipes (super-herói ou personagem do bem): Hulk, Batman, Mulher Maravilha, Tempestade, Wolverine etc.

FONTES:

<http://www.adorocinema.com/filmes/filme-173720/fotos/>

<http://www.misturebas.com/site/chefao-da-marvel-diz-que-hulk-nao-fara-parte-de-capitao-america-3/>

<https://www.youtube.com/watch?v=7p7rocHEecE>

http://www.ocapacitor.com.br/cinema/nota-halle_berry_confirma_que_sera_tempestade_novamente_no_cinema-7814.html

<http://www.adorocinema.com/filmes/filme-146326/noticias/>



Figura 14: Exemplos de nome de grupos

Os exemplos de nomes dos desafios estão apresentados na figura 15: Embate Pinguim, Embate Coringa, Embate, Embate Magneto, Fight 1, Fight 2 etc.).

FONTES:

<http://blogdebrinquedo.com.br/2015/02/03/action-figure-14-pinguim-danny-devito-em-batman-o-retorno/>

http://forum.jogos.uol.com.br/coringa-de-jared-letto_t_3432719

<https://comicvine.gamespot.com/lex-luthor/4005-41952/>

<http://universoxmen.com.br/2014/12/rebecca-romijn-deseja-retornar-como-mistica-e-da-alfinetada-em-jennifer-lawrence/>

<http://wac.450f.edgecastcdn.net/80450F/screencrush.com/442/files/2014/12/The-Incredible-Hulk-Abomination.jpg>

<http://www.culturamix.com/fotos/magneto-do-x-men/>



Figura 15: Exemplos de nome de desafios

4.5 – OS TESTES DE MÚLTIPLA ESCOLHA

O jogo *Bunny Shooter* é dividido em trinta fases. De cada fase foram extraídos problemas de múltipla escolha, abordando assuntos de mecânica clássica nível ensino médio, totalizando mais de cem testes possíveis, dos quais os trinta averiguados pela orientação, foram listados no apêndice deste trabalho. Os desafios estão devidamente identificados por assunto nas tabelas 5, 6, 7, 8 e 9. A legenda para as tabelas é a seguinte: F corresponde à fase; Q equivale à identificação do número da questão.

FONTE: O autor

CINEMÁTICA						
Conceitos iniciais e Velocidade média	MU	MRUV	Movimento vertical	Lançamento Horizontal	Lançamento Oblíquo	MCU
F1 Q3	F28 Q5	F12 Q2	F2 Q1	F1 Q1	F1 Q1	F4 Q3
F1 Q5			F4 Q1	F1 Q2	F1 Q2	
F2 Q2			F5 Q1	F3 Q1	F1 Q4	
F2 Q3			F5 Q2	F3 Q2	F4 Q5	
F2 Q4			F14 Q1	F8 Q3	F5 Q3	
F2 Q5			F17 Q2	F14 Q3	F14 Q2	
F3 Q3			F27 Q1	F16 Q5	F25 Q2	
F7 Q1			F30 Q1		F27 Q2	
F12 Q1					F27 Q3	

Tabela 5: Desafios de cinemática

FONTE: O autor

DINÂMICA							
Leis de Newton	Normal e Peso	Força de Atrito	Plano inclinado	Resultante Centrípeta	Trabalho e Potência	Energia Mecânica e TEC	Impulso e Momento Linear
F3 Q8	F3 Q5	F19 Q2	F18 Q2	F8 Q2	F9 Q3	F3 Q4	F7 Q2
F4 Q2	F3 Q6	F19 Q3	F20 Q2	F23 Q2	F25 Q2	F3 Q7	F9 Q2
F4 Q4	F6 Q1	F26 Q5	F26 Q2	F23 Q3	F26 Q1	F5 Q4	F16 Q1
F4 Q7	F6 Q2	F26 Q6	F26 Q7		F26 Q3	F5 Q5	F16 Q6
F5 Q6	F6 Q3	F27 Q7			F28 Q3	F5 Q6	
F10 Q3	F7 Q3	F28 Q1				F8 Q1	
F13 Q3	F11 Q1	F28 Q2				F9 Q1	
F14 Q4	F12 Q3					F10 Q2	
F28 Q4	F13 Q1					F15 Q1	
	F13 Q3					F15 Q3	
	F15 Q2					F17 Q5	
	F16 Q2					F18 Q3	
	F17 Q1					F20 Q1	
	F17 Q3					F21 Q2	
	F17 Q4					F24 Q1	
	F18 Q1					F24 Q2	
	F18 Q2					F24 Q3	
	F19 Q1					F26 Q4	
	F20 Q2						
	F25 Q1						
	F28 Q4						
	F29 Q1						
	F29 Q2						
	F30 Q2						
	F30 Q3						

Tabela 6: Desafios de dinâmica

FONTE: O autor

ESTÁTICA	
Ponto material	Corpo extenso
F10 Q1	F16 Q3
	F16 Q4
	F21 Q1
	F21 Q3

Tabela 7: Desafios de estática

FONTE: O autor

HIDROSTÁTICA / EMPUXO	
Teoria	Cálculo
F4 Q2	F4 Q6
F4 Q4	F13 Q2
	F13 Q3
	F22 Q1
	F22 Q2

Tabela 8: Desafios de hidrostática

FONTE: O autor

OSCILAÇÕES	
Teoria	Cálculo
	F23 Q1

Tabela 9: Desafios de oscilações

Vale salientar que as tabelas apresentam várias células em branco para outro professor que mantenha contato com este trabalho, possa ajudar na construção de um banco de desafios ainda maior do que o proposto aqui.

Os tipos de testes retirados do jogo *Bunny Shooter* foram os seguintes:

a) De simples observação:

Nesse tipo de teste basta que os jogadores observem o que acontece com os elementos do cenário (posicionamento, tipo de plano em que estão apoiados etc.) sem necessidade de jogar. Associando os vinte minutos iniciais com o observado no cenário de jogo, é possível resolver o teste (desafio, derrotar o vilão etc.). Obrigatoriamente nesses problemas o cenário do jogo deve ser visto pelos alunos. A seguir apresentamos um exemplo desse tipo de teste.

Exemplo 1

Objeto do conhecimento	Tema	Fase
ENERGIA MECÂNICA	DINÂMICA	20

Para resolver essa problemática vamos usar a posição dos coelhos no exato momento da abertura do ambiente de jogo.

Na **fase 19** você percebe a existência de três coelhos que identificaremos de acordo com a tabela a seguir

Posição do coelho	Identificação do animal
Esquerda	A
Meio	B
Direita	C

Admitindo-se massas idênticas para os coelhos e identificando por E_A , E_B e E_C , as energias potenciais gravitacionais respectivamente dos coelhos A, B e C, então, comparando essas energias teremos:

Obs: Admita o ambiente de jogo sendo terrestre com aceleração da gravidade 10 m/s^2

- a) $E_A > E_B > E_C$
- b) $E_A < E_B < E_C$
- c) $E_A > E_C > E_B$
- d) $E_A = E_B > E_C$

b) Teóricos sem cálculo

Nesses problemas é possível chegar à solução sem que haja necessidade do estudante usar cálculo. Os exemplos 2 e 3 a seguir, explicitam esse tipo de problema.

Exemplo 2

Objeto do conhecimento	Tema	Fase
FORÇA DE ATRITO	DINÂMICA	19

Na **fase 19** faça um disparo para quebrar os vidros verticais provocando a queda da esfera verde sobre a bomba. Após efetuar esse disparo você notou que a haste de madeira adquiriu movimento brusco com a explosão do artefato.

Admitindo-se a existência de uma força de atrito entre o objeto de madeira e o plano de gelo, quando o movimento da haste ocorre essa força atua na:

- a) diagonal, para cima e perpendicular ao plano.
- b) diagonal, para baixo e perpendicular ao plano.
- c) diagonal, para cima e paralela ao plano.
- d) diagonal, para baixo e paralela ao plano.

Exemplo 3

Objeto do conhecimento	Tema	Fase
TRABALHO	DINÂMICA	26

Na **fase 26** execute os seguintes disparos:

- 1) Desperdice a 1ª munição disparando-a para esquerda conforme indicação da figura abaixo



- 2) Efetue três disparos na mosca sobre o meio da bigorna conforme indicação da figura a seguir



Após seguir os passos apresentados anteriormente você observa que

- a) ocorre queda do objeto atingido porque o atrito na plataforma é praticamente nulo nesse cenário, portanto, a força transfere energia e por meio da inércia a bigorna cai.
- b) ocorre queda do objeto atingido porque mesmo com a presença de atrito, a energia cinética transmitida à bigorna será suficiente para vencer o trabalho da força de atrito.
- c) não ocorre a queda do objeto porque a energia cinética transmitida não é suficiente para vencer o trabalho da força de atrito no trecho considerado.
- d) não ocorre a queda do objeto porque a energia potencial transmitida não é suficiente para vencer o trabalho da força de atrito.

c) Com uso de cálculo

Nesses problemas só é possível chegar à solução com uso de cálculo (exemplos 4, 5 e 6).

Exemplo 4

Objeto do conhecimento	Tema	Fase
MOVIMENTO VERTICAL	CINEMÁTICA	30

Na **fase 30** suponha os animaizinhos deste ambiente de jogo com massa 3 kg cada um. Admitindo-se as alturas em relação ao solo, da esfera verde e do coelho na corda, valendo respectivamente 2,8 m e 10 m. Se a corda for rompida

com um disparo, considerando a esfera e o coelho com dimensões desprezíveis, esse animal chega à esfera com velocidade aproximada, em m/s, de:

Obs: Adote o ambiente de jogo como terrestre com $g = 10 \text{ m/s}^2$



- a) 10
- b) 12
- c) 14
- d) 16

Exemplo 5

Objeto do conhecimento	Tema	Fase
POTÊNCIA	DINÂMICA	28

Na **fase 28** considere que a bigorna (10 kg) tenha sido içada por meio da corda ideal com velocidade constante de 0,1 m/s por 5 m. Assim concluímos que a potência desenvolvida nesse percurso que imaginemos durar 50 s, foi, em W:



- a) 10
- b) 15
- c) 20
- d) 25

Exemplo 6

Objeto do conhecimento	Tema	Fase
LEIS DE NEWTON (FORÇA NORMAL, PESO E TRAÇÃO)	DINÂMICA	30

No **fase 30** existe um coelho apoiado sobre uma haste de madeira horizontal de massa 2 kg. Admitindo-se que as hastes menores (1 kg) suportam quando comprimidas verticalmente contra o solo força máxima de 60 N, de acordo com os dados propostos, o equilíbrio do coelho mencionado:

- a) é possível com margem de sobra de 10 N.
- b) é possível com margem de sobra de 20 N.
- c) não é possível em virtude do excesso de 1 kg.
- d) não é possível em virtude do excesso de 2 kg.

d) Resolvidos exclusivamente com auxílio do cenário e/ou manipulação do jogo

Nesses desafios (7, 8, 9, 10, 11 e 12) há necessidade ver o cenário e/ou executar um disparo com a flecha para que a resposta correta seja alcançada pelo jogador.

Exemplo 7

Objeto do conhecimento	Tema	Fase
CONCEITOS E DEFINIÇÕES INICIAIS	CINEMÁTICA	2

Vá na **fase 2** e atinja com um disparo exatamente sobre a esfera. Assim você percebe que a trajetória descrita por esse objeto é mais próxima de uma:

- a) reta
- b) parábola
- c) circunferência
- d) elipse

Exemplo 8

Objeto do conhecimento	Tema	Fase
CONCEITOS E DEFINIÇÕES INICIAIS	CINEMÁTICA	3

Na **fase 3**, para atingir a cenoura que se encontra na parte central do cenário é necessário um disparo cuja trajetória da flecha será a mesma:

- a) descrita no movimento de elevadores.
- b) descrita por extremidades de hélices em pleno funcionamento.
- c) descrita por uma bola de basquete ao ser arremessada da linha dos 3 pontos.
- d) descrita por uma pessoa descendo pela escada de emergência em um prédio.

Exemplo 9

Objeto do conhecimento	Tema	Fase
ENERGIA MECÂNICA	DINÂMICA	3

Na **fase 3**, considerando os patamares nos quais se posicionam os coelhos e a bigorna, com alturas de 3 m; 5,2 m e 5 m; a maior energia potencial gravitacional, admitindo que os elementos citados anteriormente tenham mesma massa, está associada a(o):

- a) bigorna.
- b) coelho do meio.
- c) coelho da esquerda.
- d) coelho com possibilidade de ser atingido pelo objeto.

Exemplo 10

Objeto do conhecimento	Tema	Fase
LEIS DE NEWTON (REAÇÃO NORMAL)	DINÂMICA	3

Na tela inicial da **fase 3** identifique o tipo de plano em que o coelho do meio está apoiado (inclinado ou horizontal) e, admitindo sua massa 5 kg, chegamos à conclusão de que a reação normal do apoio sobre esse animal vale, em N:

Adote $g = 10 \text{ m/s}^2$

▪ Caso seja plano inclinado adote ângulo com a horizontal 30° ($\sin 30^\circ = 0,5$ e $\cos 30^\circ = 0,8$)

- a) 4 N
- b) 5 N
- c) 40 N
- d) 50 N

Exemplo 11

Objeto do conhecimento	Tema	Fase
LANÇAMENTO OBLÍQUO	CINEMÁTICA	4

Na **fase 4**, use uma flecha para atingir exclusivamente a corda sem estourar a bexiga. Dessa forma, admitindo-se o ambiente de jogo como terrestre percebe-se que:



- O balão sobe e fica preso na parte inferior da haste de madeira que não se permite rotacionar em virtude do peso da esfera verde gerar somatória nula de momentos.
- a bigorna cai sob ação da gravidade e o balão fica parado no ar graças à ação do empuxo.
- o balão sobe, desaparece do cenário e provoca a rotação da haste fazendo a esfera verde colidir diretamente no coelho, sem exercer contato com o gato durante a descida em virtude da componente horizontal de sua velocidade ter valor suficiente para que isto ocorra.
- o balão sobe, desaparece do cenário e provoca a rotação da haste fazendo a bola cair primeiramente sobre o gato em virtude de sua componente horizontal da velocidade, ser insuficiente para que este objeto atinja diretamente o coelho sem antes fazer contato com outros elementos do cenário.

Exemplo 12

Objeto do conhecimento	Tema	Fase
ENERGIA MECÂNICA	DINÂMICA	10

Dispare uma flecha para estourar os 6 balões de uma só vez provocando a queda das bigornas. Verifique durante a queda quantas vezes a bigorna mais alta fez contato com elementos do cenário. Admita a massa desse objeto 10 kg e sua altura em relação ao solo 4 m. Se a cada contato com componentes do

cenário 10% de energia mecânica são dissipados, aproximadamente com que velocidade, em m/s, este objeto chega no solo?

Dado: considere o ambiente de jogo sendo terrestre com resistência do ar desprezível para as bigornas e aceleração da gravidade 10 m/s^2



- a) 6
- b) 8
- c) 10
- d) 12

e) Sem necessidade de utilizar o ambiente do game

Existem desafios que podem ser resolvidos sem que o jogador necessariamente acesse o espaço do *game* (exemplos 13 e 14). Talvez de forma involuntária os estudantes acabem buscando a fase proposta no desafio, todavia, alguém mais atento no grupo pode perceber essa característica proposta em alguns testes.

Exemplo 13

Objeto do conhecimento	Tema	Fase
------------------------	------	------

LANÇAMENTO HORIZONTAL	CINEMÁTICA	14
------------------------------	-------------------	-----------

Na fase 14 faça o disparo indicado a seguir



Observe o movimento efetuado pela bomba e admita que o coelho está horizontalmente a 2 m da linha vertical que passa pelo artefato.



Considerando desprezíveis as dimensões dos objetos, adotando o ambiente de jogo como terrestre (aceleração da gravidade 10 m/s^2) e usando 5 m para a altura da plataforma que apoia a bomba, para que esse artefato atinja o coelho é necessário uma velocidade horizontal de abandono da superfície, em m/s, de:

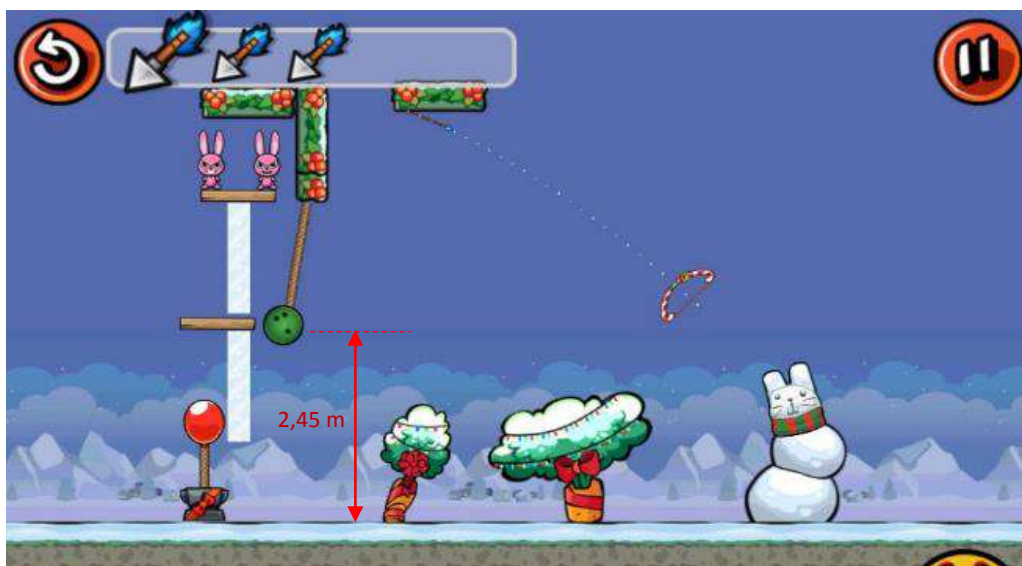
- a) 2
- b) 2,5
- c) 3
- d) 3,5

Exemplo 14

Objeto do conhecimento	Tema	Fase
LANÇAMENTO HORIZONTAL	CINEMÁTICA	16

Na **fase 16** quando você faz um disparo que rompe a corda vertical, a esfera verde atinge a haste de madeira conforme indicado na figura a seguir. Considerando a medida indica no esquema e que a velocidade com a qual essa haste deixa o apoio seja 5 m/s, o tempo de queda e a distância horizontal que essa haste percorre até atingir o solo, valem respectivamente, em segundos e em metros:

Obs: Admita o ambiente de jogo sendo terrestre com aceleração da gravidade 10 m/s^2 e despreze possíveis atritos



- a) 0,7 e 3,5 m/s
- b) 0,7 e 4,0 m/s
- c) 0,9 e 4,5 m/s
- d) 0,9 e 5 m/s

f) Necessariamente com uso de cronômetro

Em desafios desse tipo (os exemplos 15 e 16 possuem essa característica) o jogador, além da necessidade de manipulação do disparo, precisará medir o tempo de movimento para alguns elementos do cenário até conseguir solucionar o teste.

Exemplo 15

Objeto do conhecimento	Tema	Fase
MOVIMENTO VERTICAL NO VÁCUO	CINEMÁTICA	5

Use um cronômetro para resolver essa problemática

Na **fase 5**, faça um disparo aproximadamente na vertical e meça o tempo decorrido do instante do disparo até o instante do retorno dessa munição.



Desconsidere a parte decimal do tempo encontrado e repita a operação por duas vezes para confirmar que as três medidas serão iguais. Sabendo-se que o tempo de subida é igual ao tempo de descida, a velocidade de disparo da flecha deve valer aproximadamente:

Obs: Considere o ambiente de jogo sendo terrestre (aceleração da gravidade 10 m/s^2) e despreze a resistência do ar.

- a) 5 m/s
- b) 10 m/s
- c) 15 m/s
- d) 20 m/s

Exemplo 16

Objeto do conhecimento	Tema	Fase
LANÇAMENTO OBLÍQUO	CINEMÁTICA	5

Use um cronômetro para resolver essa problemática

Na **fase 5** dispare uma flecha para atingir um dos montinhos de neve do lado direito. Faça a medida do tempo em que a flecha permaneceu no ar (do momento do disparo até o instante que chegou no monte gelo) considerando apenas o número inteiro sem a parte decimal. É importante repetir o disparo e medir esse tempo por pelo menos três vezes para ter certeza do valor encontrado.



Desprezando-se a resistência do ar, admitindo-se o ambiente de jogo sendo terrestre e considerando o ângulo de lançamento 30° , a velocidade inicial foi, em m/s, de:

- a) 10
- b) 20
- c) 30
- d) 40

g) Perícia nos disparos

Alguns desafios foram elaborados para exigir do jogador aquilo que talvez seja um grande fator que os motive a jogar esses games sempre querendo buscar vencer mais etapas, a habilidade e coordenação motora no momento de usar o game. O desafio a seguir (exemplo 17) tem essa característica.

Exemplo 17

Objeto do conhecimento	Tema	Fase	Modelo de questão
EQUILÍBRIO DO CORPO EXTENSO	ESTÁTICA	16	Visualização obrigatória do cenário e perícia nos disparos

Na **fase 16** faça um disparo para acertar a corda vertical e em seguida, sem estourar o balão, dispare contra a corda que o prende. Após efetuar esses disparos você verifica que o balão:

- a) sobe e provoca translação para a direita na haste de madeira de cima, ou seja, nesse objeto a somatória dos momentos ficou nula ao receber o contato da haste.
- b) sobe e provoca translação vertical na haste de madeira, ou seja, a resultante das forças sobre esse objeto é nula nesse momento.
- c) sobe e provoca rotação na haste, ou seja, a somatória dos momentos sobre esse objeto é diferente de zero nesse instante.
- d) sobe e provoca rotação da haste, ou seja, a somatória dos momentos sobre esse objeto é nula nesse instante.

4.6 - REGRAS DO JOGO

Nesta secção serão apresentadas as regras gerais do jogo. O jogo a que referimo-nos trata-se da dinâmica completa propriamente dita, ou seja, significa a proposta de ensinar mecânica clássica no ensino médio através do *game* “Bunny Shooter”, com linguagem da gamificação e descrição do desempenho via *software* “Socrative”.

A seguir, usando as metáforas apresentadas na tabela 4, descrevemos as regras do jogo.

4.6.1 – Derrota do vilão e missão cumprida

Para que a derrota do vilão (Coringa, Vingador, Lex Luthor, Pinguim, *Abomination* etc.) ocorra é necessário que o grupo consiga dar a resposta à pergunta que envolve o conteúdo de física e para que a missão seja cumprida o grupo deve vencer no mínimo 60% dos desafios (embate com vilões). Esses 60% serão usados nesse trabalho por motivo de ser a pontuação mínima exigida na escola em que a estratégia será utilizada.

Para efeito de análise do rendimento, envolvimento com o processo e transcorrer da dinâmica; caso não ocorra o cumprimento da missão pela maior parte dos grupos, na semana seguinte a nova missão conterà desafios do

mesmo assunto e com testes diferentes. Dessa forma reforçamos o tópico para jogadores que não venceram a maior parte dos desafios servindo como revisão para alunos que ultrapassaram a etapa.

4.6.2 – Bônus

O grupo que mantiver o máximo de disciplina, mostrando-se compenetrado no processo, receberá um reforço positivo (Vygotsky), que corresponde ao bônus na linguagem dos *games* (o tutor pode se dirigir ao professor e pedir o bônus).

Esse bônus direciona para a solução do problema, induzindo o aluno na construção do caminho com seus próprios recursos. O professor não expõe detalhes do conteúdo, permitindo ao aprendiz criar por si só condições para alcançar o desenvolvimento cognitivo.

Quando a equipe receber o bônus, o professor informa à turma toda sobre o ganho conquistado pelo grupo. Esta atitude do mentor caracteriza o reforço positivo para os que se mantêm disciplinados e negativo para os grupos que não têm comportamento adequado.

4.6.3 – Pontuação da dinâmica

A tabela 10 mostra de que forma pensamos em dividir a pontuação para o boletim dos alunos

	Missões	Batalha via game	Batalha final	Total
Quantidade	9	1	1	11
Pontuação (%)	25	25	50	100

Tabela 10: Distribuição de pontos

As missões (nove semanas de aula expositiva mais os desafios) valerão 25% da avaliação e a batalha final mais 25%. A soma destas duas etapas confere ao jogador *score* de 50 % da nota conforme figura 16 a seguir.

FONTE: O autor



Figura 16: Configuração da pontuação

4.6.4 – Nota do boletim

A dinâmica deste trabalho valerá 50% da nota. A outra metade da pontuação será obtida com a avaliação tradicional escrita conforme figura 17.

FONTE: O autor

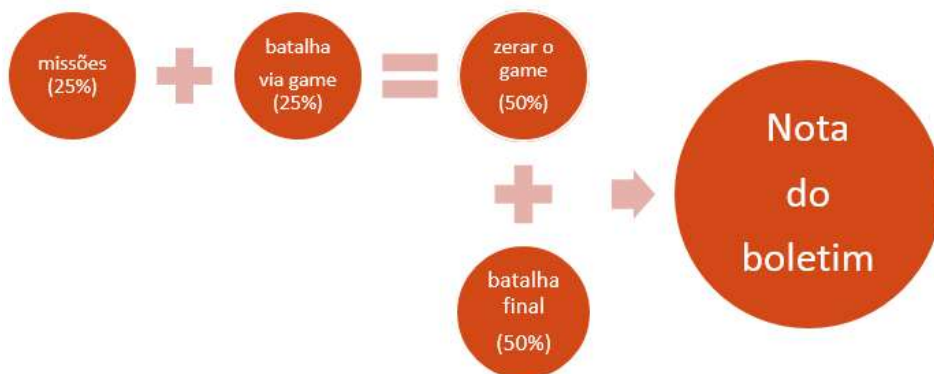


Figura 17: Distribuição de pontuação da avaliação (nota do boletim)

CAPÍTULO 5

SOFTWARE DESCRITOR DE DESEMPENHO

Todo processo para resolução dos testes e acompanhamento de desempenho dos alunos nos vinte e cinco minutos finais da aula, será sistematizado no ambiente do aplicativo *Socrative*. Os alunos devem previamente instalar o aplicativo Socrative Student em seus *smartphones*, enquanto o professor estará com o notebook conectado na página www.socrative.com. É necessário que o professor execute a etapa fundamental de criação de conta clicando no ícone TEACHER LOGIN e, em seguida acessando *get account*, conforme indicado nas figuras 18 e 19, respectivamente.

FONTE: www.socrative.com



Figura 18: Página inicial programa *Socrative* (criação da conta ou login)

FONTE: Aplicativo *socrative* sistema IOS



Figura 19: Janela criação de conta

5.1 - SOCRATIVE

O Socrative é um software que opera na internet, livre e multiplataforma. Professores podem conceber salas virtuais para ingresso de modo interativo e simultâneo para até 50 pessoas. Com o Socrative é possível quatro tipos de atividades entre elas citamos duas: Criar testes de saída, ou seja, perguntas que servem para fazer um diagnóstico da turma sobre determinado objeto do conhecimento trabalhado com a turma, ou mesmo detectar se os alunos adaptaram-se com o método usado durante a exposição do assunto e, é possível também, utilizar o software como um jogo, em que as equipes formadas pelos jogadores são divididas e instigadas a responder um questionário, a equipe que a finalizar o questionário no menor tempo (FERREIRA, OGLIARI; 2015, p. 5879).

Quanto ao custo, possibilidades e características do *Socrative*, Sinésio (2015) e Rafael (2015) afirmam:

O Socrative é uma ferramenta de distribuição gratuita e multiplataforma online de interatividade com o objetivo de criar simulados online. A mesma funciona de forma síncrona sendo um sistema de resposta inteligente permitindo que os professores conectem a sala por meio de uma série de exercícios (simulados) e simultaneamente obtendo o resultado das atividades dos alunos, propostas pelo professor (SINÉSIO, RAFAEL, 2015, p.4).

A seguir, apresentamos um breve roteiro de uso do aplicativo pelo professor, após a conta já ter sido criada, respeitando às seguintes etapas:

- Habilitação de conta e criação do questionário (professor)
- Configuração e utilização do celular (aluno com orientação do professor)
- Como operar o programa (conexão aluno-professor)
- Relatório

5.2 – INSTAURAÇÃO E RECURSOS DO SOFTWARE

Criação do questionário (tarefa exclusiva do professor)

a) passo 1:

Assim que a conta for aberta o professor faz o *login* e percebe o nome de sua sala em caixa alta na região superior e central da tela (DANTAS3666, no exemplo representado na figura 20). Esse nome é fundamental visto que a aluno terá acesso ao teste, quando por meio de seu smartphone, entrar no aplicativo e identificar a sala do professor através de digitação no espaço para esta finalidade.

FONTE: www.socrative.com

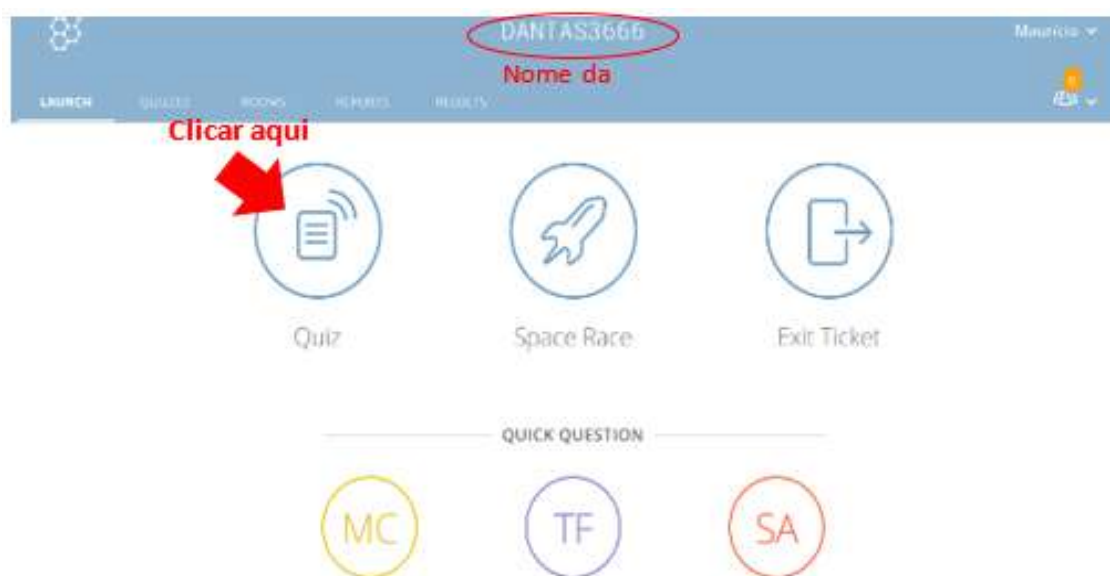


Figura 20: Página inicial para entrar na janela de criação do questionário

O professor deve criar os possíveis questionários a serem aplicados na dinâmica, clicando em quiz: questionário (ver fig. 21)

b) passo 2:

A seguir, no canto superior direito da tela indicada na figura 21, o usuário deve clicar no ícone **+ADD QUIZ** para cadastrar um questionário novo em sua conta.

FONTE: www.socrative.com

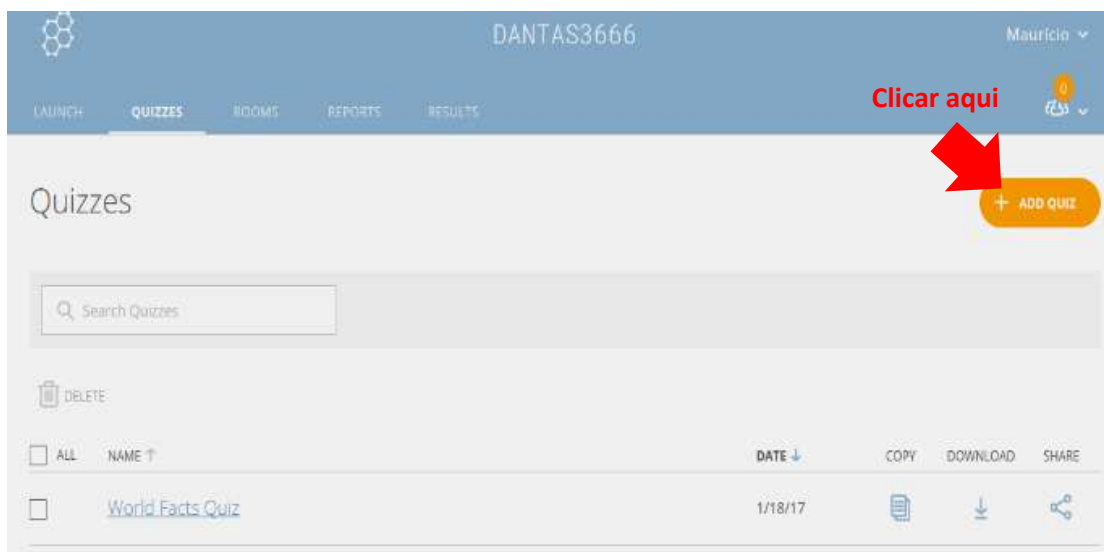


Figura 21: Tela inicial 1 de construção dos questionários

c) passo 3

Após clicar no ícone identificado anteriormente, a janela indicada abaixo será mostrada na tela. Escolher a opção Create New conforme figura 22.

FONTE: www.socrative.com

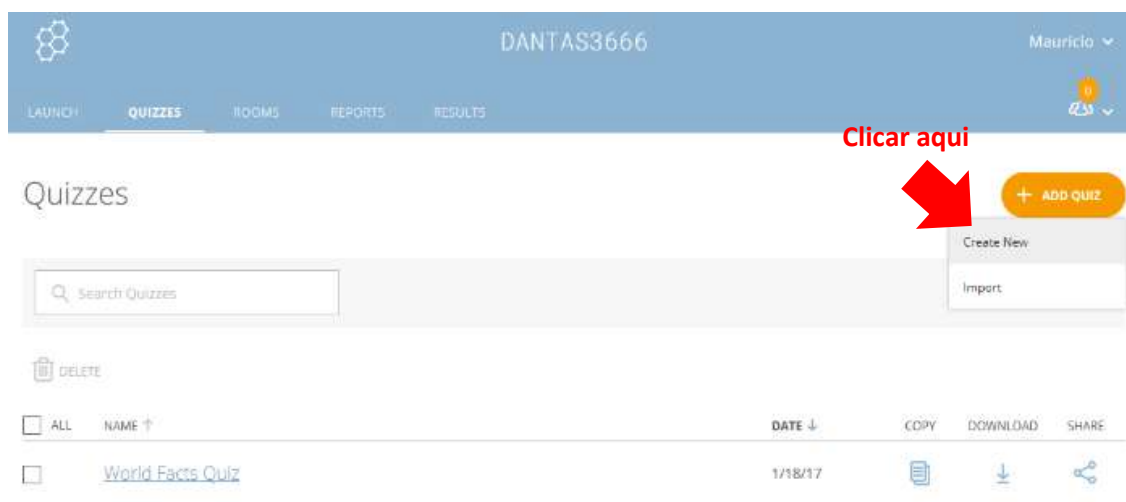


Figura 22: tela inicial 2 de construção dos questionários

d) passo 4

Esta etapa lhe dá condições de escolher um título para seu questionário posicionando o *mouse* e dando um clique na caixa que contém a expressão

“Untitled quiz” e digitando o nome que você pretende usar. A seguir, deve-se modelo de questão que você deseja elaborar nos três ícones em que se encontram as expressões **+MULTIPLICE CHOICE**, **+TRUE/FALSE** e **+SHORT ANSWER** (múltipla escola, verdadeiro ou falso) conforme indicação da figura 23.

FONTE: www.socrative.com

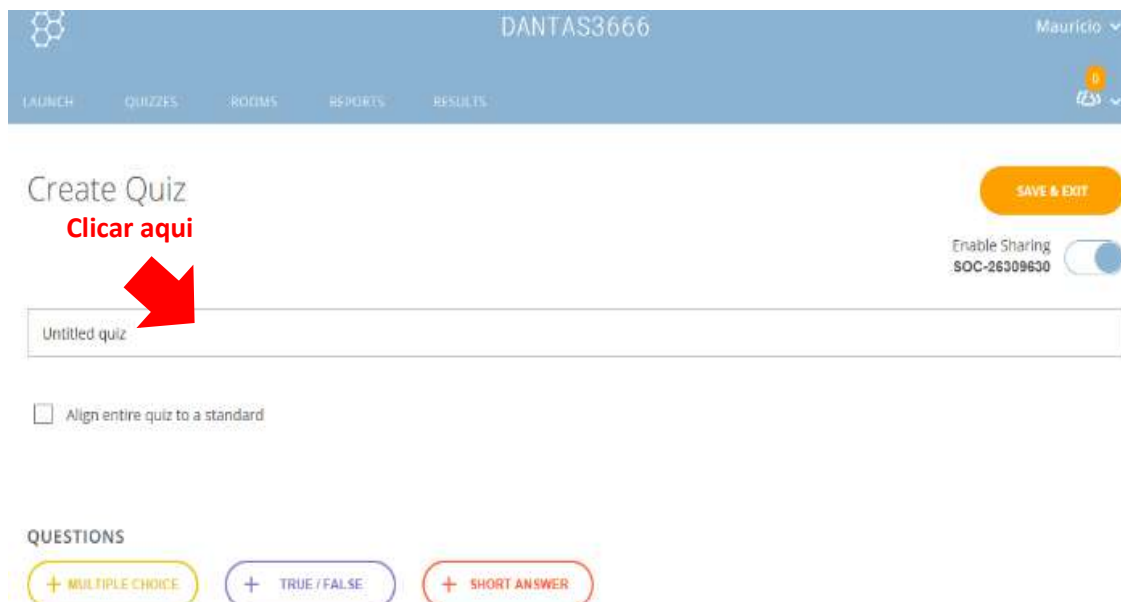


Figura 23: Tela adicionar título e escolha modelo questão

e) passo 5

Ao escolher a opção **multiple answer** você percebe o surgimento de sete janelas: a primeira para o enunciado da questão, as cinco próximas para adicionar as alternativas e a última para acrescentar o comentário e/ou solução, gabarito etc. O ícone superior à esquerda serve para o professor adicionar figuras e tabelas. Clicando em **formatting** é possível recorrer às opções de negrito, itálico, sublinhado etc; para os textos do comando e alternativas da questão em curso de elaboração. Nos quadrinhos à direita você indica a opção correta. Com a finalização dessa etapa o professor clica em **SAVE** para assegurar o cadastramento de sua questão no questionário que está sendo gerado. Logo que a questão é salva, aparecerá novamente uma tela como mostra a figura 24, para que se dê continuidade à elaboração de mais questões.

FONTE: www.socrative.com

Figura 24: Janela de elaboração de questões

Nas figuras 25 e 26 é permitido verificar duas questões elaboradas para alunos da primeira série do ensino médio, sobre o tema dinâmica, com quatro alternativas, respostas identificadas na cor verde, utilizando imagem (segunda questão) e com linguagem de gamificação, visto que as questões foram batizadas com os nomes dos vilões Pinguim e Coringa, além de ordenar que o “jogador” derrote o vilão.

FONTE: www.socrative.com

Figura 25: Desafio Pinguim no *socrative*

FONTE: www.socrative.com

#2

VILÃO: CORINGA
DERROTE O VILÃO!

Na fase 14 fazendo um disparo na corda indicado na figura abaixo, verifica-se a subida acelerada de uma bexiga parcialmente preenchida com água. Considere o ambiente de jogo sendo terrestre e que durante a subida essa bexiga suba com aceleração constante de 12 m/s^2 .

ANSWER CHOICE

A	12
B	1,2
C	0,1
D	0,05

Figura 26: Desafio Coringa no *socrative*

Utilização do aplicativo via celular (tarefa do aluno orientado pelo professor)

a) passo 1

O estudante abre o aplicativo e preenche o nome da sala do professor no espaço reservado a essa finalidade mostrada na figura 27.

FONTE: Aplicativo *socrative* sistema IOS

Acesso de Estudante

Nome da Sala

JUNTAR

Português (Brasil) ▾

Figura 27: Janela de inserção nome da sala no *socrative*

b) passo 2

O estudante deve inserir seu nome ou do grupo que faz parte, para que o professor possa identificá-lo na tela de seu computador (ver figura 28) enquanto ocorre a realização do teste (é possível que o professor desative esta função na página do *Socrative*).

FONTE: Aplicativo *socrative* sistema IOS

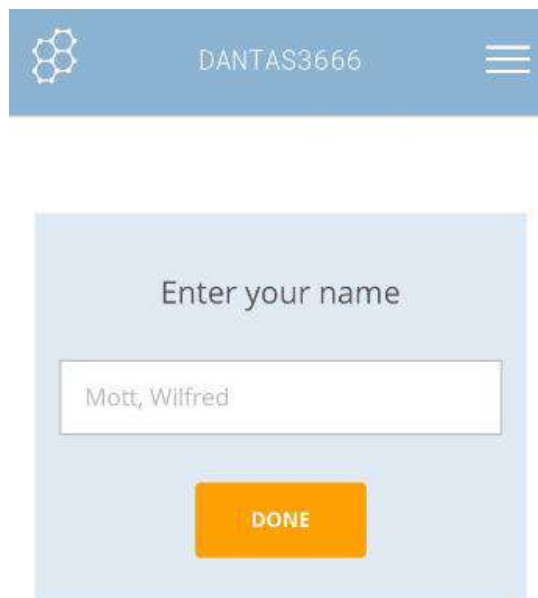


Figura 28: Janela inserção nome do aluno ou grupo no *socrative*

Na tópico a seguir explica-se de que forma o aluno deve operar com o celular no momento do desafio, de acordo com um dos três modos possíveis à escolha do professor: ***Instante feedback, Open Navigation e Teacher Paced***.

Operação do programa (professor e alunos em conexão)

Quando as equipes e o professor estiverem devidamente interligados via conexão *on line* e *Socrative*, a ligação se dará sempre em vias de mão dupla conforme representado na figura 29. Assim que o mentor da dinâmica envia ou libera o desafio, as equipes precisam dar o retorno dos embates propostos em tempo médio de vinte minutos. Ao final dos desafios a missão é considerada cumprida caso as equipes tenham vencido 60% das disputas com os vilões (problemas de física).

FONTE: O autor

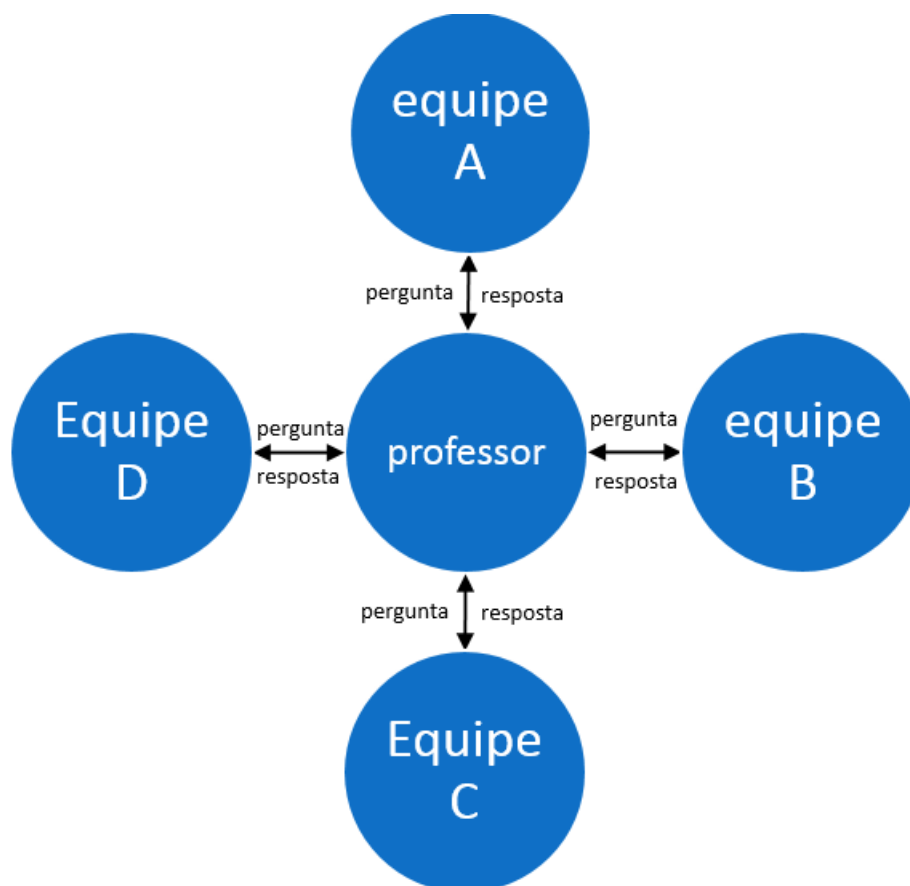


Figura 29: Interação do professor com as equipes por meio do *Socrative*

a) passo 1

Com a conta devidamente criada, os questionários prontos, o aplicativo instalado nos celular e os jogadores⁸ devidamente orientados, o professor entra no www.socrative.com e faz o login.

b) passo 2

A tela indicada na figura 30 aparece para o professor que deve perceber em destaque no canto superior esquerdo a palavra **launch**. Observe no canto superior direito o número zero indicando não haver aluno algum conectado ao professor.

FONTE: www.socrative.com

⁸ Jogador ou jogadores: alunos que participam da dinâmica

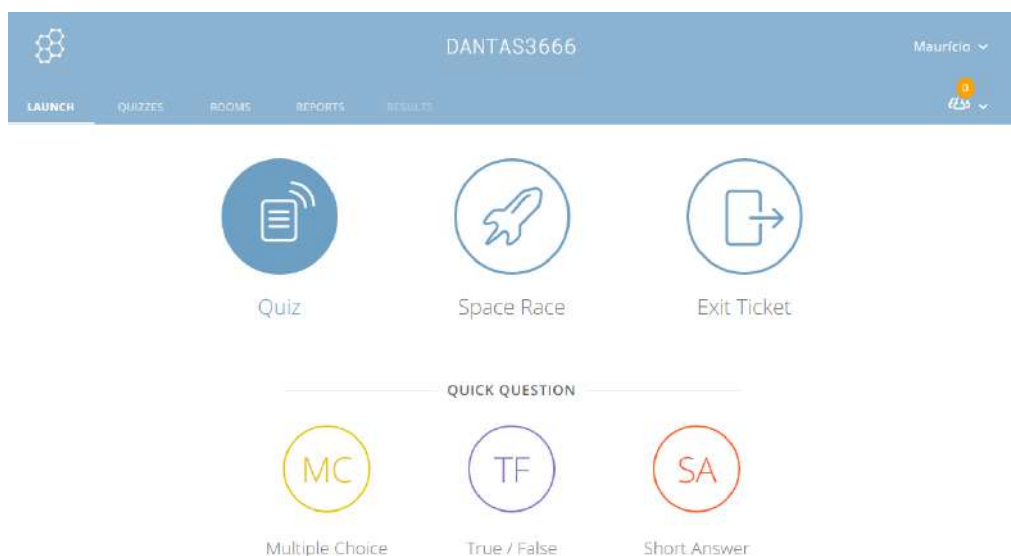


Figura 30: primeira tela após login do professor no *Socrative*

Clicando em *quiz*, esse ícone levará o professor até a biblioteca de questionário já elaborados em casa, por exemplo.

c) passo 3

Nessa etapa o professor deve selecionar o questionário (missão) que deseja submeter os alunos e, em seguida, clicar em **NEXT** conforme figura 31 representa.

FONTE: www.socrative.com

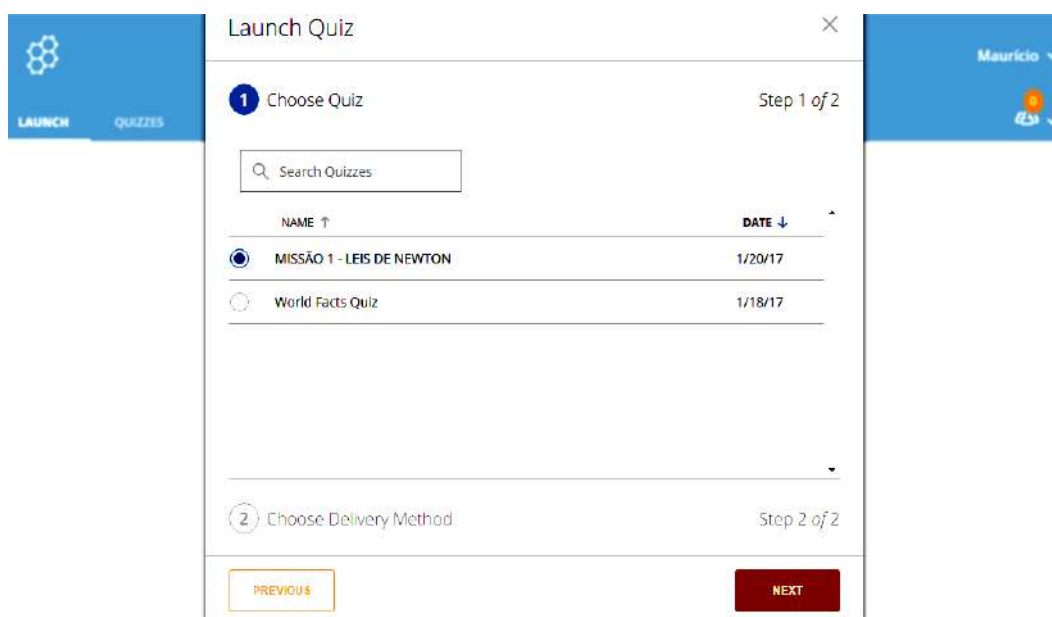


Figura 31: Biblioteca de questionários do professor no *socrative*

d) passo 4

Assim que o professor clicar em **NEXT** surge a janela mostrada na figura 32. Nessa etapa o professor pode “brincar” e escolher entre as opções **Instante feedback**, **Open Navigation** e **Teacher Paced**.

FONTE: www.socrative.com

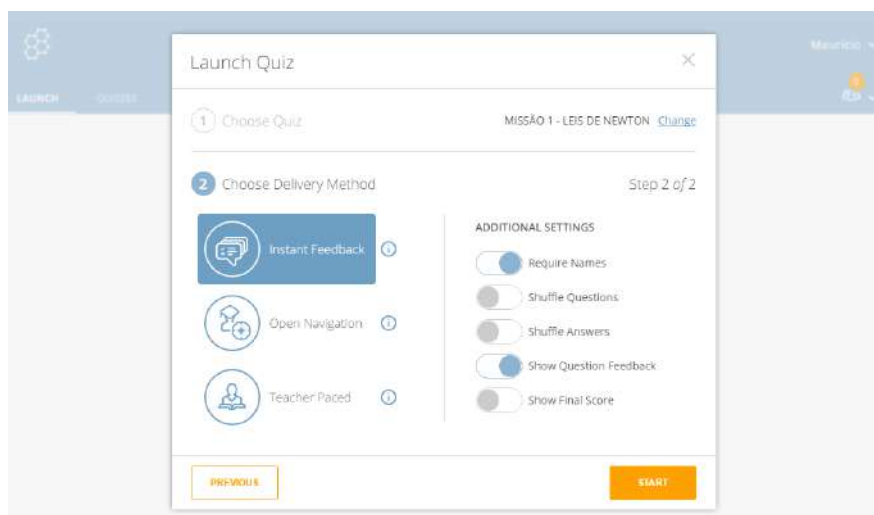


Figura 32: Configurações de feedback no *socrative*

d.1 - *Instante feedback*

Nesta opção o professor pode configurar o ambiente da missão, de acordo com a Figura 32, com os seguintes aspectos:

- Se o aluno deve ou não se identificar ao entrar na sala (*Require Names*);
- Misturar ou não as questões (*Suffle Questions*);
- Misturar ou não as alternativas (*Suffle Answers*);
- Mostrar ou não *feedback* da pergunta para o aluno (*Show Question Feedback*);
- Mostrar ou não a quantidade de acertos ao final da missão (*Show Final Score*).

Nesse modo a interface visualizada pelo professor enquanto o aluno realiza a missão está indicada na figura 33 e apresenta: os nomes da missão, do aluno ou grupo que entrou na missão, o quantitativo de acertos (*score*), quais

desafios foram vencidos e alternativa marcada pelo jogador e a opção **FINISH** para encerrar a missão a qualquer hora.

FONTE: www.socrative.com

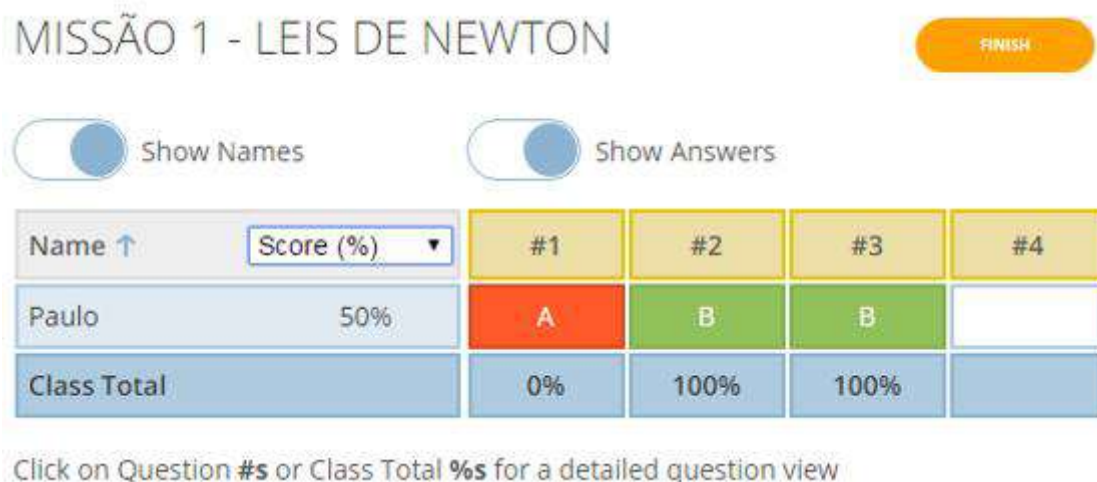


Figura 33: Interface diagnóstico dos jogadores modo *Instante feedback*

Nessa configuração o professor deve orientar os jogadores para marcarem a alternativa que julgarem correta e, em seguida, clicar no ícone **SUBMIT ANSWER** para validar o desafio conforme figura 34. No modo descrito aqui, não existe possibilidade do(s) jogador(es) voltar(em) para o desafio anterior caso entendam que se equivocaram em sua resposta.

FONTE: www.socrative.com

na forma de energia cinética. Segundo Aristóteles a existência de movimento só era possível necessariamente com atuação permanente de uma força. A manutenção do movimento horizontal mesmo sem ação de força alguma nessa direção, tem explicação no(a):

- ☐ A princípio da ação e reação
- ☐ B 2ª Lei de Newton
- ☐ C inércia
- ☐ D energia gravitacional inicial

SUBMIT ANSWER

Figura 34: Socrative interface aluno modo *Instant Feedback*

d.2 - Open Navigation

Nesta opção o professor pode configurar o ambiente da missão, de acordo com a figura 32 apresentada anteriormente, com os seguintes aspectos:

- Se o aluno deve ou não se identificar ao entrar na sala (*Require Names*);
- Misturar ou não as questões (*Suffle Questions*);
- Misturar ou não as alternativas (*Suffle Answers*);
- Mostrar ou não a quantidade de acertos ao final da missão (*Show Final Score*).

No modo *Open Navigation* a interface visualizada ao aluno é a mesma apresentada no modo descrito anteriormente na figura 34. A diferença é que nesta configuração, usando os ícones **<** e **>**, representados na figura 35, permite-se ao aluno mudar a opinião quanto à resposta dada em questões anteriores, por isso, não está liberada a função *Show Question Feedback*, que informa ao aluno acerto ou erro a cada desafio enfrentado.

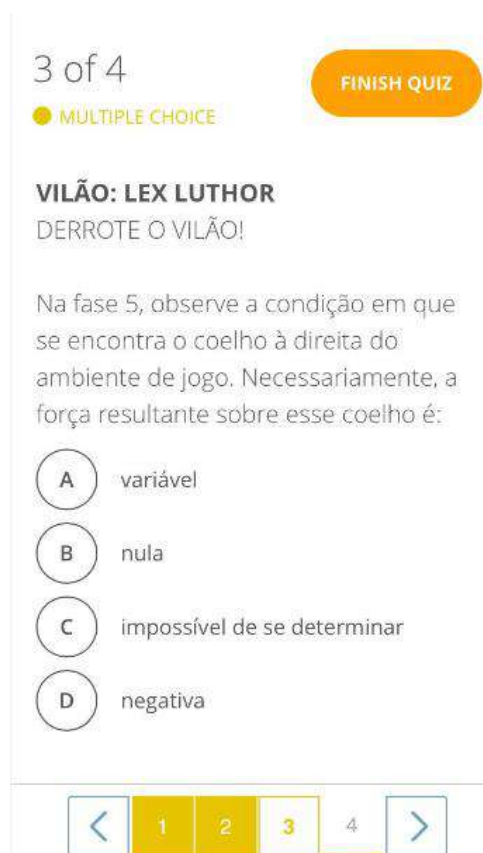


Figura 35: Interface aluno modo *Open Navigation*

d.3 - *Teacher Paced*

Nesse modo o professor pode configurar o ambiente da missão, de acordo com a figura 32, com os seguintes aspectos:

- Se o aluno deve ou não se identificar ao entrar na sala (*Require Names*);
- Misturar ou não as alternativas (*Suffle Answers*);
- Mostrar ou não feedback da pergunta para o aluno (*Show Question Feedback*);
- Mostrar ou não a quantidade de acertos ao final da missão (*Show Final Score*).

Nesse modo a interface visualizada pelo professor enquanto o aluno realiza a missão está indicada na figura 36 e apresenta: nomes da missão e desafio, quantidade de jogadores que já responderam e quantidade de conectados. A indicação 0/1 significa nenhum aluno respondeu (0) e 1(um) aluno conectado. Nesse modo não se permite ao professor ver o desempenho do jogador ao longo do desafio. Apenas ao aluno é concedida essa possibilidade acionando a opção **Show Question Feedback**.

FONTE: www.socrative.com



Figura 36: Interface visualizada pelo professor modo *Teacher Paced*

No modo *Teacher Paced* a aparecimento das questões no celular dos jogadores podem ser controlados pelo professor. Assim que os grupos terminarem os desafios, o próximo só é liberado quando o mentor do processo clicar no ícone **NEXT** no canto superior direito da tela de seu computador.

Mais uma vez nessa configuração o professor deve orientar os jogadores para marcarem a alternativa que consideram correta e, em seguida, clicar no ícone **SUBMIT ANSWER** para confirmar que enfrentou o desafio. No modo descrito aqui, também não existe possibilidade do(s) jogador(es) voltar(em) para o desafio anterior caso entendam que se equivocaram em sua resposta.

Enquanto o professor não libera o próximo desafio, para o jogador aparece a tela indicada na figura 37.

FONTE: www.socrative.com

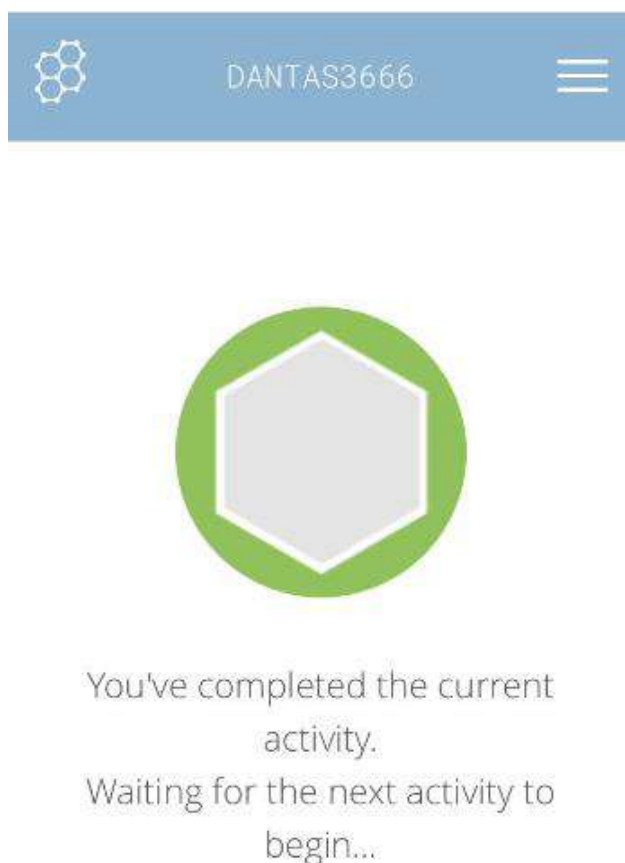


Figura 37: Interface celular enquanto o professor não libera o desafio

Relatórios

Ao término de cada um dos três modos discutidos anteriormente, clicando no ícone **FINISH**, aparecerá uma janela em que é possível gerar relatórios completos (ver figura 38) sobre o desempenho dos jogadores, notas e desafios com maior número de erros e acertos, clicando-se na opção **Get Reports**.

FONTE: www.socrative.com

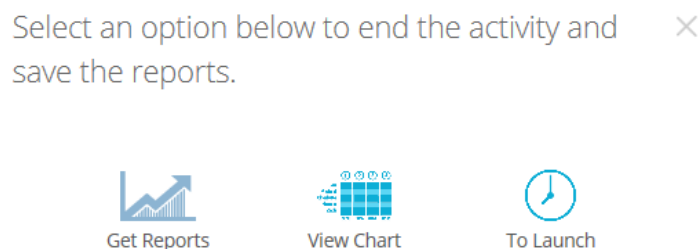


Figura 38: Janela para gerar relatórios

Com um segundo clique em **Get Reports**, de acordo com a figura 39, a janela estende-se dando possibilidades ao professor em baixar para seu computador ou enviar por email os relatórios do desafio nos formatos PDF e Excell.

FONTE: www.socrative.com

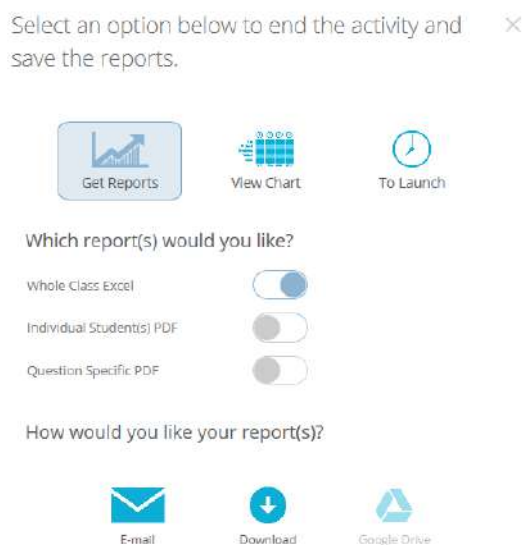



Figura 39: Janela ampliada com as opções dos formatos

A seguir, nas figuras 40 e 41 são apresentados exemplos de relatórios hipotéticos. Observe atentamente que o nome do jogador (Eu), missão, data, quantitativo de desafios vencidos, nome dos desafios, erros e acertos em cada desafio, são apresentados claramente para o professor.

FONTE: www.socrative.com

Eu

01/18/2017

MISSÃO 1 - LEIS DE NEWTON
75% (3/4)

✓ 1. VILÃO: PINGUIM

Na fase 3, admitida o ambiente de jogo sendo terrestre. Ao fazer um disparo horizontal e para direita (→) por exemplo, entendemos que o movimento se inicia em virtude da energia elástica se transferir para flecha na forma de energia cinética. Segundo Aristóteles a existência de movimento só era possível necessariamente com atuação permanente de uma força. A manutenção do movimento horizontal mesmo sem ação de força alguma nessa direção, tem explicação no(a):

- ☐ A princípio da ação e reação
- ☐ B 2ª Lei de Newton
- ☒ C inércia
- ☐ D energia gravitacional inicial

Figura 40: Relatório hipotético 1 aluno identificado como “Eu”

FONTE: www.socrative.com

✗ 3. VILÃO: LEX LUTHOR

Na fase 5, observe a condição em que se encontra o coelho à direita do ambiente de jogo. Necessariamente, a força resultante sobre esse coelho é:

- ☒ A variável
- ☐ B nula
- ☐ C impossível de se determinar
- ☐ D negativa

Figura 41: Relatório hipotético 2 aluno identificado como “Eu”

CAPÍTULO 6

MECÂNICA CLÁSSICA

Neste capítulo trataremos da Mecânica Clássica com enfoque no ensino superior, objetivando-se uma breve revisão para o professor de ensino médio acerca de alguns problemas de Mecânica. Será considerado o movimento unidimensional de uma partícula, sendo submetida à ação de força constante e problemas em que a força é variável no tempo, e/ou velocidade e/ou posição. Essa revisão é voltada ao professor, todavia, citar a limitação do modelo estudado na fase na qual o aluno de ensino médio está inserido pode ser um fator motivador a aqueles que desejam ter entendimento amplo das leis do movimento propostas na Física Clássica.

6.1 – O problema da força constante

Consideremos um corpo de massa m se movendo em linha reta e sob ação de uma força constante. Pela segunda lei de Newton é válido que⁹:

$$F = m.a \quad (4.1)$$

Nesse caso, devemos ter a aceleração constante e dada por:

$$a = \frac{dv}{dt} = \frac{F}{m} \quad (4.2)$$

Fazendo a manipulação matemática dos termos finais da equação (4.2) chegamos na expressão para a variação da velocidade:

$$dv = \frac{F}{m} dt \quad (4.3)$$

Podemos determinar a variação completa da velocidade no decorrer do tempo t , integrando a equação acima. Assim:

$$\int_{v_0}^v dv = \int_0^t \frac{F}{m} dt, \quad (4.4)$$

o que fornece:

⁹ Como estamos considerando o movimento unidimensional, não é necessário utilizar a notação vetorial.

$$v - v_o = \frac{F}{m}t, \quad (4.5)$$

Quando $t = 0$, a velocidade é igual a v_o , ou seja, esta é a velocidade inicial. Admitindo-se x como a distância na linha em que o corpo se desloca, relativa à origem fixada, então é verdade que:

$$v = \frac{dx}{dt} = v_o + \frac{F}{m}t. \quad (4.6)$$

Manipulando-se mais uma a expressão acima, nos detendo apenas nos dois últimos termos e integrando, obteremos o valor de x . Assim,

$$\int_{x_o}^x dx = \int_0^t \left(v_o + \frac{F}{m}t \right) dt, \quad (4.7)$$

o que implica em:

$$x = x_o + v_o \cdot t + \frac{F}{m} \cdot \frac{t^2}{2}, \quad (4.8)$$

ou seja, a equação do movimento uniformemente variado, visto nos livros de ensino médio. Um exemplo desse tipo de força é a força gravitacional na superfície da Terra. Nesse caso, $F/m = g$, a aceleração da gravidade.

6.2 – O problema geral da força variável

O movimento retilíneo de uma partícula de massa m sobre o eixo x , quando as outras coordenadas podem ser desconsideradas, é governado por:

$$m \frac{d^2x}{dt^2} = F. \quad (4.9)$$

Quando conhecemos a força F dizemos que a Equação 4.9 é uma equação diferencial ordinária de segunda ordem relativa à função não conhecida $x(t)$. Essa força pode variar com a posição, tempo e/ou velocidade. As variáveis dinâmicas posição, velocidade, força, momento linear etc, devem ter necessariamente um valor específico para cada instante t ; entretanto, existem situações nas quais a força mantém relação com a posição x , com velocidade v ou uma combinação entre essas grandezas e o tempo.

Podemos citar a força gravitacional de um corpo em queda livre com dependência em relação à altura acima da Terra, ou a força de resistência do ar de um corpo sob à ação da gravidade, que possui também dependência com a velocidade. Admitindo-se a força como sendo do tipo $F(x, v, t)$, quando $x(t)$ e $v(t)$ são funções conhecidas, pode-se substituí-las para que a força seja dada apenas como $F(t)$. Vale lembrar que só é permitido realizar o que foi mencionado anteriormente, caso a Equação 4.9 seja resolvida. A equação 4.10 é a forma mais geral da equação diferencial ordinária de segunda ordem deste problema:

$$\frac{d^2x}{dt^2} = \frac{1}{m} F(x, v, t) \quad (4.10)$$

6.3 – Força dependente do tempo

No caso particular onde a força depende do tempo podemos resolver a Equação 4.10 da seguinte forma integrando no tempo:

$$\int \frac{d^2x}{dt^2} dt = \frac{1}{m} \int_{t_o}^t F(x, v, t) dt$$

o que fornece:

$$v = \frac{dx}{dt} = v_o + \frac{1}{m} \int_{t_o}^t F(x, v, t) dt$$

Uma nova integração no tempo leva a:

$$x = x_o + v_o(t - t_o) + \frac{1}{m} \int_{t_o}^t dt \int_{t_o}^t F(t') dt' \quad (4.11)$$

Conhecendo F , é possível encontrar a solução de $x(t)$ por meio da solução das duas integrais. Situações nas quais F é apresentada em função do tempo ocorrem nos casos quando pretendemos analisar o comportamento de um sistema sob ação de fatores externos, como por exemplo, o movimento de um elétron de carga $-e$ quando submetido à ação de um campo elétrico que oscila ao longo do eixo x , segundo a seguinte equação:

$$E_x = E_o \cos(\omega t + 0) \quad (4.12)$$

onde E é o campo elétrico externo. Nesta situação a força sobre o elétron é dada por:

$$F = -e.E_x = -e.E_o.\cos(\omega.t)$$

Se usamos a Equação 4.11 do movimento, fazemos $t_0 = 0$ e admitimos que o elétron está inicialmente em repouso em $x_0 = 0$, obtemos que a posição dessa partícula no decorrer do tempo é dada por:

$$x = -\frac{e.E_o \cos\theta}{m\omega^2} + \frac{eE_o \sin\theta}{m\omega}t + \frac{eE_o}{m\omega^2} \cos\omega t \quad (4.13)$$

Ao invés de demonstrar que este é o resultado mais geral de 4.11, vamos usar essa função para verificar que a mesma satisfaz a equação 4.15¹⁰.

Derivando-se em relação ao tempo temos:

$$\frac{dx}{dt} = \frac{eE_o \sin\theta}{m\omega} - \frac{eE_o \sin\omega t}{m\omega} \quad (4.14)$$

Derivando em t a expressão acima, obtemos:

$$\frac{d^2x}{dt^2} = -\frac{eE_o \cos\omega t}{m} \quad (4.15)$$

Substituindo 4.15 em 4.10, obtemos:

$$-\frac{eE_o \cos\omega t}{m} = \frac{1}{m}F$$

O numerador do primeiro membro representa F , o que demonstra a igualdade.

6.4 – Força dependente da velocidade

Além da força mostrada na seção anterior, existem forças que dependem da velocidade,

$$\left[m \frac{dv}{dt} = F(v) \right]$$

Um exemplo de força dependente da velocidade é a força de atrito entre um corpo sólido e um meio líquido gasoso existe ou uma força de resistência

¹⁰ A dedução da solução acima, assim como as das outras seções, podem ser encontradas em qualquer livro texto de Mecânica Clássica, como por exemplo em Symon (1996). Adotaremos a postura de somente testar a solução na equação geral, para nos convenceremos de sua validade.

que tem dependência complexa com a velocidade. Geralmente a variação da força com a velocidade é conhecida por meio de observações experimentais. Há casos nos quais em determinados intervalos de velocidade essa força é proporcional a algumas potências da velocidade:

$$F = (\pm)b.v^n. \quad (4.16)$$

Para n ímpar, vale o sinal negativo; caso contrário, o sinal deve ser adotado de forma que a velocidade tenha sinal oposto à força sempre. Como a força de resistência é sempre oposta à velocidade nesses casos, há absorção de energia do corpo em movimento.

Imaginemos o caso de uma canoa se movendo nas águas tranquilas de um rio do Pará, sendo comandada por um ribeirinho que a mantém com velocidade constante v . Suponha que no instante $t = 0$ o ribeirinho tire o remo da água aguardando a canoa parar e a força de resistência seja determinada pela equação 4.16 com $n = 1$. Assim, vale que:

$$m \frac{dv}{dt} = -bv. \quad (4.17)$$

Resolvendo esta equação chegamos na função da velocidade com o tempo que será dada por:

$$v = v_o e^{-bt/m}, \quad (4.18)$$

e uma nova integração fornece:

$$x = \frac{mv_o}{b} (1 - e^{-bt/m}). \quad (4.18)$$

Podemos expandir as soluções (4.17) e (4.18) em série de Taylor em potências de t . Vamos então, escrever o segundo membro desta equação expandido:

$$v = v_o - \frac{bv_o}{m}t + \dots, \quad (4.19)$$

e

$$x = v_o t - \frac{1}{2} \frac{bv_o}{m} t^2 + \dots \quad (4.20)$$

Mais uma vez vamos usar a expressão acima de $x(t)$ para fazer a verificação da equação diferencial 4.10. Determinando a primeira derivada

$$\frac{dx}{dt} = \frac{d}{dt} \left[v_o t - \frac{1}{2} \frac{bv_o}{m} t^2 + \dots \right]$$

ou

$$\frac{dx}{dt} = v_o - \frac{bv_o}{m} t$$

Já a segunda derivada fornece:

$$\frac{d^2x}{dt^2} = \frac{d}{dt} \left[v_o - \frac{bv_o}{m} t \right],$$

o que implica em:

$$\frac{d^2x}{dt^2} = -\frac{bv_o}{m} \quad (4.21)$$

Substituindo a equação acima na equação 4.10, é possível verificar que a mesma é solução ou seja:

$$m \left[-\frac{bv_o}{m} \right] = F$$

$$F = -bv_o$$

6.5 – Força dependente da posição

No movimento harmônico simples a força que atua sobre a partícula tem a forma:

$$F = -k.x \quad (4.22)$$

Já sabemos que a Lei de Newton é

$$f(x, v, t) = m \frac{dv(t)}{dt} = m \frac{d^2x}{dt^2},$$

portanto, podemos escrever conforme já trabalhado de forma semelhante anteriormente:

$$m \frac{d^2x}{dt^2} = -k.x \quad (4.23)$$

Esse tipo de força ocorre no caso em que provocamos deformação em substâncias elásticas. Em situações de deformações não muito grandes a força é proporcional à deformação sofrida.

A solução para 4.30 é da forma (SYMOM, 1996)

$$x(t) = A \cos(\omega t + \varphi_o) \quad (4.24)$$

De fato substituindo 4.24 em 4.23, constatamos que $x(t) = A \cos(\omega t + \varphi_o)$ é

uma solução caso $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$ conforme veremos a seguir:

$$\begin{aligned} v &= \frac{dx}{dt} = \frac{d}{dt} [A \cos(\omega t + \varphi_o)] \\ a &= \frac{d^2x}{dt^2} = \frac{d}{dt} [-\omega A \sin(\omega t + \varphi_o)] \\ a &= \frac{d^2x}{dt^2} = -A \omega^2 \cos(\omega t + \varphi_o) \end{aligned} \quad (4.25)$$

Agora vamos substituir a expressão 4.25 na equação diferencial 23,

$$m \cdot -A \omega^2 \cos(\omega t + \varphi_o) = -k \cdot A \cos(\omega t + \varphi_o)$$

o que implica em:

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \quad (4.26)$$

6.6 – Interpretação e discussão gráfica

No caso da força dependente da velocidade, tivemos como exemplo a situação de uma canoa deslocando-se com velocidade constante devido utilização do remo. Ao parar de remar, a canoa aos poucos vai sofrendo redução em sua velocidade e, neste problema, vimos que $F = (\pm)b \cdot v^n$. Obtivemos

$x = \frac{mv_o}{b} \cdot (1 - e^{-bt/m})$, indicada na expressão 4.18, conferindo tratar-se de uma solução para a equação diferencial

$$m \frac{d^2x}{dt^2} = -kx$$

Agora vamos fazer algumas interpretações gráficas em $x(t)$, acerca de alterações nos parâmetros que envolvem o movimento em questão.

A figura 42 faz uma comparação sobre o ocorrido com a posição em função do tempo para casos em que os parâmetros são mantidos, exceto a massa que foi dobrada de um caso para outro. Utilizamos hipoteticamente os

seguintes valores para os elementos da expressão: $v_o = 5\text{ m/s}$ e $b = 10$ (SI).

Dessa forma, substituindo em nossa expressão chegamos em $x = 25t - 25e^{-0,2t}$ (gráfico preto), para a situação em que a massa foi admitida 50 kg, e $x = 50t - 50e^{-0,1t}$ (gráfico roxo), para o caso em que a massa é dobrada.

FONTE: O autor

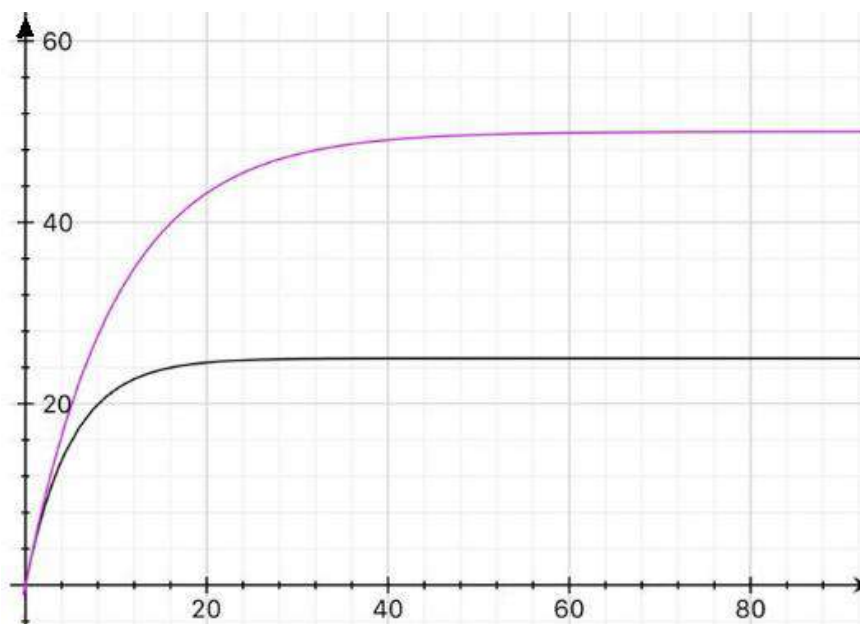


Figura 42: Gráfico da posição x tempo para força do tipo dependência com a velocidade (roxo para massa de 100 kg e verde referente à massa de 50 kg)

O primeiro detalhe é que o gráfico está descrevendo o movimento de uma canoa em que o remador cessou as ações com o remo, ou seja, em determinado instante a canoa vai parar. Vale lembrar que após a parada desse móvel não mais haverá movimento, assim, o movimento cessa no instante em que a reta tangente à curva fica paralela ao eixo das abscissas (eixo dos tempos).

As curvas representam os valores de x para cada valor de $t > 0$, todavia, ao parar, a posição da canoa fica constante, o que é percebido com o paralelismo das curvas relativamente ao eixo dos tempos. A reflexão que devemos fazer é acerca da mudança de massa provocar alteração nas características do gráfico.

Com a massa alterada (quadruplicada), percebe-se que o corpo leva mais tempo até atingir o estado de repouso, revelando que o aumento da inércia influenciou na taxa de redução da velocidade, ou seja, percebe-se que a

velocidade terá tendência em manter-se constante, quanto maior for o valor a massa do corpo envolvido na situação problema.

Na situação em que a força depende da posição de acordo com a equação 4.22, umas das soluções da equação diferencial foi a expressão

$x(t) = A \cos(\omega t + \varphi_o)$ com $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$. Agora vamos fazer algumas interpretações gráficas em $x(t)$, acerca de possíveis modificações nos elementos que envolvem o movimento em questão.

A seguir, na figura 43, fazemos um comparação gráfica para o caso em que a magnitude de A é dobrada, ou seja, alterando-se de 10 metros (gráfico verde) para 20 metros (gráfico vermelho) de acordo com o escolhido

FONTE: O autor

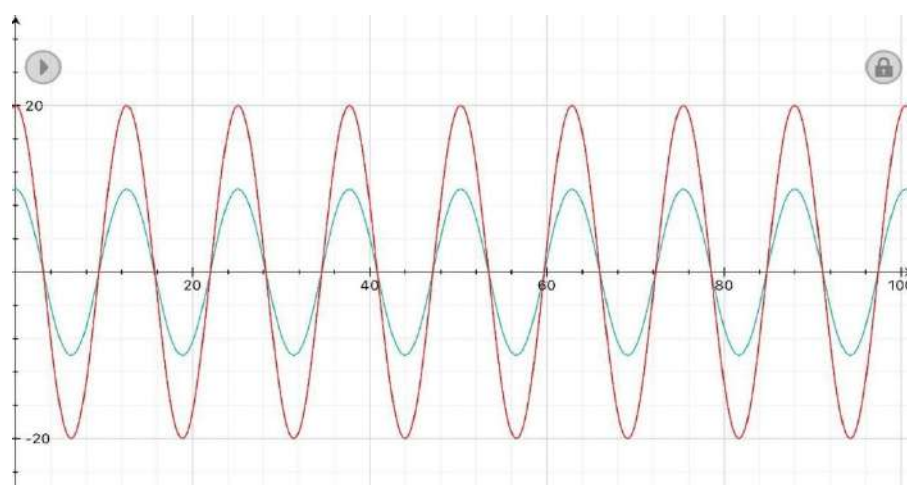


Figura 43: Gráfico da posição x tempo para diferentes amplitudes (verde para A valendo 10 m e vermelho no caso em que A mede 20 m)

Percebe-se a diferença nas posições nos valores das posições de máximo e mínimo ocupadas para os diferentes valores de A .

Em outra comparação executamos mudanças no valor de ω por meio do aumento da massa m do corpo executor do MHS. No comparativo da figura 44 percebe-se a diferença para o caso em que quadruplicamos o valor dessa massa, sendo o gráfico verde admitido para antes do aumento da massa e o gráfico vermelho para depois desse mesmo aumento.

FONTE: O autor

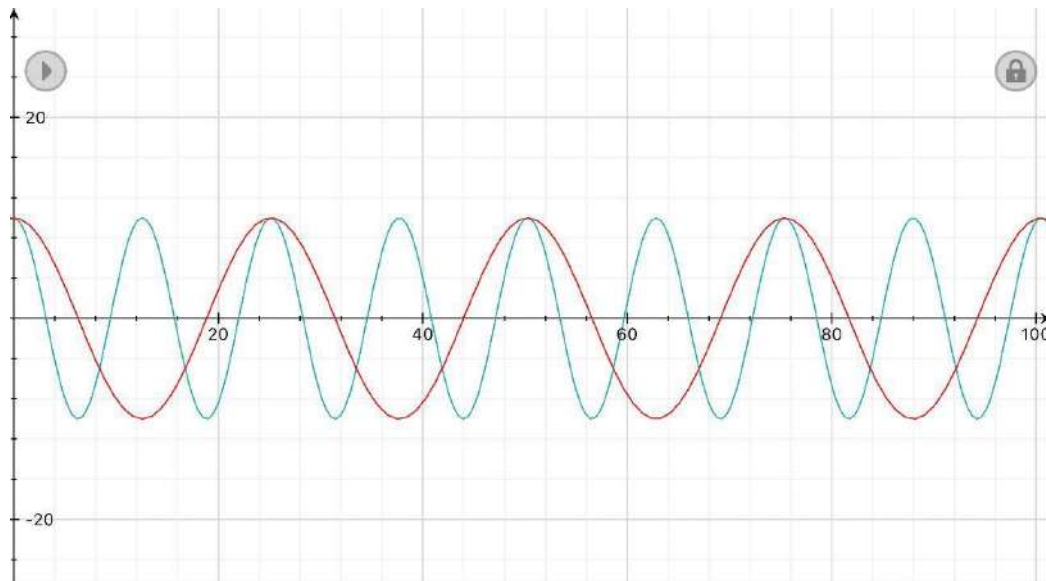


Figura 44: Gráfico posição x tempo para diferentes massas (vermelha para massa menor e verde para massa maior)

Nota-se que em um dos gráficos a “abertura” é maior, ou seja, leva-se mais tempo para que a partícula possa retornar às posições extremas do movimento oscilatório, o que significa ter ocorrido um aumento no período após a elevação da massa para um valor 4 vezes maior.

CAPÍTULO 7 - METODOLOGIA E APLICAÇÃO

Neste capítulo faremos a exposição da metodologia didática utilizada e das circunstâncias do ambiente de trabalho dessa proposta. As características do ambiente, perfil dos estudantes e recursos disponíveis no colégio foram objetos citados adiante. Em seguida faremos um detalhamento do comportamento dos alunos durante a aplicação da gamificação como proposta de fundamentação teórica e, alguns aspectos percebidos em cada uma das missões durante os meses da realização da atividade.

7.1 - Metodologia didática de pesquisa

O corpo deste trabalho objetivou desenvolver no ambiente de estudo do aluno, usando o recurso da teoria de gamificação e games, o ensino de conceitos referentes à mecânica clássica do ensino médio. Utilizamos o procedimento didático de gamificação estrutural e de conteúdo que exploraram aspectos das teorias de aprendizagem de Skinner e Vygotsky. Construímos e aplicamos uma sequência didática para ensinar mecânica clássica, especificamente os conteúdos que envolvem força peso, força elástica, força normal, força de atrito, energia mecânica e conservação da energia mecânica.

7.2 - Metodologia investigativa

Este trabalho foi desenvolvido em duas turmas de 1º ano do ensino médio dos turnos da tarde nos Colégio Impacto Padre Eutíquio e Impacto Alcindo Cacela, situados em Belém, Estado do Pará, de março a junho de 2016. A escola é particular, toda via o público alvo é classe média baixa com grande parte dos alunos oriundos da rede pública de ensino, corroborando para dificuldades no sentido de acesso às tecnologias (celulares e *tablets*) por parte da maioria dos alunos. As unidades do colégio Impacto são climatizadas com projetor na maioria das salas, contudo, sem acesso à internet liberado, o que dificultou de certa forma a aplicação do produto. O colégio não possui auditório, laboratórios de informática ou mesmo de ciências, por isso, o único espaço adequado para que realizássemos as atividades foi a sala de aula. As turmas receberam as nomenclaturas A (unidade Alcindo Cacela) e B (unidade Padre Eutíquio). Em

ambas as turmas é natural que os alunos sejam agitados por conta da idade dos estudantes, mas nada impossível de se controlar com uma boa conversa e apresentação de proposta envolvendo na prática de ensino.

7.3 - Aplicação do produto

Os assuntos tratados nesta pesquisa envolvem Mecânica Clássica. Na escola em que a metodologia e pesquisas foram aplicadas, dois professores trabalham os temas de Mecânica simultaneamente, um deles abrindo o ano letivo com estudo dos movimentos sem preocupação com as causas e efeitos, (cinemática) e o outro trabalhando o conteúdo de Mecânica, a partir de dinâmica, iniciando por Leis de Newton até finalizar com colisões.

Esses conteúdos são vistos na primeira série do ensino médio com duas aulas semanais de quarenta e cinco minutos, uma para cada professor. O colégio possui seis unidades de ensino, sendo a pesquisa aplicada em duas delas. As tabelas 11 e 12 a seguir, mostram a programação que os professores tradicionalmente devem fazer no primeiro bimestre de aulas. Nossa proposta fez pequenos ajustes na programação convencional objetivando tratar de conceitos e conteúdos mais próximos com trabalho. Os recursos utilizados são quase que exclusivamente *datashow* e quadro branco.

FONTE: O autor

AULAS DO PROFESSOR 1	ASSUNTO
Aulas 01 e 02	Introdução à Cinemática e velocidade média
Aulas 03 a 06	MRU
Aulas 07 e 10	MRUV
Aulas 11 e 12	Queda livre
Aulas 13 a 16	Lançamento horizontal e oblíquo

Tabela 11: Conteúdos do professor 1

FONTE: O autor

AULAS DO PROFESSOR 2	ASSUNTO
Aulas 01 e 02	Leis de Newton
Aulas 03 a 06	Tipos de forças: peso, normal, atrito etc
Aulas 07 a 10	Trabalho e potência
Aulas 11 e 12	Energia mecânica e conservação de energia
Aulas 13 e 14	Momento linear e conservação de momento linear
Aulas 15 e 16	Colisões

Tabela 12: Conteúdos do professor 2

As anotações de aplicação dessa pesquisa foram feitas durante e após as missões terem sido encerradas. Foram registrados durante o período do projeto vídeos, imagens, desafios de múltipla escolha no papel e no *Socrative*, resposta ao questionário e opinião escrita dos alunos.

Os vídeos demonstraram grau elevado de compenetração de todas as equipes, o que pareceu favorecer a recuperação da autoestima dos alunos, que mostraram indícios de maior interesse por uma disciplina que se mostra tão complexa algumas vezes. Interessante que o grau de concentração chegou a ser tão grande que, ao perceberem que estavam sendo filmados (o que geralmente causa dispersão), os grupos continuaram completamente focados no objetivo maior que era a finalização das missões no prazo proposto pelo professor.

Nos momentos em que a internet não esteve disponível, os registros das atividades dos alunos foram obtidos por meio de folha frente e verso a cada missão conforme figura 45, e através do arquivo automático gerado no software *Socrative* nas missões em que todos se conectaram em rede por meio da rede de internet sem fio disponível.

No que concerne às anotações do professor, a cada semana foram feitas observações devidamente arquivadas em uma agenda usada pelo docente. Ao término das anotações no encerramento da proposta tudo foi digitalizado para que pudesse servir como esteio do desenvolvimento da pesquisa e posterior desenvolvimento desse texto.

FONTE: O autor

3-47

by HistoryConnect

MISSÃO VER-O-PESO

Score: _____

1. VAMOS DERROTAR A MISTICA DO X-MAN!

Na fase 27 admita a massa da bomba maior sendo 4kg enquanto a massa da menor equivale a 2 kg. Admitindo-se o ambiente sendo terrestre e com aceleração da gravidade 10 m/s^2 , a REAÇÃO NORMAL sobre a bomba que se encontra na parte superior direita do cenário equivale, em N, a:

☐ A 0

☐ B 2

☐ C 20

☐ D 40



2. VAMOS DERROTAR O FREDD KRUEGER!

Na fase 13 você percebe vários objetos no cenário mantendo contato com diferentes tipos de superfícies. Admita o ambiente sendo terrestre e com aceleração da gravidade 10 m/s^2 . A REAÇÃO NORMAL sobre uma das camas elásticas está:

☐ A dirigida para cima e na vertical

☐ B dirigida para cima e na diagonal

☐ C dirigida para baixo e na vertical

☐ D dirigida para baixo e na diagonal



3. VAMOS DERROTAR O DARTH VADER!

Na fase 29 a reação normal da superfície de apoio sobre a maior esfera é:

☐ A menor que seu peso.

☐ B maior que seu peso.

☐ C igual ao seu peso.

☐ D muito maior que seu peso.



Figura 45: Registro impresso da missão Ver-o-peso

O professor gerou seus dados a partir da coleta das informações obtidas na quantidade de vilões derrotados pelos estudantes, por meio do questionário respondido no final das atividades e através da prova realizada ao final do processo, chamada de batalha final.

A seguir iremos discorrer sobre o ocorrido no momento da pesquisa com os alunos (missão por missão) com detalhamento da execução da dinâmica: modificações em relação ao planejado, impressões sobre o aprendizado e engajamento do alunos e possíveis dificuldades encontradas ao longo do percurso.

7.4 - Diário de missões (atividades)

As atividades se iniciaram nos dias 27/03 (segunda-feira) e 30/03 (quinta-feira), respectivamente nas turmas da tarde do colégio, que aqui identificaremos como A e B, localizadas na cidade de Belém. A escolha dessas duas turmas ocorreu em virtude da quantidade de alunos ser reduzida, o que facilitou a aplicação da dinâmica.

A execução da pesquisa não aconteceu rigorosamente como pensado, em razão de algumas dificuldades, entre elas: internet local com sinal de baixa intensidade ou até mesmo ausência do recurso na unidade A, impossibilidade do uso de *data show* em algumas missões e ausência de alunos que ficaram responsáveis em trazer o celular.

Além disso, as missões não transcorreram na mesma velocidade nas duas turmas, ou seja, nem sempre a missão da semana na turma da unidade A era a mesma da unidade B. Essa diferença surgiu por conta de imprevistos, tais como: simulados no dia da atividade, feriados e falta de energia elétrica.

Pelo menos duas tentativas foram feitas antes que realmente a atividade pudesse ser efetivada de fato. Na semana anterior ao efetivo início das missões, a organização da sala foi feita com a separação dos grupos. Assim, a tabela 13 representa a descrição da programação refeita após imprevistos e adequação relativamente à proposta original.

Sequência das atividades

Missões	Atividade /Tema dos desafios	Unidade A	Unidade B
	Explicação da proposta a ser realizada	20/03	23/03
	Organização da sala e testes em geral	27/03	30/04
Açaí	Forças peso e Normal, plano inclinado	03/04	06/04
Tacacá	Força normal, elástica e tração	10/04	20/04
Ver-o-peso	Aprofundando: direção e sentido da força Normal	24/04	27/04
Maniçoba	Força de Atrito	08/05	04/05
Marajó	Energia Mecânica	15/05	11/05
Miriti	Conservação da Energia Mecânica	22/05	18/05
Batalha via game	Desafios sobre tudo	29/05	25/05
Batalha final	Prova da escola	17/06	17/06

Tabela 13: Datas das missões

Sempre que uma das aulas acontecia, os registros eram feitos no mesmo dia de aplicação das missões . Cada detalhe relevante era devidamente avaliado para possível ajuste na atividade da semana seguinte. A partir da interpretação do comportamento de jogadores nas missões, a estruturação de uma proposta mais bem elaborada foi se consolidando para algo mais definitivo com maneira específica de ser executada, podendo sofrer adaptações por professores que se dispusessem a repetir a dinâmica em outro espaço de estudo.

Atividade 1 – Iniciando a proposta

Nesta etapa inicial foi feita a apresentação na turma A da referida escola. Com um arquivo preparado em *power point*, a explanação começou informando-os de que para a segunda avaliação seria adotada uma estratégia diferente com intuito de ensiná-los aplicações das leis de Newton e energia mecânica. O significado de gamificação foi exposto, destacando-se que nessa proposta o

aluno deveria se familiarizar com metáforas associadas a *game*, ou seja, a sala de aula seria transformada em um ambiente de jogo no qual o professor seria o *game master*, os alunos jogadores, as aulas seriam chamadas de missões, as questões batizadas de desafios e cada desafio significaria derrotar um vilão famoso da ficção.

A primeira observação foi que, em vinte e dois anos atuando como docente da educação básica nunca vimos tamanho entusiasmo nos integrantes da turma. Quando souberam da utilização de um jogo como ferramenta para ensinar Física associando à linguagem de *games* no ambiente da sala de aula, a euforia contagiou a turma.

Foi pedido aos alunos que possuíam *smartphone* com sistema *android* ou *ios*, que levantassem o braço para que tivéssemos a noção de formação das equipes (quantidades de grupos e número de integrantes por equipe). Alguns alunos que não possuíam *smartphone* demonstraram timidez talvez em virtude de imaginarem a impossibilidade de participação no projeto, contudo, foi exposto como ficaria a divisão da turma em grupos, sinalizando que 1(um) celular por equipe seria suficiente para tudo ocorrer o mais próximo possível do planejado.

A seguir foram apresentados o *game*, assuntos a serem trabalhados, a nota da segunda avaliação, o aplicativo *Socrative* e, finalmente, a importância de disciplina e compenetração de todos para que a dinâmica pudesse ser estendida ao máximo de semanas.

Em continuidade, solicitamos a divisão em grupos de cinco ou seis integrantes, designando o nome de um personagem do bem para servir como identificação de cada equipe. Foram escolhidos os seguintes nomes: Thor, Batman, Homem de ferro, Vampira, Mulher Maravilha, Wolverine e Hulk.

A mesma apresentação de proposta foi feita com a turma B, que manifestou comportamento semelhante à turma anterior com um pouco mais de euforia, dificultando a exposição da estrutura a ser implementada. Naturalmente toda agitação percebida surgiu em razão da grande expectativa criada nos estudantes dessa classe, o que deixou o professor bastante motivado para a aplicação da pesquisa. Como praticamente os personagens escolhidos foram os mesmos da turma A, decidimos manter os nomes sugeridos pela turma anterior, também na turma B.

Atividade 2: Preparação do ambiente

Havíamos programado nesta aula o começo do projeto, todavia alguns contratempos impediram o início dos trabalhos. Tentamos usar o seu celular disponibilizando acesso à internet aos estudantes, mas descobrimos a limitação na quantidade conexões permitidas. Assim, utilizou-se esse momento pra fazer testes no *Socrative*, solicitando aos alunos que fizessem acesso ao aplicativo.

Aplicamos um questionário preliminar com perguntas gerais na premissa de execução dos testes e mesmo com apenas um ou dois aparelhos conectados, pôde-se perceber a lentidão na resposta do *Socrative*. Criamos grande expectativa em poder começar, o que gerou grande desconforto nos jogadores, bem como no *game máster* (professor). Em particular pelo semblante de decepção dos alunos, após perceberem que aquele ainda não seria o momento do contato de uma dinâmica com a qual jamais tiveram oportunidade de participar, ficamos descontentes com esse momento.

Embora essa situação tenha acontecido na turma A (27/04), optou-se por fazer os mesmo testes na unidade B, acreditando-se na importância de que todos tivessem esse contato preliminar com os aplicativos, sobretudo o *Socrative*.

Atividade 3 – Inércia, Força peso e plano inclinado

Esta atividade foi a primeira na qual efetivamente usou-se o jogo *Bunny Shooter* e o aplicativo *Socrative*. Os alunos estavam com seus *smartphones* devidamente preparados: aplicativos instalados e o jogo *Bunny Shooter* zerado¹¹, possibilitando aos integrantes das equipes o passeio por todo o *game* conforme exigência da missão.

A Missão Açai, como foi batizada esta atividade, conteve uma apostila sobre o conteúdo abordado nos vinte minutos preliminares de explanação, com figuras copiadas de imagens congeladas do *game* (proposta repetida nas demais missões). Imagens com os coelhos sendo solicitados pela força peso, e de

¹¹ O termo zerado significa que o jogador desbloqueou todas as fases do *game*

objetos em condição de equilíbrio estático sustentados por cordas, foram apresentadas nesse material instrutivo.

No decorrer da aplicação dessas atividades percebeu-se que a proposta de fixar os integrantes em equipes específicas comprometia a logística quando havia falta de alguns jogadores, haja vista que, se o jogador faltoso era o responsável por trazer o celular, havia necessidade de distribuir os colegas do aluno desse estudante nos grupos restantes. Apesar da grande maioria ter ficado na mesma equipe até o fim do projeto de gamificação algumas mudanças foram efetuadas.

FONTE: O autor



Figura 46: Alunos da unidade A(esquerda) e B (direita) no primeiro dia de aplicação da atividade.

O aplicativo *Socrative* foi aberto no celular do professor. Os alunos utilizaram internet da escola para acesso à versão *student* do referido aplicativo. Em seguida, as equipes colocaram o *game* na janela de apresentação das trinta fases do jogo, processo que foi repetido nas demais missões.

Assim que a atividade foi liberada para os jogadores (*Socrative* versão *teacher*), pôde-se observar a turma inteira em uma cena muito especial: completamente envolvida no processo de tentativa da derrota dos vilões com todas as equipes buscavam solucionar o problema proposto (figura 46).

Algumas manifestações nos chamaram a atenção: dedicação surpreendente de alunos que frequentemente tinham comportamento inadequado nos momentos anteriores à proposta, ou seja, em aulas tradicionais ministradas no mês que antecedeu o início dos trabalhos. A medida que as

equipes entravam com as respostas no aplicativo, o *feedback* imediato de acerto ou erro surgia na tela dos *smartphones* dos próprios estudantes, sendo possível perceber sinais de positividade quando o acerto era confirmado ou demonstração de decepção quando a alternativa escolhida era incorreta. Essa configuração do *Socrative* é muito importante porque o aluno tem a explicação imediata do desafio não ultrapassado.

Na Missão Açaí perguntamos qual o valor da força peso de objetos presentes em uma das fases do ambiente de jogo. Com isso, procurou-se favorecer o entendimento dos alunos sobre tudo o que faríamos na referida missão. Em um desafio inicial pedimos que considerassem alguns valores para as massas de elementos do *game* (números expostos na questão desafio) e determinassem o peso do objeto que estivesse em maior altitude do ambiente de jogo.

A resposta correta só podia ser alcançada com êxito caso o jogador entrasse na fase corresponde ao desafio e fizesse a observação do ambiente. Com essa pergunta preliminar, que se chamou “Vamos derrotar o Pinguim”, objetivou-se que os jogadores sem *smartphone* ganhassem confiança percebendo a possibilidade de sua participação na dinâmica mesmo sem possuir o celular. Outro objetivo foi provocar a familiarização com o processo: usar o ícone correto para início da missão, entrar com a resposta no *Socrative* de forma adequada e receber o retorno sobre a alternativa escolhida (erro ou acerto da equipe).

Um dos desafios consistiu no entendimento acerca do Princípio da Inércia. Informamos previamente a ideia de Aristóteles sobre a não continuidade de movimento no caso de ausência de forças sobre o corpo. Nesse desafio, batizado de “Vamos derrotar o Lex Luthor”, procurou-se fazer com que os jogadores entendessem a inércia como uma medida da resistência que os corpos manifestam quando alterado o seu movimento, o que matematicamente é expresso por uma mudança de sua velocidade.

Outro desafio consistiu na proposta dos jogadores formalizarem a concepção de que quando ficamos apoiados em planos horizontais próximos da Terra, a força de compressão exercida sobre essas superfícies corresponde a um valor igual ao nosso peso e, em condições de planos inclinados a compressão exercida é equivalente a componente do peso na direção

perpendicular ao plano. Dessa forma, as noções de inércia, força peso, plano inclinado e força de contato em planos horizontais e inclinados foram trabalhadas nesse teste.

A missão Açai mostrou como deveria ser o comportamento dos alunos ao longo de toda a aplicação da dinâmica. Na turma A, primeiro local de aplicação da atividade 3, a disciplina dos jogadores foi muito além do esperado, inclusive alunos com sinais de hiperatividade e déficit de atenção agindo de forma inesperada: com disciplina e comprometimento.

Naquele momento achamos difícil que a turma B pudesse ter tamanha dedicação ao processo, entretanto, o inesperado aconteceu. Ao começar a proposta com essas equipes, fizemos um comentário sobre todo desempenho e dedicação dos estudantes da turma A, instigando-os a buscarem o mesmo comportamento da outra classe. Em resposta a esse comentário, observamos por parte dos discentes um alto grau de compenetração na atividade. Aproveitamos o momento para registrar em fotos e vídeos a dedicação dos jogadores.

Ao final das aulas a pergunta em todas as missões sempre foi feita: qual vilão foi mais difícil de derrotar? Notou-se que essa linguagem deixava os estudantes bastante à vontade em responder sobre qual questão tinha sido mais difícil. A resposta tradicional que ouvimos por muitos anos (“aquela do plano inclinado” ou “a que calcula a força de atrito” ou “aquela da normal”) foi espontaneamente substituída identificando o vilão do problema mais difícil.

O desempenho dos estudantes no *Socrative* foi salvo em arquivo para organização e análise posteriores.

Atividade 4 – Força de reação normal, força de tração e força elástica

Da mesma forma que na proposta anterior (atividade 2) nos vinte minutos iniciais apresentamos uma noção geral dos elementos a serem tratados na missão (Missão Tacacá). A seguir, liberamos os vilões/desafios programados para a referida missão através do *Socrative*.

Não diferente da semana anterior, a Missão Tacacá foi mais um sucesso de dedicação plena de todos os jogadores, e nas raras exceções em que se percebeu um aluno do grupo sem interagir com os colegas e o *game*,

lembravamos-lhes da batalha, final na qual tudo aquilo seria cobrado. Essa prática possibilitou aos alunos de maior domínio no conteúdo uma interação com os colegas menos habilidosos em Física, resultando em um ambiente no qual todos acabaram participando do processo ensino-aprendizagem de maneira ativa.

Um dos desafios dessa missão, chamado de “Vamos derrotar o *Abomination*”, possibilitou-os a percepção de que objetos pendurados em cordas com uma de suas extremidades fixa no “teto”, provocam tração nesse fio (tratado como ideal) igual ao valor do peso do próprio objeto, e que esta força é transmitida ao longo da corda até o ponto de fixação da corda.

Outro desafio permitiu aos alunos identificarem as forças que atuavam sobre três elementos do ambiente de jogo na fase 9. A tentativa foi fazer com que os jogadores pudessem encontrar a relação entre essas forças supondo que no equilíbrio estático a força resultante é nula.

O último desafio do dia na fase em que camas elásticas faziam parte do cenário exigiu interpretação dos jogadores sobre a possibilidade do coelho atingir altitudes de acordo com a deformação provocadas nessas camas. Com isso, buscou-se facilitar o entendimento de atividades futuras nas quais a energia mecânica fosse o assunto a ser abordado.

Outro aspecto importante foi no desafio que exigia dos jogadores que estivessem na fase 22 do *game*. No questionário elaborado pedimos para todos executarem o disparo em um dos elementos do ambiente de jogo, percebessem o ocorrido com a dinâmica do cenário (nova posição dos elementos do ambiente e/ou possíveis movimentos surgidos) e, em seguida, avaliassem usando seus entendimentos sobre movimentos e suas causas, as forças responsáveis pela condição que possibilitou a configuração final da tela da fase 22.

Dois grupos pediram bônus, ou seja, um pequeno esclarecimento sobre um dos desafios e, conforme o combinado, todo grupo que tivesse comportamento adequado (disciplina, comprometimento etc.) poderia solicitar ajuda ao *Game Master* (professor).

Novamente houve registro da atividade em alguns vídeos, onde pôde-se notar o engajamento de cada uma das equipes, verificando-se inclusive que o fato de estarem filmando a atividade não os intimidou, ao contrário, os poucos alunos que olharam para o celular utilizado na gravação do pequeno vídeo, logo retornaram para sua tarefa.

Atividade 5: Cálculo e entendimento da direção e sentido da força de reação normal

Esta missão foi chamada de “Missão Ver-o-peso” e teve objetivo de promover o entendimento da força de reação normal em contextos do *game* que pudessem ter relação com situações compatíveis com a realidade. O mais importante ponto a se destacar foi a formalização de que em situações envolvendo plano inclinado, a força de reação normal é equivalente à componente do peso na direção perpendicular ao plano. Sempre percebi a dificuldade e ojeriza dos alunos com esse tópico, sobretudo porque envolve relações trigonométricas no triângulo retângulo.

Um dos desafios pedia que os estudantes procurassem o acesso da fase 6 e analisassem direção, sentido e intensidade da reação normal exigindo o entendimento da normal fazendo par com o peso, para corpos apoiados em superfícies horizontais.

Nesta missão foi possível instigar os jogadores para maior interesse e dedicação na decomposição da força peso em plano inclinado, já que um dos desafios exigia das equipes o cálculo da compressão exercida por uma cama elástica, não sobre o plano inclinado, mas sim, sobre um obstáculo que impede a descida desse objeto.

O nível de dedicação dos alunos se manteve normal, o que não significa que algum aprendizado tenha se efetivado, todavia, percebi extremo crescimento no interesse das turmas. Na turma A houve dificuldade com a internet o que resultou na impressão dos desafios. Entregamos uma folha para cada grupo, não havendo comprometimento na postura dos estudantes quanto à dedicação e interesse no processo.

O *game Bunny Shooter* não ficou com sua utilização comprometida em virtude de não haver necessidade de uso da internet, entretanto, o Socrative, ficou inutilizável juntamente com os possíveis relatórios que o programa gera após a aplicação da atividade.

Todas as equipes pediram o bônus para derrotar o vilão correspondente ao desafio que propunha o cálculo mencionado no parágrafo anterior. Houve

muita dúvida em torno do cálculo da componente do peso na direção paralela ao plano, ou seja, da compressão que a cama elástica exerce sobre um suporte que impedia a descida da mesma.

O prejuízo causado pela não utilização do Socrative foi o fato dos registros não terem sido feitos de forma imediata, havendo a necessidade da correção dos desafios de cada equipe da Missão Tacacá, o que não mudou o estado de entusiasmo dos alunos. Nessa etapa foi adotada a estratégia de anunciar o nome da equipe que acabara de completar a missão, por exemplo: “Equipe *Batman* acabou a missão”.

Não foi possível mensurar se isso aumentou o empenho dos jogadores (ouvir o nome de sua equipe anunciado pelo professor) ou se trouxe desequilíbrio nos grupos que ainda não haviam acabado a tarefa. O certo é que esse ambiente de jogo sempre pareceu favorável para manter grande maioria (várias vezes a totalidade da classe) dedicada à tarefa.

Atividade 6: Força de atrito – estudo qualitativo

Na Missão Maniçoba buscou-se dar ênfase aos diversos casos do dia a dia em que a força de atrito está presente. Apresentamos aos alunos casos nos quais o atrito era de natureza estática e outros em que a natureza era cinética, instigando-os a pensar, interpretar e responder sobre novas questões, e situações cotidianas que propusemos.

Nesta missão o professor alongou o tempo de exposição do conteúdo nos minutos iniciais da atividade com intenção de perceber se a falta de interesse brotava no semblante e comportamento dos jogadores. A tentativa de incentivá-los a manter toda atenção foi procurada lembrando-os que no momento do uso do *game* seria de fundamental importância que tivessem se concentrado na etapa anterior, ou seja, na explanação do assunto.

Um dos desafios dessa fase consistiu em entender como seria o atrito sobre uma haste de madeira no ambiente. Pela manipulação do jogo esse objeto subia escorregando sobre um plano inclinado. O objetivo era perceber se os alunos conseguiam fazer a relação desse desafio com o exemplo usado no momento no qual expusemos sobre as características da força de atrito em uma carga que desliza para cima em plano inclinado rugoso.

Nessa etapa, todas as equipes pediram bônus em razão de um desafio denominado Exterminador¹². No desafio os jogadores tinham de perceber que uma haste de madeira deveria ser colocada em movimento para cima em um plano inclinado com atrito. O problema desse desafio foi a maioria dos jogadores ter achado que para o objeto subir, basta ter uma força mínima de valor igual ao atrito entre a madeira e gelo, todavia, a componente na direção x da força peso também atua na mesma direção da subida e em sentido contrário.

Todos os bônus foram concedidos por motivo de comportamento adequado dos jogadores. Já que percebemos a possibilidade de problemas com alunos responsáveis pelo celular (ausências ou negligência quanto à carga da bateria), desde a segunda dinâmica procuramos levar aparelhos extras. Nessa missão três equipes estavam sem celular havendo necessidade de dividir um dos grupos nas outras equipes. Outro desafio proposto foi sobre a fase 26 do jogo. Nessa etapa o teste consistiu no fato do aluno expressar em sua resposta a possibilidade de um objeto sair da condição de repouso estando apoiado em superfície horizontal. Apareceram manifestações equivocadas de equipes optando pela resposta de que a condição para o movimento ser executado, uma força paralela ao plano, igual ou superior à força de atrito estático devesse existir.

Ainda sobre os desafios percebeu-se mais dificuldade quando o teste envolvia cálculo com resposta literal (teste da fase 26). Certo desafio, ainda na fase 26, exigia o resultado literal da força horizontal mínima capaz de provocar o movimento de uma bigorna apoiada no plano horizontal com atrito. Os jogadores deveriam perceber que a força mínima provocadora do movimento desse objeto, necessitava do mesmo módulo que a força de atrito atuante sobre ele no momento da solicitação, ou seja, as equipes que calculassem na forma literal a força de atrito ($F = \mu \cdot N$), estariam com a resposta do desafio para provocar a derrota do vilão, todavia, percebi predominantemente muitas dúvidas nos alunos das duas turmas.

Pelo *Socrative* o *feedback* imediato foi dado aos grupos explicando qual a alternativa correta. Encerramos a missão Maniçoba convencidos de que no mínimo a ideia de gamificação era atraente e motivadora para a dedicação dos

¹² Vilão da editora DC Comics.

alunos mesmo não tendo a certeza de que o aprendizado foi conseguido com a prática.

Atividade 7: Energia mecânica

Com a atividade 7 objetivou-se introduzir o significado de energia mecânica e as formas dessa energia se manifestar – cinética e potencial - em situações do cotidiano, além de permitir ao aluno o conhecimento das expressões matemáticas que possibilitam a determinação das energias cinética, potencial gravitacional e potencial elástica sem que os jogadores tivessem contato com os temas de trabalho e potência.

Normalmente o caminho feito é o inverso, ou seja, estuda-se trabalho mecânico e potência e, em seguida, energia mecânica; entretanto, como nesse momento o tema escolhido para a avaliação das série de primeiro ano do ensino medio havia sido energia mecânica (por algumas razões discutidas com a equipe de Física da escola no início do ano) essa proposta diferente na ordem dos conteúdos foi aplicada.

Pôde-se perceber a rápida familiarização dos membros das equipes em entender as possíveis formas de energia mecânica em situações cotidianas, inclusive embarcando nas formas de geração de eletricidade (usinas). Afirmamos que nas hidrelétricas, termoelétricas e nucleares, a energia que antecede a elétrica é mecânica do tipo cinética em razão do movimento das turbinas provocado por água líquida ou no estado de vapor.

Nessa missão, batizada de “Missão Marajó”, a dinâmica pareceu ter um efeito bem melhor do que as outras, talvez porque mesmo com a estratégia de aula tradicional (quadro, pincel, professor ativo e aluno passivo nas condições de aprendizagem) costuma convergir para um bom resultado nas avaliações dos estudantes.

O primeiro desafio foi bem simples: admitimos que os elementos do ambiente de jogo (bigorna, coelhos, esfera etc.) possuíam mesma massa, assim, os jogadores deveriam ir até a fase indicada no desafio para identificar qual dos elementos teria a maior energia potencial gravitacional associada a ele, ou seja, apenas para que o estudante pudesse fazer a relação da energia

potencial gravitacional com a altura em relação ao nível de referência considerado, no caso o solo.

Outro desafio teve como objetivo fazer com que os estudantes associassem a energia potencial gravitacional com a altura e massa. Assim, foram estudados dois elementos agora com massa diferentes (uma dobro da outra) sendo o de menor massa em maior atitude em relação ao nível de referência, para que os alunos pudessem perceber a proporcionalidade da massa e altura com a energia potencial gravitacional, identificando qual das duas grandezas contribuiria mais para uma maior energia potencial gravitacional.

Essa proposta de desafio gerou dúvida em um grupo formado somente por meninas (Equipe Mulher Maravilha), provocando o seguinte questionamento: “*O coelho tem massa menor, mas tem altura maior, e agora professor como fica?*”

Percebendo se tratar de uma dúvida da grande maioria, resolvi provocá-los para avaliarem a possibilidade de uma das grandezas dar mais efeito da energia potencial do que a outra. Foi com esse comentário que talvez as duas turmas acabaram tendo um ótimo índice de acerto nesse desafio que denominei de “Vamos derrotar o *Dr. EVIL*”. Ainda testando a capacidade dos jogadores associarem a energia potencial gravitacional com a massa do corpo e a altura em relação ao solo, propus o desafio a seguir:

*“Na **fase 18** admita que as altitudes dos objetos esféricos sejam 10 m e 6 m. Considere a massa da esfera verde 9 kg enquanto a massa da bomba mede 5 kg. Dessa forma, afirma-se corretamente que:*

Adote $g = 10 \text{ m/s}^2$

a) a energia potencial gravitacional da bomba é 40 unidades menor do que a energia gravitacional da esfera verde.

b) a energia potencial gravitacional da esfera verde é 3 vezes maior do que a energia da bomba.

c) a energia potencial gravitacional da bomba em relação ao solo vale 90 J.

d) se caíssem livremente até o solo ambas teriam a mesma energia cinética imediatamente antes de tocar fazerem contato com o solo.”

Esse foi o primeiro momento de contato das equipes com a fórmula que faz o cálculo da energia potencial gravitacional, além de permiti-los uma comparação numérica entre as duas energias potenciais gravitacionais descobertas. Observe que só é possível a solução do problema caso o jogador frequente o ambiente do *game*, isso porque a bomba e a esfera são objetos esféricos (a esfera já pelo próprio nome), então após a verificação sobre qual elemento do cenário possui maior altitude por exemplo, poderíamos associar as massas informadas no desafio.

Atividade 8: Conservação da Energia Mecânica

Nos dias 18/05 e 22/05 foi aplicada a missão de Conservação da Energia Mecânica, batizada de “Missão Miriti”. Foi importante que tenha sido na semana seguinte à aplicação da energia mecânica, para aproveitar o repertório recente adquirido pelos jogadores com a Missão Maniçoba na qual fizemos um passeio teórico sobre Energia Mecânica.

Procurou-se confrontar os estudantes com desafios envolvendo cálculos e a necessidade do princípio da Conservação da Energia Mecânica, semelhante às propostas cobradas no Exame Nacional do Ensino médio e vestibulares por todo o Brasil.

O seguinte problema foi proposto:

*"Na **fase 9**, você percebe no ambiente de jogo, uma esfera verde sobre uma plataforma que adotaremos estar a 5,2 m de altura em relação ao solo. Faça um disparo que atinja essa esfera e observe o que ocorre. Desprezando-se qualquer tipo de atrito, admitindo o local de jogo sendo terrestre (aceleração da gravidade 10 m/s^2) e considerando que esse objeto inicie a descida a partir do repouso, a velocidade da esfera ao chegar na cabeça do coelho (0,2 m de altura em relação ao solo), vale, em m/s:*

Use a conservação da energia mecânica para resolver esse problema

- a) 6 b) 7 c) 8 d) 10 "

Observe que essa problemática não exige que os alunos estejam no ambiente de jogo, mesmo assim todos estavam com o *game* aberto na fase 9 e olhando para a tela, como se fosse imprescindível sua utilização. Na turma A o tempo da aula foi extrapolado e, mesmo no momento em que a campainha tocou anunciando o término da missão, a turma continuou compenetrada na atividade, fato raro em uma aula de ensino médio. Esse é um forte indício de que a gamificação é uma metodologia que provoca no estudante um comportamento positivamente diferenciado, engajado etc.

Atividade 9: Batalha via *game*

Essa atividade foi realizada com objetivo de fazer uma grande revisão de todo conteúdo trabalhado nas atividades anteriores da gamificação. Tudo aconteceu dentro do previsto com bônus sendo concedidos a todas equipes. Houve uma adaptação em relação ao programado inicialmente colocando-se à disposição apenas cinco desafios sobre os capítulos abordados.

Andamos por todo o ambiente do jogo (sala de aula) com intuito de verificar as equipes que estavam mais adiantadas, anunciando os nomes dos personagens cuja representação era feita por jogadores mais promissores nessa missão. Problemas conceituais foram valorizados em virtude da prova tradicional ter sido formulada com essa proposta. Não houve tempo hábil para disponibilizar nesse momento o ranking das equipes em todas as atividades devido a grande quantidade de trabalho durante a semana.

Ao final da gamificação foi concedida aos jogadores que tiveram baixa frequência nas missões, a possibilidade de serem avaliados apenas pela última prova denominada de Batalha final.

Atividade 10: Batalha final

Na escola locus da pesquisa, as provas acontecem em calendário previamente elaborado pela coordenação, ou seja, não necessariamente serão realizadas no dia em que o professor estiver dando aula. Assim, o professor não esteve presente com as turmas nesta etapa.

CAPÍTULO 8 - RESULTADOS DA PESQUISA

Nesta etapa do trabalho pretendemos apresentar os resultados visando buscar algum entendimento e reflexão acerca da prática implementada que resultou no produto da dissertação do programa MNPEF. Certamente mais pesquisas devem ser realizadas no sentido de percebermos se o comportamento encontrado nos alunos participantes deste trabalho, se repetirá em ambientes diferentes do local de aplicação desta proposta. Os percalços no decorrer das atividades confirmam a inteira possibilidade de adaptação dessa propositura em moldes semelhantes, mas com características peculiares ao espaço de pesquisa.

O trabalho necessariamente deve servir para os docentes de ensino médio e até superior refletirem sobre a busca de alternativas que promovam um ensinar no modelo diferente do habitual.

As evoluções positivas que serão expostas nesse capítulo, obtidas na maioria dos alunos, não devem ser entendidas como resultado exatamente dessa dinâmica. Outros fatores podem ter contribuído com a melhora nas médias dos estudantes, entre eles talvez nossa experiência enquanto professor da educação básica. Observamos ao longo de nosso trabalho no magistério que, geralmente, na segunda avaliação os alunos se dedicam mais, além disso, essa escola sempre foi inteiramente mobilizada com práticas que conduzissem para um melhor rendimento dos estudantes no segundo bimestre. Outro ponto que merece ser levado em conta é o fato dos alunos do primeiro ano do ensino médio, entre os meses de abril e maio, já estarem familiarizados com a mudança no nível de ensino: de fundamental para médio nesse caso.

Quanto à possibilidade e necessidade de aprofundamento nas pesquisas, esses três aspectos reforçam o que foi dito anteriormente e devem estimular mais colegas do magistério na continuidade de trabalho envolvendo o tema.

Na seção 8.1 são apresentados os desafios propostos aos alunos em todas as missões, exceto na batalha final (prova regular da turma).

8.1 Desafios propostos nas missões

Separamos essa seção nas sete missões propostas e seus respectivos desafios.

8.1.1 MISSÃO AÇAÍ

1. VAMOS DERROTAR O PINGUIM!!!



Na **fase 29** admita as massas para os objetos do cenário conforme distribuição da tabela a seguir

OBJETO	MASSA (kg)
Haste de madeira	2
Esfera maior	5
Bomba	1
Coelho	3
Vidro maior	4
Vidro menor	3
Esfera menor	3

Observando o ambiente de jogo, verifica-se que peso do objeto que se encontra em **maior altitude** vale, em N:

- a) 20
- b) 30
- c) 40
- d) 50

2. VAMOS DERROTAR LEX LUTHOR!!!



Na fase 3, admitida o ambiente de jogo sendo terrestre. Ao fazer um disparo horizontal e para direita (\rightarrow) por exemplo, entendemos que o movimento se inicia em virtude da energia elástica se transferir para flecha na forma de energia cinética. Segundo Aristóteles a existência de movimento só era possível necessariamente com atuação permanente de uma força. A manutenção do movimento horizontal mesmo sem ação de força alguma nessa direção, tem explicação no(a):

- a) princípio da ação e reação
- b) 2ª Lei de Newton
- c) inércia
- d) energia gravitacional inicial

3. VAMOS DERROTAR O MAGNETO!!!



Na tela inicial da **fase 3** identifique o tipo de plano em que o coelho do meio está apoiado (inclinado ou horizontal) e, admitindo sua massa 5 kg, chegamos à conclusão de que a compressão exercida por esse coelho na superfície de apoio vale:

Adote $g = 10 \text{ m/s}^2$

▪ Caso seja plano inclinado adote ângulo com a horizontal 30° (Use $\sin 30^\circ = 0,5$ e $\cos 30^\circ = 0,8$)

- a) 4 N
- b) 5 N
- c) 40 N
- d) 50 N

4. VAMOS DERROTAR O VINGADOR!!!



Ao abrir a **fase 6** verifique a existência de uma haste de madeira (2kg) apoiada em dois pedaços de gelo. Se perceber a haste na diagonal adote 30° para sua inclinação, caso contrário admita-a em posição horizontal. Após verificar a posição da haste e calcular a compressão que ela exerce sobre que **CADA APOIO** de gelo, você conclui que esta força está:

Adote o ambiente de jogo como terrestre com aceleração da gravidade 10 m/s^2

- a) na diagonal e vale 5 N.
- b) na diagonal e vale 10 N.
- c) na vertical e vale 5 N.
- d) na vertical e vale 10 N.

5. VAMOS DERROTAR O DUAS CARAS DO BATMAN!!!



Ao entrar na **fase 13** você percebe no cenário a existência de camas elásticas (20 kg cada uma). Considere 30° a inclinação dos planos de apoio dessas camas. Dessa forma, desprezando-se os atritos e admitindo-se o ambiente de jogo como terrestre de aceleração da gravidade 10 m/s^2 , as forças de compressão exercida por esses elementos do cenário nas duas superfícies em que fazem contato, valem respectivamente:

Dados:

Use $\sin 30^\circ = 0,5$ e $\cos 30^\circ = 0,8$

- a) 100 e 120
- b) 100 e 160
- c) 120 e 140
- d) 120 e 160

8.1.2 MISSÃO TACACÁ

1. VAMOS DERROTAR O ABOMINATION!!!



Na fase 2 existe uma esfera verde em equilíbrio estático de acordo com as condições visíveis no ambiente de jogo. Suponhamos a massa desta esfera 2 kg e admitamos o ambiente de jogo como se fosse terrestre em que aceleração da

gravidade é 10 m/s^2 . Assim, a força transmitida pela extremidade superior da corda que é ideal, no ponto de fixação da mesma é igual a(o):

- a) ao peso da corda
- b) ao peso da corda mais a esfera
- c) ao peso da esfera
- d) ao peso da esfera mais peso do objeto fixo no alto do cenário e que prende a corda.

2. VAMOS DERROTAR A MISTICA!!!



Na **fase 4**, observe todos os elementos do ambiente de jogo. Para tal nível despreze a massa do balão e admita que o cenário corresponde ao ambiente terrestre. As forças relevantes sobre o balão, a bigorna e a esfera verde; são respectivamente:

- a) **Balão:** peso e empuxo; **Bigorna:** peso e empuxo; **Esfera:** peso e normal.
- b) **Balão:** tração e empuxo; **Bigorna:** peso e empuxo; **Esfera:** tração e normal.
- c) **Balão:** tração e empuxo; **Bigorna:** peso e tração; **Esfera:** peso e normal.
- d) **Balão:** peso e tração; **Bigorna:** peso e tração; **Esfera:** tração e normal.

3. VAMOS DERROTAR O MAGNETO!!!



Na **fase 15** Observe com muita atenção se possível por várias vezes; as altitudes atingidas pelos coelhos que fazem parte do ambiente de jogo desta fase. Existem dois grupos de camas elásticas nas quais os coelhinhos de mesma massa estão pulando: as três inferiores e três superiores. Um dos coelhos que parece atingir maior altura máxima localiza-se

- a) No grupo de cima, situado no meio e está atingindo essa altura em razão de possuir a maior energia potencial gravitacional no momento da impulsão.
- b) No grupo de baixo, situado à direita e está atingindo esta altura em razão de provocar maior deformação elástica da cama no momento da impulsão.
- c) No grupo de cima, situado à direita e está atingindo esta altura em razão de ser o coelho que menos provoca deformação na cama elástica
- d) No grupo de baixo, situado à direita e está atingindo esta altura em razão de ser o coelho que tem a maior velocidade no ponto de maior altitude.

4. HORA DE DERROTAR O VENOM DA MARVEL!



Vamos agora passear pela **fase 22**. Observe cuidadosamente o ambiente de jogo, ok?

Faça um disparo para quebrar o vidro apoiado horizontalmente. Após a execução desta ação, verifica-se que a esfera verde:

- a) fica em equilíbrio no ar em virtude de seu peso ser anulado pela força de empuxo no balão.
- b) fica em equilíbrio no ar em virtude de seu peso ser anulado pela força normal atuante sobre ela.
- c) sobe acelerada em virtude do empuxo sobre o balão ser maior que o peso dela.
- d) sobe acelerada em virtude do empuxo sobre ela ser maior que seu peso.

5. VAMOS DERROTAR O LOKI!!!



Nesta fase você perceberá o ambiente com diversos elementos, tais como: Cordas, bombas, coelhos, hastes de madeira e esferas. Esta é a fase 17. Sobre a bomba superior e o coelhos, atuam respectivamente:

- a) normal e peso; tração e peso
- b) tração e peso; normal e peso
- c) normal e empuxo; tração e peso
- d) tração e peso; normal e empuxo

8.1.3 MISSÃO VER-O-PESO

1. VAMOS DERROTAR A MISTICA DO X-MAN!!!



Na **fase 27** admita a massa da bomba maior sendo 4kg enquanto a massa da menor equivale a 2 kg. Admitindo-se o ambiente sendo terrestre e com aceleração da gravidade 10 m/s^2 , a **REAÇÃO NORMAL** sobre a bomba que se encontra na parte superior direita do cenário equivale, em N, a:

- a) 0
- b) 2
- c) 20
- d) 40

2. VAMOS DERROTAR O FREDDY KRUEGER!!!



Na **fase 13** você percebe vários objetos no cenário mantendo contato com diferentes tipos de superfícies. Admita o ambiente sendo terrestre e com aceleração da gravidade 10 m/s^2

A **REAÇÃO NORMAL** sobre uma das camas elásticas está:

- a) Na vertical e dirigida para cima.
- b) Na diagonal e dirigida para cima.
- c) Na vertical para baixo.
- d) Na diagonal para baixo.

3. VAMOS DERROTAR O DARTH VADER!!!



Na **fase 29** a reação normal da superfície de apoio sobre a esfera maior é:

- a) menor que seu peso.
- b) maior que seu peso.
- c) igual ao seu peso.
- d) muito maior que seu peso.

4. VAMOS DERROTAR O SAURON



Na **fase 15** perceba a primeira bigorna (15 kg) da esquerda para direita apoiada em um plano. Se o plano for inclinado admita-o com 30° de inclinação, caso contrário considere-o perfeitamente horizontal. Admitindo-se o ambiente de jogo sendo terrestre (aceleração da gravidade 10 m/s^2), a reação normal do plano sobre essa bigorna, vale em N:

Dados:

$$\sin 30^\circ = 0,5$$

$$\cos 30^\circ = 0,8$$

- a) 100
- b) 120
- c) 150
- d) 180

5. VAMOS DERROTAR O ALIEN!!!



Na **fase 29** vamos admitir as massas dos objetos envolvidos no ambiente de acordo com a tabela a seguir

OBJETO	MASSA (kg)
Haste de madeira	2
Esfera maior	5
Bomba	1
Coelho	3
Vidro maior	4
Vidro menor	3
Esfera menor	3

Caso exista plano inclinado, adote 30° para sua elevação em relação à horizontal. Considerando N a reação normal dos apoios sobre esses objetos e indicando N_1 , N_2 e N_3 ; respectivamente reações normais sobre o vidro maior, a esfera maior e a bomba; a relação correta entre as forças está melhor indicada em:

Caso necessite, use:

$$\text{sen } 30^\circ = 0,5$$

$$\text{cos } 30^\circ = 0,8$$

- a) $N_3 < N_1 < N_2$
- b) $N_3 < N_2 < N_1$
- c) $N_3 > N_1 > N_2$
- d) $N_3 > N_2 > N_1$

8.1.4 MISSÃO MANIÇOBA

1. VAMOS DERROTAR A MALÉVOLA



Na **fase 19** faça um disparo para quebrar os vidros verticais provocando a queda da esfera verde sobre a bomba. Após efetuar esse disparo você notou que a haste de madeira adquiriu movimento brusco com a explosão do artefato. Admitindo-se a existência de uma força de atrito entre o objeto de madeira e o plano de gelo, quando o movimento da haste ocorre essa força atua na:

- a) diagonal, para cima e perpendicular ao plano.
- b) diagonal, para baixo e perpendicular ao plano.
- c) diagonal, para cima e paralela ao plano.
- d) diagonal, para baixo e paralela ao plano.

2. VAMOS DERROTAR O EXTERMINADOR



Na **fase 19** suponha que o coeficiente de atrito entre o gelo e a haste de madeira (2 kg) seja 0,2. Observe o ambiente inicial do game nessa fase e adote 30° com a horizontal se perceber que o plano é inclinado, caso contrário, adote o apoio da madeira sendo perfeitamente horizontal. Assim, a força mínima necessária para que a haste inicie o movimento subida, vale, em N:

Adote: $\sin 30^\circ = 0,5$ e $\cos 30^\circ = 0,8$

- a) 3,2
- b) 4
- c) 13,2
- d) 18,4

3. VAMOS DERROTAR O CHARADA



Na **fase 26** imagine uma força constante e paralela ao plano atuando na bigorna. Admita o ambiente de jogo sendo o terrestre em que $g = 10 \text{ m/s}^2$. Para que o movimento ocorra é necessário que a força exercida seja

- a) igual ou superior à força de atrito estático máximo.
- b) superior a força de atrito estático máximo.
- c) igual ou superior à força de atrito cinético.
- d) superior à força de atrito cinético.

4. VAMOS DERROTAR O APOCALIPSE



Na **fase 26** considere que o coeficiente de atrito entre a bigorna e as superfícies seja μ . Admita que os planos inclinados ou rampas tenham elevação Θ em relação à horizontal. Para que esse bloco se movimente com força paralela ao plano em que se encontra, é necessária uma força F constante que seja no mínimo :

Adote g: aceleração da gravidade local

- a) igual a $\mu.m.g$
- b) muito maior que $\mu.m.g$
- c) igual $\mu.m.g.\cos\Theta$
- d) maior que $\mu.m.g.\cos\Theta$

5. VAMOS DERROTAR O MUM RÁ



Na **fase 26** faça um disparo com a flecha com objetivo de atingir a esfera verde que deverá rolar até bater na bigorna. Admitindo-se o ambiente de jogo sendo terrestre, no momento em que a esfera atingir a bigorna, a força de atrito entre esse objeto e o plano horizontal é:

- a) estático e dirigida para direita.
- b) estático e dirigida para esquerda.
- c) cinético e dirigida para direita.
- d) cinético e dirigida para esquerda.

8.1.5 MISSÃO MARAJÓ

1. VAMOS DERROTAR O CHUCKY



Na **fase 3**, considerando os patamares nos quais se posicionam os coelhos e a bigorna, com alturas de 3 m; 5,2 m e 5m (não necessariamente nessa ordem) a maior energia potencial gravitacional, admitindo que os elementos citados anteriormente tenham mesma massa, está associada a(o):

- a) bigorna.
- b) coelho do meio.
- c) coelho da esquerda.
- d) coelho com possibilidade de ser atingido pelo objeto.

2. VAMOS DERROTAR O DR. EVIL



Na **fase 5**, admita a massa de cada coelho e do gato de neve respectivamente 3 kg e 6 kg, com seus centros de gravidade a meia altura de seus corpos. Após observar o cenário você conclui que 1 (um) coelho

Obs: considere o ambiente de jogo como terrestre e de aceleração da gravidade 10m/s^2

- a) tem energia potencial gravitacional maior quando comparada a do gato em função de parecer ocupar o triplo da altura.
- b) deve ter mesma energia potencial gravitacional quando comparada a do gato em função de parecer ocupar o dobro da altura.
- c) tem energia gravitacional menor quando comparada a do gato em razão de ambos possuírem mesma altura e o gato maior massa.
- d) tem mesma energia potencial gravitacional que a do coelho em razão de ambos estarem a mesma altura.

3. VAMOS DERROTAR PROMETHEUS



Na **fase 24** logo que abrimos o ambiente de jogo percebemos que o coelho:

- a) à esquerda possui energia potencial gravitacional constante.
- b) à direita apresenta energia potencial gravitacional variável.
- c) à direita sempre apresenta maior energia potencial gravitacional.
- d) na plataforma mais baixa chega a ter energia potencial gravitacional maior do que um dos coelhos.

4. VAMOS DERROTAR O ESPANTALHO



Na **fase 18** admita que as altitudes dos objetos esféricos sejam 10 m e 6 m. Considere a massa da esfera verde 9 kg enquanto a massa da bomba mede 5 kg. Dessa forma, afirma-se corretamente que:

Adote $g = 10 \text{ m/s}^2$

- a) a energia potencial gravitacional da bomba é 40 unidades menor do que a energia gravitacional da esfera verde.
- b) a energia potencial gravitacional da esfera verde é 3 vezes maior do que a energia da bomba.
- c) a energia potencial gravitacional da bomba em relação ao solo vale 90 J.
- d) se caíssem livremente até o solo ambas teriam a mesma energia cinética imediatamente antes de tocar fazendo contato com o solo.

5. VAMOS DERROTAR O DARKSEID



Para resolver essa problemática vamos usar a posição dos coelhos no exato momento da abertura do ambiente de jogo.

Na **fase 19** você percebe a existência de três coelhos que identificaremos de acordo com a tabela a seguir

Posição do coelho	Identificação do animal
Esquerda	A
Meio	B
Direita	C

Admitindo-se massas idênticas para os coelhos e identificando por E_A , E_B e E_C , as energias potenciais gravitacionais respectivamente dos coelhos A, B e C, então, comparando essas energias teremos:

Obs: Admita o ambiente de jogo sendo terrestre com aceleração da gravidade 10 m/s^2

- a) $E_A > E_B > E_C$
- b) $E_A < E_B < E_C$
- c) $E_A > E_C > E_B$
- d) $E_A = E_B > E_C$

8.1.6 MISSÃO MIRITI

1. VAMOS DERROTAR A ARLEQUINA



Na **fase 9**, você percebe no ambiente de jogo, uma esfera verde sobre uma plataforma que adotaremos estar a 5,2 m de altura em relação ao solo. Faça um disparo que atinja essa esfera e observe o que ocorre. Desprezando-se qualquer tipo de atrito, admitindo o local de jogo sendo terrestre (aceleração da gravidade

10 m/s²) e considerando que esse objeto inicie a descida a partir do repouso, a velocidade da esfera ao chegar na cabeça do coelho (0,2 m de altura em relação ao solo), vale, em m/s:

Use a conservação da energia mecânica para resolver esse problema

- a) 6
- b) 7
- c) 8
- d) 10

2. VAMOS DERROTAR O DUENDE VERDE



Na **fase 17** considere a bomba mais alta a 11,75 m do solo. Faça um disparo para atingir a corda que prende este artefato. Admitindo-se o movimento de queda livre e que sua explosão ocorra a 0,5 m do solo, a velocidade desse objeto ao chegar no coelho vale, em m/s:



Obs: Adote o ambiente de jogo sendo terrestre e com aceleração da gravidade 10 m/s^2

- a) 10
- b) 12
- c) 14
- d) 15

3. VAMOS DERROTAR CARNIFICINA

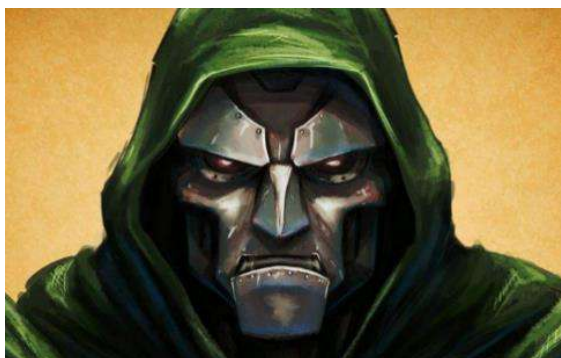


Na **fase 24** vamos considerar desprezível as dimensões da cama elástica e que no ponto mais alto o coelho (3 kg) fique a 2 m do solo. Desprezando-se a resistência do ar, a energia cinética do coelho ao deixar a cama vale, em J:

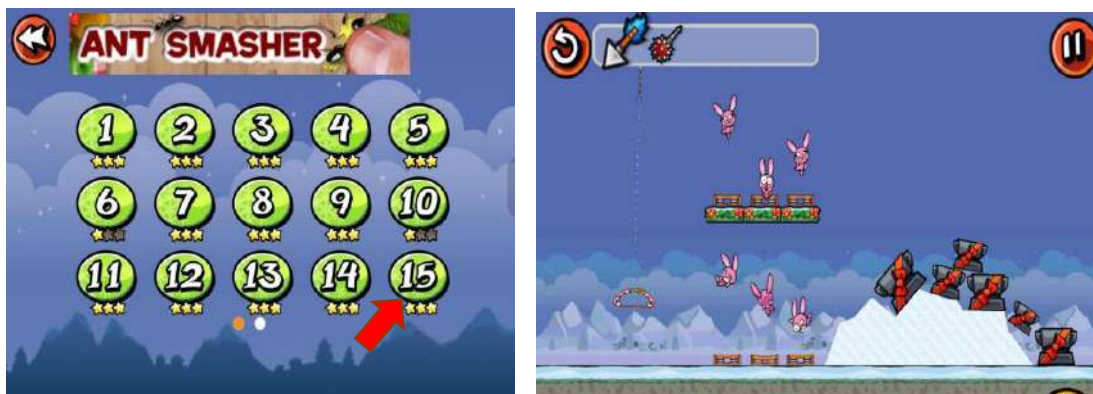
Obs: Adote o ambiente de jogo como terrestre onde $g = 10 \text{ m/s}^2$

- a) 60
- b) 50
- c) 40
- d) 30

4. VAMOS DERROTAR O DR. DESTINO



No cenário da **fase 15** considere que o sistema arco e flecha esteja a 2 m do solo. Admita a constante elástica desse sistema valendo 500 N/m. Se a flecha



(2 kg) for disparada perfeitamente na vertical, qual a altura máxima que essa munição vai atingir em relação ao solo após ter deformado o elástico de 0,4 m?

Obs: Adote o ambiente de jogo sendo terrestre com aceleração da gravidade 10 m/s^2 e despreze as dimensões dos elementos envolvidos no problema.

- a) 2,0 m
- b) 4,0 m
- c) 6,0 m
- d) 8,0 m

5. VAMOS DERROTAR JIGSAW



Na **fase 15** considere que cada coelho (3 kg) atinja altura máxima de 2 m após ter deformado a cama elástica em 20 cm. Desprezando-se a altura das camas e usando a conservação da energia mecânica, encontraremos para a constante elástica desse sistema, em N/m, o valor de:



Obs: considere o ambiente de jogo sendo terrestre (aceleração da gravidade 10 m/s^2) e despreze as dimensões dos coelhos

- a) 0,3
- b) 3000
- c) 0,35
- d) 3500

8.1.7 BATALHA VIA GAME

1. Na tela inicial da **fase 4** suponha que ao disparar exclusivamente sobre a corda o balão fique submetido às ações do peso e empuxo. Admitindo-se as forças citadas constantes com intensidades $0,12 \text{ N}$ e $1,12 \text{ N}$ respectivamente, o movimento da bexiga logo após a corda ser atingida é:

- a) queda livre.
- b) subida com velocidade constante.
- c) subida com aceleração constante.
- d) subida com aceleração variável.

2. Na **fase 30** é possível perceber um coelho apoiado sobre uma haste de madeira horizontal. A reação do peso deste animal está atuando no (a):

- a) haste de madeira
- b) solo
- c) centro da Terra
- d) nas hastes

3. Na **fase 6** dispare uma flecha na corda e verifique a maneira que o sistema estabiliza. Considere a bexiga exercendo força de 2 N na barra horizontal. A reação normal de cada apoio de gelo sobre a haste de madeira (2 kg) vale, em N:



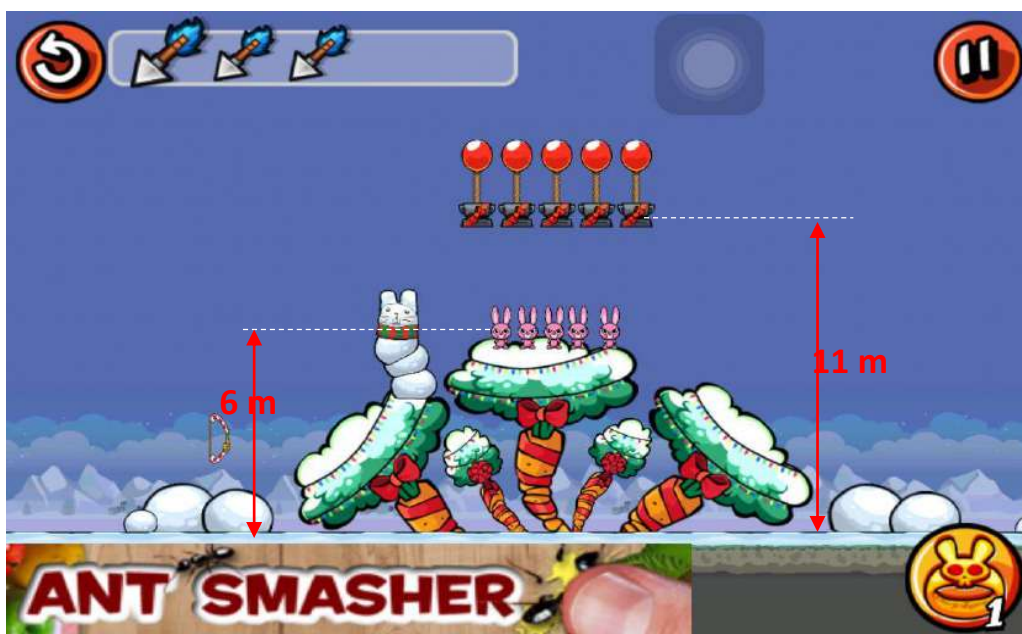
- a) 20
- b) 18
- c) 9
- d) 2

4. Na **fase 28** faça disparos para derrubar a bigorna no canto superior direito. Observe com bastante atenção o desenrolar do processo. Com isso você verificou que após sua queda, o bloco:

- a) provocou o movimento da esfera maior que terminou colidindo com as menores culminando em atrito estático entre essas esferas e o solo.
- b) provocou movimento da esfera maior que, imediatamente depois de chocar-se com as menores gerou atrito dinâmico no deslocamento dessas esferas.

- c) não produziu deslocamento da esfera maior.
- d) provocou movimento da esfera maior, contudo, não o suficiente para atingir as menores.

5. Na **fase 5**, admita o ambiente de jogo sendo terrestre com aceleração da gravidade 10 m/s^2 .



Ao serem atingidos os balões liberam as bigornas. Desprezando-se a resistência do ar, considere as medidas indicadas na figura e use a conservação da energia mecânica para encontrar a velocidade das bigornas ao atingirem os coelhos. Qual valor você encontrou após efetuar o cálculo?

Obs: Desconsidere as dimensões dos coelhos e bigornas

- a) 2 m/s
- b) 5 m/s
- c) 8 m/s
- d) 10 m/s

8.2 - Rendimento dos estudantes nas atividades

A seguir apresentamos um detalhamento quantitativo dos acertos relativos aos desafios enfrentados pelos jogadores da turma B. Com esses dados é possível perceber a porcentagem de acertos de cada equipe e em todas as missões. Na figura 47 temos o registro do número de vilões derrotados na Missão Açaí. Nesta etapa é importante perceber que três equipes atingiram 100% e o restante das equipes apresentou 1(um) erro apenas.

FONTE: O autor

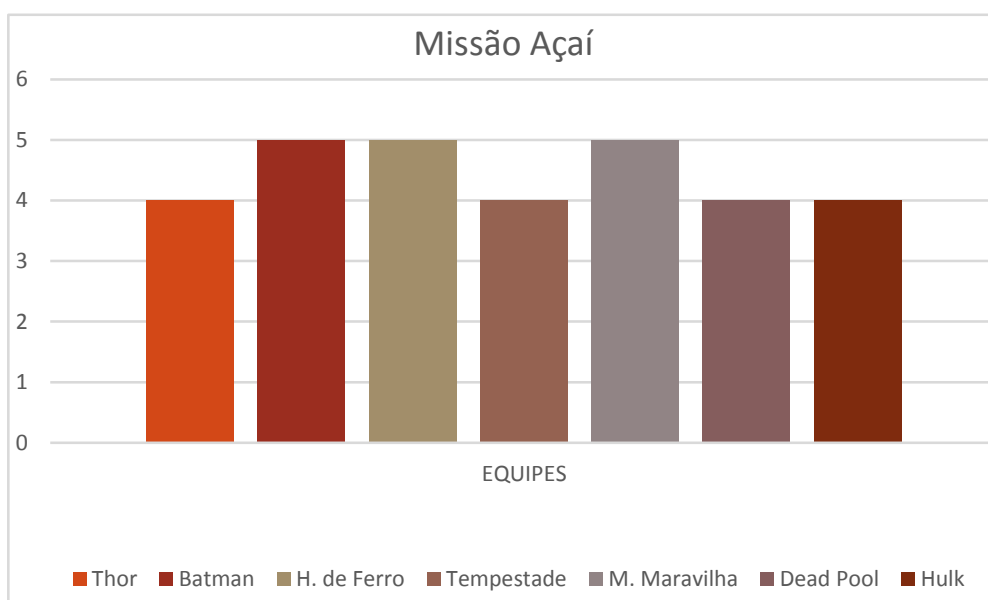


Figura 47: Quantidade de acertos por equipe Missão Açaí

A seguir, a figura 48 apresenta a quantidade de vilões derrotados na Missão Tacacá. Verifica-se que três equipes mantiveram 100% de acerto da mesma forma que na missão anterior, contudo, uma das equipes cometeu dois erros dos cinco desafios propostos.

FONTE: O autor

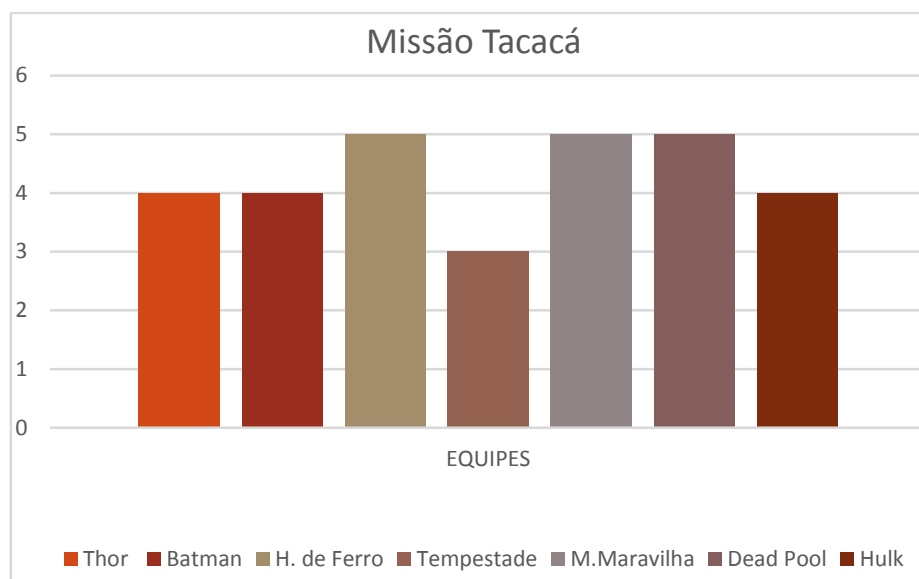


Figura 48: Quantidade de acertos por equipe Missão Tacacá

Em seguida, na figura 49, são apresentados dados sobre a quantidade de vilões derrotados na Missão Ver-o-peso. Dessa vez apenas uma das equipes atingiu 100% de acerto e duas equipes tiveram dois erros dos cinco propostos na missão.

FONTE: O autor

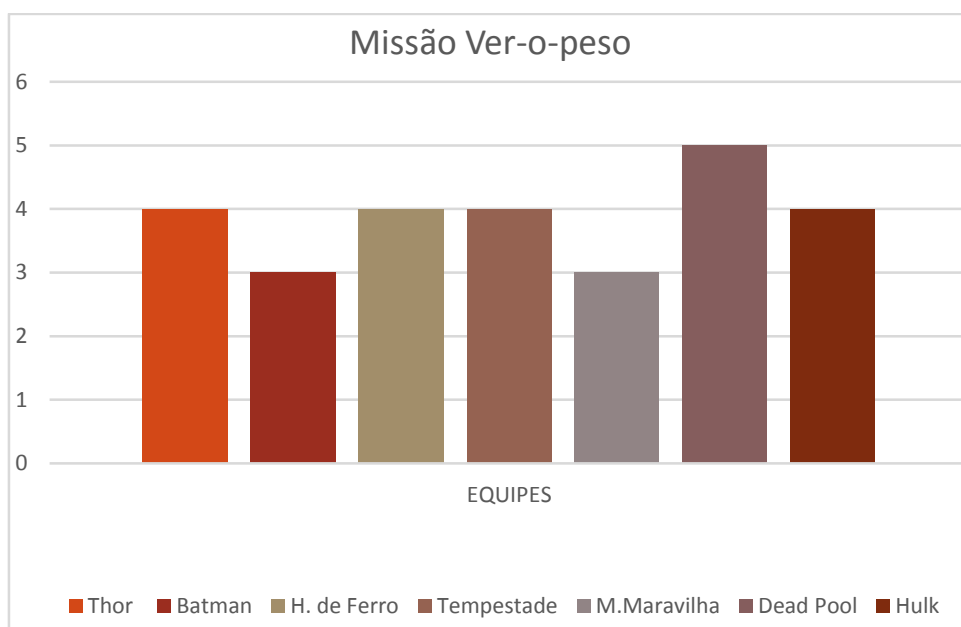


Figura 49: Quantidade de acertos por equipe Missão Ver-o-peso

A figura 50 representa a quantidade de acertos da Missão Maniçoba em que, pela primeira vez, pouco menos da metade das equipes cometeu 2 erros no momento de registrar sua alternativa correta. Observamos apenas uma equipe com obtenção de 100%. Talvez os sinais de dificuldade revelados pela quantidade de acertos nesta missão possam estar relacionados ao grau de interpretação exigidos nos problemas 2 e 4 da etapa em questão.

FONTE: O autor

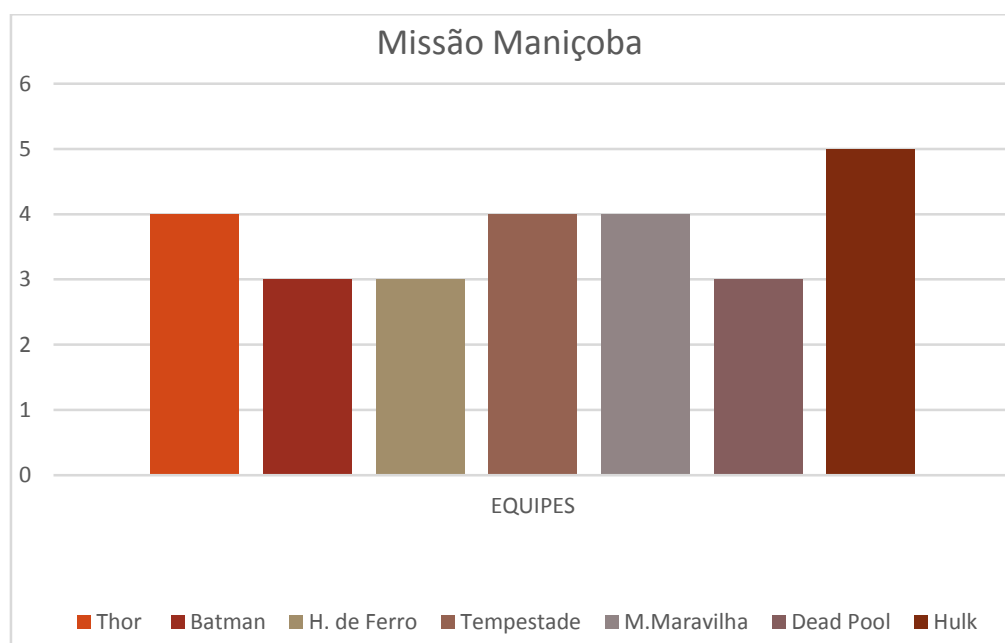


Figura 50: Quantidade de acertos por equipe Missão Maniçoba

A missão Marajó foi marcada por desafios nos quais os jogadores não tiveram necessidade de fazer cálculo. A seguir, a figura 51 apresenta a quantidade de acertos desta missão, chamando-nos a atenção o fato da maioria das equipes ter atingido 100% de acerto.

FONTE: O autor

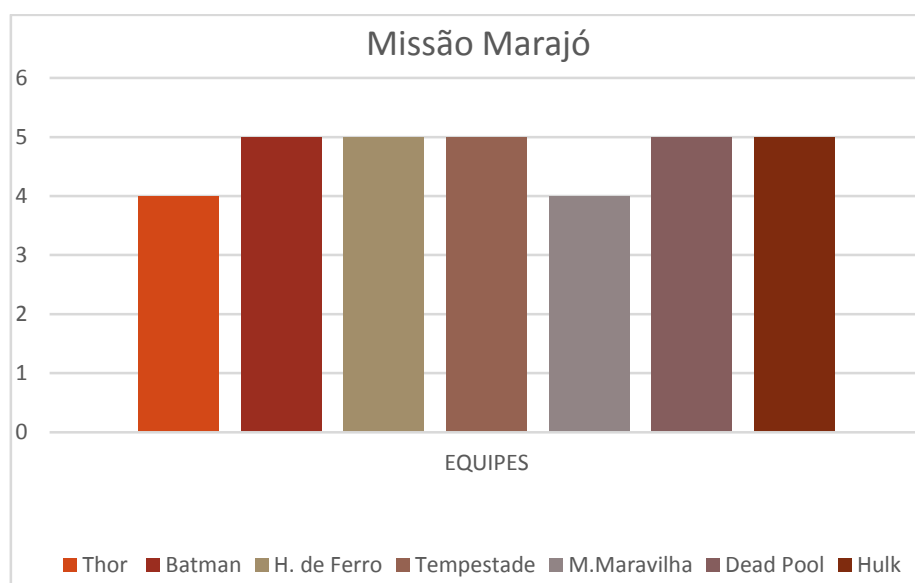


Figura 51: Quantidade de acertos por equipe Missão Marajó

Na figura 52 é possível perceber que mais da metade das equipes tiveram 2 erros em seus registros. A Missão Miriti caracterizou-se predominantemente por apresentar desafios em que o cálculo era primordial para convergir na resposta correta.

FONTE: O autor

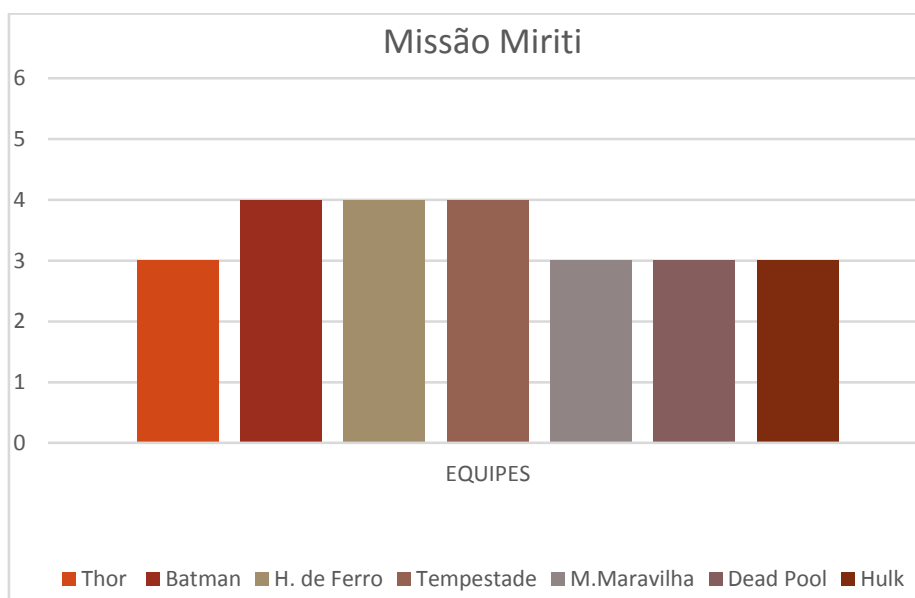


Figura 52: Quantidade de acertos por equipe Missão Miriti

A penúltima atividade denominada de Batalha via *game* teve desafios envolvendo boa parte dos assuntos a serem cobrados na 2ª avaliação dos estudantes. A figura 53 apresenta a quantidade de acertos da referida missão.

FONTE: O autor

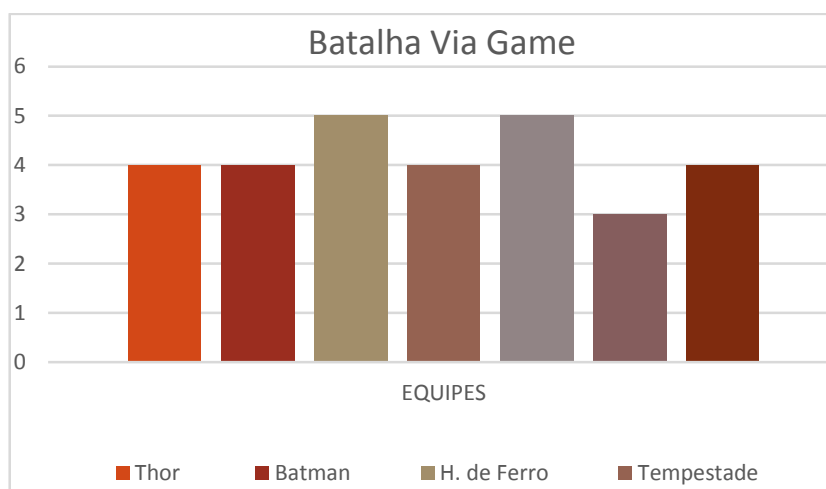


Figura 53: Quantidade de acertos por equipe Batalha Via Game

Após apresentação do desempenho para estudantes da turma B, são demonstrados gráficos sobre a quantidade de acertos atingidos por equipes da turma A. A figura 54 apresenta a quantidade de acertos para a missão Açai aplicada na referida unidade.

FONTE: O autor

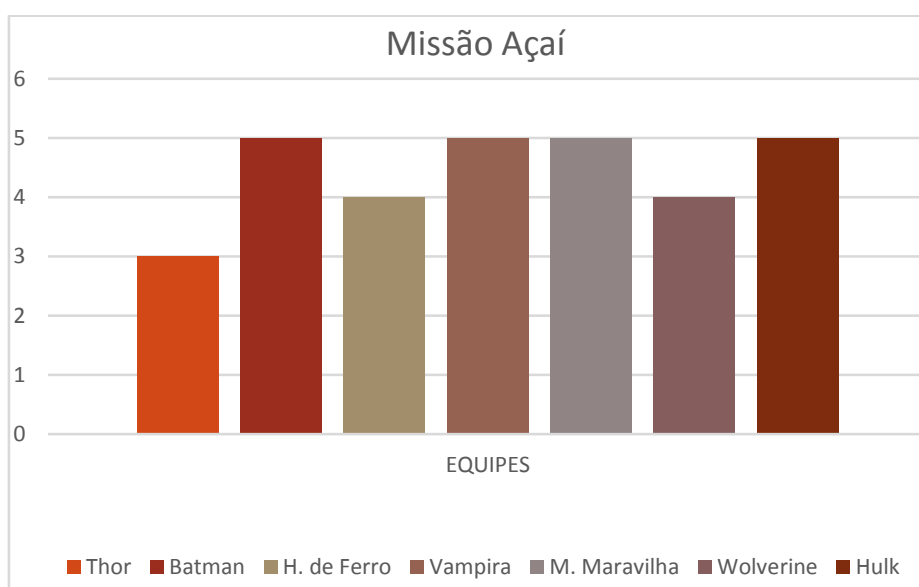


Figura 54: Quantidade de acertos por equipe Missão Açai

Na figura 55 apresentada a seguir são informados números de desafios por equipe na Missão Tacacá.

FONTE: O autor

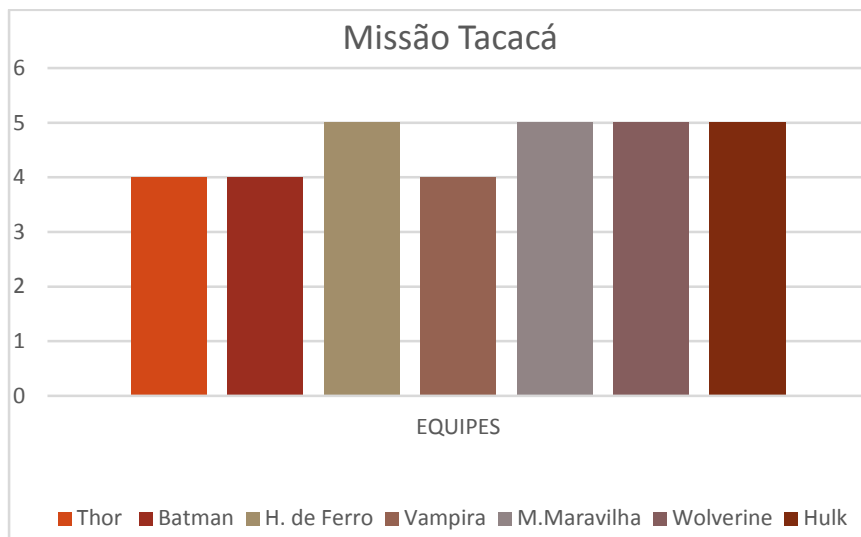


Figura 55: Quantidade de acertos por equipe Missão Tacacá

Abaixo, a figura 56 indica a quantidade de acertos obtidos por equipe na Missão Ver-o-peso.

FONTE: O autor

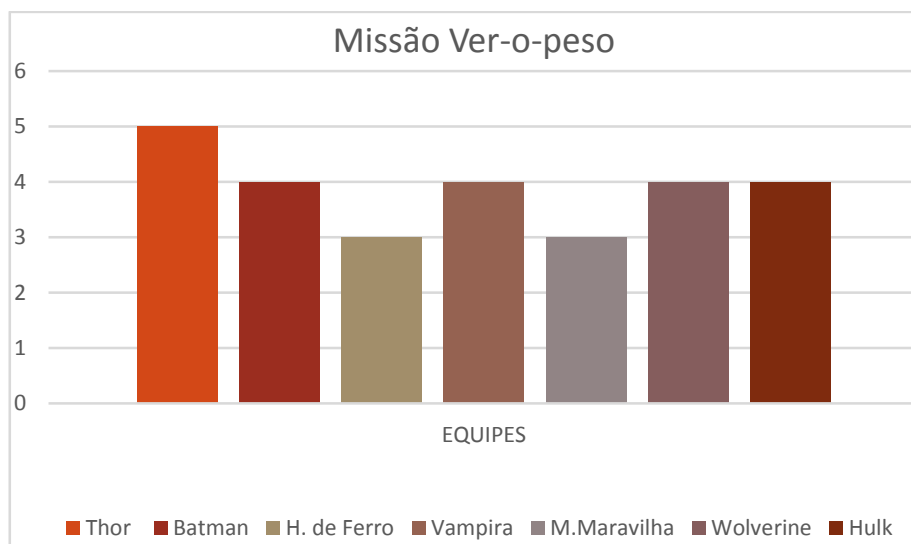


Figura 56: Quantidade de acertos por equipe Missão Ver-o-peso

Na Missão Maniçoba três equipes tiveram 2 erros dos 5 desafios propostos. A figura 57 está representando a quantidade de acertos por equipe na referida missão.

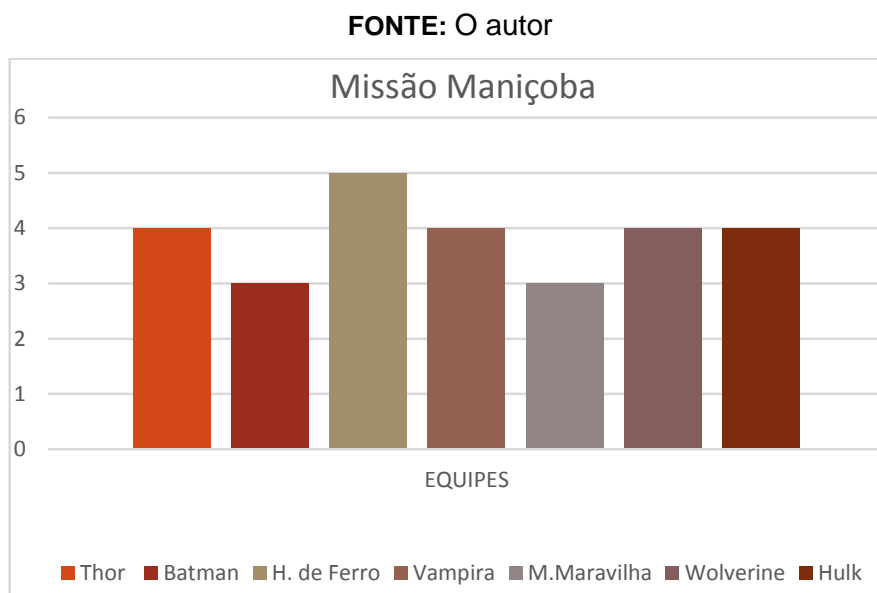


Figura 57: Quantidade de acertos por equipe Missão Maniçoba

A missão Marajó, como já mencionado anteriormente, foi marcada predominantemente por desafios que não envolveram cálculo. A figura 58 apresenta o bom desempenho de todas as equipes na referida missão (turma A).

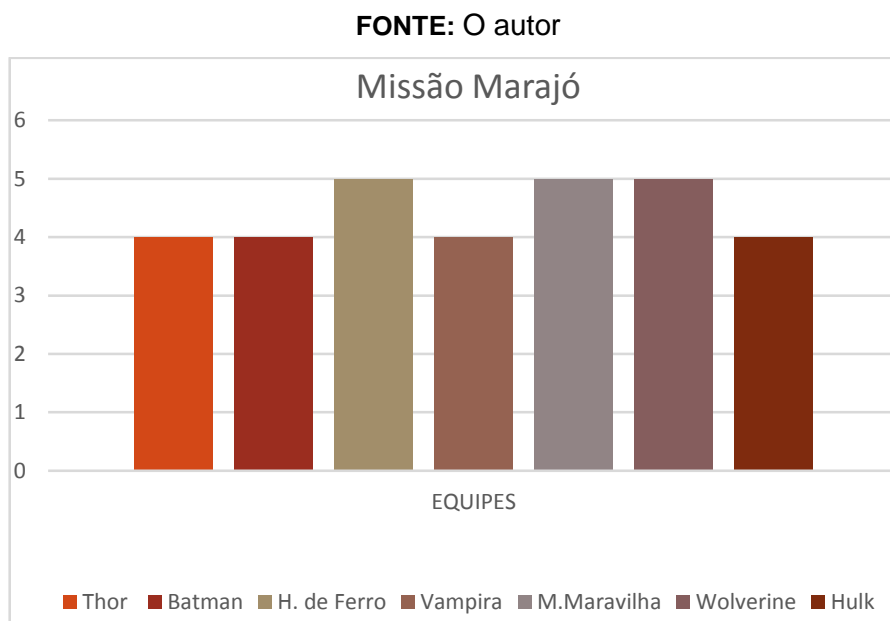


Figura 58: Quantidade de acertos por equipe Missão Marajó

A figura 59 foi para apresentar os registros de acertos das equipes (turma A) na Missão Miriti.

FONTE: O autor

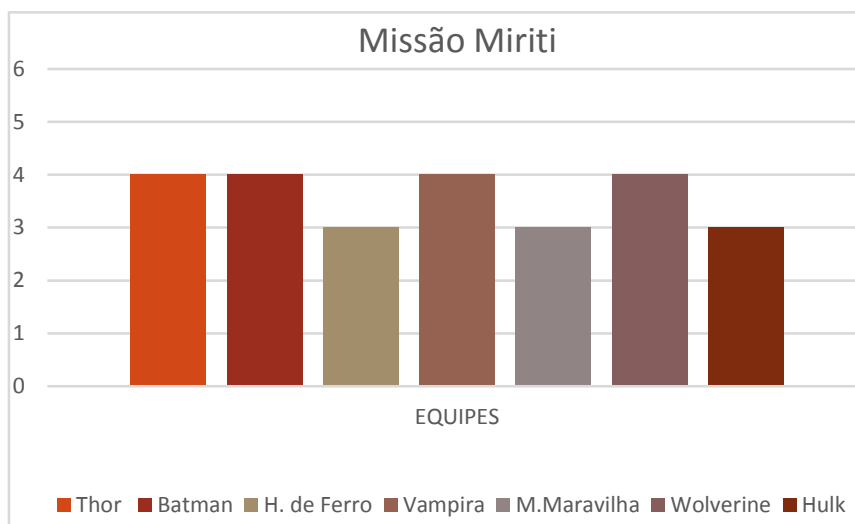


Figura 59: Quantidade de acertos por equipe Missão Miriti

Os registros da Batalha Via Game para os jogadores da turma A são apresentados na figura 60, a seguir.

FONTE: O autor

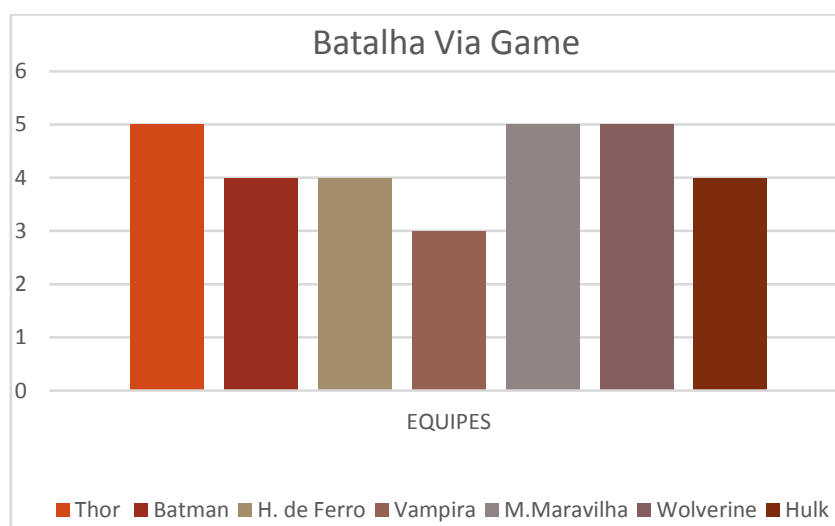


Figura 60: Quantidade de acertos por equipe Batalha Via Game

8.3 - Opinião dos estudantes

Após a apresentação da quantidade de acertos atingidos por cada equipe, propusemos uma pesquisa acerca da opinião dos alunos sobre a proposta de gamificação e uso de games aplicados no ensino de Física.

Nesta etapa a análise confirmou o que já tínhamos percebido durante a aplicação do trabalho: por mais que não se tenha a confirmação de que algum tipo de aprendizado tenha sido alcançado, a forma nada convencional de propor o conteúdo básico de mecânica interessou bastante os estudantes da primeira série do ensino médio da escola. Não há maturidade nos alunos a ponto de permiti-los avaliar se aprenderam o conteúdo ou não, entretanto, as respostas são bem marcantes quando perguntados sobre a aceitação do método.

A figura 61 apresenta o resultado desse novo questionário aplicado nas turmas. Setenta e três alunos, somando as duas turmas, responderam à pesquisa. A pergunta feita no questionário foi: “O que você achou do método utilizado para ensinar Física usando o *game* “Bunny Shooter” e a estruturação de gamificação?

a) indiferente b) regular c) bom d) excelente

FONTE: O autor



Figura 61: Opinião dos alunos sobre a dinâmica

Após a realização da segunda avaliação (no segundo semestre), depois de terem sido abordados muitas vezes sobre a possibilidade de voltarmos a utilizar a proposta na avaliação seguinte, foi aberto um espaço durante uma aula no mês de agosto para ouvir os estudantes sobre o que acharam do trabalho realizado com a metodologia de gamificação e utilização de games. As respostas confirmaram os dados apresentados no gráfico anterior. Extraímos alguns dos comentários:

“Muito melhor professor porque as vezes cansa ficar só vendo o professor falar”

“Foi legal! Meu pai até perguntou como era que o senhor fez para ensinar física usando esse jogo”

“Eu prefiro desse jeito... com o celular porque dá mais vontade de tentar aprender”

“Achei que foi muito bom, mas seria melhor se pudesse funcionar em todos os tipos de celulares e não só em iphone ou alguns da samsung. Mas gostei muito”

“Se desse pra fazer isso na parte do outro professor era melhor”

Finalmente, utilizamos a título de comparação, um gráfico que escola sempre apresenta aos docentes nos momentos das reuniões, acerca da evolução geral no desempenho das turmas em cada componente curricular. A figura 62 compara a média dos estudantes na primeira avaliação com a média da avaliação seguinte na qual este trabalho foi utilizado. Nessa escola a direção e membros da coordenação possuem um suntuoso acervo *online* de informações sobre tudo que ocorre dentro do colégio: desempenho dos estudantes, avaliação dos alunos sobre os professores, frequência, quantidade

de alunos por unidade a cada ano, registros de indisciplinas, mudanças de unidade, motivo da desistência e troca de escola etc.

FONTE: Colégio Impacto



Figura 62: Print do software registros Colégio Impacto

Apesar de verificarmos uma significativa melhora da primeira para a segunda avaliação, portanto, indícios de que a proposta foi positiva no sentido de promover aprendizagem dos estudantes, é necessário dizer que todos os anos após os resultados da avaliação 1 (quando as notas não são satisfatórias), a escola toda participa de um planejamento e execução de uma grande ação que possa reverter o quadro indesejado de notas. Professores são orientados a promover intensa motivação, revisão, dedicação e preparação de material didático alternativo, que permita contribuir com a melhora dos resultados na avaliação do fim do primeiro semestre.

Assim, por mais que tenhamos colhido informações que apresentam a melhora das duas turmas, certamente todo esse processo que a escola passa a respirar após resultados abaixo da média, também contribuiu com o aumento das notas, nos restando apenas a sugestão de mais pesquisas nos moldes deste trabalho, para um dia se ter mais consistência sobre possível aprendizagem alcançada.

Na tabelas 14 e 15 a seguir indicamos as equipes com suas respectivas notas (exceto batalha final) e *status* atingindo após a verificação e análise dos desempenhos dos estudantes.

FONTE: O autor

TURMA B		
Equipes	Média de acertos	Status
Thor	3,85	Game zerado
Batman	4,0	Game zerado
Homem de ferro	4,42	Game zerado
Tempestade	4,0	Game zerado
Mulher maravilha	4,14	Game zerado
Dead Pool	4,0	Game zerado
Hulk	4,14	Game zerado

Tabela 14: Desempenho final turma B

FONTE: O autor

TURMA A		
Equipes	Média de acertos	Status
Thor	4,14	Game zerado
Batman	4,0	Game zerado
Homem de ferro	4,14	Game zerado
Tempestade	4,0	Game zerado
Mulher maravilha	4,14	Game zerado
Dead Pool	4,42	Game zerado
Hulk	4,14	Game zerado

Tabela 15: Desempenho final turma A

CAPÍTULO 9

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com este trabalho buscamos responder a questão de pesquisa: **O uso de gamificação estrutural e de conteúdo, potencializa a aprendizagem de conteúdos de Física?** Assim, consideramos como objetivo geral desenvolver e aplicar uma proposta de sequência didática utilizando gamificação estrutural e de conteúdo para o ensino de Mecânica Clássica no primeiro ano do ensino médio.

Tivemos objetivo específico de construir um produto educacional instrutivo formado por um material de apoio ao professor, dividido em duas partes: uma discussão sobre a gamificação com suas possibilidades para uma sala de aula e mostrar ao leitor uma proposta para o direcionamento de como fazer um ambiente de jogo com gamificação estrutural e de conteúdo utilizando o *game* “Bunny Shooter”.

O locus das atividades foi uma escola de ensino médio da rede particular de educação da cidade de Belém, capital do estado do Pará.

Por mais que não tenhamos comprovação de aprendizagem, pudemos constatar que a proposta implementada gerou um estado de dedicação e disciplina nos estudantes participantes do trabalho, algo completamente perceptível nas fotos, vídeos registrados e questionários das opiniões dos alunos.

Percemos uma melhora - não necessariamente por motivo da proposta - no quadro geral dos estudantes em três aspectos: *feedback* nas aulas, desempenho nos desafios e melhora na notas dos boletins da grande maioria da turma; o que nos encaminha para mudança na prática de ensino antes utilizada e, acima de tudo, nos revela a necessidade de executar mais pesquisas com a sequência didática apresentada.

Muito embora entendamos a complexidade de relacionar diretamente a proposta ao engajamento dos estudantes, todos os indícios apontam para a conclusão de que o jogo deve ter sido um incentivador importante no grau de

compenetração dos envolvidos. Entendemos que somente o *game* não representa elemento de aprendizagem, tornando-se essencial a existência de ambiente e estratégias precisas para que o processo ensino-aprendizagem possa ser construído e finalizado.

Conseguimos arrecadar informações importantes sobre os conteúdos e conceitos apresentados após a análise das respostas dadas pelas equipes. Houve certa evolução nos conceitos por motivo do interesse despertado nos jogadores. O ambiente de jogo somado à utilização de uma ferramenta que o aluno já está íntimo -o celular- foram elementos extremamente favoráveis à construção de novos conceitos. A metodologia empregada baseada em gamificação esteve atrelada à teoria de aprendizagem de sócio-interacionista Vygotsky, na qual o indivíduo constrói o conhecimento através da interação mediada por várias relações, e com alguns elementos da teoria comportamentalista de Skinner, em que dependendo da resposta do estudante um estímulo é dado.

Procuramos criar uma proposta na qual o professor não encontrará barreiras quando se deparar com adversidades, ou seja, caso o docente não encontre internet disponível na escola existe a alternativa de fazer a avaliação com material impresso; se tratando de uma classe na qual a maioria dos alunos não tenha o *smartphone*, a divisão em grupos reduz consideravelmente essa dificuldade já que é necessário apenas um celular ou *tablet* por equipe na dinâmica aplicada.

Algo bastante significativo foi o interesse manifestado por colegas da área acerca da utilização da proposta, sobretudo profissionais da Física e Matemática. Outro aspecto com muita representatividade é que a partir da realização deste trabalho com metodologia proposta, a postura do pesquisador autor da pesquisa, como professor, modificou-se completamente. Da mesma forma que o quadro branco com pincel são elementos fundamentais para uma sala de aula, conseguiu-se perceber tamanha importância na utilização de *games*, celulares e *smartphones* no ambiente escolar.

Algo relevante é lembrar que se esta metodologia for aplicada na escola, deve-se apresentar essa estrutura na construção da proposta pedagógica para o ano letivo em que se deseja implementar a dinâmica. Isso evitará dificuldades e possíveis obstáculos impostos pela direção e coordenação da escola. Executar

essa mecânica sem aviso prévio aos dirigentes do processo escolar, pode render problemas visto que o produto educacional prevê alteração na forma da avaliação escolar, que no caso deste trabalho foi apenas parcial.

Entendemos que mecânica clássica é um tema bastante abordado, entretanto, na sequência aqui apresentada e no produto educacional construído, percebe-se mais uma forma de opção para que este assunto seja abordado na série inicial do ensino médio, primeiro ano no caso. Procuramos ainda instigar colegas de profissão no sentido de adaptar essa estrutura apresentada para uma realidade de acordo com o ambiente do seu trabalho e, acima de tudo, incentivá-los a utilizar jogos similares como *Crazy School 2*, para promoverem algo equivalente em termos dos desafios elaborados e da estrutura de gamificação implementada.

REFERÊNCIAS

ALVES, F. **Gamification:** como criar experiências de aprendizagem engajadoras: um guia completo do conceito à prática. São Paulo: DVS Editora, 2014.

BOMFOCO, M.A & AZEVEDO,V.A. (2012). Os jogos eletrônicos e suas contribuições para a aprendizagem na visão de J.P.GEE. **Novas tecnologias na educação**, v.10, n. 3.

COSTA & RAMOS (2016). **Videogames e ensino de física: explorando possibilidades e inovações didáticas.** São Paulo, 2016.

FADEL, L.M.; ULBRICHT, V.R.;BATISTA, C.R.; VANZIN, T. **Gamificação na educação.** São Paulo: Pimenta Cultural, 2014. 300p.

FERREIRA, L.; OGLIARI, C. (2015). **A contribuição do software socrative como suporte pedagógico ao ensino médio. ensaio com professores de Geografia.** Educere (2015) Paraná.

FARDO, M.L. (2013) **A gamificação aplicada em ambientes de aprendizagem. Novas tecnologias na educação**, v.11, n. 1

KAPP, K.; **The gamification of learning and instruction.** Nova Jersey-USA: WILEY

MOREIRA, M.A.; **Teorias de aprendizagem.** 2ª ed. São Paulo: EPU, 2014. 248p.

MOREIRA, M.A.; **Subsídios Teóricos para o Professor Pesquisador em Ensino de Ciências.** 1ª ed. Porto Alegre, 2009.

MARTINS, K. (2002). **Teorias de aprendizagem e avaliação de software educativo.** Monografia (Especialização em informática educativa). UFCE – Fortaleza.

MATTAR, J.; **Games em educação:** como os nativos digitais aprendem. 3ª reimpressão. São Paulo: Pearson, 2014. 183p.

MATTOS, S.; A revolução digital e os desafios da comunicação. Bahia: Editora UFRB, 2013. 208p.

MEDEIROS, A. & MEDEIROS, C (2002). **Possibilidades e Limitações das Simulações Computacionais no Ensino da Física**. Revista Brasileira de Física.

MIRANDA, M. (2013). **Objetos virtuais de aprendizagem aplicados ao ensino de física**. Dissertação (Mestrado em ensino de Ciências Exatas). USP – São Carlos.

OGASAWARA, J. (2009). **O conceito de aprendizagem de Skinner e Vygotsky: um diálogo possível**. Monografia (Graduação em pedagogia). UEBA

OSTERMANN, F. & CAVALCANTI, C (2010). **Teorias de aprendizagem**. Porto Alegre: Editora UFRGS, 2010, p.7.

PEDRO, L.Z. (2016). **Uso de gamificação em ambientes virtuais de aprendizagem para reduzir o problema da externalização de comportamento indesejáveis**. Dissertação (Mestrado em Ciências da Computação). USP - São Carlos.

PRENSKY, M.; **Aprendizagem baseada em jogos digitais**. Tradução de Eric Yamagute. 1ª ed. São Paulo : Senac, 2012. 257p.

RAMOS, E. (1990). **Brinquedos e jogos no ensino de Física**. São Paulo, 1990.

REIS, N. (2016). **Oficina sobre bases físicas da ressonância magnética: uma proposta**. Dissertação (Mestrado). Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais.

RIBEIRO ET AL (2015). **Teorias de Aprendizagem em Jogos Digitais Educacionais: um Panorama Brasileiro**. Novas tecnologias na educação. CINTED - UFRGS

RIBOLDI, BRUNO (2015). **A construção de uma UEPS para ensinar relatividade utilizando animações e o game A slower speed of light**.

Dissertação (Mestrado em ensino de Física). Universidade Federal de São Carlos.

SAVI, R. & ULBRICHT, V.R. Jogos digitais educacionais: Benefícios e desafios. **Novas tecnologias na educação**, v.6, n. 2.

SINÉSIO, I. & RAFAEL, J. (2015) **Reflexões acerca do uso do software online Socrative na elaboração de simulados online**. Recife: 6º Simpósio hipertexto e tecnologias na educação, 2015.

SYMON, K.R.; **Mecânica**. Tradução de Gilson Brand Batista. Editora Campus, 1996. 688p.

STUDART, N. (2015). **Simulações, games e gamificação no ensino de Física**. São Carlos: SNEF, 2015.

TEIXEIRA, H. (2015). **Teoria do Desenvolvimento Cognitivo de Lev Vygotsky**.

Disponível em: < <http://www.helioteixeira.org/ciencias-da-aprendizagem/teoria-do-desenvolvimento-cognitivo-de-lev-vygotsky/>>. Acesso 12/03/17.

<http://www.ufjf.br/fisicaecidadania/ciencia-uma-construcao-humana/por-que-entender-de-ciencia/por-que-aprender-mecanica-classica/> . Acesso: 09/10/2017.

<https://www.bhbit.com.br/educacao/gamificacao-na-educacao/>.

Acesso: 13/08/2017.

APÊNDICE

Produto



Autores

Maurício Dantas e Silvana Perez

Universidade Federal do Pará (UFPA)

Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF)

Apoio:



Belém- Pa

2017

© Maurício Dantas e Silvana Perez – 2017

Este documento é inteiramente gratuito sem fins comerciais para os autores, portanto, pode ser reproduzido desde que citada a fonte. Com este material objetiva-se necessariamente divulgação do conhecimento científico. Dessa forma, a reprodução é permitida desde que a citação da fonte ocorra. Se houver quaisquer indícios de violação de direitos autorais, favor entrar em contato com os autores para o encaminhamento o quanto antes a solução do problema.

Apresentação

Este trabalho é fruto de estudos e pesquisas realizadas em cerca de dois anos. Trata-se de um produto educacional elaborado para o Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, polo UFPA. O corpo principal desenvolvido foi uma sequência didática fundamentada na arquitetura de *games*, beneficiando-se da gamificação estrutural e de conteúdo, para trabalhar conceitos de Mecânica Clássica através do *game* "Bunny Shooter", tendo como medidor de desempenho o aplicativo *Socrative*. Esse instrumento é apresentado por uma dissertação sob o tema GAMIFICAÇÃO E NO ENSINO DE MECÂNICA NEWTONIANA: UMA PROPOSTA DIDÁTICA UTILIZANDO O JOGO BUNNY SHOOTER E O APLICATIVO SOCRATIVE. Pretende-se mostrar o produto assim como um relato de sua aplicação e experiências acumuladas no decorrer da elaboração da sequência didática.

Por que ensinar Mecânica Clássica no primeiro ano do ensino médio?

A Mecânica é a parte da Física que está inserida em qualquer contexto que possamos imaginar. Condições de equilíbrio das estruturas em geral, o movimento de máquinas, carros, pessoas e animais, o entendimento acerca do voo de aeronaves, da flutuação de embarcações, a conquista do espaço e construções de estruturas de edificações das mais complexas possíveis são apenas algumas das situações que têm explicação nesse ramo da Física que é sem dúvida a primazia das dúvidas das crianças e dos adolescentes.

Na primeira série do ensino médio, o estudante inicia uma caminhada para o aprendizado de Física por meio de um modelo que geralmente desgasta esse estudante logo nos meses iniciais, sobretudo quando as estruturas educacionais em sua grande maioria preferem obstar a utilização de aplicativos móveis como o celular, disseminado na cultura do estudante, no ambiente escolar.

Sabemos que há bastante tempo Aristóteles já se debruçava sobre a Mecânica, certamente com diferente entendimento sobre força e movimento. Embora erradas, suas explicações para a existência do movimento podem ser encontradas ainda hoje na maioria das explicações dos estudantes. Isso porque o que se observa macroscopicamente no cotidiano no adolescente é um mundo que induz a uma visão aristotélica.

Assim, um dos principais objetivos de se ensinar Mecânica Clássica no ensino médio é para construir um modelo de movimento mais próximo do real, e nesse sentido por que não propor uma maneira diferente da convencional para potencializar de forma significativa esse conteúdo?

Pois é isso que estamos propondo nesta sequência didática: utilizar os *smartphones*, *tablets* etc, embasados na metodologia da gamificação no ambiente educacional, como aliados na construção de conceitos de física considerados relevantes na formação de um estudante com sensibilidade crítica em sua ampla visão de mundo.

Por que ensinar Mecânica Clássica através de *games* e gamificação?

A utilização da tecnologia e de novas linguagens diretamente relacionadas com a realidade do estudante, como ferramenta para viabilizar o aprendizado, usufruindo de mecanismos que alterem e transformem a forma de aprender, pode ser pensada como uma maneira de reduzir a dificuldade de compreensão do discente no ambiente escolar específico, a sala de aula. Ensinar algo diferente necessita de interesse das crianças e dos jovens, e sobretudo motivação, o que sugere a utilização de recursos que façam parte do cotidiano do estudante e a colaboração de todos os participantes do sistema educacional na sua implementação.

Face a esse cenário no qual os jovens estão inseridos, com a falta de atenção dos alunos a todo momento sendo favorecida, torna-se imprescindível o surgimento de uma contrapartida à estrutura da educação básica instalada em nosso país. É fato que celulares já ganharam mundialmente espaço na vida dos jovens, por possibilitarem o surgimento de elementos de grande interesse para esse público. Assim, essa tecnologia é realidade na sala de aula e o professor disputa esse espaço da escola em grande desvantagem, por conta dos jogos eletrônicos e aplicativos de comunicação em rede apresentarem ambientes virtuais atrativos.

Quanto à motivação para a utilização da tecnologia via *games* no espaço de estudos dos alunos, Mattar afirma que:

Nas escolas, os alunos estudam para, quem sabe depois (quando?), utilizar o que estudaram. Há tão pouca motivação para estudar, já que não se sabe como nem onde aquele conhecimento poderá ser aplicado. O aprendizado necessita de motivação para um envolvimento intenso, o que é atingido pelos games, principalmente aqueles que pressupõem uma longa curva de aprendizado, mas não pela escola atual (MATTAR, 2010, p.13).

Pode-se assim enxergar no uso dessa ferramenta na sala de aula um mecanismo potencializador do aprendizado, ao desenvolver habilidades e competências no estudante. Sobre o ensino utilizando jogos eletrônicos,

algumas pesquisas mostram o uso pedagógico de *games*, como sugerido por Marina, apud Costa-Ramos (2015):

No caso discutido pela autora foram dados a 2 grupos o mesmo conteúdo de um curso de computação, porém, para cada um de uma forma, um com tópicos separados, para que os aprendizes lessem e trabalhassem e a outro um jogo que tratava dos conteúdos. Os resultados mostraram que comparando pré-testes e pós-testes o grupo que usou o jogo se saiu melhor (Marina, apud Costa-Ramos (2015, p.7978).

Um dos desafios da docência para implementação de *games* como ferramenta de ensino da Física, é enxergar a forma como esse trabalho pode ser desenvolvido e encontrar os aplicativos que estão ao alcance do professor conforme afirma Studart (2015):

Uma das maneiras de usar os games para fins educacionais é, de início, identificar aqueles disponíveis no mercado que satisfazem aos objetivos de ensino e aprendizagem. Em seguida, extrair o conteúdo científico do game que deve ser explorado pelo aprendiz na sala de aula ou fora dela (Studart, 2015, p.9).

Cabe ao professor manter a sensação de interesse e compenetração dos jogadores, criando estratégias que possam multiplicar esses sentimentos, contribuindo com o desenvolvimento do processo ensino-aprendizagem.

Outra proposta muito interessante, caso a metodologia seja criativa e motivadora é a gamificação na educação, especialmente na sala de aula. Com objetivo de fazer o estudante perceber que ele é o grande protagonista nas relações de ensino-aprendizagem essa proposta vem gradualmente ganhando espaço nas estruturas educacionais do país.

Para Meira (2013), a gamificação é a tentativa de se construir um conjunto de metáforas para escola, baseadas na arquitetura de *games* que são, na cultura pop e de mídia, linguagens altamente aderentes aos jovens e as crianças, de modo que as narrativas fazem a articulação dos conteúdos da

escola, as missões substituem as aulas, os desafios são as tarefas... (informação verbal)¹³

Segundo Studart (2015, p.12):

“A gamificação consiste na transformação do ambiente de sala de aula em uma disputa saudável usufruindo da dinâmica baseada nos jogos, a plástica e o pensamento dos jogos para compenetrar as pessoas, potencializar atitudes e instigar a aprendizagem com resolução de problemáticas”

Os elementos que compõem o método tradicional, inclusive a própria linguagem utilizada na figura 1, (por exemplo: reprovado, aprovado, suspensão e prova) já fazem um convite ao aluno para reflexão sobre um ambiente pouco interessante com baixo grau de sedução no que se refere a aprendizagem.

FONTE: <https://www.bhbit.com.br/gamificacao-na-educacao/>



Figura 1: Metodologia da gamificação

Assim, a sequência didática que iremos apresentar tem como proposta utilizar uma linguagem (gamificação) baseada na estrutura de jogo, além de inserir nesse contexto objetos fundamentais que fazem parte da rotina desses estudantes, os celulares e *tablets*. A grande maioria das estruturas educacionais atuam no sentido de obstar a utilização dessas tecnologias, corroborando para que o ambiente escolar seja o único em que esse aluno é separado de seu “brinquedo” de todas as horas.

¹³ Entrevista concedida em novembro de 2013.

Trocar as nomenclaturas de exercício por desafio, aluno por jogador, nota azul por zerar o *game*, resolver questão por derrotar o vilão e tirar nota vermelha por *game over*, pode naturalmente provocar o sentimento de interesse nos jogadores (estudantes) em virtude do jovem voluntariamente ter pré-disposição a participar de dinâmicas que envolvam essa configuração; essa é a chamada gamificação estrutural.

A proposta contempla também a chamada gamificação de conteúdo, que significa extrair o conhecimento específico, por exemplo de Física, de um *game* que não é necessariamente voltado para educação. Neste trabalho usamos o aplicativo "Bunny Shooter" para abordar conteúdos de Mecânica Clássica no primeiro ano do ensino médio.

Todas essas argumentações e comentários aqui relacionados servem para que possamos ter sensibilidade quanto à possibilidade da gamificação, tanto estrutural como de conteúdo, estarem cada vez mais presentes nas estruturas educacionais de nosso país, inclusive podendo ser um bom encaminhamento para o professor abordar conceitos de Física exigidos na matriz de referência do INEP direcionando nas competências e habilidades trabalhadas no Exame Nacional do Ensino Médio que, apesar de ainda contestado, é a prova que os estudantes desse país usam para ingressar nas universidades públicas.

PROPOSTA DE GAMIFICAÇÃO PARA ENSINAR MECÂNICA CLÁSSICA

Objetivo:

Trabalhar conceitos importantes de Mecânica Clássica, em especial os tópicos de Leis de Newton, forças particulares e energia mecânica, de acordo com a proposta de gamificação estrutural e de conteúdo.

Sequência:

a) Organização da sala

A turma é dividida em grupos de até cinco alunos conforme figura 2, ou a quantidade que o professor achar conveniente. Cada equipe pode conter um aprendiz diferenciado (perfil de líder ou simpatia por Física), chamado de tutor do grupo.

FONTE: Os autores

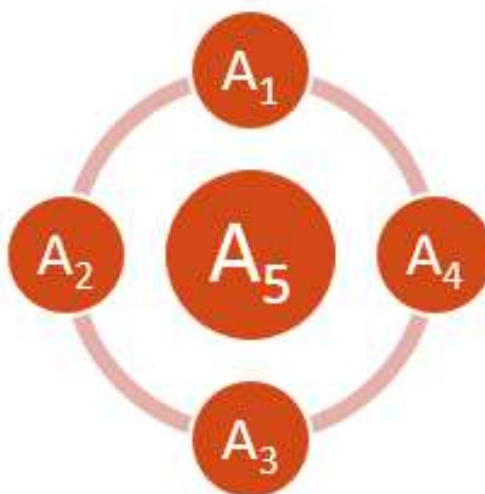


Figura 2 : Estrutura dos grupos (A_1, \dots, A_5 são os estudantes)

Pelo menos um dos estudantes “ de cada equipe deve estar com o *game* “Bunny Shooter “ (ver figura 3) instalado e zerado em seu *tablet* ou celular.

FONTE: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.bestcoolfungamesfreegameappcreation.bunnys shooter>



Figura 3: Telas iniciais do game Bunny Shooter

b) Metáforas e configuração do jogo: A gamificação estrutural

Com a participação dos estudantes propomos transformar a sala de aula em ambiente de jogo, ou seja, metáforas que remetem a disputas de *games* (missão, batalha, vilão, *score* etc.). O professor, com o auxílio dos alunos, escolhe personagens do bem para os grupos e personagens vilões para desafios a serem enfrentados. A estrutura pronta dos grupos (P_x , P_y , P_z ... P_Q são personagens) ficará conforme a figura 4, apresentada a seguir.

FONTE: Os autores

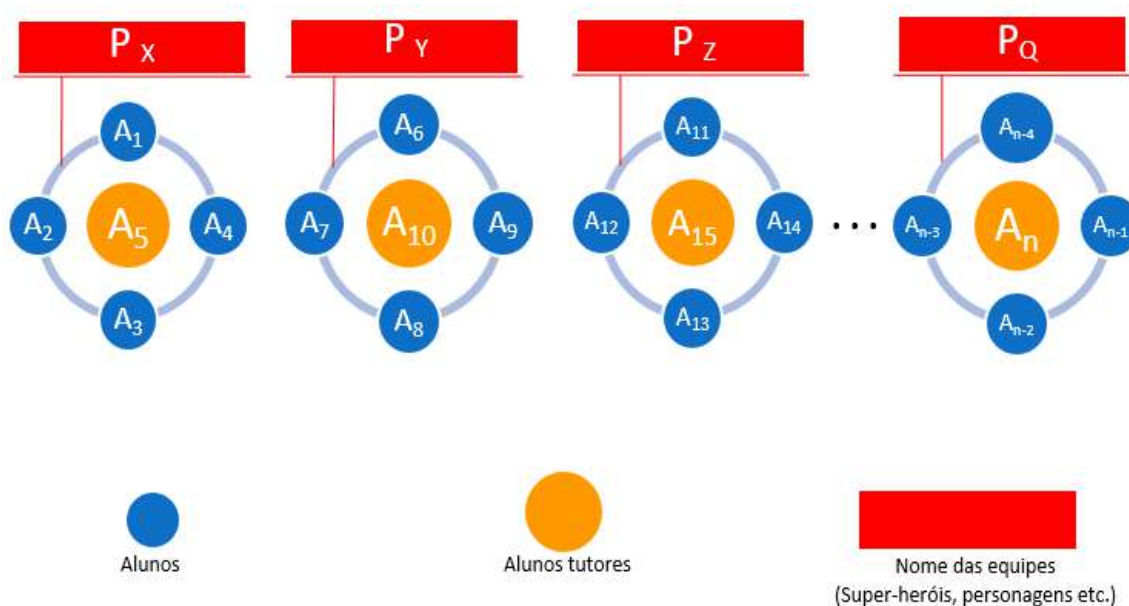


Figura 4: Organização das equipes.

A seguir apresentamos a nomenclatura para as etapas de execução da proposta:

- b.1) Desafio: cada um dos testes elaborados com o uso do game;
- b.2) Derrota do vilão: assim que o aluno resolve um problema, considera-se o *status* vilão derrotado ou desafio ultrapassado;
- b.3) Missão: cada uma das oito semanas propostas na sequência didática, será considerada uma missão¹⁴. A missão é formada pela aula expositiva do professor mais o momento final em que o aluno utiliza o *game* "*Bunny Shooter*" via aplicativo Socrative¹⁵ para validar sua resposta;
- b.4) Batalha via game: a batalha via game será um aula completa de quarenta e cinco minutos utilizada exclusivamente para os estudantes enfrentarem vários desafios. Nessa missão o professor não entra com a aula expositiva nos minutos iniciais;
- b.5) Batalha final: naturalmente haverá um calendário de avaliações escritas como é de praxe no modelo tradicional de ensino. Na expectativa de que o estudante se motive a estudar para a prova escrita de Física, chamaremos esse momento de batalha final, ou seja, o dia de avaliação da disciplina envolvida neste trabalho também será enquadrada no sistema de gamificação.
- b.6) Bônus: orientação acerca da solução do problema para o grupo que se mantiver em total disciplina e compenetração.
- b.7) Score: na semana seguinte ao término das missões, as notas das equipes (em ordem alfabética) podem ser expostas no quadro de aviso da sala de aula

¹⁴ Aqui consideramos uma grade curricular de uma aula de Física semanal, onde o professor deve estudar os conteúdos de dinâmica. Na escola para a qual foi pensada a sequência didática, outro professor paralelamente desenvolve os conceitos de cinemática.

¹⁵ No corpo da dissertação é apresentado o aplicativo, que simula uma sala de aula virtual, onde testes e exercícios são disponibilizados aos estudantes em tempo real no seu aplicativo móvel.

para que os jogadores possam consultar o desempenho em cada uma das missões.

b.8) Zerar o game e game over: ao final de todo trabalho, o professor apresenta no projetor os nomes dos super-heróis (equipes) com seus respectivos status: Zerou o game no caso da grande maioria dos integrantes do grupo ter vencido e alcançado nota azul (boa pontuação nas missões, batalha via game e batalha final) ou Game Over, para os super-heróis (equipes) em que a grande maioria não alcançou a nota azul.

b.9) Ranking: a classificação geral será apresentada e afixada no quadro de avisos da turma ou similares (parede, site da escola etc.).

A tabela 1 mostra de forma objetiva as metáforas a serem usadas.

FONTE: Elaborada pelo autor

	ESCOLA TRADICIONAL	GAMIFICAÇÃO
MEDIADOR DO CONTEÚDO	Professor	Game Master
DISCENTES	Alunos	Jogadores
IDENTIFICAÇÃO (Aluno)	Nome ou nº da equipe	Personagem
QUESTÕES	Tarefas	Desafios
IDENT. DAS QUESTÕES	Sequência numérica	Vilão
SOLUÇÃO CORRETA	Acerto	Derrotar o vilão
ORIENTAR O ALUNO	Tirar dúvida	Ganhar Bônus
ACRÉSCIMO NA NOTA	Ponto extra	Recompensa
AVALIAÇÃO	Prova	Batalha
BOM RENDIMENTO	Nota azul	Zerar o game
BAIXO RENDIMENTO	Nota vermelha	Game over
CLASSIFICAÇÃO DOS ALUNOS	Colocação	Ranking
PERÍODO DE 45 MINUTOS	Aula	Missão

Tabela 1: Metáforas utilizadas para gamificação estrutural

c) Jornada

O produto educacional instrutivo pode ser aplicado em onze semanas (onze missões de quarenta e cinco minutos ou cinquenta minutos). As atividades a serem realizadas são:

- Uma missão inicial para apresentação da proposta e estruturação da gamificação;
- Oito missões divididas em duas etapas (primeira parte em que o professor, por meio de *data show* e quadro branco apresenta aos alunos o assunto de forma resumida usando material instrutivo com imagens do game (ver exemplo de material no apêndice), e o restante por meio de 5 desafios enfrentados pelos jogadores, e que só podem ser resolvidos jogando o game "Bunny Shooter");
- Uma missão final em que os jogadores enfrentam dez desafios que só podem ser resolvidos jogando no game "Bunny Shooter".

A figura 5 indica o projeto geral de distribuição das missões até que as equipes possam zerar o game.

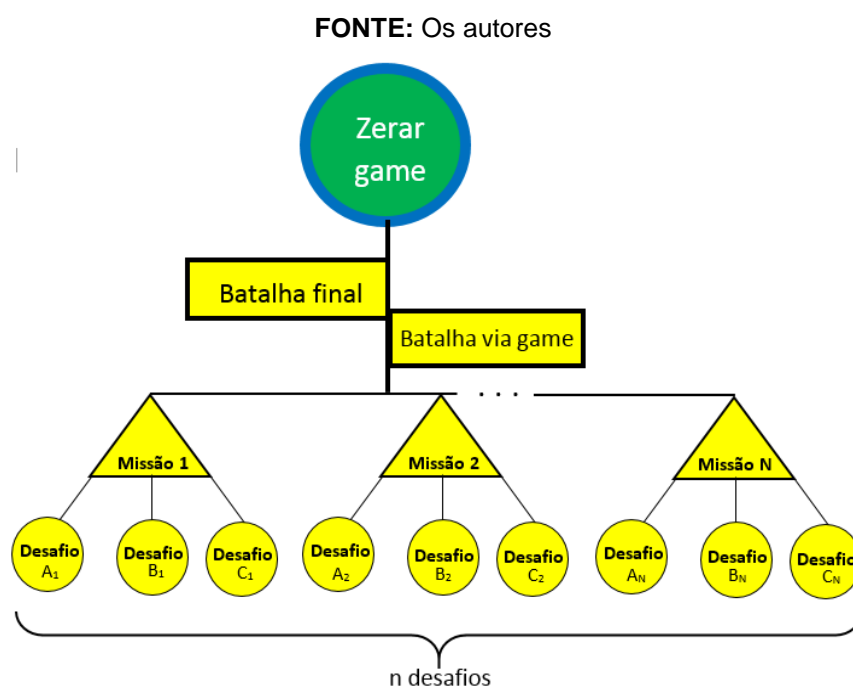


Figura 5: Etapas até zerar o game

d) Extraíndo os conceitos de Física a partir do *game* "Bunny Shooter": a gamificação de conteúdo

Nessa etapa o professor pode verificar que o "Bunny Shooter" é recheado de elementos relacionados à Física: pêndulos, planos inclinados, molas elásticas, objetos, sistema arco e flecha, objetos em equilíbrio etc.

A seguir serão apresentados alguns entre vários modelos, nos quais os alunos devem praticar ações dentro do *game* (jogar, disparar flecha, derrubar objeto, cortar cordas ou simplesmente observação) para que consigam desvendar o problema.

É possível a partir da percepção da forma como os desafios foram extraídos, que o professor leitor deste trabalho elabore mais questões para construir um banco próprio de testes.

d.1) Desafios que exigem manipulação do jogo:

Nesse tipo de teste basta que os jogadores façam o disparo e observem o que acontece com os elementos do cenário. Observando o cenário de jogo e executando é possível resolver o teste (desafio, derrotar o vilão etc.). Obrigatoriamente nesses problemas o cenário do jogo deve ser visto pelos alunos.

Exemplo 1

Na **fase 19** faça um disparo para quebrar os vidros verticais provocando a queda da esfera verde sobre a bomba. Após efetuar esse disparo você notou que a haste de madeira adquiriu movimento brusco com a explosão do artefato. Admitindo-se a existência de uma força de atrito entre o objeto de madeira e o plano de gelo, quando o movimento da haste ocorre essa força atua na:

- a) diagonal, para cima e perpendicular ao plano.
- b) diagonal, para baixo e perpendicular ao plano.
- c) diagonal, para cima e paralela ao plano.
- d) diagonal, para baixo e paralela ao plano.

- Como o jogador chega na resposta correta?

Note bem que neste desafio é necessário que o aluno no mínimo observe a tela do ambiente de jogo. Para que tenha certeza sobre o tipo de atrito que a barra sofrerá (natureza estática ou dinâmica, direção e sentido), o aluno fará um disparo conforme o indicado a seguir na figura 6.



Figura 6: Disparo para identificar o tipo de atrito entre a barra e o gelo na fase 19

Em seguida, quando a esfera verde cair e atingir a bomba, a barra de madeira do cenário vai sair abruptamente e o jogador deve avaliar que nesse caso, como esse objeto sai na diagonal e para cima de acordo com o indicado na figura a seguir, estudante deve interpretar que o atrito será cinético, na diagonal para baixo e paralelo ao plano (Figura 7).

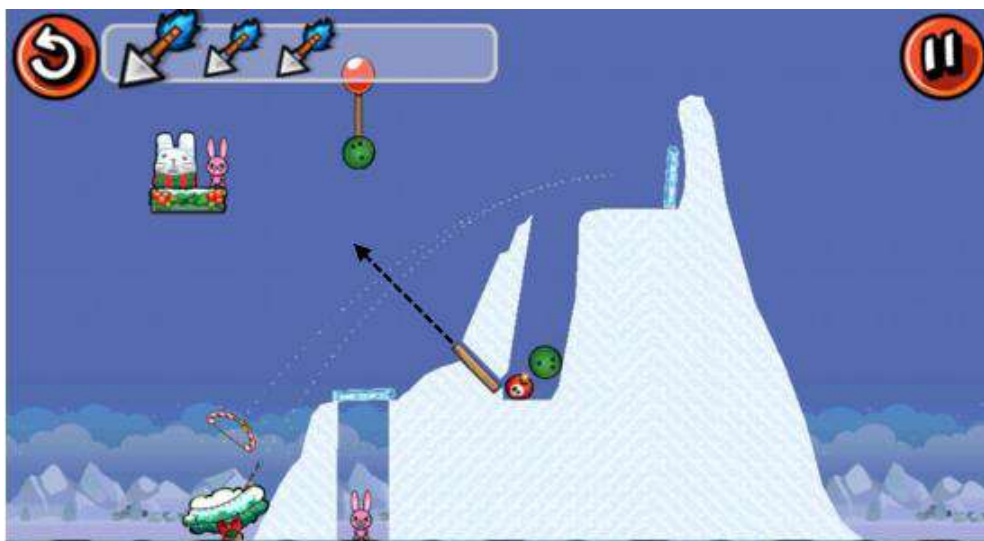


Figura 7: Imagem que antecede o instante de explosão da bomba

d.2) Desafios enfrentados sem necessidade de disparo

Nesses problemas é possível chegar à resposta sem necessidade de se efetuar um disparo. O jogador consegue enfrentar o desafio apenas interpretando o que está posto na fase e utilizando conhecimentos prévios adquiridos na explanação inicial do professor.

Exemplo 2

Na **fase 19** você percebe a existência de três coelhos que identificaremos de acordo com a tabela a seguir

Posição do coelho	Identificação do animal
Esquerda	A
Meio	B
Direita	C

Admitindo-se massas idênticas para os coelhos e identificando por E_A , E_B e E_C , as energias potenciais gravitacionais respectivamente dos coelhos A, B e C, então, comparando essas energias teremos:

Obs: Admita o ambiente de jogo sendo terrestre com aceleração da gravidade 10 m/s^2

- a) $E_A > E_B > E_C$
- b) $E_A < E_B < E_C$
- c) $E_A > E_C > E_B$
- d) $E_A = E_B > E_C$

▪ Como o jogador chega na resposta correta?

Para comparar as energia dos coelhos A, B e C, é necessário que as equipes acessem a fase 19 no *game*. Assim que abrirem a tela, elas encontrarão o ambiente de jogo com a configuração mostrada abaixo na figura. Pelo comando do desafio o estudante identifica quem são os coelhos e compara suas energias potenciais.

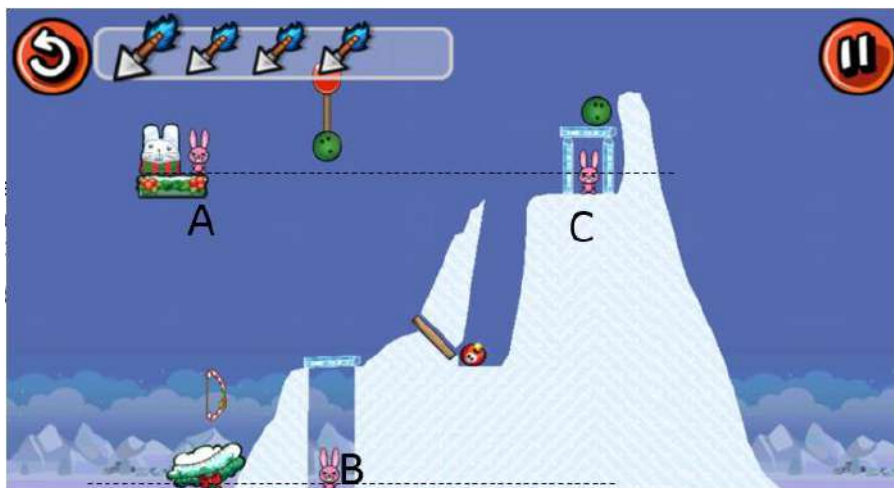


Figura 8: Imagem para análise do desafio anterior

Se tiver o conhecimento prévio de de energia potencial gravitacional, o jogador será à conclusão de que a resposta correta é a letra c.

d.3 - Necessariamente com uso de cronômetro

Em desafios desse tipo o jogador, além da necessidade de manipulação do disparo, precisará medir o tempo de movimento para alguns elementos do cenário até conseguir solucionar o teste. Observe atentamente o desafio a seguir:

Exemplo 3

Na **fase 5**, faça um disparo aproximadamente na vertical e meça o tempo decorrido do instante do disparo até o instante do retorno dessa munição.



Desconsidere a parte decimal do tempo encontrado e repita a operação por duas vezes para confirmar que as três medidas serão iguais. Sabendo-se que o tempo de subida é igual ao tempo de descida, a velocidade de disparo da flecha deve valer aproximadamente:

Obs: considere o ambiente de jogo sendo terrestre (aceleração da gravidade 10 m/s^2) e despreze a resistência do ar.

- a) 5 m/s
- b) 10 m/s
- c) 15 m/s
- d) 20 m/s

▪ Como o jogador chega na resposta correta?

Nesse desafio o jogador deve executar os disparos quase verticais e medir o tempo que a flecha leva para retornar ao ponto de disparo. Dessa forma, descobrira, desprezando a parte decimal do tempo, que esse tempo vale 3s, portanto; 1,5 s para subir. Utilizando a equação horária da velocidade para o MRUV, descobre que a velocidade de lançamento foi de 15 m/s, ou seja, letra c.

e) Sugestão de outros aplicativos em que é possível realizar a proposta apresentada no item anterior

O "Crazy School 2" é um desafio com quatro mundos completamente diferentes, oitenta e dois objetos interativos para posicionar no ambiente. O objetivo é fazer com que uma bola caia em um balde, conforme é mostrado na Figura 9. O jogador deve arrastar, posicionar objetos (barras de madeira que servem como rampas nas fases iniciais) para conduzir a "bola" até o balde.

Podemos observar que ele é repleto de situações onde conceitos de Física podem ser abordados.

FONTE: <http://www.scorpiogames.com/crazy-school-2/>



Figura 9: Tela do jogo "Crazy School 2"

f) Os desafios utilizados nas missões

Nessa seção apresentamos os desafios utilizados na implementação dessa proposta.

a) MISSÃO AÇAÍ

1. VAMOS DERROTAR O PINGUIM!!!



Na **fase 29** admeta as massas para os objetos do cenário conforme distribuição da tabela a seguir

OBJETO	MASSA (kg)
Haste de madeira	2
Esfera maior	5
Bomba	1
Coelho	3
Vidro maior	4

Vidro menor	3
Esfera menor	3

Observando o ambiente de jogo, verifica-se que peso do objeto que se encontra em **maior altitude** vale, em N:

- a) 20
- b) 30
- c) 40
- d) 50

2. VAMOS DERROTAR LEX LUTHOR!!!



Na fase 3, admitida o ambiente de jogo sendo terrestre. Ao fazer um disparo horizontal e para direita (\rightarrow) por exemplo, entendemos que o movimento se inicia em virtude da energia elástica se transferir para flecha na forma de energia cinética. Segundo Aristóteles a existência de movimento só era possível necessariamente com atuação permanente de uma força. A manutenção do movimento horizontal mesmo sem ação de força alguma nessa direção, tem explicação no(a):

- a) princípio da ação e reação
- b) 2ª Lei de Newton
- c) inércia
- d) energia gravitacional inicial

3. VAMOS DERROTAR O MAGNETO!!!



Na tela inicial da **fase 3** identifique o tipo de plano em que o coelho do meio está apoiado (inclinado ou horizontal) e, admitindo sua massa 5 kg, chegamos à conclusão de que a compressão exercida por esse coelho na superfície de apoio vale:

Adote $g = 10 \text{ m/s}^2$

▪ Caso seja plano inclinado adote ângulo com a horizontal 30° (Use $\sin 30^\circ = 0,5$ e $\cos 30^\circ = 0,8$)

- a) 4 N
- b) 5 N
- c) 40 N
- d) 50 N

4. VAMOS DERROTAR O VINGADOR!!!



Ao abrir a **fase 6** verifique a existência de uma haste de madeira (2kg) apoiada em dois pedaços de gelo. Se perceber a haste na diagonal adote 30° para sua inclinação, caso contrário admita-a em posição horizontal. Após verificar a posição da haste e calcular a compressão que ela exerce sobre que **CADA APOIO** de gelo, você conclui que esta força está:

Adote o ambiente de jogo como terrestre com aceleração da gravidade 10 m/s^2

- a) na diagonal e vale 5 N.
- b) na diagonal e vale 10 N.
- c) na vertical e vale 5 N.
- d) na vertical e vale 10 N.

5. VAMOS DERROTAR O DUAS CARAS DO BATMAN!!!



Ao entrar na **fase 13** você percebe no cenário a existência de camas elásticas (20 kg cada uma). Considere 30° a inclinação dos planos de apoio dessas camas. Dessa forma, desprezando-se os atritos e admitindo-se o ambiente de jogo como terrestre de aceleração da gravidade 10 m/s^2 , as forças de compressão exercida por esses elementos do cenário nas duas superfícies em que fazem contato, valem respectivamente:

Dados:

Use $\sin 30^\circ = 0,5$ e $\cos 30^\circ = 0,8$

- a) 100 e 120
- b) 100 e 160
- c) 120 e 140
- d) 120 e 160

B) MISSÃO TACACÁ

1. VAMOS DERROTAR O ABOMINATION!!!



Na **fase 2** existe uma esfera verde em equilíbrio estático de acordo com as condições visíveis no ambiente de jogo. Suponhamos a massa desta esfera 2 kg e admitamos o ambiente de jogo como se fosse terrestre em que aceleração da gravidade é 10 m/s^2 . Assim, a força transmitida pela extremidade superior da corda que é ideal, no ponto de fixação da mesma é igual a(o):

- a) ao peso da corda
- b) ao peso da corda mais a esfera
- c) ao peso da esfera
- d) ao peso da esfera mais peso do objeto fixo no alto do cenário e que prende a corda.

2. VAMOS DERROTAR A MISTICA!!!



Na **fase 4**, observe todos os elementos do ambiente de jogo. Para tal nível despreze a massa do balão e admita que o cenário corresponde ao ambiente

terrestre. As forças relevantes sobre o balão, a bigorna e a esfera verde; são respectivamente:

- a) **Balão:** peso e empuxo; **Bigorna:** peso e empuxo; **Esfera:** peso e normal.
- b) **Balão:** tração e empuxo; **Bigorna:** peso e empuxo; **Esfera:** tração e normal.
- c) **Balão:** tração e empuxo; **Bigorna:** peso e tração; **Esfera:** peso e normal.
- d) **Balão:** peso e tração; **Bigorna:** peso e tração; **Esfera:** tração e normal.

3. VAMOS DERROTAR O MAGNETO!!!



Na **fase 15** observe com muita atenção se possível por várias vezes; as altitudes atingidas pelos coelhos que fazem parte do ambiente de jogo desta fase. Existem dois grupos de camas elásticas nas quais os coelhinhos de mesma massa estão pulando: as três inferiores e três superiores. Um dos coelhos que parece atingir maior altura máxima localiza-se

- a) No grupo de cima, situado no meio e está atingindo essa altura em razão de possuir a maior energia potencial gravitacional no momento da impulsão.
- b) No grupo de baixo, situado à direita e está atingindo esta altura em razão de provocar maior deformação elástica da cama no momento da impulsão.
- c) No grupo de cima, situado à direita e está atingindo esta altura em razão de ser o coelho que menos provoca deformação na cama elástica
- d) No grupo de baixo, situado à direita e está atingindo esta altura em razão de ser o coelho que tem a maior velocidade no ponto de maior altitude.

4. HORA DE DERROTAR O VENOM DA MARVEL!



Vamos agora passear pela **fase 22**. Observe cuidadosamente o ambiente de jogo, ok?

Faça um disparo para quebrar o vidro apoiado horizontalmente. Após a execução desta ação, verifica-se que a esfera verde:

- a) fica em equilíbrio no ar em virtude de seu peso ser anulado pela força de empuxo no balão.
- b) fica em equilíbrio no ar em virtude de seu peso ser anulado pela força normal atuante sobre ela.
- c) sobe acelerada em virtude do empuxo sobre o balão ser maior que o peso dela.
- d) sobe acelerada em virtude do empuxo sobre ela ser maior que seu peso.

5. VAMOS DERROTAR O LOKI!!!



Nesta fase você perceberá o ambiente com diversos elementos, tais como: Cordas, bombas, coelhos, hastes de madeira e esferas. Esta é a fase 17. Sobre a bomba superior e o coelhos, atuam respectivamente:

- a) normal e peso; tração e peso
- b) tração e peso; normal e peso
- c) normal e empuxo; tração e peso
- d) tração e peso; normal e empuxo

c) MISSÃO VER-O-PESO

Desafios

1. VAMOS DERROTAR A MISTICA DO X-MAN!!!



Na **fase 27** admita a massa da bomba maior sendo 4kg enquanto a massa da menor equivale a 2 kg. Admitindo-se o ambiente sendo terrestre e com aceleração da gravidade 10 m/s^2 , a **REAÇÃO NORMAL** sobre a bomba que se encontra na parte superior direita do cenário equivale, em N, a:

- a) 0
- b) 2
- c) 20
- d) 40

2. VAMOS DERROTAR O FREDDY KRUEGER!!!



Na **fase 13** você percebe vários objetos no cenário mantendo contato com diferentes tipos de superfícies. Admita o ambiente sendo terrestre e com aceleração da gravidade 10 m/s^2

A **REAÇÃO NORMAL** sobre uma das camas elásticas está:

- a) Na vertical e dirigida para cima.
- b) Na diagonal e dirigida para cima.
- c) Na vertical para baixo.
- d) Na diagonal para baixo.

3. VAMOS DERROTAR O DARTH VADER!!!



Na **fase 29** a reação normal da superfície de apoio sobre a esfera maior é:

- a) menor que seu peso.
- b) maior que seu peso.
- c) igual ao seu peso.
- d) muito maior que seu peso.

4. VAMOS DERROTAR O SAURON



Na **fase 15** perceba a primeira bigorna (15 kg) da esquerda para direita apoiada em um plano. Se o plano for inclinado admita-o com 30° de inclinação, caso contrário considere-o perfeitamente horizontal. Admitindo-se o ambiente de jogo sendo terrestre (aceleração da gravidade 10 m/s^2), a reação normal do plano sobre essa bigorna, vale em N:

Dados:

$\sin 30^\circ = 0,5$

$\cos 30^\circ = 0,8$

- a) 100
- b) 120
- c) 150
- d) 180

5. VAMOS DERROTAR O ALIEN!!!



Na **fase 29** vamos admitir as massas dos objetos envolvidos no ambiente de acordo com a tabela a seguir

OBJETO	MASSA (kg)
Haste de madeira	2
Esfera maior	5
Bomba	1

Coelho	3
Vidro maior	4
Vidro menor	3
Esfera menor	3

Caso exista plano inclinado, adote 30° para sua elevação em relação à horizontal. Considerando N a reação normal dos apoios sobre esses objetos e indicando N_1 , N_2 e N_3 ; respectivamente reações normais sobre o vidro maior, a esfera maior e a bomba; a relação correta entre as forças está melhor indicada em:

Caso necessite, use:

$\sin 30^\circ = 0,5$

$\cos 30^\circ = 0,8$

- a) $N_3 < N_1 < N_2$
- b) $N_3 < N_2 < N_1$
- c) $N_3 > N_1 > N_2$
- d) $N_3 > N_2 > N_1$

d) MISSÃO MANIÇOBA

1. VAMOS DERROTAR A MALÉVOLA



Na **fase 19** faça um disparo para quebrar os vidros verticais provocando a queda da esfera verde sobre a bomba. Após efetuar esse disparo você notou que a haste de madeira adquiriu movimento brusco com a explosão do artefato. Admitindo-se a existência de uma força de atrito entre o objeto de madeira e o plano de gelo, quando o movimento da haste ocorre essa força atua na:

- a) diagonal, para cima e perpendicular ao plano.
- b) diagonal, para baixo e perpendicular ao plano.
- c) diagonal, para cima e paralela ao plano.
- d) diagonal, para baixo e paralela ao plano.

2. VAMOS DERROTAR O EXTERMINADOR



Na **fase 19** suponha que o coeficiente de atrito entre o gelo e a haste de madeira (2 kg) seja 0,2. Observe o ambiente inicial do game nessa fase e adote 30° com a horizontal se perceber que o plano é inclinado, caso contrário, adote o apoio da madeira sendo perfeitamente horizontal. Assim, a força mínima necessária para que a haste inicie o movimento subida, vale, em N:

Adote: $\sin 30^\circ = 0,5$ e $\cos 30^\circ = 0,8$

- a) 3,2
- b) 4
- c) 13,2
- d) 18,4

3. VAMOS DERROTAR O CHARADA



Na **fase 26** imagine uma força constante e paralela ao plano atuando na bigorna. Admita o ambiente de jogo sendo o terrestre em que $g = 10 \text{ m/s}^2$. Para que o movimento ocorra é necessário que a força exercida seja

- a) igual ou superior à força de atrito estático máximo.

- b) superior a força de atrito estático máximo.
- c) igual ou superior à força de atrito cinético.
- d) superior à força de atrito cinético.

4. VAMOS DERROTAR O APOCALIPSE



Na **fase 26** considere que o coeficiente de atrito entre a bigorna e as superfícies seja μ . Admita que os planos inclinados ou rampas tenham elevação Θ em relação à horizontal. Para que esse bloco se movimente com força paralela ao plano em que se encontra, é necessária uma força F constante que seja no mínimo :

Adote g : aceleração da gravidade local

- a) igual a $\mu.m.g$
- b) muito maior que $\mu.m.g$
- c) igual $\mu.m.g.\cos\Theta$
- d) maior que $\mu.m.g.\cos\Theta$

5. VAMOS DERROTAR O MUM RÁ



Na **fase 26** faça um disparo com a flecha com objetivo de atingir a esfera verde que deverá rolar até bater na bigorna. Admitindo-se o ambiente de jogo sendo terrestre, no

momento em que a esfera atingir a bigorna, a força de atrito entre esse objeto e o plano horizontal é:

- a) estático e dirigida para direita.
- b) estático e dirigida para esquerda.
- c) cinético e dirigida para direita.
- d) cinético e dirigida para esquerda.

e) MISSÃO MARAJÓ

1. VAMOS DERROTAR O CHUCKY



Na **fase 3**, considerando os patamares nos quais se posicionam os coelhos e a bigorna, com alturas de 3 m; 5,2 m e 5m (não necessariamente nessa ordem) a maior energia potencial gravitacional, admitindo que os elementos citados anteriormente tenham mesma massa, está associada a(o):

- a) bigorna.
- b) coelho do meio.
- c) coelho da esquerda.
- d) coelho com possibilidade de ser atingido pelo objeto.

2. VAMOS DERROTAR O DR. EVIL



Na **fase 5**, admita a massa de cada coelho e do gato de neve respectivamente 3 kg e 6 kg, com seus centros de gravidade a meia altura de seus corpos. Após observar o cenário você conclui que 1 (um) coelho

Obs: considere o ambiente de jogo como terrestre e de aceleração da gravidade 10m/s^2

- a) tem energia potencial gravitacional maior quando comparada a do gato em função de parecer ocupar o triplo da altura.
- b) deve ter mesma energia potencial gravitacional quando comparada a do gato em função de parecer ocupar o dobro da altura.
- c) tem energia gravitacional menor quando comparada a do gato em razão de ambos possuírem mesma altura e o gato maior massa.
- d) tem mesma energia potencial gravitacional que a do coelho em razão de ambos estarem a mesma altura.

3. VAMOS DERROTAR PROMETHEUS



Na **fase 24** logo que abrimos o ambiente de jogo percebemos que o coelho:

- a) à esquerda possui energia potencial gravitacional constante.
- b) à direita apresenta energia potencial gravitacional variável.
- c) à direita sempre apresenta maior energia potencial gravitacional.
- d) na plataforma mais baixa chega a ter energia potencial gravitacional maior do que um dos coelhos.

4. VAMOS DERROTAR O ESPANTALHO



Na **fase 18** admita que as altitudes dos objetos esféricos sejam 10 m e 6 m. Considere a massa da esfera verde 9 kg enquanto a massa da bomba mede 5 kg. Dessa forma, afirma-se corretamente que:

Adote $g = 10 \text{ m/s}^2$

- a) a energia potencial gravitacional da bomba é 40 unidades menor do que a energia gravitacional da esfera verde.
- b) a energia potencial gravitacional da esfera verde é 3 vezes maior do que a energia da bomba.
- c) a energia potencial gravitacional da bomba em relação ao solo vale 90 J.
- d) se caíssem livremente até o solo ambas teriam a mesma energia cinética imediatamente antes de tocar fazendo contato com o solo.

5. VAMOS DERROTAR O DARKSEID



Para resolver essa problemática vamos usar a posição dos coelhos no exato momento da abertura do ambiente de jogo.

Na **fase 19** você percebe a existência de três coelhos que identificaremos de acordo com a tabela a seguir

Posição do coelho	Identificação do animal
Esquerda	A
Meio	B
Direita	C

Admitindo-se massas idênticas para os coelhos e identificando por E_A , E_B e E_C , as energias potenciais gravitacionais respectivamente dos coelhos A, B e C, então, comparando essas energias teremos:

Obs: Admita o ambiente de jogo sendo terrestre com aceleração da gravidade 10 m/s^2

a) $E_A > E_B > E_C$

b) $E_A < E_B < E_C$

c) $E_A > E_C > E_B$

d) $E_A = E_B > E_C$

f) MISSÃO MIRITI

1. VAMOS DERROTAR A ARLEQUINA



Na **fase 9**, você percebe no ambiente de jogo, uma esfera verde sobre uma plataforma que adotaremos estar a 5,2 m de altura em relação ao solo. Faça um disparo que atinja essa esfera e observe o que ocorre. Desprezando-se qualquer tipo de atrito, admitindo o local de jogo sendo terrestre (aceleração da gravidade 10 m/s^2) e considerando que esse objeto inicie a descida a partir do repouso, a velocidade da esfera ao chegar na cabeça do coelho (0,2 m de altura em relação ao solo), vale, em m/s:

Use a conservação da energia mecânica para resolver esse problema

a) 6

- b) 7
- c) 8
- d) 10

2. VAMOS DERROTAR O DUENDE VERDE



Na **fase 17** considere a bomba mais alta a 11,75 m do solo. Faça um disparo para atingir a corda que prende este artefato. Admitindo-se o movimento de queda livre e que sua explosão ocorra a 0,5 m do solo, a velocidade desse objeto ao chegar no coelho vale, em m/s:



Obs: Adote o ambiente de jogo sendo terrestre e com aceleração da gravidade 10 m/s^2

- a) 10
- b) 12
- c) 14
- d) 15

3. VAMOS DERROTAR O CARNIFICINA

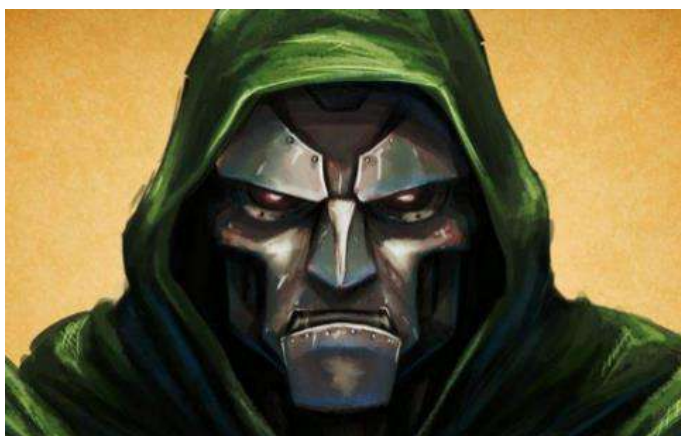


Na **fase 24** vamos considerar desprezível as dimensões da cama elástica e que no ponto mais alto o coelho (3 kg) fique a 2 m do solo. Desprezando-se a resistência do ar, a energia cinética do coelho ao deixar a cama vale, em J:

Obs: Adote o ambiente de jogo como terrestre onde $g = 10 \text{ m/s}^2$

- a) 60
- b) 50
- c) 40
- d) 30

4. VAMOS DERROTAR O DR. DESTINO



No cenário da **fase 15** considere que o sistema arco e flecha esteja a 2 m do solo. Admita a constante elástica desse sistema valendo 500 N/m. Se a flecha



(2 kg) for disparada perfeitamente na vertical, qual a altura máxima que essa munição vai atingir em relação ao solo após ter deformado o elástico de 0,4 m?

Obs: Adote o ambiente de jogo sendo terrestre com aceleração da gravidade 10 m/s^2 e despreze as dimensões dos elementos envolvidos no problema.

- a) 2,0 m
- b) 4,0 m
- c) 6,0 m
- d) 8,0 m

5. VAMOS DERROTAR JIGSAW



Na **fase 15** considere que cada coelho (3 kg) atinja altura máxima de 2 m após ter deformado a cama elástica em 20 cm. Desprezando-se a altura das camas e usando a conservação da energia mecânica, encontraremos para a constante elástica desse sistema, em N/m, o valor de:



Obs: considere o ambiente de jogo sendo terrestre (aceleração da gravidade 10 m/s^2) e despreze as dimensões dos coelhos

- a) 0,3
- b) 3000
- c) 0,35
- d) 3500

g) BATALHA VIA GAME

1. Na tela inicial da **fase 4** suponha que ao disparar exclusivamente sobre a corda o balão fique submetido às ações do peso e empuxo. Admitindo-se as forças citadas constantes com intensidades $0,12 \text{ N}$ e $1,12 \text{ N}$ respectivamente, o movimento da bexiga logo após a corda ser atingida é:

- a) queda livre.
- b) subida com velocidade constante.
- c) subida com aceleração constante.
- d) subida com aceleração variável.

2. Na **fase 30** é possível perceber um coelho apoiado sobre uma haste de madeira horizontal. A reação do peso deste animal está atuando no (a):

- a) haste de madeira
- b) solo
- c) centro da Terra
- d) nas hastes

3. Na **fase 6** dispare uma flecha na corda e verifique a maneira que o sistema estabiliza. Considere a bexiga exercendo força de 2 N na barra horizontal. A

reação normal de cada apoio de gelo sobre a haste de madeira (2 kg) vale, em N:



- a) 20
- b) 18
- c) 9
- d) 2

4. Na **fase 28** faça disparos para derrubar a bigorna no canto superior direito. Observe com bastante atenção o desenrolar do processo. Com isso você verificou que após sua queda, o bloco:

- a) provocou o movimento da esfera maior que terminou colidindo com as menores culminando em atrito estático entre essas esferas e o solo.

- b) provocou movimento da esfera maior que, imediatamente depois de chocar-se com as menores gerou atrito dinâmico no deslocamento dessas esferas.
- c) não produziu deslocamento da esfera maior.
- d) provocou movimento da esfera maior, contudo, não o suficiente para atingir as menores.

5. Na **fase 5**, admita o ambiente de jogo sendo terrestre com aceleração da gravidade 10 m/s^2 .



Ao serem atingidos os balões liberam as bigornas. Desprezando-se a resistência do ar, considere as medidas indicadas na figura e use a conservação da energia mecânica para encontrar a velocidade das bigornas ao atingirem os coelhos. Qual valor você encontrou após efetuar o cálculo?

Obs: Desconsidere as dimensões dos coelhos e bigornas

- a) 2 m/s
- b) 5 m/s

c) 8 m/s

d) 10 m/s

g) Sugestão de distribuição dos pontos

A figura 6 indica uma sugestão de divisão dos pontos referentes à avaliação na qual a estrutura de gamificação será utilizada. A dinâmica valerá 50% da nota. A outra metade da pontuação será obtida com a avaliação tradicional conforme descrito da figura 6.

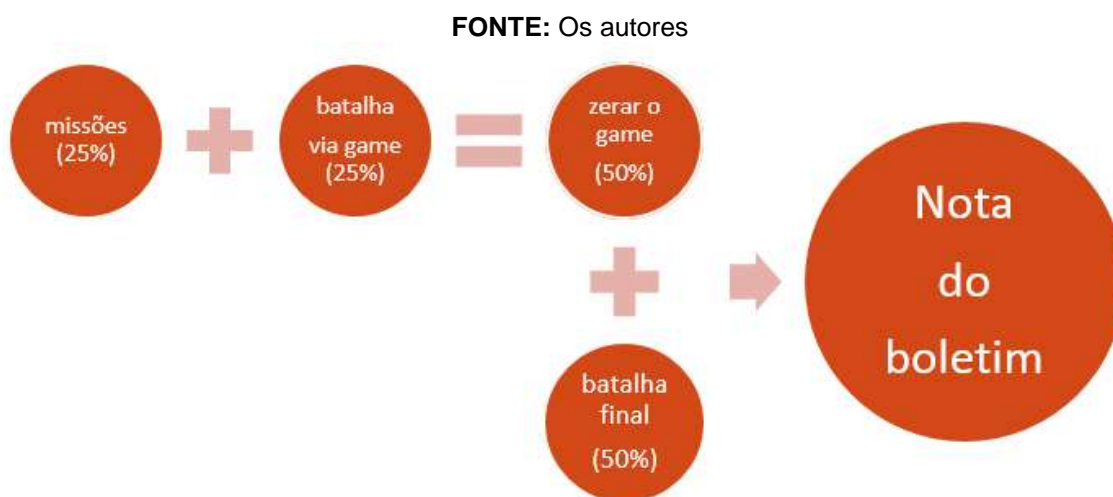


Figura 6: Sugestão de divisão de pontos

A tabela 2 reforça a sugestão, agora com possibilidade de quantidade das missões.

FONTE: Os autores

	Missões	Batalha via game	Batalha final	Total
Quantidade	8	1	1	10

Pontuação (%)	25	25	50	100
--------------------------	-----------	-----------	-----------	------------

Tabela 2: Distribuição de pontos e quantidade de missões

h) Avaliação das respostas dos desafios e perguntas subjetivas sobre a proposta

Para que toda essa estrutura seja completamente executada com a utilização de *smartphones* ou *tablets*, as missões, no que diz respeito ao momento em que os estudantes enfrentam os desafios, podem usufruir do aplicativo Socrative (disponível nas lojas sistemas android e IOS, ou em www.socrative.com).

Nesse *software* é possível que o professor insira questionários na página mencionada anteriormente, solicite que as equipes abram o aplicativo Socrative na versão estudante em seu *smartphone* e, assim que o professor libera o questionário, os jogadores, conectados com a sala virtual do professor, respondem ao testes tendo *feedback* imediato sobre acerto ou erro. O interessante é que imediatamente o docente tem a coleta de dados sobre o desempenho dos grupos (ver a proposta detalhada em estrutura de tutorial no capítulo 5 da dissertação que originou este produto).

Além dos desafios, as respostas das equipes sobre perguntas relativas à metodologia utilizada e possíveis críticas, também podem ser coletadas via *Socrative*.

i) Avaliação da sequência

Análise descritiva do professor sobre evidências de aprendizagem na utilização da proposta de gamificação, referentes aos conceitos abordados durante a prática. Análise qualitativa da visão dos alunos sobre a sequência didática realizada.

PARA SABER MAIS

COSTA & RAMOS (2016). Videogames e ensino de física: explorando possibilidades e inovações didáticas. São Paulo, 2016.

KAPP, K.; The gamification of learning and instruction. Nova Jersey-USA:
WILEY

MOREIRA, M.A.; **Teorias de aprendizagem**. 2ª ed. São Paulo: EPU, 2014. 248p.

MOREIRA, M.A.; **Subsídios Teóricos para o Professor Pesquisador em Ensino de Ciências**. 1ª ed. Porto Alegre, 2009.

MARTINS, K. (2002). **Teorias de aprendizagem e avaliação de software educativo**. Monografia (Especialização em informática educativa). UFCE – Fortaleza.

MATTAR, J.; **Games em educação: como os nativos digitais aprendem**. 3ª reimpressão. São Paulo: Pearson, 2014. 183p.

PRENSKY, M.; **Aprendizagem baseada em jogos digitais**. Tradução de Eric Yamagute. 1ª ed. São Paulo : Senac, 2012. 257p.

SAVI, R. & ULBRICHT, V.R. Jogos digitais educacionais: Benefícios e desafios. **Novas tecnologias na educação**, v.6, n. 2.

STUDART, N. (2015). **Simulações, games e gamificação no ensino de Física**. São Carlos: SNEF, 2015.

<http://www.ufjf.br/fisicaecidadania/ciencia-uma-construcao-humana/por-que-entender-de-ciencia/por-que-aprender-mecanica-classica/> . Acesso: 09/10/2017.

<https://www.bhbit.com.br/educacao/gamificacao-na-educacao/>.
Acesso: 13/08/2017.

EXEMPLOS DE MATERIAIS INSTRUCCIONAIS

TEMA: DINÂMICA

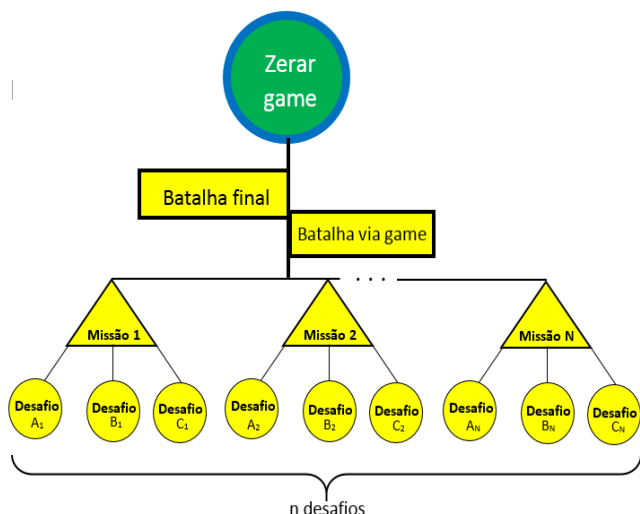
OBJETO 1 : FORÇAS ESPECIAS (FORÇA PESO)

1º MISSÃO

- Linguagem da gamificação

	ESCOLA TRADICIONAL	GAMIFICAÇÃO
MEDIADOR DO CONTEÚDO	Professor	Game Master
DISCENTES	Alunos	Jogadores
IDENTIFICAÇÃO (Aluno)	Nome ou nº da equipe	Personagem
QUESTÕES	Tarefas	Desafios
IDENT. DAS QUESTÕES	Sequência numérica	Vilão
SOLUÇÃO CORRETA	Acerto	Derrotar o vilão
ORIENTAR O ALUNO	Tirar dúvida	Ganhar Bônus
ACRÉSCIMO NA NOTA	Ponto extra	Recompensa
AValiação	Prova	Batalha
BOM RENDIMENTO	Nota azul	Zerar o game
BAIXO RENDIMENTO	Nota vermelha	Game over
CLASSIFICAÇÃO DOS ALUNOS	Colocação	Ranking

- Estrutura



- Score

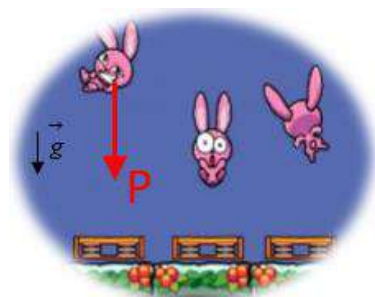
	Missões	Batalha via game	Batalha final	Total
Quantidade	9	1	1	11
Pontuação (%)	25	25	50	100

1. FORÇA PESO (P)

No movimento vertical no vácuo introduzimos um conceito de aceleração da gravidade, que sempre atua no sentido a aproximar os corpos em relação à superfície.



Nos coelhos do jogo *Bunny Shooter* não é diferente. A aceleração do ambiente de jogo apresenta essa mesma característica de gerar aproximação dos animais em relação à Terra.



Relacionando com a 2ª Lei de Newton, se o coelho de massa m , sofre a aceleração da gravidade, quando aplicada a ele o princípio fundamental da dinâmica poderemos dizer que:

$$F_r = m \cdot a$$

$$P = m \cdot g$$

- m : massa do corpo
- g : aceleração da gravidade

Obs1: O Peso de um corpo é a força com que a Terra o atrai, podendo ser variável, quando a gravidade variar, ou seja, afastando-se do nosso planeta, por exemplo.

Obs2: A massa de um corpo, por sua vez, é constante, ou seja, não varia.

Obs3: Quando nos referimos cotidianamente ao peso, geralmente essa referência equivale à medida que as

balanças efetuam, todavia, as aferições realizadas por esses instrumentos são de massa e não da força peso.

Obs4: A Terra ao atrair um corpo, imediatamente recebe a força de reação dessa força no seu centro de gravidade.



Nas proximidades de nosso planeta, a reação do peso de um corpo está localizada no centro de gravidade da Terra.

Exemplo 1

Qual o peso de uma pessoa que possui 70 kg? Admita a aceleração da gravidade local igual 10 m/s^2 .

Exemplo 2

A massa de uma criança recém-nascida é 3 kg. Calcule o peso dessa criança admitindo-se a aceleração da gravidade local 10 m/s^2 .

Exemplo 3

O sofá em uma residência tem 80 kg. Qual é a força de compressão que esse móvel exerce sobre o piso em que está apoiado? Adote $g = 10 \text{ m/s}^2$

Exemplo 4

A geladeira em uma residência tem 150 kg. Qual é a força de compressão que esse móvel exerce sobre o piso em que está apoiado? Adote $g = 10 \text{ m/s}^2$

Exemplo 5

Admita uma pilha de objetos organizada por uma criança de 6 anos. Esta criança coloca o livro do pai de 1 kg, apoiado no piso horizontal da sala de sua casa e, sobre ele, coloca um pote (0,5 kg) e um tijolo de 1,5 kg

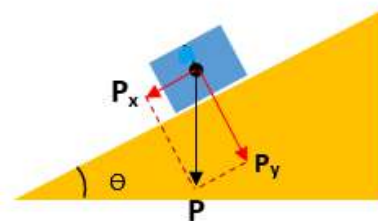
Exemplo 6

A reação do peso de um livro sobre uma mesa está localizada:

- na mesa
- no livro
- no solo
- no centro da Terra

2. PLANO INCLINADO

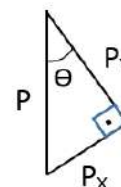
Quando um corpo está apoiado no plano inclinado, podemos decompor a força peso para encontrar seus efeitos paralelo (P_x) e perpendicular (P_y) a esse plano.



P_x : componente na direção do movimento

P_y : componente que comprime o plano

As componentes P_x e P_y são encontradas por meio do triângulo retângulo formado por P , P_y e P_x . Usando as relações trigonométricas no triângulo retângulo chega-se nas relações:



$$P_x = P \cdot \sin \theta$$

$$P_y = P \cdot \cos \theta$$

P_x : componente na direção do movimento

P_y : componente de compressão do objeto sobre o plano

Exemplo 1

Um veículo de 500 kg está em repouso com o freio de mão puxado em uma rampa de um lava à jato. Admitindo-se a inclinação da rampa 30° , calcule a compressão exercida pelo veículo sobre esta rampa.

Exemplo 2

Considere a bigorna da figura no game Bunny Shooter com 10 kg e apoiada sobre um plano inclinado cujo ângulo com a horizontal é 60° . Calcule a compressão que a bigorna exerce sobre o plano.



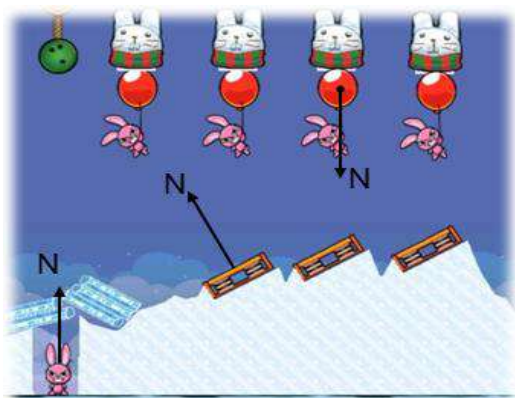
2º MISSÃO

3. FORÇA NORMAL (N)

Quando exercemos compressão em uma superfície, pela terceira lei de Newton esta superfície reage sobre o corpo que a comprimiu. A força de reação em virtude da compressão efetuada, é chamada de FORÇA DE REAÇÃO NORMAL ou FORÇA NORMAL ou **NORMAL**.

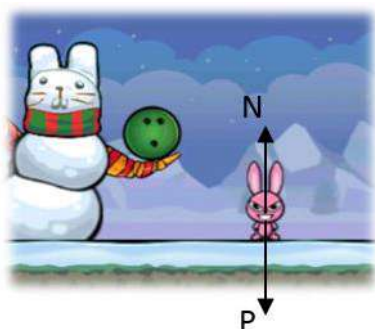
Veja alguns casos de NORMAL no game Bunny Shooter

Na fase 12



- O coelho no solo comprime o piso para baixo e o piso reage com a NORMAL para cima.
- A cama elástica comprime o plano inclinado na diagonal para baixo e a cama reage na diagonal e para cima.
- O balão ao tentar subir empurra o gatinho de gelo na vertical para cima e o gatinho reage no balão na vertical e para baixo.

3.1 – Normal no plano horizontal



Na fase 14, o coelho recebe a ação de duas forças:

- O peso, exercido pela Terra
- A normal, exercida pelo solo

Como o corpo está em repouso ($F_R = 0$), essas forças são iguais

$$N = P$$

Exemplo 1

Um sofá de 120 kg está em repouso sobre o piso horizontal de uma residência. Calcule a reação normal do piso sobre o sofá. Adote $g = 10 \text{ m/s}^2$.

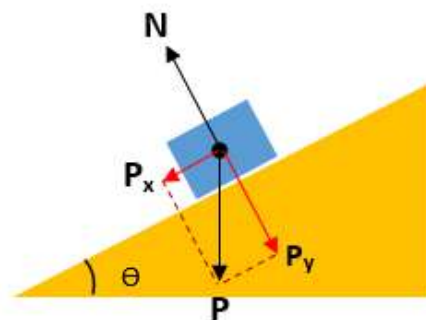
Exemplo 2

Uma caixa de 8 kg está em repouso sobre o piso horizontal de uma residência. Calcule a reação normal do piso sobre a caixa. Adote $g = 10 \text{ m/s}^2$.

Exemplo 3

Em uma das fases do jogo Bunny Shooter existem camas elásticas sobre o solo horizontal. Calcule a reação normal do piso sobre estas camas. Adote 20 kg para a massa de cada cama.

3.2 – Normal no plano inclinado sem atrito



Nesse plano inclinado o corpo fica sujeito à ação de duas forças:

- O peso exercido pela Terra
- A normal exercida pelo plano

A compressão do bloco sobre o plano é exercida com força de intensidade igual a componente P_Y , ou seja, a reação normal sobre o bloco é igual a P_Y .

$$N = P_Y$$

$$N = P.\cos \Theta$$

Exemplo 4

Um veículo de 800 kg está com o freio de mão acionado repousando sobre um plano inclinado que forma 30° com a direção horizontal. Calcule a reação normal desse plano sobre o carro.

Adote: $g = 10 \text{ m/s}^2$ e $\sin 30^\circ = 0,5$

Exemplo 5

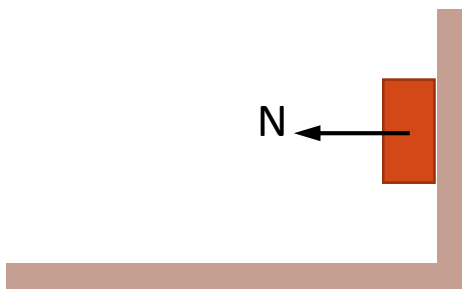
Em uma das fases do jogo Bunny Shooter existem camas elásticas apoiadas em planos inclinados de 30° com a horizontal. Calcule a reação normal desse plano sobre a cama elástica.

Adote 20 kg para a massa de cada cama.

Dados: $\sin 30^\circ = 0,5$

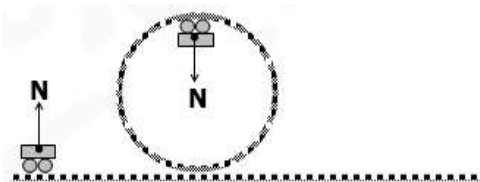
3.1. Observe mais casos de força NORMAL

a) Objeto sendo pressionado contra a parede



O objeto comprime a parede na horizontal para direita e a parede reage na horizontal para esquerda.

b) Looping (Montanha Russa ou Globo da Morte)

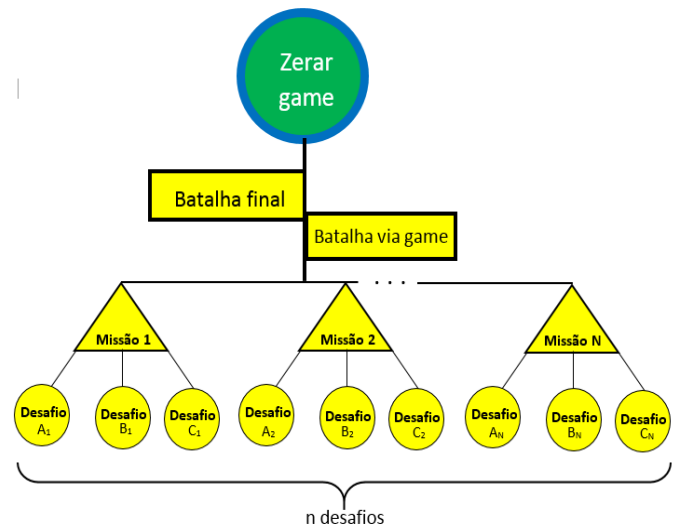


No Looping o carrinho empurra o trilho para cima e o trilho reage para baixo.

▪ Linguagem da Gamificação

	ESCOLA TRADICIONAL	GAMIFICAÇÃO
MEDIADOR DO CONTEÚDO	Professor	Game Master
DISCENTES	Alunos	Jogadores
IDENTIFICAÇÃO (Aluno)	Nome ou nº da equipe	Personagem
QUESTÕES	Tarefas	Desafios
IDENT. DAS QUESTÕES	Sequência numérica	Vilão
SOLUÇÃO CORRETA	Acerto	Derrotar o vilão
ORIENTAR O ALUNO	Tirar dúvida	Ganhar Bônus
ACRÉSCIMO NA NOTA	Ponto extra	Recompensa
AValiação	Prova	Batalha
BOM RENDIMENTO	Nota azul	Zerar o game
BAIXO RENDIMENTO	Nota vermelha	Game over
CLASSIFICAÇÃO DOS ALUNOS	Colocação	Ranking

▪ Estrutura



▪ Score

	Missões	Batalha via game	Batalha final	Total
Quantidade	9	1	1	11
Pontuação (%)	25	25	50	100

3ª MISSÃO

2. FORÇA DE TRAÇÃO

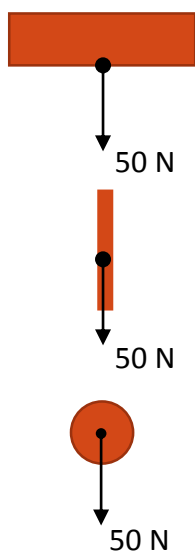
Quando puxamos um objeto através de uma corda, estamos na verdade transmitindo força ao longo dessa corda até a extremidade oposta.

Na situação exposta a seguir, a corda, em virtude do peso da esfera, puxa o teto com uma força T . Este reage com uma força de igual intensidade (ação e reação)



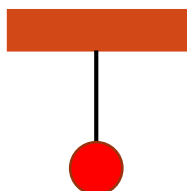
No exemplo acima, se o corpo pesa 50 N, essa força é transmitida ao longo da corda ideal (sem peso e sem elasticidade) e chega na extremidade oposta da corda sendo aplicada na superfície em que a corda está presa.

- Peso do corpo: 50 N
- Tração na corda: 50 N
- Força na superfície que prende a corda: 50 N



Exemplo 1:

O corpo da figura abaixo apresenta massa de 7 kg e encontra-se suspenso por meio de uma corda ideal. Admitindo-se a aceleração da gravidade $g = 10 \text{ m/s}^2$, calcule:



- a) a força de tração na corda;
- b) a força sobre o ponto em que a corda está presa.

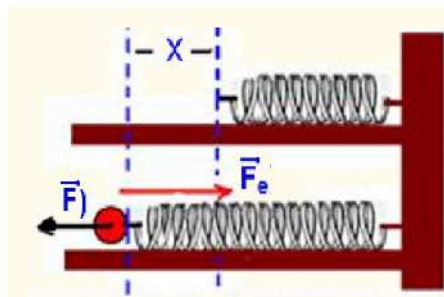
4. FORÇA ELÁSTICA

Ao longo do game Bunny Shooter, percebe-se em algumas fases a presença de camas elásticas que, ao serem deformadas pelos dos coelhos, exercem uma força sobre eles chamada de força elástica.



Em regime de deformação, a força elástica em uma mola é diretamente proporcional à deformação sofrida por ela.

$$F_e \uparrow \quad x \uparrow$$



$$F_e = -k \cdot x$$

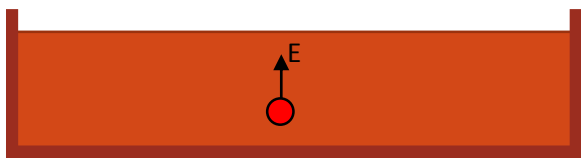
- K : constante elástica da mola
- x : deformação da mola

Exemplo 2

Admita uma cama elástica de constante elástica 100 N/m sendo. Calcule a força elástica no momento em que a deformação vale 20 cm.

4. EMPUXO (E)

Todo corpo totalmente ou parcialmente imerso em um fluido fica sujeito à ação de uma força sempre **vertical e para cima**, denominada empuxo. Quando inserimos uma bola de vôlei na água de uma piscina mergulhando-a completamente, percebemos que ao soltá-la, um movimento vertical e ascendente ocorre. Esse movimento surge em razão da força de empuxo que atua sobre a bola.



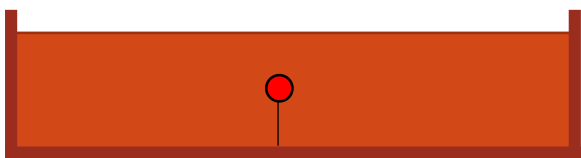
Essa mesma força de empuxo provoca o movimento de subida de balões preenchidos com gás mais leves que o ar.



Exemplo 3

Na figura a seguir o balão preso ao fio está parado na água em virtude da outra extremidade desse mesmo fio estar fixa no fundo do recipiente que contém água.

O balão recebe uma força de empuxo:



- a) vertical e ascendente.
- b) vertical e descendente.
- c) horizontal e para direita.
- d) horizontal e para esquerda.
- e) horizontal e ascendente.