



MNPEF Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física

POLO DE PORTO VELHO - RO



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA
DEPARTAMENTO DE FÍSICA**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO DE MESTRADO PROFISSIONAL
EM ENSINO DE FÍSICA**

**MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA
SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA**

**APRENDIZAGEM BASEADA EM JOGOS DIGITAIS NO ENSINO DE
FÍSICA EM TÓPICOS DE MECÂNICA**

**PRODUTO EDUCACIONAL
MANUAL DIDÁTICO-PEDAGÓGICO DO PROFESSOR**

MOISÉS LOBO D'ALMADA ALVES PEREIRA

**PORTO VELHO – RO
Julho de 2021**



MNPEF Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física
POLO DE PORTO VELHO - RO



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA
DEPARTAMENTO DE FÍSICA**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO DE MESTRADO PROFISSIONAL
EM ENSINO DE FÍSICA**

**MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA
SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA**

**APRENDIZAGEM BASEADA EM JOGOS DIGITAIS NO ENSINO DE
FÍSICA EM TÓPICOS DE MECÂNICA**

**PRODUTO EDUCACIONAL
MANUAL DIDÁTICO-PEDAGÓGICO DO PROFESSOR**

MOISÉS LOBO D'ALMADA ALVES PEREIRA

Produto Educacional elaborado sob orientação da Prof.^a Dr.^a Luciene Batista da Silveira como requisito parcial à obtenção do Título de Mestre em Ensino de Física pelo Programa de Pós-Graduação do Mestrado Nacional Profissional no Ensino de Física (MNPEF), da Universidade Federal de Rondônia.

**PORTO VELHO – RO
Julho de 2021**

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

FICHA CATALOGRÁFICA

S586p Pereira, Moisés Lobo D'Almada Alves

Aprendizagem Baseada em Jogos Digitais no Ensino de Física em Tópicos de Mecânica

Moisés Lobo D'Almada Alves Pereira, Porto Velho: UNIR/MNPEF, 2021.

VII, xxx folhas: il., fig., tab.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Luciene Batista da Silveira

Produto Educacional de Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Rondônia, Dep. Física, Programa de Pós Graduação em Ensino de Física, Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – MNPEF, Porto Velho, 2021.

Referências Bibliográficas: f. xxx-yyy

1. Ensino de Física. 2. Jogos digitais. 3. Aprendizagem Significativa.

I. Luciene Batista da Silveira, II. Universidade Federal de Rondônia, Departamento de Física, Programa de Pós Graduação em Ensino de Física. III. Jogos Digitais: Mecânica.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Ícone do jogo “Aprenda Física com jogos 2D”	16
Figura 2 - Menu dos jogos	16
Figura 3 - Ambiente do jogo 01	17
Figura 4 – Jogo 01: Jogo da notação científica	18
Figura 5 – Passos para vencer o jogo 01	19
Figura 6 - Ajuda inteligente do jogo	19
Figura 7 – Jogo 02: Introdução à função horária da posição no MRU	19
Figura 8 – O botão informar dados ao jogo	20
Figura 9 - Jogo 03: A velocidade escalar média e a função horária da posição no MRU	20
Figura 10 - Jogo 04: Deslocamento escalar e velocidade escalar média	22
Figura 11 - Jogo 05: Velocidade escalar média e conversão de km/h para m/s.....	23
Figura 12 - Jogo 06: O cálculo da posição final do veículo.....	24
Figura 13 - Jogo 07: Encontro de dois móveis em MRU.....	25
Figura 14 - Jogo 08: Encontro de móveis em MRU – Exercício	26
Figura 15 - Jogo 09: Gráfico $S \times t$ no MRU.....	28
Figura 16 - Jogo 10: Gráfico $V \times t$ no MRU	29
Figura 17 - Jogo 11: Função horária da velocidade no MUV	31
Figura 18 - Jogo 12: Função horária da velocidade no MUV e Equação de Torricelli	32
Figura 19 - Jogo 13: Gráficos $S \times t$ (MRU) e $V \times t$ (MUV).....	34
Figura 20 - Jogo 14: Gráficos $S \times t$ (MRU); $V \times t$ (MUV); Equação de Torricelli.....	36
Figura 21 - Jogo 15: Lançamento horizontal e queda livre, MRU e MUV	38
Figura 22 - Jogo 16: Lançamento horizontal, queda livre, MRU e MUV	39
Figura 23 - Jogo 17: Ângulo, módulo e componentes da velocidade no MUV.....	40
Figura 24 - Jogo 18: Atingir alvo que se move em MRU	43
Figura 25 - Jogo 19: Função horária da posição no MRU e introdução ao MRUV	44
Figura 26 - Jogo 20: Função horária da posição no MRU e introdução ao MRUV	45
Figura 27 - Jogo 21: Função horária da posição no MRU e introdução ao MRUV	46
Figura 28 - Inteligência Artificial do jogo do balão (jogo 22).....	48
Figura 29 - Jogo 22: Atingir alvo que cai em queda livre; jogo do balão.....	49
Figura 30 - Jogo 23: Equação de Torricelli – Revisão.....	50
Figura 31 - Jogo 24: Princípio Fundamental da Dinâmica e Equação de Torricelli.....	51
Figura 32 - Jogo 25: Lei de Hooke e conservação de energia	53
Figura 33 - Botões de ação do jogo 25.....	53
Figura 34 - Jogo 26: Lançamento oblíquo e alcance horizontal	61
Figura 35 - Jogo 27: Força de atrito, Teorema do Impulso e Lei de Hooke	62
Figura 36 - Jogo 28: Lançamento horizontal, equilíbrio de forças, ação e reação.....	64
Figura 37 - Jogo 29: O lançamento oblíquo e o jogo de basquete	65
Figura 38 - Jogo 30: Lançamento oblíquo e conversão de energia.....	66
Figura 39 - Jogo 31: Lançamento horizontal, ação e reação e conversão de energia	67
Figura 40 - Jogo 32: Conservação de energia – desafio.....	69
Figura 41 - Jogo 33: Lançamento oblíquo e o ângulo ideal (basquete)	70

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	iv
1 APRESENTAÇÃO	vi
2 INTRODUÇÃO	9
3 SÍNTESE DAS TEORIAS ABORDADAS	11
4 A TEORIA FÍSICA E O PRODUTO EDUCACIONAL	13
5 SEQUÊNCIA DIDÁTICA	14
6 ETAPAS DA APLICAÇÃO DO PRODUTO	15
7 MANUAL DO PRODUTO EDUCACIONAL	16
7.1 Como baixar e utilizar o produto?	16
7.2 Como utilizar o produto?	16
8 OS JOGOS	18
9 RESULTADOS ESPERADOS	71
10 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	71
REFERÊNCIAS	74

1 APRESENTAÇÃO

Caro Professor,

Este produto educacional é o resultado da elaboração e aplicação de uma pesquisa relacionada a uma dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal de Rondônia, do Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF).

O produto é uma coletânea com 33 jogos, que abordam conceitos de cinemática e dinâmica, de modo lúdico, exigindo a participação ativa do aluno para a superação das fases do jogo. Está disponível na Play Store, podendo ser instalado em smartphones com o sistema Android, versão 5 ou superior.

A proposta surgiu em razão da falta de laboratórios de física ou insuficiência de experimentos. Além disso, com o escasso tempo de aula, os laboratórios, quando existem, são pouco explorados. Sendo assim, com um laboratório portátil, disponível no celular do aluno, ele pode ser desafiado a aprender por meio dos jogos a qualquer hora ou lugar.

Os jogos, ao abordarem conteúdos de mecânica, são indicados para alunos do 1º ano do ensino médio. Os desafios propostos exigem o conhecimento de conceitos físicos, estratégia de resolução de problemas, reflexão e ação. O jogador se vê diante de cenários virtuais que imitam uma situação real e cada jogo se apresenta como um laboratório didático, com a vantagem de não gerar gastos, bem como a economia de tempo, uma vez que os laboratórios apresentados já estão prontos.

A pesquisa foi inicialmente motivada para dinamizar e possibilitar a participação ativa dos alunos em aulas sobre o lançamento horizontal e oblíquo, já que, tanto nos livros didáticos como em situações formais de ensino, esse assunto é explorado minimamente e de forma tradicional. A ideia inicial foi utilizar as simulações disponíveis no PhET (*Physics Education Technology Project*), entretanto, durante a pesquisa, descobriu-se os jogos digitais, com muita riqueza de elementos lúdicos, que tanto seduzem os jovens.

A seguir criou-se uma sequência de jogos, com progressivo nível de dificuldade, que registram a pontuação do aluno, que geram *feedback* de seu desempenho, sendo um fator motivador para a aprendizagem, uma vez que permite a visualização e a interação do aluno com o ambiente gamificado. Dessa forma o professor passa a ter uma ferramenta didática, interativa e dinâmica para explorar os conteúdos, não se limitando ao material estático apresentado no livro didático.

Apesar das vantagens do ensino baseado em jogos digitais apontados na literatura, é necessário que as sequências didáticas estejam pautadas em teorias de aprendizagem. Neste sentido, para esta proposta de ensino, o principal pilar é a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel. Fundamentalmente, espera-se que o professor explore o conhecimento prévio do aluno, que esclareça termos científicos, que traga materiais introdutórios, interessantes e relevantes para a realidade do aluno, que justifique cada assunto abordado, que trabalhe a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora para que o aluno consiga a visão sistêmica do conteúdo e tenha a capacidade de transformar as informações em conhecimento útil, para aplicar em situações reais do seu dia-a-dia.

Os jogos simulam situações reais, exigem a aplicação do conhecimento consolidado, exigem planejamento estratégico para que a sequência de procedimentos resulte em sucesso. Assim, o aluno passa a ser um sujeito ativo, além de se interessar em aprender para ser capaz de superar os desafios seguintes. O professor mediador pode incentivar a socialização de conhecimentos, bem como criar situações para ampliar as capacidades cognitivas do aluno.

De modo geral, o que se objetiva não é a simples memorização de equações, mas o potencial do aluno de se determinar a aprender, de se interessar pelos conteúdos de física; a visão sistêmica do cenário e da lógica do jogo, com a correta escolha das estratégias, com uma combinação adequada e sequencial de procedimentos; a determinação das equações ideais para superar os desafios propostos. Assim, o aluno-jogador trilha o caminho para ser capaz de aplicar os conhecimentos científicos assimilados para resolver problemas da vida real.

A proposta é que o professor possa analisar o produto, testar os jogos, superar todos os desafios, como forma de conhecer o cenário e compreender os níveis de dificuldade, de modo que possa, ele mesmo, pensar em uma sequência didática adequada ao perfil de seus alunos.

Apesar da proposta abordar um trabalho com Tecnologias Digitais, a aula tradicional discursiva e dialogada é recomendada no momento de discussão conceitual, na dedução e aplicação das equações. Contudo, o professor pode aproveitar o potencial das apresentações, preferencialmente com riqueza de imagens, vídeos-curtos e simulações.

Todos os jogos do produto educacional podem ser utilizados como forma revisão do conteúdo, prática da teoria abordada e de avaliação do conhecimento.

Ao final da aplicação do produto, que pode ultrapassar um semestre, o professor pode solicitar um trabalho prático, para que os alunos possam construir um experimento. Um aparato que possa lançar projéteis em um alvo que esteja a uma distância x e a uma altura h do ponto de lançamento. Nesse experimento, o aluno precisa integrar vários conhecimentos, não sendo

possível determinar a deformação da mola usando apenas uma equação, mas um conjunto de equações, numa sequência correta por meio de um roteiro sistemático.

A metodologia adotada dependerá de cada professor, levando-se em consideração o conhecimento prévio e o potencial de cada turma. Para isso, recomenda-se um pré-teste para se verificar o nível de conhecimento dos alunos. Havendo dificuldades teóricas e conceituais, deve-se fazer uma revisão dos conceitos usando diversas estratégias didáticas.

Como forma de introduzir os conteúdos teóricos fundamentais o professor pode trabalhar com uma apresentação de slides, usar aplicativos de mensagens instantâneas como o WhatsApp para indicar vídeos-curtos abordando o assunto, trabalhar com formulários eletrônicos e online como o Google Forms para fazer atividades e promover a avaliação continuada, trabalhar com softwares simuladores como o PhET e, por fim, explorar o produto educacional.

Recomenda-se a exploração do jogo quando os alunos já tiverem conhecimento sobre o assunto, embora possa ser utilizado pelo professor durante a apresentação da aula teórica, como forma de mostrar uma aplicação prática da teoria abordada.

O autor

Moisés Lobo D'Almada Alves Pereira
moiseslobopvh@gmail.com

2 INTRODUÇÃO

Os alunos do século XXI precisam de uma educação mais contextualizada e problematizadora, com metodologias ativas e engajadoras, que contribuam para a sua formação integral. A aprendizagem precisa se tornar significativa e crítica, para desenvolver a criatividade, motivar a aprendizagem por descoberta, a reflexão, capacitando os estudantes para serem cidadãos plenamente engajados na sociedade, e prontos para enfrentarem os desafios do mercado de trabalho e a profissões do futuro.

As populações jovens estão acompanhando as transformações na dinâmica social contemporânea e o desenvolvimento tecnológico, apoderando-se de diversos instrumentos de comunicação e entretenimento. Assim, o ensino de física não deve se limitar à dimensão pragmática, precisa ser capaz de preparar o jovem para enfrentar os verdadeiros desafios do mundo contemporâneo, deve estar articulação com competências de outras áreas, relacionando-se com outros conhecimentos, em um ensino no qual o professor seja o mediador e instigador, permitindo ao aluno, o protagonismo de sua própria aprendizagem (BRASIL, 2002, pp. 59, 61; 2018, p. 462-463).

É preciso estimular a curiosidade e a criatividade do aluno, planejar e realizar atividades experimentais e investigativas baseadas em situações-problema que envolvam conceitos, teorias e procedimentos, com maior abstração, complexidade, reflexão, investigação, análise, comparação, interpretação, proposição e ação, visando-se a autonomia intelectual, o raciocínio lógico, o pensamento crítico, a argumentação e a capacidade de propor soluções e enfrentar desafios com responsabilidade. Por isso, é necessário se repensar o modelo tradicional, cujas abordagens pedagógicas se distanciam da cultura e das questões sociais contemporâneas (BRASIL, 2018).

As metodologias ativas, permitem “maior diversificação na abordagem de conteúdos” e representam “uma abordagem mais centrada no aluno”, criando um ambiente no qual o estudante pratica e se apropria de novos conhecimentos, competências, habilidades e atitudes, compartilha saberes, aprende a pesquisar, refina respostas, trabalha com procedimentos, faz análises, reflete, recria e reinventa (CORTELAZZO, FIALA, *et al.*, 2018). Um ensino centrado no aluno, com uso de métodos ativos, contribui para o desenvolvimento de novas habilidades (MOREIRA, 2014, p. 146).

Como forma de minimizar uma educação centrada no conteúdo, focada na resolução de equações, elaborou-se uma estratégia de ensino que pudesse suprir a falta de laboratórios, bem como superar os desafios do escasso tempo de aula, por meio da aprendizagem ativa e lúdica, proporcionada pelos jogos digitais interativos, os quais têm o potencial para engajar os alunos

no processo de ensino-aprendizagem, permitindo-se o alcance dos objetivos educacionais de modo divertido (DA SILVA e SALES, 2018, p. 106; ALVES, 2018, p. 34).

Jogos digitais bem elaborados, apoiados em teorias de aprendizagem consistentes, podem contribuir para facilitar o ensino-aprendizagem, levando os alunos a um maior envolvimento e compromisso com a atividade proposta (FELBER, KRAUSE e VENQUIARUTO, 2018). Entendeu-se que a aprendizagem baseada em jogos digitais¹ em conjunto com a Teoria da Aprendizagem Significativa e as metodologias ativas promovem um ensino mais lúdico, com mais ação e reflexão, para promover mais engajamento, melhor aprendizagem e tornar o ensino mais lúdico e agradável, proporcionando uma aprendizagem mais efetiva (PRENSKY, 2012).

As atividades práticas ou aulas experimentais com maior alcance em conteúdos procedimentais e atitudinais, resolução de problemas e reflexão, com maior profundidade na aplicação prática do conteúdo teórico, viabilizam-se com laboratórios didáticos virtuais, com simulações e jogos interativos, para que o aluno consiga evoluir em conhecimentos, habilidades e atitudes, aprender por meio de procedimentos a analisar, refletir, avaliar e fazer relatórios.

O presente trabalho tem como objetivo geral aplicar uma sequência didática valorizando-se a eficácia dos jogos digitais no ensino de Física, em tópicos de Mecânica, para alunos do 1º ano do Ensino Médio. Para que esse objetivo fosse alcançado criou-se um produto educacional que favoreça o ensino de física baseado em jogos digitais de modo a facilitar o ensino de cinemática e alguns outros tópicos de mecânica; servir de suporte para a revisão e avaliação de conteúdos fundamentais de mecânica; promover o engajamento dos alunos e gerar maior aprendizagem no ensino de física.

O produto educacional foca em aspectos cognitivos valorizando as competências de investigar, compreender, analisar e construir estratégias para enfrentar e resolver problemas, envolvendo fenômenos físicos. Há uma valorização da experimentação, por meio de jogos digitais com laboratórios e simulações visando-se o desenvolvimento de competências em Física, privilegiando-se o saber fazer, manusear, operar e agir, em diferentes formas e níveis, garantindo-se a participação ativa e reflexiva do aluno (BRASIL, 2002, pp. 65, 84).

O jogo se justifica como uma quebra de paradigma, rompendo com um ensino de física que se limita à memorização e resolução de equações, com uma abordagem estritamente matemática. Nesta proposta metodológica a física é abordada em situações simuladas por meio de jogos digitais, com laboratórios virtuais que buscam representar cenários possíveis, onde a

¹ Para entender melhor essa teoria, leia o Capítulo III da Dissertação de Mestrado.

situação pode ser visualizada e problematizada, cuja solução requer raciocínio lógico e crítico e uma abordagem sistêmica de reconciliação de significados.

Em função da dificuldade de se aliar teoria e prática em sala de aula pela metodologia tradicional e, principalmente, por falta de laboratórios adequados nas escolas, produziu-se, de forma original, um produto educacional, o qual é uma coletânea com 33 jogos interativos, voltados para a aprendizagem de tópicos de mecânica, para alunos do 1º Ano do Ensino Médio, denominado “Aprenda física com jogos 2D”, disponibilizado na *Google Play Store*. O produto pode ser instalado em *tablets* e *smartphones*, que usem o sistema Android, permitindo acessibilidade à maioria dos alunos.

Espera-se que esse enfoque metodológico possa servir como material alternativo para enriquecer o ensino de mecânica, por meio da aprendizagem baseada em jogos digitais e o uso de metodologias ativas, culminando na capacidade dos alunos de interpretar, analisar e resolver problemas.

3 SÍNTESE DAS TEORIAS ABORDADAS

A teoria da aprendizagem significativa, de David Ausubel, trata de instrumentos facilitadores do ensino-aprendizagem como os organizadores prévios, os mapas conceituais e os diagramas V. Ausubel estabelece que se deve valorizar o conhecimento prévio do aluno.

Deve-se facilitar a interação entre novas informações e a estrutura cognitiva por meio da diferenciação progressiva (aumento gradativo do nível de dificuldade) e da reconciliação integradora (promover a visão sistêmica do conteúdo). Usar organizadores prévios (recursos didáticos), como materiais introdutórios, com maior grau de generalização, antes do conteúdo a ser aprendido.

Promover as aprendizagens por recepção (organizadores prévios e aprendizagem mecânica, quando for necessária) e por descoberta, motivando a independência do aluno como aprendiz-pesquisador. Neste sentido, é desafio do professor: verificar os conhecimentos prévios necessários para a aprendizagem do novo conteúdo e fornecer condições para o conhecimento prévio relevante; criar um ambiente onde haja pré-disposição para aprender, ressignificar e refletir sobre o que se aprende.

Para Carl Rogers não se deve limitar o ensino aos aspectos cognitivos, sendo necessário considerar a afetividade e os sentimentos do aluno, para que a aprendizagem seja completa. É preciso promover a autocrítica e a autoavaliação, a criatividade e autoconfiança. Incentivar o aluno a buscar o conhecimento e aprender a aprender.

Em um ambiente de ensino-aprendizagem ideal deve-se quebrar a hierarquia professor-aluno. Deve-se promover um espaço no qual o aluno possa: aprender a resolver problemas práticos incluindo problemas de pesquisa; participar responsabilmente do processo de aprendizagem; tomar decisões, descobrir e aplicar recursos de aprendizagem; sentir-se um ser ativo, plenamente funcional, livre para agir, pensar e criar.

Para Jerome Bruner o professor deve evitar premiações e punições na sala de aula, pois o aprendiz não pode ser dependente de estímulos externos. Ele propõe o currículo em espiral, cuja ideia básica é a revisão dos conteúdos, em diferentes níveis de profundidade e em diferentes modos de representação.

Para maximizar a aprendizagem deve-se: determinar uma sequência didática eficiente na distribuição do conteúdo abordado, onde o aluno seja um sujeito ativo; estimular a aprendizagem por descoberta; estimular a resolução de problemas, incentivar a exploração de alternativas; privilegiar a curiosidade do aluno, criando-se um ambiente capaz gerar predisposição para a aprendizagem; promover a capacidade analítica do aluno; promover a autoavaliação do estudante

Realizar a reconciliação integradora, estabelecendo conexões entre os vários assuntos ou tópicos abordados; ser capaz de aplicar o conhecimento e agir sobre o mundo real, com a capacidade de gerar alternativas no enfrentamento de um problema (representação ativa); manipular, mentalmente, símbolos e imagens de objetos, relações e ações (representação icônica); desenvolver o raciocínio lógico usando símbolos no processo de pensamento, gerar hipóteses, deduzir relações (representação simbólica).

Par George Kelly o aluno deve analisar suas ações e antecipar eventos para avaliar as consequências, preparando-se para enfrentar desafios em novos cenários. Precisa ser capaz de construir réplicas e fazer previsões. Pelo corolário da individualidade cada indivíduo enxerga o mundo e aborda um problema ao seu modo particular, por isso é importante a socialização e o compartilhamento de ideias, pois nem sempre a posição de uma pessoa é a melhor abordagem para se resolver um desafio.

Para Robert Gagné deve-se começar o ensino promovendo-se uma expectativa, para provocar a motivação. Deve-se partir dos conceitos prévios, que são melhor compreendidos quando se faz ligações com termos do cotidiano do aluno, valorizando-se o que o aluno já sabe.

O ensino precisa envolver conteúdos procedimentais (com cuidado para não fornecer "receita de bolo") estimulando-se o aluno a fazer cálculos e interpretar o fenômeno. Nesse processo o estudante codifica o novo saber, transforma-o e armazena-o na memória por meio da retenção. No entanto, para que a aprendizagem seja efetiva, deve-se promover a

rememoração, para que o cérebro perceba a informação como importante e possa armazená-la na memória de longa duração.

Nas sequências didáticas deve-se incentivar a generalização do conteúdo, possibilitando que o conhecimento seja instrumento de ação e superação de desafios em outros contextos; deve-se fornecer *feedback* para que o aprendiz consiga verificar seu desempenho e encontrando a automotivação.

Para Vygotsky deve-se valorizar a interação social e isso coerente com a ideia dos Construtos Pessoais de Kelly, principalmente quando se considera o corolário da individualidade.

O professor deve promover o diálogo, o intercâmbio de informações, experiências e conhecimentos. Deve ensinar propondo problemas que precisem de soluções que exijam raciocínio e reflexão visando-se ampliar a zona de desenvolvimento real.

A ideia é atingir o ápice da aprendizagem na zona de desenvolvimento potencial, na qual ocorre o desenvolvimento cognitivo. Para que isso ocorra, deve-se aplicar problemas cuja dificuldade exceda o nível de conhecimento e habilidades dos alunos, exigindo-se a mediação de alguém com mais conhecimento ou mesmo a aprendizagem por descoberta.

Neste capítulo abordou-se os aspectos relevantes da Teoria da Aprendizagem Significativa, destacando-se a contribuição de outros pesquisadores. É importante destacar que deve-se valorizar a curiosidade do aluno e a aprendizagem por descoberta, promover o compartilhamento de conhecimentos e a interação social; criar situações didáticas atrativas que estimulem o aluno a aprender; aplicar problemas cuja dificuldade exceda o nível de conhecimento e habilidades dos aluno para estimular o desenvolvimento cognitivo.

4 A TEORIA FÍSICA E O PRODUTO EDUCACIONAL

O produto educacional foi elaborado com foco no lançamento horizontal e oblíquo, por isso, é necessário a recapitulação de conceitos fundamentais, como: o deslocamento, velocidade e aceleração, funções horárias de posição e velocidade no MRU e no MRUV, os vetores, o movimento de projéteis, as equações do alcance máximo, equação da trajetória, o cálculo da velocidade inicial e do ângulo no lançamento oblíquo, a queda livre e o lançamento horizontal e os efeitos da força de resistência do ar. Tudo isso está exposto na dissertação, no Capítulo IV.

No Capítulo V da dissertação apresenta-se a motivação, a justificativa, a caracterização do produto educacional e a fundamentação teórica, onde se especifica os pontos de contato entre as teorias abordadas e o produto desenvolvido. Uma leitura atenta permitirá a verificação da

coerência entre a aprendizagem baseada em jogos digitais e as teorias de aprendizagem que foram abordadas.

O produto educacional trás roteiros que orientam o aluno em relação aos procedimentos. Gradativamente esses roteiros vão se tornando mais genéricos e, nas etapas finais, o aluno precisará ter conhecimento consolidado, pois os roteiros serão bastante sucintos, apresentando apenas uma ideia do que deverá ser feito.

5 SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Uma sequência didática que pode ser experimentada está na dissertação, no Apêndice F. Ela foi pensada para envolver os alunos no processo de ensino-aprendizagem, mas pode ser adaptada à realidade de cada turma.

Para que seja bem aproveitada o professor deve: explicar aos alunos a importância das tecnologias educacionais e da aprendizagem baseada em jogos digitais; o trabalho em equipe e a socialização do conhecimento, para posterior definição de grupos multiplicadores; problematizar as aulas com materiais que desafiem o senso comum; fazer a indicação de vídeos que apresentem erros conceituais em física e instigar os alunos a detectarem o erro; ao abordar conceitos novos incentivar a participação por meio do método tempestade de ideias, valorizando o conhecimento prévio dos alunos; trabalhar aspectos históricos do conteúdo abordado; ao iniciar novo assunto usar animações, vídeos curtos e apresentações de slides, com riqueza de ilustrações; trabalhar com situações-problema para promover a reflexão e incentivar a pesquisa de assuntos que serão abordados na aula seguinte; ensinar o que é e como fazer um mapa conceitual; sempre trabalhar conceitos e compreensão sistêmica do conteúdo antes da dedução das fórmulas; ensinar usando a diferenciação progressiva com gradativa elevação do grau de complexidade; trabalhar a reconciliação integradora; retomar conteúdos e fazer revisões (aprendizagem espiral de Bruner); motivar os alunos a fazerem pesquisas; sugerir a confecção de tirinhas e histórias em quadrinhos para apresentar no mural da escola; sugerir a criação de um blog, onde os alunos possam salvar seus trabalhos, como forma de portfólio; sugerir apresentação de histórias em quadrinhos ou mapas conceituais por meio de slides ou cartazes para a turma; buscar estratégias de ampliar os conhecimentos do grupo multiplicador em trabalho extraclasse; incentivar o grupo multiplicador a compartilhar o que aprendeu com os outros colegas; quando já houver um bom aprendizado do conteúdo, explorar a fase do jogo compatível com o assunto abordado; trabalhar o jogo com grupo multiplicador e incentivar a socialização do saber; criar estratégias de competição entre grupos e entre classes; sempre que a classe já tiver aprendido o suficiente, abordar as questões desafiadoras e instigar os alunos a

responde-las; ampliar o mapa conceitual com os novos saberes; escolher alguma fase do jogo e solicitar um relatório procedimental de como se pode superar o desafio; incentivar os alunos a construir um aparato capaz de arremessar esferas em um alvo, devendo registrar em vídeo o processo de construção; os alunos devem fazer um relatório procedimental mostrando como se usa o aparato e como é possível, usando equações físico-matemáticas, acertar o alvo.

A avaliação pode ser o desafio, em grupos, para a superação de uma fase do jogo, onde o grupo deve explicar qual o procedimento usado para superar o desafio.

6 ETAPAS DA APLICAÇÃO DO PRODUTO

O produto educacional exige conhecimento prévio dos alunos em todas as fases dos jogos. Portanto é necessário trabalhar uma sequência didática que facilite a aprendizagem dos conceitos e equações, além da compreensão da física abordada.

Este produto educacional foi aplicado em tempos de pandemia, de forma 100% on-line, sem que fosse possível contatar os alunos, o que impossibilitou uma sequência didática mais abrangente. Por isso, as etapas para a aplicação do produto educacional foram:

- Aplicação de pré-teste para a averiguação do conhecimento prévio do aluno;
- Disponibilização de apresentações de slides bastante ilustrativas e arquivos em PDF para o estudo do conteúdo;
- Incentivo aos alunos formarem grupos e superarem as dez primeiras fases do jogo, inclusive ajudarem os colegas do grupo a obterem sucesso;
- Apresentação de slides com simulações dos fenômenos físicos explorados;
- Disponibilização de links de vídeos para a compreensão conceitual e apresentação das equações; demonstração de estratégias de ação para superar alguns jogos;
- Aplicação de pós-teste, por meio do Google Forms, para verificação de aprendizagem.

7 MANUAL DO PRODUTO EDUCACIONAL

7.1 Como baixar e utilizar o produto?

Para baixar o produto educacional “Aprenda Física com jogos 2D”, basta acessar a *Play Store* a partir de um *Smartphone* e pesquisar “aprenda física com jogos 2d” e procurar pelo jogo que apresenta o ícone mostrado **Figura 1**.

Figura 1 - Ícone do jogo “Aprenda Física com jogos 2D”



Fonte: Criado pelo autor (2021).

7.2 Como utilizar o produto?

Após o *download* e a instalação, deve-se localizar o jogo na lista de aplicativos do aparelho. Com o jogo aberto surge uma tela que irá solicitar as credenciais de acesso. Os passos são os seguintes: 1) informar o usuário; informar a senha; confirmar a senha; informar uma dica de senha (diferente da senha); informar a escola; informar o grau de escolaridade; informar a idade (≥ 13 anos); informar o ano letivo; informar a turma; informar o número (não obrigatório) e, por fim, clicar em **login**. Surge uma próxima tela na qual se deve clicar no botão **selecionar jogo** para visualizar a lista de jogos.

Inicialmente apenas o jogo 01 estará liberado. Será preciso vencê-lo para liberar o próximo jogo. Para iniciar o jogo 01 basta clicar no botão jogar, veja a **Figura 2**.

Figura 2 - Menu dos jogos



Fonte: Criado pelo autor (2021).

Quando o jogo abre surge uma tela informando o objetivo do jogo. O jogador precisa ler para ter noção do propósito e elaborar suas estratégias. A **Figura 3** mostra a tela do jogo 01 e seus principais componentes: 1) registra o score no jogo atual; 2) botão para liberar acesso (reservado para o professor, que precisará informar as credenciais: *usuário: admin, senha: master*); 3) informações privilegiadas reservadas ao professor; 4) botão de ajuda, que mostra

informações importantes como o objetivo do jogo, o roteiro ou procedimentos para superar o desafio e estatísticas; 5) botão fechar; 6) alternar entre modo humano e modo automático; 7) botão play (para iniciar o jogo); 8) botão pausa (mostrará uma tela de menu); 9) reiniciar o jogo; 10) informar dados para o jogo (esse botão muda a imagem conforme o jogo); 11) botão congelar (tem função de pausa, mas não mostra menu); 12) botão objetivo (permite rever o objetivo do jogo); 13) informações (necessário para que o jogador obtenha as condições iniciais necessárias para os cálculos); 14) mostrar/ocultar botões; 15) inteligência artificial que auxiliar o jogador a superar o objetivo (disponível apenas nos primeiros jogos).

Figura 3 - Ambiente do jogo 01



Fonte: Criado pelo autor (2021)

A seguir, é mostrada a lista de todos os jogos do produto, com objetivos e procedimentos sintetizados, considerando-se que este material precisa da expertise do professor, do seu conhecimento na área, não sendo necessário excessos de pormenores.

Na descrição de cada fase do produto educacional serão explicitados: os objetivos, as equações envolvidas, o roteiro básico. Recomenda-se que o professor interessado faça o download do jogo e o instale no seu *smartphone*, que faça os testes para medir as dificuldades de cada fase e ponderar a melhor estratégia de ação, determinando o tempo necessário para aplicar em sua turma. Não é coerente aqui determinar o tempo da aula, pois isso é relativo a cada estratégia de ação do professor, conhecimento prévio da turma e outros fatores que podem influenciar na aplicação da aula.

Este manual, por si só, não é suficiente para que se conheça, efetivamente o produto educacional. Para uma análise mais aprofundada é preciso baixar o jogo e acompanhar o Capítulo VIII deste trabalho, com o jogo sendo executado.

8 OS JOGOS

Jogo 01: Jogo da notação científica

Objetivo

Neste primeiro desafio o objetivo principal é a revisão do conteúdo de notação científica. O jogo 01, mostrado na **Figura 4**, tem como objetivos específicos: a definição de deslocamento escalar; o cálculo da componente horizontal do vetor deslocamento; a conversão de milhas náuticas para metros e de metros para notação científica. Durante a exploração do jogo ainda é possível se trabalhar com Algarismos significativos e arredondamento.

Figura 4 – Jogo 01: Jogo da notação científica



Fonte: Criado pelo autor (2020), imagem do produto educacional²

Equações envolvidas

Este jogo trabalha o cálculo do deslocamento horizontal: $\Delta x = x - x_0$.

Roteiro do jogo

O procedimento para a superação da fase 01 é o seguinte: 1) clicar em cada placa e anotar a posição em milhas de cada uma delas; 2) calcular diferença entre as posições; 3) converter de milhas metros (1 milha = 1852 m); 4) converter de metros para notação científica; 5) informar ao jogo o valor encontrado; 6) clicar no botão play. Esse passo a passo está demonstrado na **Figura 5**:

² A nave foi adaptada de: <<https://www.game-guru.com/devblog/wp-content/uploads/2015/12/drones1.jpg>>. Imagem de fundo: <<https://cdn.pling.com/img/d/6/b/9/c3e86d605a32f8fdd3df0b8b97e2d0527f5f.png>> Acesso em: 08/04/2020.

Figura 5 – Passos para vencer o jogo 01



Fonte: Criado pelo autor (2020), imagem do produto educacional

Ainda é possível solicitar a ajuda inteligente do jogo. Para isso, basta clicar em um botão localizado no canto inferior direito da tela, como mostra a **Figura 6**.

Figura 6 - Ajuda inteligente do jogo



Fonte: imagem do produto educacional

Jogo 02 – Introdução à função horária da posição no MRU

Objetivo

O jogo 02 tem como objetivos introduzir a função horária do espaço no MRU e trabalhar a equação da velocidade escalar média, por definição. A **Figura 7**, mostra a tela do jogo. O jogador precisa calcular a velocidade média de um veículo (v_m) e, com base nela e no deslocamento escalar até a origem das posições, prever o tempo necessário para que o móvel chegue até o fim da linha.

Figura 7 – Jogo 02: Introdução à função horária da posição no MRU



Fonte: Criado pelo autor (2020), imagem do produto educacional

Equações envolvidas

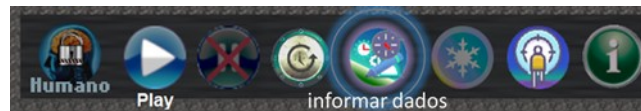
Neste jogo as seguintes equações podem ser trabalhadas:

$$v_m = \frac{x_f - x_0}{t - t_0}; x_f = x_0 + v_m \cdot t; t = \frac{x_f - s_0}{v_m}.$$

Roteiro

1) Clicar no botão “Play” para que o jogo inicie; 2) aguardar o veículo encerrar o movimento; 3) usando as informações das placas, calcular a velocidade média do veículo, por definição; 4) usando as informações da posição atual do veículo e da velocidade escalar média calculada, determinar em quanto tempo o veículo chegará à origem das posições; 5) informar o tempo calculado, clicando no botão de informar dados para o jogo; 6) clicar novamente no botão “Play” e aguardar o resultado. A **Figura 8** destaca o botão usado para informar dados.

Figura 8 – O botão informar dados ao jogo



Fonte: Criado pelo autor (2020), imagem do produto educacional

Jogo 03 – A velocidade escalar média e a função horária da posição no MRU

Objetivo

O objetivo geral do jogo 03 é compreender as equações necessárias para a previsão da posição de encontro de dois veículos. Os objetivos específicos são: praticar a equação da velocidade média, por definição, no MRU; determinar o tempo de movimento de um veículo que se move em MRU, com base no deslocamento escalar e na velocidade escalar média. A tela do jogo está mostrada na **Figura 9**.

Figura 9 - Jogo 03: A velocidade escalar média e a função horária da posição no MRU



Fonte: Criado pelo autor (2020), imagem do produto educacional

Lógica do jogo

O veículo branco move-se em MRU. Ele passa por duas placas e o jogo faz uma pausa assim que o veículo branco se aproxima da segunda placa. O jogador deve calcular $|v_m|$ do veículo branco com base nas informações das placas; com essa velocidade e a previsão de deslocamento escalar até a ponte, o jogador deve determinar o tempo de movimento do carro branco; com esse tempo e com a previsão do deslocamento escalar do carro azul, o jogador deve calcular a velocidade média do veículo azul; esse cálculo fará com que os dois veículos cheguem juntos à ponte de pedras.

Equações envolvidas

Neste jogo as seguintes equações são propostas:

$$s = s_0 + v \cdot t; t = \frac{s - s_0}{v} \text{ e } v_m = \frac{s - s_0}{t - t_0}.$$

Roteiro

1) Ler e confirmar a informação mostrada na primeira tela; 2) clicar no botão play e aguardar o carro branco se movimentar até a segunda placa; 3) ler a dica que aparecerá na tela e clicar no botão "Entendi". Em seguida, calcular a velocidade média escalar do carro branco, obtida no percurso entre as duas placas; 4) calcular o deslocamento escalar do carro branco até a ponte de pedras; 5) calcular o tempo necessário para que o carro branco atinja a ponte de pedras. (Considere a distância entre a segunda placa e a placa da ponte, bem como a velocidade escalar média calculada para o carro branco); 6) calcular a distância do carro azul (na placa 01) até a placa da ponte; 7) usar o tempo (calculado no item 5) e a distância do carro azul até a ponte (calculada no item 6) e calcular a velocidade média escalar do carro azul, tal que, com essa velocidade, ambos os carros cheguem juntos no início da ponte de pedras; 8) Clicar no botão de editar velocidade, informar a velocidade média do carro azul e confirmar. Clicar novamente no botão play e observar o resultado.

Jogo 04 – Deslocamento escalar e velocidade escalar média (aprofundamento)

Objetivo

O objetivo geral do jogo 04, mostrado na **Figura 10**, é revisar as equações necessárias para a previsão da posição de encontro de dois móveis. Para isso, o jogador deverá calcular a velocidade escalar média da ponte móvel para que ela chegue ao início do precipício juntamente com o carro branco. Os objetivos específicos são: praticar a equação da velocidade média, por

definição, no MRU; determinar o tempo de movimento de um veículo que se move em MRU, com base no deslocamento escalar e na velocidade escalar média. Este jogo pode ser usado como verificação de aprendizagem.

Figura 10 - Jogo 04: Deslocamento escalar e velocidade escalar média



Fonte: Criado pelo autor (2020), imagem do produto educacional

Equações envolvidas

Neste jogo as seguintes equações podem ser utilizadas:

$$s = s_0 + v \cdot t; t = \frac{s - s_0}{v} \text{ e } v_m = \frac{s - s_0}{t - t_0}.$$

Roteiro

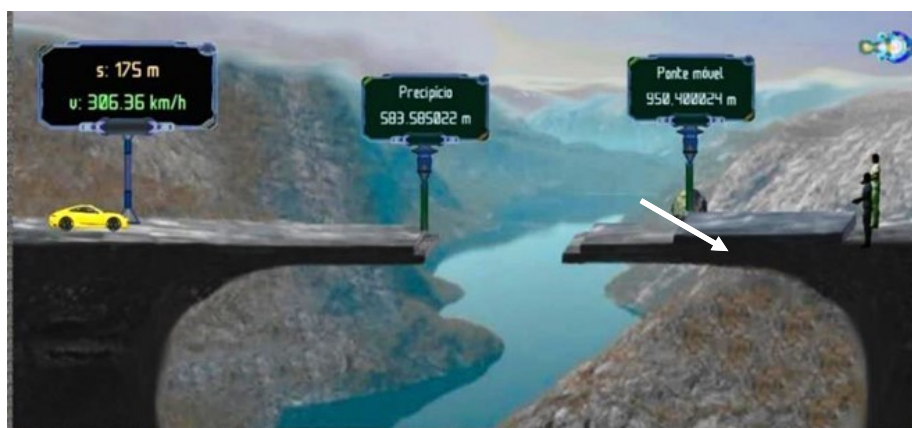
1) Leia a dica e clique no botão "Entendi"; 2) clique no botão "Play" para iniciar o movimento do carro branco; 3) Leia a próxima dica e clique no botão "Entendi"; 4) calcule o deslocamento escalar entre as placas e o intervalo de tempo de movimento do carro branco; 5) com base no deslocamento escalar e no intervalo de tempo, calcule a velocidade média do carro branco; 6) calcule a distância do carro branco, da placa 02 até a placa que marca o início do precipício; 7) com base na distância do carro até a placa do precipício e na velocidade média dele, determine o tempo para que o veículo chegue à placa do precipício; 8) calcule a distância entre o bloco de pedras e a placa de início do precipício; 9) com base na distância (calculada no item 8) e no tempo (calculado no item 7), determine a velocidade escalar média da ponte móvel; 10) informe a velocidade no campo apropriado (no centro inferior da tela). Detalhe: use ponto como separador decimal; 11) clique no botão "Play" e aguarde o resultado.

Jogo 05 - Velocidade escalar média e conversão de km/h para m/s

Objetivo

O jogo 05, mostrado na Figura 11, temo como objetivo principal praticar a conversão de km/h para m/s e revisar os cálculos necessários para o encontro de dois móveis. Tem como desafio o cálculo da velocidade escalar média da ponte móvel para que ela chegue ao início do precipício juntamente com o carro branco.

Figura 11 - Jogo 05: Velocidade escalar média e conversão de km/h para m/s



Fonte: Criado pelo autor (2020), imagem do produto educacional

O desafio é calcular a velocidade ideal para o bloco de concreto denominado "ponte móvel", para que ele chegue ao início do precipício, juntamente com o veículo.

Equações envolvidas

Neste jogo é possível abordar as seguintes equações:

$$s = s_0 + v \cdot t; t = \frac{s - s_0}{v} \text{ e } v_m = \frac{s - s_0}{\Delta t}.$$

Roteiro

1. Confirme a primeira tela; 2) clique no botão "Play" para iniciar o jogo; 3) leia a dica e confirme a tela; 4) calcule o deslocamento escalar entre a placa do carro branco e a placa do precipício; 5) converta a velocidade de km/h para m/s; 6) calcule o tempo para que o carro branco chegue ao início do precipício. Dica: use o deslocamento escalar e a velocidade média em m/s; 7) calcule a distância da ponte móvel até o precipício, usando os dados das duas últimas placas; 8) desprezando quaisquer atritos, calcule a velocidade média da ponte móvel para que ela chegue ao início do precipício juntamente com o carro branco. Dica: use a distância calculada no item 7 e o tempo calculado no item 6; 9) clique no botão de calcular a velocidade, informe o módulo do valor calculado e clique em confirmar; 10) clique no botão "Play" para continuar o jogo e aguarde o resultado.

Jogo 06 – O cálculo da posição final do veículo

Objetivo

O jogo 06, mostrado na **Figura 12**, tem como objetivos: praticar a função horária do espaço no MRU e equação da velocidade média; analisar a função horária do espaço no MRU para calcular a posição final do veículo com base em variáveis que devem ser deduzidas a partir da compreensão da lógica do jogo.

Figura 12 - Jogo 06: O cálculo da posição final do veículo



Fonte: Criado pelo autor (2020), imagem do produto educacional

Equações envolvidas

Neste jogo é possível abordar as seguintes equações:

$$s = s_0 + v \cdot (t - t_0); \Delta t = \frac{s - s_0}{v} \text{ e } v_m = \frac{s - s_0}{\Delta t}.$$

Roteiro

1. Clicar no botão “Play” para iniciar o jogo;
2. Aguardar o jogo encerrar o movimento inicial do carro;
3. Ler a informação da tela que mostra a previsão de tempo total de movimento. Anotar o tempo e fechar a tela;
4. Com base nas informações das placas, calcular a velocidade média do veículo;
5. Calcular a posição final do veículo fazendo uso da velocidade média e do tempo total de movimento;
6. Após calcular a posição final, clicar no botão “Editar dados” e informar a posição final. Lembre-se de usar o ponto como separador decimal;
7. Clicar no botão “Play” e aguardar o resultado.

Jogo 07 - Encontro de dois móveis em MRU

Objetivo

O jogo 07, mostrado na **Figura 13**, tem como objetivo geral: deduzir o tempo de encontro de dois veículos que se movem com velocidades diferentes e prever a posição de encontro deles. Os objetivos específicos são: praticar a função horária da posição no MRU; determinar o tempo de encontro a partir da igualdade das funções horárias de posição; determinar a posição de encontro a partir da função horária da posição de um dos móveis e do tempo necessário ao encontro; compreender e aplicar equações do movimento no estudo da cinemática escalar.

Figura 13 - Jogo 07: Encontro de dois móveis em MRU



Fonte: Criado pelo autor (2020), imagem do produto educacional

Lógica do jogo:

- 1) O jogador clica no botão “Play”;
- 2) os carros se movem, cada um com sua velocidade inicial própria e param em posições iniciais tais que o veículo com velocidade inferior fica localizado logo à frente do outro;
- 3) O jogador deve calcular o tempo necessário para encontro dos veículos por meio da igualdade das funções horárias de posição, que são exibidas na tela do jogo;
- 4) A seguir, o jogador faz a previsão da posição do encontro, com base em qualquer uma das funções horárias de posição e no tempo, previamente calculado;
- 5) O jogador clica em um botão específico na tela do jogo, informa a posição do encontro e clica novamente no botão “Play”.

Equações envolvidas

Neste jogo é possível abordar as seguintes equações:

$$s = s_0 + v_0 \cdot t; \Delta s_1 = \Delta s_2.$$

Roteiro

1. Clicar no botão “Play” para iniciar o jogo;
2. Confirmar o objetivo do jogo;
3. Com base nas informações das placas calcular o tempo necessário para encontro dos veículos; observar no canto inferior direito da tela do jogo as funções horárias de posição de cada um dos móveis ou clicar nas placas para que a informação seja ampliada; igualar as funções horárias de posição, substituir os dados e encontrar o tempo de encontro.
4. Escolher uma das funções horárias de posição de qualquer um dos veículos e substituir os dados, inclusive o tempo encontrado anteriormente para descobrir a posição final do veículo, que será exatamente a posição do encontro;
5. Clicar no botão que exibe uma régua e um lápis (informar dados) e informar a posição de encontro dos veículos; clicar no botão “Salvar”; clicar no botão “Play”.

Jogo 08 - Encontro de móveis em MRU – Exercício

Objetivo

O jogo 08, mostrado na **Figura 14**, tem como objetivos: converter de km/h para m/s; deduzir o tempo de encontro de dois veículos que se movem com velocidades diferentes e prever a posição de encontro deles; usar o tempo do encontro para calcular a velocidade escalar da ponte tal que ela chegue ao início do precipício juntamente com os veículos. Este jogo pode ser utilizado como avaliação de aprendizagem.

Figura 14 - Jogo 08: Encontro de móveis em MRU – Exercício



Fonte: Criado pelo autor (2020), imagem do produto educacional

Equações envolvidas

Neste jogo é possível abordar as seguintes equações:

$$s = s_0 + v_m \cdot t; \Delta s_1 = \Delta s_2.$$

Roteiro

1. Clicar no botão "Play" para iniciar o jogo;
2. Confirmar a dica e clicar nas placas dos carros para ampliar as informações;
3. Anotar as velocidades e as posições dos veículos;
4. Converter as velocidades de km/h para m/s;
5. Encontrar as funções horárias de posição de cada um dos veículos;
6. Igualar as funções horárias;
7. Calcular o tempo necessário para o encontro dos veículos;
8. Com base no tempo do encontro e na função horária de qualquer um dos veículos, fazer a previsão do encontro. Esse encontro ocorrerá exatamente na posição da placa do precipício.
9. Calcular a distância entre a ponte móvel e a placa de início do precipício;
10. Calcular a velocidade escalar média da ponte móvel com base no tempo de encontro dos carros e na distância entre a posição inicial da ponte móvel à placa que marca o início do precipício;
10. Clicar no botão para informar o módulo da velocidade e depois clicar no botão "Play".

Jogo 09

Objetivo

Neste jogo 09, mostrado na **Figura 15**, quando o jogador clica nas placas, o sistema exibe um gráfico do espaço x tempo. O jogo tem como objetivos: estimular o aluno/jogador a extrair informações do gráfico Sxt no MRU; calcular o tempo necessário para o encontro dos veículos com base nos dados do gráfico; calcular a posição de encontro dos dois veículos; determinar a velocidade média da ponte móvel para que ela chegue ao início do precipício juntamente com os carros, levando em consideração o tempo necessário para o encontro dos veículos. Com este jogo o aluno pratica as competências de coletar e interpretar informações de gráficos. Obs.: Neste jogo os veículos sempre chegarão juntos à placa do precipício.

Figura 15 - Jogo 09: Gráfico S x t no MRU



Fonte: Criado pelo autor (2020), imagem do produto educacional

Equações envolvidas

Neste jogo é possível abordar as seguintes equações:

$$s = s_0 + v_m \cdot t; \Delta s_1 = \Delta s_2.$$

Roteiro

1. Clicar no botão Play para iniciar o jogo e aguardar o movimento do carro branco;
2. Ler a próxima dica e clicar no botão "Entendi";
3. Clicar na placa do carro branco para visualizar as informações por meio de um gráfico; escolher dois pontos do gráfico e, por meio deles, determinar a velocidade escalar média do veículo, por definição (em m/s);
4. Usando a função horária do espaço no MRU, determinar a posição inicial do veículo em metros; fechar o gráfico do carro branco e clicar na placa do carro azul;
5. Determinar a velocidade média e a posição inicial do carro azul;
6. Fechar o gráfico do carro azul e calcular a diferença de velocidade entre os veículos com o resultado em m/s (dv);
7. Calcular a distância entre os carros (ds);
8. Calcular o tempo necessário para o encontro dos veículos com base na diferença de velocidade e na diferença de posições;
9. Considerando que a posição de encontro dos veículos coincidirá com o início precipício, calcular a posição de encontro dos veículos usando a função horária de qualquer um deles e calcular a distância entre a ponte móvel e o início do precipício;
10. Calcular a velocidade escalar média da ponte móvel (m/s) com base no tempo de encontro dos carros e na distância entre a posição inicial da ponte móvel o início do precipício;

11. Clicar no botão apropriado "informar dados", informar a velocidade e confirmar; clicar no botão "Play" e observar o resultado.

Jogo 10 - Gráfico V x t no MRU

Objetivo

O jogo 10, mostrado na **Figura 16**, tem como objetivo geral: ensinar a extrair informações do gráfico V x t no MRU. Objetivos específicos: converter a velocidade de km/h para m/s; determinar a velocidade média da ponte móvel para que ela chegue ao início do precipício juntamente com os carros, sabendo que os veículos sempre chegarão juntos à placa do precipício. Com este jogo o aluno pratica as competências de coletar e interpretar informações de gráficos.

Figura 16 - Jogo 10: Gráfico V x t no MRU



Fonte: Criado pelo autor (2020), imagem do produto educacional

Equações envolvidas

Neste jogo é possível abordar as seguintes equações:

$$s = s_0 + v_m \cdot t; \Delta s_1 = \Delta s_2.$$

Roteiro

1. Clicar no botão Play para iniciar o jogo;
2. Ler a próxima dica e clicar no botão "Entendi"; clicar na placa do carro branco para visualizar as informações por meio de um gráfico;
3. Surgirá um gráfico de velocidade por tempo. Você deve converter a velocidade de km/h para m/s e encontrar o deslocamento escalar do veículo. Esse deslocamento será igual a posição atual do veículo em metros. Anotar a velocidade em m/s e a posição atual em metros;
4. Fechar o gráfico e clicar na placa do carro azul;

5. Determinar a velocidade média e a posição inicial do carro azul, com a velocidade em m/s e a posição inicial em metros, da mesma forma que foi feito para o carro branco;
6. Fechar o gráfico do carro azul e calcular a diferença de velocidade entre os veículos com o resultado em m/s;
7. Calcular a distância entre os carros (diferença de posição ou deslocamento escalar horizontal de uma placa à outra);
8. Calcular o tempo necessário para o encontro dos veículos com base na diferença de velocidade e na diferença de posições;
9. Considerando que a posição final do veículo coincidirá com a posição da placa do precipício, calcular a posição de encontro dos veículos que será exatamente na placa do precipício. Essa posição pode ser calculada usando a função horária da posição no MRU de qualquer um dos veículos.
10. Calcular a distância entre a ponte móvel e a placa de início do precipício;
11. Calcular a velocidade escalar média da ponte móvel (m/s) com base no tempo de encontro dos carros e na distância entre a posição inicial da ponte móvel à placa que marca o início do precipício;
12. Clicar no botão apropriado "informar dados", informar a velocidade e confirmar; clicar no botão "Play" e observar o resultado.

Jogo 11 - Função horária da velocidade no MUV

Objetivo

O jogo 11, mostrado na **Figura 17**, tem como objetivo praticar a função horária do espaço no MRU, da velocidade e da aceleração no MRUV e abordar o conceito de aceleração escalar (por definição).

Lógica do jogo:

Ao clicar no botão 'Play' os carros entram em movimento, sendo que o carro amarelo se move em MRUV, o azul em MRU.

Os dois carros deverão parar em locais predefinidos. Placas surgirão assim que os veículos pararem. Usando as placas do carro amarelo é possível encontrar a aceleração do veículo, por definição.

Ao clicar no 'Gênio' ele informará a velocidade que o carro amarelo terá ao chegar à embaixada.

Considerando a velocidade mostrada na segunda placa como sendo a velocidade inicial do carro amarelo e, considerando a velocidade na embaixada (mostrada pelo 'gênio' como sendo a velocidade final), e, usando a aceleração que já foi encontrada, é fácil encontrar o tempo de movimento do carro amarelo, desde a placa atual até a embaixada.

Usando esse tempo encontrado, a posição da embaixada e a posição do carro azul, é fácil encontrar a velocidade média do veículo azul.

O desafio do jogo é encontrar a velocidade média do carro azul para que ambos os veículos cheguem juntos à embaixada.

Figura 17 - Jogo 11: Função horária da velocidade no MUV



Fonte: Criado pelo autor (2020), imagem do produto educacional

Equações envolvidas

Neste jogo é possível praticar as seguintes funções:

$$v = v_0 + a \cdot t; a_m = \frac{v - v_0}{t - t_0}; t = \frac{v - v_0}{a}; v_m = \frac{s - s_0}{t - t_0} \text{ ou } v_m = \frac{s - s_0}{t} \text{ (quando } t_0 = 0 \text{)}.$$

Roteiro

1. Clique no botão "Play" para iniciar o jogo;
2. Leia e confirme a informação que vai surgir. A seguir, clique no gênio para receber informação do carro amarelo; anote a informação e feche a tela (essa informação será usada mais tarde);
3. Por enquanto, calcule a aceleração do carro amarelo, com base nas informações das placas.
4. Você precisa prever em quanto tempo o carro amarelo chegará à embaixada.
5. Com o valor de velocidade final fornecido pelo gênio, combine com a aceleração que você já encontrou e com a velocidade atual do carro amarelo, mostrada na segunda placa; é útil usar a equação $v = v_0 + a \cdot t$, substituir os valores e encontrar o tempo previsto para que o carro amarelo chegue à embaixada.

6. Anotar a posição da embaixada e a posição do carro azul.

7. Com base nas posições do carro azul e da embaixada e no tempo calculado anteriormente, determine a velocidade média do carro azul, para que ele chegue à embaixada ao mesmo tempo que o veículo amarelo;

8. Clicar no botão para configurar a velocidade e informe o valor encontrado. Use o ponto como separador decimal, pois esse sistema está no padrão americano.

9. Clicar no botão "Play" e aguardar o resultado.

Jogo 12 - Função horária da velocidade no MUV e Equação de Torricelli

Objetivo

O jogo 12, mostrado na **Figura 18**, tem como objetivos: praticar a função horária do espaço no MRU e da velocidade no MUV; revisar o conceito de aceleração (por definição) e conhecer a equação de Torricelli; calcular a velocidade média do carro azul para que os dois veículos cheguem juntos à embaixada.

Figura 18 - Jogo 12: Função horária da velocidade no MUV e Equação de Torricelli



Fonte: Criado pelo autor (2020), imagem do produto educacional

Lógica do jogo:

1. Usando os dados das placas do carro amarelo e, usando a equação de Torricelli, é possível calcular a aceleração desse veículo;

2. Usando os dados da segunda placa do carro amarelo, a posição da embaixada e a equação de Torricelli, é possível prever a velocidade final do veículo, no momento em que ele chegar à embaixada;

3. Com a velocidade inicial (v_2 do carro amarelo) e a velocidade final dele (na embaixada) e a aceleração (calculada no item 1), é possível prever o tempo de movimento do carro amarelo, desde a sua posição atual (placa 2) até a embaixada;

4. Com o tempo encontrado no item 3, a posição atual do veículo azul e a posição da embaixada, é possível encontrar a velocidade média (v_m) do carro azul.

Equações envolvidas

$$v_f = \sqrt{v_0^2 + 2a(s - s_0)}; a = \frac{v^2 - v_0^2}{2(s - s_0)}; t = \frac{v_f - v_0}{a}; v_m = \frac{s - s_0}{t - t_0} \text{ ou } v_m = \frac{s - s_0}{t} \text{ (quando } t_0 = 0).$$

Roteiro

1. Confirme a primeira tela ou aguarde que ela se feche;
2. Clique no botão 'Play' para iniciar o jogo;
3. Leia a dica para saber o que tem que fazer, suas ações no jogo. Confirme a dica para fechá-la;
4. Note que os carros se moveram e surgiram três placas, sendo duas do carro amarelo e uma do carro azul;
5. Com base nas informações das placas do carro amarelo é possível calcular a aceleração dele. Dica: Use a equação de Torricelli e isole a aceleração;
6. A velocidade média do carro azul, que é o objetivo do jogo, só pode ser encontrada se tivermos o tempo de movimento do carro amarelo, desde a sua posição atual até a embaixada. Para encontrar esse tempo é preciso, por exemplo, saber sua velocidade quando estiver na embaixada.
6. Encontrar a velocidade final do carro amarelo por meio da fórmula da velocidade final, adaptada da equação de Torricelli, onde: v_0 é a velocidade atual do carro; s = posição da embaixada; s_0 = posição atual do carro amarelo. Uma outra forma a velocidade final do carro amarelo na embaixada: $v_f = \sqrt{v_0^2 + 2 \cdot a \cdot \Delta s}$, onde Δs é o deslocamento escalar do carro amarelo, desde sua posição atual até a embaixada;
7. Com a velocidade final, pode-se encontrar o tempo de movimento do carro amarelo, desde sua posição atual, até a chegar à embaixada, usando: $v = v_0 + a \cdot t \rightarrow t = \frac{v_f - v_0}{a}$, onde v_f é a velocidade do carro amarelo lá na embaixada, v_0 é a velocidade v_2 do carro amarelo e a é a aceleração do carro amarelo;
8. Para encontrar a velocidade média (v_m) do carro azul, basta fazer: $v_m = \frac{s_f - s_0}{t}$, onde v_m é a velocidade escalar média, s_f é a posição da embaixada, s_0 é a posição atual do carro azul e t é o tempo de movimento do carro amarelo, desde a placa 2 até a embaixada;
9. Clique no botão de "informar dados para o jogo", informe a velocidade e confirme.
10. Clique no botão "Play".

Jogo 13 - Gráficos Sxt (MRU) e Vxt (MUV)

Objetivo

O jogo 13, mostrado na Figura 19, tem como objetivo consolidar a aprendizagem das funções horárias do espaço e da velocidade nos movimentos MRU e MRUV, além de revisar a interpretação de gráficos, tais como Sxt (MRU) e Vxt (MUV).

A meta do jogo é calcular a velocidade média do carro azul para que os dois veículos cheguem juntos à embaixada, tendo como suporte de informação gráficos vxt (MRUV) e sxt (MRU).

Figura 19 - Jogo 13: Gráficos Sxt (MRU) e Vxt (MUV)



Fonte: Criado pelo autor (2020), imagem do produto educacional

Equações envolvidas

$$v_f = \sqrt{v_0^2 + 2a(s - s_0)}; a = \frac{v^2 - v_0^2}{2(s - s_0)}; t = \frac{v_f - v_0}{a}; v_m = \frac{s - s_0}{t - t_0} \text{ ou } v_m = \frac{s - s_0}{t} \text{ (quando } t_0 = 0).$$

Roteiro

1. Fechar qualquer tela que estiver aberta e clicar no botão 'Play';
2. Ler a dica que aparecerá e confirmá-la ou fechá-la;
3. Clicar na placa do carro amarelo e interpretar o gráfico vxt (MRUV) para usar as informações dele e fazer os cálculos necessários;
5. Determinar a aceleração média do carro amarelo, por definição;
6. Considerando o movimento desde a origem, usar a aceleração escalar média ou a função horária da velocidade no MRUV e calcular a velocidade inicial (v_0);

Informação fundamental: a maior velocidade apresentada no gráfico é a velocidade final do veículo, quando ele chegar à embaixada. O maior tempo mostrado no gráfico é o tempo total de movimento. Essa informação é relevante e deve ser levada em consideração.

7. Usando a equação de Torricelli, a velocidade inicial (v_0), a velocidade final e a aceleração, determinar o deslocamento escalar total do carro amarelo, que será exatamente a posição da embaixada;

Obs.: Também é possível calcular a posição da embaixada, considerando que o veículo partiu da origem das posições, com a velocidade inicial (v_0) e com a aceleração já calculada e se moveu pelo tempo máximo mostrado no gráfico. Então, basta usar a função horária do espaço no MRUV.

8. Anotar a posição da embaixada, já calculada;

9. Calcular o intervalo de tempo de movimento do carro amarelo. Esse será o tempo necessário para que o veículo parta da placa atual até a embaixada;

Cuidado! Esse tempo é diferença entre o tempo máximo e o tempo que representa a posição atual do carro amarelo. Veja isso no gráfico.

10. Fechar o gráfico do carro amarelo e clicar na placa do carro azul;

11. Calcular a velocidade média atual do carro azul, por definição;

Obs.: Cuidado para usar os tempos coincidentes com as posições.

12. Observar o gráfico e anotar o tempo correspondente à posição atual do carro azul;

13. Usar a função horária das posições no MRU e determinar a posição atual do carro azul;

Atenção para que, na variação do tempo, seja usado o tempo correspondente à posição atual do veículo azul.

14. Fechar o gráfico do carro azul;

15. Com base na posição da embaixada, na posição atual do carro azul e no tempo de movimento do carro amarelo (da placa dele até a embaixada), determinar a velocidade média ideal do carro azul, tal que os dois carros cheguem juntos à embaixada;

16. Clicar no botão de informar dados para o jogo;

17. Informar a velocidade média ideal do carro azul e confirme;

18. Clicar no botão 'Play' e observar o resultado.

Jogo 14 - Gráficos Sxt (MRU); Vxt (MUV); Equação de Torricelli

Objetivo

O jogo 14, mostrado na **Figura 20**, tem como objetivos: explorar informações do gráfico $v \times t$ no MUV e do gráfico $s \times t$ no MRU; interpretar os gráficos para retirar deles as informações necessárias para utilizar nas equações do movimento; calcular a velocidade do carro azul para que os dois veículos cheguem juntos à embaixada; compreender que o deslocamento escalar é

numericamente igual à área delimitada entre a linha do gráfico e o eixo do tempo em um gráfico da velocidade em função do tempo ($v \times t$ no MUV).

Figura 20 - Jogo 14: Gráficos Sxt (MRU); Vxt (MUV); Equação de Torricelli



Fonte: Criado pelo autor (2020), imagem do produto educacional

Equações envolvidas

As seguintes equações podem ser exploradas neste jogo:

$$s - s_0 = \frac{(v_0 + v) \cdot t}{2}; a = \frac{v - v_0}{t - t_0}; t = \frac{v - v_0}{a}; v_m = \frac{s - 0}{t - t_0}; s = s_0 + v_m \cdot t; v = v_0 + a \cdot t.$$

Roteiro

1. Fechar qualquer tela aberta e clicar no botão 'Play';
2. Ler a dica que surgirá e confirmá-la ou fechá-la;
3. Clicar na placa do carro amarelo e anotar as informações;
4. Determinar a aceleração média do veículo amarelo, por definição;
5. Usando novamente o conceito de aceleração escalar média ou a função horária da velocidade no MRUV, considerando o movimento desde a origem e o tempo maior como o tempo previsto para o carro se mover até a embaixada, calcular a velocidade inicial (v_0);
6. Usando a equação de Torricelli, a velocidade inicial (v_0), a aceleração já calculada e a velocidade final (que está no gráfico), determinar o deslocamento escalar total do carro amarelo, que será exatamente a posição da embaixada ($\Delta s = \frac{v_f^2 - v_0^2}{2a}$);

Obs.: Também é possível calcular a posição da embaixada, considerando que o veículo partiu da origem das posições, com a velocidade inicial (v_0) e com a aceleração já calculada e se moveu pelo tempo máximo mostrado no gráfico. Então, basta usar a função horária do espaço no MRUV.

Curiosidade 1:

O deslocamento escalar total também pode ser calculado através da área abaixo do gráfico. Nesse caso a área total colorida, equivalente à área de um trapézio.

$A = (B + b) \cdot h / 2$ (Área de um trapézio, por definição)

$\Delta s_{\text{carro_amarelo}} = (v_0 + v_f) \cdot t_{\text{tot}} / 2$

Curiosidade 2:

A área verde, que se pode observar na Figura 20 (acima) nos dá o deslocamento do carro, desde sua posição atual até a embaixada. Subtraindo a área amarela de toda a área colorida abaixo do gráfico, você encontra a posição atual do carro.

7. Anotar a posição da embaixada;

8. Calcular o intervalo de tempo de movimento do carro amarelo. Esse será o tempo necessário para que o veículo parta da posição atual até a embaixada;

Observar que o gráfico exibe os tempos t_0 e t_f .

9. Fechar o gráfico do carro amarelo e clique na placa do carro azul;

10. Calcular a velocidade média atual do carro azul, por definição;

11. Calcular a posição atual do carro azul;

Dica: $s = s_0 + v_m \cdot \Delta t$ e $pos_{atual} = pos_{fin} - v_m \cdot (t_{fin} - t_{pos_{atual}})$

12. Com base na posição da embaixada, na posição atual do carro azul e no tempo de movimento do carro amarelo (da placa dele até a embaixada), determinar a velocidade média ideal do carro azul, tal que os dois carros cheguem juntos à embaixada;

13. Fechar o gráfico do carro azul;

14. Clicar no botão de informar dados para o jogo;

15. Informar a velocidade média ideal do carro azul e confirme;

16. Clicar no botão 'Play' e observar o resultado.

Jogo 15 - Lançamento horizontal e queda livre, MRU e MUV

Objetivo

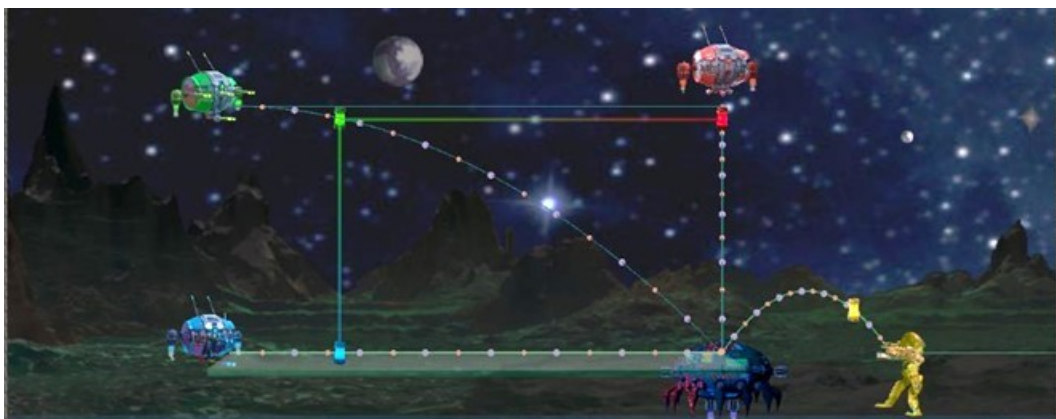
O jogo 15, mostrado na **Figura 21**, tem como objetivo compreender o significado físico do lançamento horizontal, do lançamento oblíquo e da queda livre por mecanismos visuais e por meio de manipulação de equações, permitindo-se a visualização simultânea dos três lançamentos; utilizar o tempo de queda livre como variável básica para calcular velocidades iniciais em lançamentos horizontal e oblíquo; perceber, visualmente, os lançamentos horizontal e oblíquo como sendo movimentos bidimensionais (MU e MUV, quando se despreza a resistência do ar); usar conhecimentos físicos para manipular as componentes da velocidade no lançamento oblíquo, de modo a atingir um alvo, num tempo determinado.

Este jogo aborda, num único cenário, a queda livre e os lançamentos horizontal e oblíquo possibilitando que o jogador observe e relacione a velocidade horizontal (no lançamento oblíquo) com a velocidade horizontal no MRU.

Vale ressaltar que o jogo despreza a resistência do ar e quaisquer forças externas, uma vez que, tem como objetivo abordar, de forma introdutória, estes conceitos, para alunos do 1º Ano do Ensino Médio.

As velocidades dos explosivos verde, azul e amarelo precisam ser calculadas em função do tempo de queda livre do explosivo vermelho; todos os projéteis (explosivos) deverão atingir a nave alienígena, simultaneamente.

Figura 21 - Jogo 15: Lançamento horizontal e queda livre, MRU e MUV



Fonte: Criado pelo autor (2020), imagem do produto educacional

Equações envolvidas

$s = s_0 + v_0 \cdot t + \frac{at^2}{2}$ ou $h = h_0 + v_0 \cdot t - \frac{gt^2}{2}$; $t = \sqrt{\frac{2 \cdot (s - s_0)}{a}}$; $v = v_0 + a \cdot t$;
 $v_{0y} = a \cdot \frac{\Delta t}{2}$ (onde Δt é o tempo total de movimento e $\Delta t/2$ é o tempo para o móvel atingir a altura máxima); $s = s_0 + v \cdot \Delta t$; $v_{0x} = \frac{x - x_0}{\Delta t}$ (onde Δt é o tempo de queda livre e $(x - x_0)$ é o deslocamento escalar horizontal até o alvo).

Roteiro

1. Clicar no botão 'Play' para iniciar o jogo; seguir as orientações do jogo;
2. Anotar as posições dos explosivos e da nave alien; observar o valor da aceleração gravitacional local; observar que a velocidade inicial do explosivo vermelho é nula;

Considerar um ambiente sem atmosfera e desprezar o atrito; calcular o tempo de queda do explosivo vermelho, considerando a altura inicial e a altura final, que é a posição y da nave alienígena, que está logo abaixo do drone vermelho.

3. Substituir os dados e encontrar o tempo de queda;

4. Calcular a velocidade horizontal do explosivo verde;
5. Calcular a velocidade horizontal do explosivo azul.
6. Calcular a velocidade horizontal do explosivo amarelo (que está na mão do robô amarelo).
7. Calcular a velocidade vertical do explosivo amarelo usando como tempo para altura máxima a metade do tempo de queda do explosivo vermelho;
8. Desativar o plano cartesiano (as informações de posição);
9. Clicar no botão com ícone de velocímetro para informar dados de velocidade. Informar todos os dados e salvar; clicar no botão "Play".

Jogo 16 - Lançamento horizontal, queda livre, MRU e MUV

Objetivo

O jogo 16, mostrado na Figura 22, tem como objetivo geral a resolução de uma situação-problema envolvendo o lançamento horizontal. O jogador tem como objetivos específicos: fazer com que a bola caia sobre um alvo abaixo do ponto de lançamento horizontal e calcular o tempo de queda da bola, considerando a altura entre a posição inicial da bola e do alvo.

Ressalta-se que o jogo despreza a influência da resistência do ar; também se considera constante a aceleração de queda livre; despreza-se os efeitos da rotação da bola e de todas as forças externas que possam influenciar no movimento.

Figura 22 - Jogo 16: Lançamento horizontal, queda livre, MRU e MUV



Fonte: Criado pelo autor (2020), imagem do produto educacional

Equações envolvidas

$$h = h_0 + v_0 \cdot t - \frac{gt^2}{2}; t = \sqrt{\frac{2 \cdot (s - s_0)}{a}}; s = s_0 + v \cdot t; v_{0x} = \frac{x - x_0}{t}.$$

Roteiro

1. Clicar no botão "Play";
2. Clicar no botão "Informações do jogo";

3. Calcular o tempo necessário para que a bola caia verticalmente sob o efeito da aceleração gravitacional, considerando que o movimento vertical da bola obedece às leis físicas de uma queda livre (num local onde a resistência do ar pode ser desprezada).

4. Calcular a distância horizontal entre a bola e o alvo. Com essa distância, que será a componente horizontal do deslocamento escalar da bola, calcule a velocidade de lançamento.

5. Clique no botão de "editar informações", informe a velocidade e confirme.

6. Clique no botão "Play".

Jogo 17 - Ângulo, módulo e componentes da velocidade no MUV

Objetivo

O jogo 17, mostrado na Figura 23, tem como objetivo compreender o significado físico do lançamento horizontal, do lançamento oblíquo e da queda livre por mecanismos visuais e por meio de manipulação de equações, com visualização imediata do resultado; perceber os lançamentos horizontal e oblíquo como sendo movimentos bidimensionais (sob ação da aceleração gravitacional); usar conhecimentos físicos e raciocínio lógico para manipular as componentes da velocidade no lançamento oblíquo, de modo a atingir um alvo, num tempo determinado; aplicar o conceito de módulo da velocidade de um vetor; determinar o ângulo de lançamento de um projétil por meio das componentes do vetor velocidade.

Este jogo aborda, num único ambiente virtual, a queda livre e os lançamentos horizontal e oblíquo; facilita ao jogador relacionar a velocidade horizontal, no lançamento oblíquo (com ausência de forças externas), com a velocidade horizontal no MRU; permite a visualização imediata da trajetória do movimento de um projétil em função do módulo da velocidade e do ângulo de lançamento.

Figura 23 - Jogo 17: Ângulo, módulo e componentes da velocidade no MUV



Fonte: Criado pelo autor (2020), imagem do produto educacional

Equações envolvidas

Neste jogo é possível trabalhar com estas equações:

$$h = h_0 + v_0 \cdot t + \frac{at^2}{2}; t = \sqrt{\frac{2 \cdot (s - s_0)}{a}}; v = v_0 + a \cdot t \text{ ou } v_y = v_{0y} - g \cdot t;$$

$$s = s_0 + v \cdot t; v_{0x} = \frac{x - x_0}{t}; |\vec{v}| = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}; \theta = \tan^{-1}\left(\frac{v_y}{v_x}\right).$$

Roteiro

1. Clicar no botão "Play"; ler as informações e confirmar ou fechar a tela; caso não esteja visualizando corretamente os valores, clicar na lupa; anotar as posições dos explosivos; observar o valor da aceleração gravitacional local; considerar um ambiente sem atmosfera e desprezar o atrito; verificar que a velocidade inicial do explosivo vermelho é nula;

2. Com base nas informações mostradas no plano cartesiano, calcular o tempo de queda do explosivo vermelho, considerando a altura inicial e a altura final, que é a posição y da nave alienígena, que está logo abaixo do drone vermelho.

3. Calcular a velocidade horizontal do explosivo verde.

4. Calcular a velocidade horizontal (v_{0x}) do projétil a ser disparado pelo tanque de guerra.

5. Calcular a velocidade vertical do projétil a ser disparado pelo tanque de guerra.

O projétil disparado pelo tanque de guerra subirá e descera no mesmo tempo de queda do explosivo vermelho. Portanto, o tempo de subida deverá ser metade do tempo de queda do explosivo vermelho.

6. Calcule o módulo do vetor velocidade do projétil.

7. Calcule o ângulo de disparo do projétil.

Se estiver usando o Excel o ângulo deve ser calculado assim: $\theta = \text{atan}\left(\frac{v_y}{v_x}\right) * \frac{180}{\text{PI}}$

8. Anote o valor do ângulo.

9. Desative o plano cartesiano.

10. Clique no botão de velocidade para informar os dados; informe os dados; clique em salvar; clique no botão "Play".

Jogo 18 - Função horária da posição no MUV; atingir alvo que se move em MRU

Objetivo

O jogo 18, mostrado na Figura 24, tem como objetivo compreender o significado físico do lançamento horizontal, por meio de manipulação de equações; compreender o conceito de componentes de um vetor, no caso particular das velocidades do drone e do míssil.

Este jogo se propõe a incentivar a aprendizagem da função horária do espaço no MUV, por meio da determinação da aceleração escalar, necessária para que um míssil, disparado por um drone, possa atingir uma nave alienígena que se move em MRU.

Lógica do jogo:

A nave alienígena, mostrada na Figura 24, se move em MRU, bem como o drone. Durante todo o tempo de movimento vertical do míssil a nave alienígena estará se movendo horizontalmente, com velocidade constante.

Em dado momento o jogo fará uma pausa. Por meio de um botão de informação o jogador terá acesso às velocidades do drone e da nave, bem como suas posições.

Procedimentos do jogador:

1. Calcular o tempo de queda do míssil;
2. Considerar nula a velocidade inicial vertical do míssil, já que se trata de um lançamento horizontal;
3. Calcular a posição final da nave alienígena com base no tempo de queda do míssil;
4. Calcular a componente horizontal da aceleração (a_x) para que o míssil atinja a nave; lembrar que o míssil tem velocidade inicial, já que está sendo disparado pelo drone e o mesmo tem $v_0 \neq 0$.
5. Usando um botão específico disposto na tela do jogo, informar essa aceleração, confirmar e clicar no botão "Play".

Observação: A única aceleração vertical à qual o míssil está submetido é a aceleração de queda livre. Por isso a previsão de posição final da nave alienígena deve considerar o tempo de queda do míssil, já que o movimento horizontal do míssil, num ambiente onde se desprezou a resistência do ar, não interfere no seu tempo de queda.

Figura 24 - Jogo 18: Atingir alvo que se move em MRU



Fonte: Criado pelo autor (2020), imagem do produto educacional

Equações envolvidas

Neste jogo é possível trabalhar com estas equações:

$$x = x_0 + v_0 \cdot t + \frac{at^2}{2}; h = h_0 + v_0 \cdot t - \frac{gt^2}{2}; t = \sqrt{\frac{2 \cdot (h - h_0)}{g}};$$
$$v = v_0 + a \cdot t \text{ ou } v_y = v_{0y} - g \cdot t; s = s_0 + v \cdot t; v_{0x} = \frac{x - x_0}{t}.$$

Roteiro

1. Leia a primeira instrução e aguarde a finalização dela ou clique no botão OK; 2. Clique no botão "Play" (para iniciar o jogo); leia e confirme a tela que surgirá;
3. Clique no botão "i" (informação) para conhecer posições e velocidades, do drone e da nave;
4. Anote as posições e velocidades, depois feche a tela.
5. Calcule o tempo de queda do míssil, sabendo que o disparo será horizontal e que a velocidade na direção y é nula, estando ele submetido à aceleração gravitacional, num local onde a resistência do ar pode ser desprezada.
Obs.: a quantidade $h - h_0$ deve ser positiva, uma vez que não existe raiz real de número negativo.
6. Considerando a posição x_0 da nave, v_0 e o tempo já calculado, determine x_f sabendo que o movimento dela é MRU;
7. Considerando a posição atual do drone (a mesma do míssil) e a posição final da nave, bem como a velocidade inicial do míssil e o tempo de queda, determinar a aceleração do míssil;
8. Clique no botão "Informar dados" (ícone de aceleração), informe a aceleração e clique em salvar;
9. Caso queira ver a trajetória clique no botão trajetória, localizado na parte superior da tela do jogo;

10. Clique no botão "Play".

Jogo 19 - Função horária da posição no MRU e introdução ao MRUV

Objetivo

O jogo 19, mostrado na Figura 25, tem como objetivo revisar conceitos de deslocamento escalar, velocidade escalar média (por definição) e função horária do espaço no MRUV, podendo ser utilizado como avaliação de aprendizagem.

O jogador revisará conceitos de função horária do espaço no MRU, praticará conceitos de aceleração escalar média, velocidade escalar média e função horária do espaço no MUV.

Figura 25 - Jogo 19: Função horária da posição no MRU e introdução ao MRUV



Fonte: Criado pelo autor (2020), imagem do produto educacional

Equações envolvidas

$$s(t) = s_0 + v_0t + \frac{at^2}{2}; a(t) = \frac{\Delta v}{\Delta t}; v(t) = \frac{\Delta s}{\Delta t}; s = s_0 + vt.$$

Roteiro

Como se trata de uma verificação de aprendizagem, o roteiro será resumido. Assim, o desafio do jogador é: 1) Encontrar a velocidade do carro branco e a posição atual dele por meio das placas; 2) calcular o tempo necessário para que o carro branco chegue à ponte de pedras; 3) calcular a aceleração do carro azul pela função horária do espaço no MRUV para que os veículos cheguem juntos à ponte de pedras;

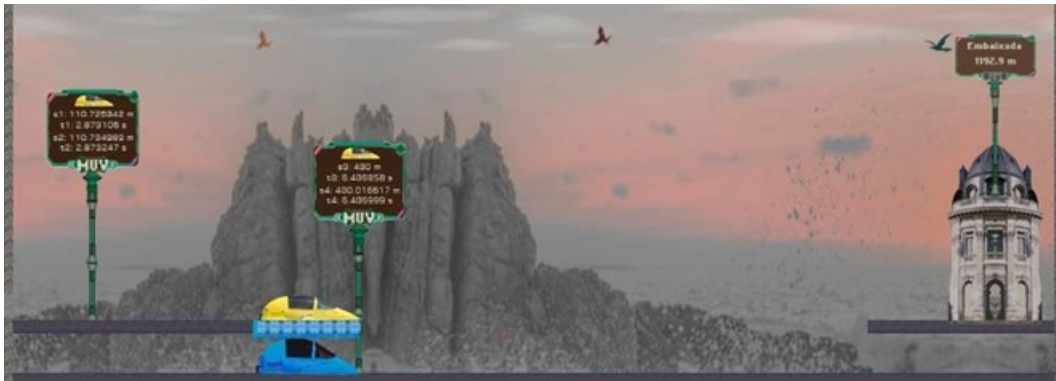
Jogo 20 - Função horária da posição no MRU e introdução ao MRUV – exercício

Objetivo

O jogo 20, mostrado na Figura 26, tem como objetivo praticar conceitos como deslocamento escalar, velocidade escalar média e aceleração escalar média, por definição.

Ao clicar na placa 01 o jogador recebe como informações: s_1, t_1, s_2, t_2 . Com essas informações é possível calcular $v_1 = \frac{\Delta s_1}{\Delta t_1}$. Ao clicar na placa 02 o jogador recebe as informações: s_3, t_3, s_4, t_4 . Com essas informações é possível calcular $v_2 = \frac{\Delta s_2}{\Delta t_2}$. Com as velocidades é possível calcular a aceleração do carro amarelo $a_m = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1}$.

Figura 26 - Jogo 20: Função horária da posição no MRU e introdução ao MRUV



Fonte: Criado pelo autor (2020), imagem do produto educacional

Equações envolvidas

$$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t}; a_m = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1}$$

Roteiro

1. Clicar no botão play e aguardar o carro foguete amarelo se movimentar até uma primeira parada.
 2. Ler a tela de informação e confirmá-la;
 3. O carro amarelo deverá parar sobre o carro azul. Neste instante, placas surgirão com informações sobre a posição do veículo amarelo ao longo do tempo. Porém, as informações estão muito pequenas;
 3. Para ampliar a visualização das informações das placas, basta clicar sobre elas;
 4. Com base nas informações das placas é possível determinar a aceleração escalar média do carro amarelo, bem como a sua velocidade final;
 5. Seu objetivo é fornecer a velocidade atual e a aceleração do carro amarelo para o carro azul, já que ambos precisam ter mesma velocidade e aceleração para chegarem juntos à embaixada.
 6. Após informar os dados solicitados, basta clicar no botão play e observar o resultado.
- Obs.: Esse é um jogo de avaliação de aprendizagem. Sendo assim, o roteiro está bastante resumido.

Jogo 21 - Função horária da posição no MRU e introdução ao MRUV – desafio

Objetivo

O jogo 21, mostrado na Figura 27, tem como objetivo praticar a função horária da posição no MRUV e a equação de Torricelli; revisar conceitos como deslocamento escalar, velocidade escalar média, aceleração e função horária do espaço no MRUV;

A meta deste jogo é usar as informações das placas para fazer com que os dois carros cheguem juntos à embaixada. O veículo amarelo está mais veloz que o azul. O veículo azul está em movimento MRU e deverá desenvolver uma aceleração tal que, considerando sua velocidade atual como inicial, seja capaz de alcançar o carro amarelo exatamente na porta da embaixada.

Figura 27 - Jogo 21: Função horária da posição no MRU e introdução ao MRUV



Fonte: Criado pelo autor (2020), imagem do produto educacional

Equações envolvidas

$$S = s_0 + v_0 \cdot t + \frac{at^2}{2}; v = v_0 + a \cdot t; S = S_0 + v_0 \cdot t$$

Roteiro

1. Leia a dica e clique no botão "Entendi";
2. Clique no botão "Play" para iniciar o jogo; Surgirá uma tela com dicas. Leia e confirme-a;
3. Surgirão placas com informações sobre os veículos.
4. Clique na primeira placa do carro amarelo, observe os dados fornecidos e calcule a velocidade escalar média do veículo, por definição. A seguir, feche a placa;
5. Clique na segunda placa do carro amarelo, observe os dados fornecidos na placa e calcule a velocidade escalar média do veículo, por definição. A seguir, feche a placa;
6. Calcule a variação de velocidade, considerando as velocidades nas duas placas;
7. Calcule a variação de tempo do movimento do carro amarelo, considerando t_2 e t_4 ;

8. Calcule a aceleração escalar média do carro amarelo (por definição);

Dica: use os dados dos passos 6 e 7.

9. Considere que o carro amarelo continuará seu movimento da placa 02 até a embaixada e, nesse caso, a velocidade encontrada na placa 02 deve se tornar a velocidade inicial para esse movimento, pois haverá uma velocidade final na embaixada;

10. Determine o tempo necessário para que o carro amarelo chegue à embaixada. Você usará a função horária do espaço no MRUV. Para calcular o tempo deverá resolver uma equação do 2º grau;

Tome os seguintes cuidados:

$$S = s_0 + v_0 \cdot t + \frac{at^2}{2}$$

Ao resolver essa equação do 2º grau os coeficientes da equação serão:

$$\mathbf{a} = \text{aceleração}/2; \mathbf{b} = v_0; \mathbf{c} = s_0 - s$$

Outro modo de calcular o tempo:

Usar a equação de Torricelli para prever a velocidade final. Onde V_f é o que se procura, V_0 é a velocidade deduzida na placa 2 e o deslocamento é a distância da posição s_4 até a embaixada. Uma vez encontrada a velocidade final, basta usar a função horária da velocidade no MRU ($v = v_0 + a \cdot t$) e encontrar o tempo.

11. Clique na placa do carro azul (no caso a mais baixa);

12. A placa traz informações da posição e do tempo de movimento. Com essas informações, determine a velocidade inicial do carro azul sabendo que esse veículo, inicialmente se move em MRU. Considere que esse veículo partiu da origem das posições.

$$\text{Equação ideal: } S = S_0 + v_0 \cdot t$$

13. Feche a janela da placa do carro azul.

14. Calcule a aceleração do carro azul tal que ambos os veículos cheguem juntos à embaixada. Dica: use a função horária do espaço no MRUV. Saiba que a posição final do carro azul deve ser a localização da embaixada;

15. Clique no botão apropriado e informe a aceleração;

16. Clique no botão "Play" e aguarde o resultado.

Jogo 22 - Atingir alvo que cai em queda livre; MRU e MUV - Desafio do balão

Objetivo

O jogo 22, mostrado na Figura 29, tem como objetivo compreender e aplicar a função horária do espaço no MRU em situações reais ou simuladas; aplicar corretamente a função

horária dos espaços no MRUV, bem como compreender e saber interpretar e utilizar seus coeficientes; calcular o tempo total que um móvel permanece no ar, quando submetido aos movimentos: MRU, seguido de MRUV, com lançamento vertical e queda livre; praticar as funções horárias da posição no MRU e MRUV; exercitar conceitos de velocidade média no MRU; analisar situações e saber verificar o tipo de movimento e a equação função adequada que se relaciona a ele; analisar e modelar situações-problema, avaliar e elaborar esquemas, elaborar estratégias, gerar relatório procedimental.

Neste jogo o professor deve solicitar que o aluno/jogador escreva um relatório explicando os procedimentos estratégicos utilizados para superar o desafio, incluindo as equações e os cálculos.

Lógica do jogo:

O balão subirá com a pedra de fogo e, a partir de certa altura a abandonará. A pedra continuará a subir, por inércia, porém cada vez mais lenta, devido à aceleração gravitacional, até parar e inverter o sentido do movimento, descendo em queda livre.

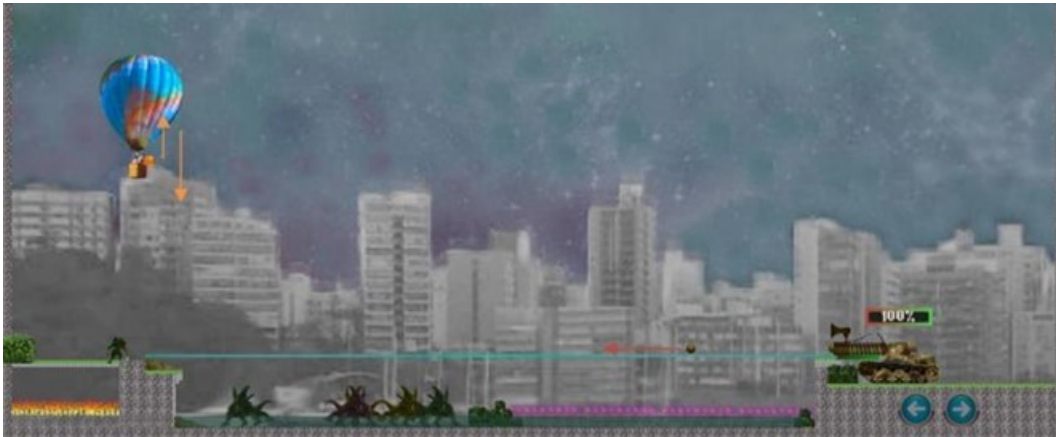
O jogo fornece as condições para isso, disponibilizando um sonar pelo qual se poderá calcular a distância horizontal entre o projétil e a pedra de fogo e fornecendo informações do balão, por meio das quais é possível calcular o tempo total de movimento da pedra de fogo, até o retorno a sua posição inicial. Usando a distância Δs_x e o tempo de permanência no ar da pedra de fogo, é possível calcular a velocidade do projétil, que será disparado horizontalmente, para atingir a pedra de fogo na iminência dela atingir a base de vidro. Para entender melhor este jogo ative a inteligência artificial para obter uma demonstração completa de como jogar. Em seguida, clique no botão “Play”. Veja o botão da I.A. na **Figura 28**:

Figura 28 - Inteligência Artificial do jogo do balão (jogo 22)



Fonte: Criado pelo autor (2020), imagem do produto educacional

Figura 29 - Jogo 22: Atingir alvo que cai em queda livre; jogo do balão



Fonte: Criado pelo autor (2020), imagem do produto educacional

Equações envolvidas

Neste jogo é possível praticar as seguintes equações:

$$s = s_0 + v_0 \cdot t; h = h_0 + v_0 \cdot t - \frac{gt^2}{2}; v = v_0 + at; a(t) = \frac{\Delta v}{\Delta t}; v(t) = \frac{\Delta s}{\Delta t}.$$

Roteiro

1. Leia a dica e confirme a primeira tela. A seguir, aproxime o tanque o máximo possível da base de vidro;
2. Leia e confirme a próxima dica;
3. Clique no botão "Ativar o sonar" e aguarde a animação do som e do eco;
4. Leia e confirme a próxima dica. A seguir, observe duas informações importantes: a velocidade do som no local e o tempo de ida e volta do som. Com esses dados, calcule a distância entre o projétil e a pedra de fogo;
5. Feche a tela do sonar;
6. Confirme a próxima dica e clique no botão "informações do jogo" para obter informações sobre o balão; leia e feche qualquer tela de dica que aparecer;
7. Na tela de informações do jogo, observe três informações fundamentais: a velocidade inicial do balão, a altura para soltar a pedra e aceleração gravitacional local. Anote esses dados e feche a tela.
8. Calcule o tempo de movimento da pedra em MRU (a subida com o balão).
9. Calcule o tempo em MUV.
10. Encontre o tempo total somando o tempo em MRU e o tempo em MUV.
11. Calcule a velocidade do projétil dividindo a distância (calculada no item 4) pelo tempo total de movimento da pedra de fogo.
12. Se a tela de informações do jogo estiver aberta, feche-a.

Ative os botões do jogo e clique no botão de "informar dados para o jogo" (tem o ícone de velocidade), para informar a velocidade do projétil. Informe a velocidade e clique no botão salvar.

13. Ative os botões do jogo e clique no botão "Play".

14. Aguarde a queda da pedra de fogo.

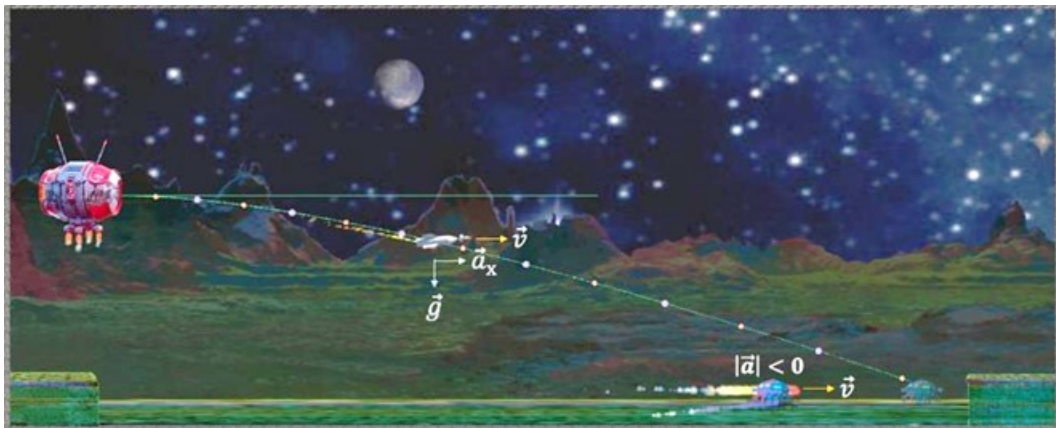
Jogo 23 - Equação de Torricelli – Revisão

Objetivo

O jogo 23, mostrado na Figura 30, tem como objetivo praticar a Equação de Torricelli. Objetivos específicos: prever a posição final de um móvel que está desacelerando em MRUV até parar, com base na posição atual, velocidade inicial e aceleração; visualizar a trajetória de um projétil que se move em MUV na horizontal e na vertical, simultaneamente.

Lógica do jogo: Uma nave alienígena se move em MRUV e um drone vermelho, em MRU. Em um dado momento o jogo faz uma pausa para permitir que o jogador colete os dados fundamentais da nave alienígena: posição inicial, velocidade inicial e aceleração. De posse dessas informações o jogador deverá calcular a posição final da nave alienígena.

Figura 30 - Jogo 23: Equação de Torricelli – Revisão



Fonte: Criado pelo autor (2020), imagem do produto educacional

Equações envolvidas

$$v^2 = v_0^2 - 2 \cdot a \cdot \Delta s; s = s_0 + \Delta s.$$

Roteiro

1. Leia a mensagem sobre o objetivo do jogo e clique "OK" ou aguarde o fechamento automático; 2) clique no botão "Play" para iniciar o jogo; 3) clique no botão "i" (informação), no centro inferior da tela, para exibir informações sobre a nave alienígena; 4) Anote as informações e, usando a Equação de Torricelli, calcule a posição final da nave; 5) Feche a tela

de informações da nave; 6) clique no botão informar dados (tem uma régua e um lápis), para informar a posição final calculada; 7) informe a posição (usando o ponto como separador decimal) e clique no botão "Salvar"; 8) clique no botão "Mostrar/Ocultar as trajetórias" no centro superior, caso queira ver a trajetória do míssil; 9) clique no botão "Play" para iniciar o disparo do míssil. Observe o que acontece.

Jogo 24 - Princípio Fundamental da Dinâmica e Equação de Torricelli

Objetivo

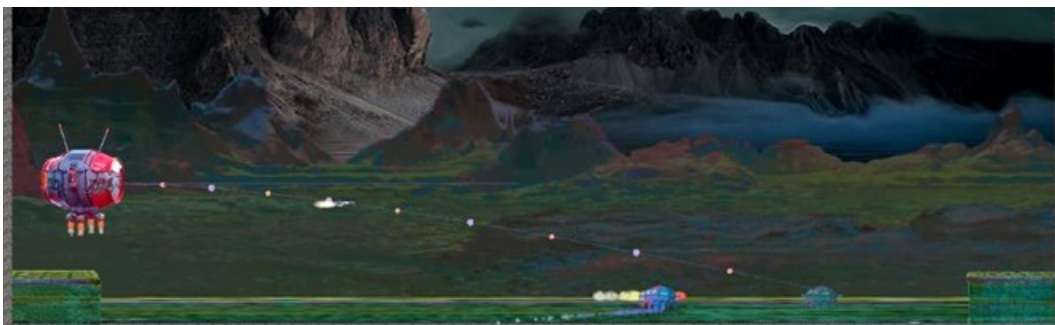
O jogo 24, mostrado na **Figura 31**, tem como objetivos: praticar o Princípio Fundamental da Dinâmica, juntamente com Equação de Torricelli por meio de uma situação-problema; calcular a aceleração do móvel usando o Princípio Fundamental da Dinâmica e prever sua posição final usando a Equação de Torricelli.

Lógica do jogo:

A nave alienígena se move em MRUV (retardado) e o drone vermelho, em MRU. Em um dado momento o jogo faz uma pausa para permitir que o jogador colete os dados fundamentais da nave alienígena: posição inicial, velocidade inicial e aceleração. Nesse mesmo momento, uma força começa a agir no sentido contrário ao movimento, iniciando o movimento retardado da nave alienígena.

O jogador deverá calcular a posição final da nave alienígena a qual estará desacelerando em MRUV até parar. Para isso ele usará a posição atual, velocidade inicial, a massa e a força, sabendo que o movimento da nave é retardado em função da força agir em sentido contrário ao movimento.

Figura 31 - Jogo 24: Princípio Fundamental da Dinâmica e Equação de Torricelli



Fonte: Criado pelo autor (2020), imagem do produto educacional

Equações envolvidas

$$v^2 = v_0^2 - 2 \cdot a \cdot \Delta s; s = s_0 + \Delta s; F = m \cdot a.$$

Roteiro

1. Leia a mensagem sobre o objetivo do jogo e clique "OK" ou aguarde o fechamento automático;
2. Clicar no botão "Play" para iniciar o jogo;
3. Clicar no botão "i" (informação), no centro inferior da tela, para exibir informações sobre a nave alienígena;
4. Usar a força e a massa fornecidas para calcular a aceleração da nave;
5. Usar a Equação de Torricelli para calcular o deslocamento da nave, sabendo que ela está em desaceleração (movimento retardado), uma vez que a força age em sentido contrário ao deslocamento;
6. Somar esse deslocamento Δs com a posição inicial para determinar a posição final;
7. Fechar a tela de informações;
8. Clicar no botão "Informar dados para o jogo" e inserir a informação de posição final.
Clicar no botão "Salvar";
9. Clicar no botão "Trajetória" localizado no canto superior direito da tela caso queira ver a trajetória do míssil;
10. Clicar no botão "Play" para iniciar o disparo do míssil.
11. Aguardar o resultado.

Jogo 25 - Lei de Hooke e conservação de energia

Objetivo

O jogo 25, mostrado na **Figura 32**, tem como objetivo geral: atingir um alvo a uma distância conhecida, na mesma linha horizontal do ponto de lançamento, usando a energia potencial elástica de uma mola, sendo necessário determinar a constante elástica dela.

Este jogo é bastante dinâmico e permite ao professor criar vários roteiros interessantes. Por meio dele é possível: praticar a equação do alcance horizontal máximo (para lançamento oblíquo com ângulo de 45° e altura final igual à altura inicial); determinar a velocidade inicial do projétil em função do alcance máximo e da aceleração gravitacional local; praticar a modelagem físico-matemática de problemas.

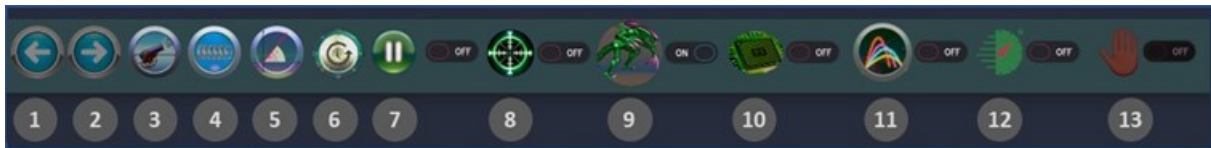
Figura 32 - Jogo 25: Lei de Hooke e conservação de energia



Fonte: Criado pelo autor (2020), imagem do produto educacional

A Figura 33 ilustra os botões de ação do jogo 25. As funções dos botões são as seguintes: 1 e 2 para mover o tanque; 3 para atirar; 4 configurar a deformação da mola; 5 configurar o ângulo; 6 reiniciar o jogo; 7 fazer uma pausa; 8 mostrar localização do projétil; 9 ativar/desativar os inimigos; 10 ativa o modo automático; 11 ativa a trajetória; 12 ativa o cronômetro; 13 informar o momento ideal de fazer a pausa.

Figura 33 - Botões de ação do jogo 25



Fonte: Criado pelo autor (2020), imagem do produto educacional

Equações envolvidas

$$v_y = v_{0y} - g \cdot t; v_0 = \frac{g \cdot t_{h_{\max}}}{\sin(a)}; deform_x = \sqrt{\frac{S_x \cdot m \cdot g}{k}}$$

Roteiro I

Objetivo: calcular a constante elástica da mola por meio da determinação da altura máxima atingida pelo projétil.

1. Para começar, recue o tanque até que ele atinja o limite máximo à esquerda, com o objetivo de conseguir mais espaço horizontal e obter um alcance mais longo para o projétil (use o botão nº 1, mostrado na Figura 33);

2. Observe os botões na barra horizontal inferior (veja a Figura 33). Nela há um botão com a figura de um ângulo (botão 5). Clique nele; configure o ângulo para 45°. Com este ângulo a equação do alcance horizontal fica bem mais simplificada;

3. Clique no botão de trajetórias (botão 11) para visualizar a trajetória do projétil;

4. Clique no botão que mostra uma mola (botão 4) e deforme a mola para 0,1m (uma deformação maior implicaria numa velocidade muito elevada). Confirme 'OK';

5. Ative o botão do cronômetro (botão 12) para cronometrar o tempo de movimento do projétil que será disparado pelo tanque;

6. Ative o botão da mãozinha para receber um aviso no momento ideal para fazer uma pausa (botão 13);

7. Desative o botão do Alien (botão 9) para ocultar os monstros e ganhar espaço horizontal na tela e principalmente para não os atingir. Isso seria desastroso!

8. Você deverá pressionar o botão atirar (botão 3) e manter a atenção para pressionar o botão de pausa (botão 7) quando o projétil atingir a mesma altura do ponto de lançamento. O jogo iniciará o cronômetro automaticamente.

Enfatizando: após o disparo, mantenha a concentração para pressionar o botão de pausa exatamente no momento em que o projétil estiver descendo e sua altura for a mesma daquela quando ele foi disparado.

9. Pressione o botão "Atirar" e esteja atento(a) para pressionar o botão pausa no momento certo.

Com isso você terá o tempo de subida e descida do projétil.

10. Após a pausa, observe o cronômetro e anote o tempo durante o qual o projétil permaneceu no ar.

11. Desative a pausa para que o projétil continue seu trajeto, até que se choque contra algo e seja destruído. Só assim poderá fazer outros disparos do projétil.

Atenção: Se algo deu errado, não se preocupe, leia o próximo passo.

12. Para minimizar os erros, repita os passos 9 a 11 dessa sequência, registrando o tempo em cada uma das jogadas. Você precisa fazer 5 (cinco) registros de tempo, para depois calcular um tempo médio, usando a média aritmética simples.

Dica: Procure fazer a pausa no momento certo.

Nº do disparo Tempo no ar em segundos

1: _____

2: _____

3: _____

4: _____

5: _____

Tempo médio: _____

Observação: calcule o tempo médio fazendo a média aritmética simples dos tempos registrados. Esse tempo médio que você calculou é o tempo total do movimento de subida e descida do projétil (desprezando prováveis erros de medição).

Se calcular a metade dele, você encontrará o tempo de subida até a altura máxima.

Explicando de outro modo: na metade desse tempo médio calculado (acima), o projétil atingiu a altura máxima em relação à altura de lançamento.

Calcule o tempo para atingir a altura máxima (ele é a metade do tempo médio calculado antes).

Tempo p/ altura máxima: _____

Dica importante: você pode usar uma planilha eletrônica para facilitar seus cálculos.

Agora usaremos a função horária da velocidade: $v_y = v_{0y} - g \cdot t$

A intenção é determinar a velocidade inicial, considerando apenas a componente vertical dela (v_{0y}).

Considere que o módulo da aceleração gravitacional é $g = 9,81 \text{ m/s}^2$.

Assim a função horária da velocidade se torna $v_y = v_{0y} - g \cdot t_{h_{\text{máx}}}$.

Importante observar que a componente vertical da velocidade inicial é dada por:

$$v_{0y} = v_0 \cdot \text{sen}(45^\circ)$$

Portanto, a função horária da velocidade deve ser modificada para: $v_y = v_0 \cdot \text{sen}(45^\circ) - g \cdot t_{h_{\text{máx}}}$.

Substituindo as incógnitas pelos valores conhecidos, temos:

$$0 = v_0 \cdot \text{sen}(45^\circ) - g \cdot t_{h_{\text{máx}}}$$

Isolando a velocidade, temos:

$$v_0 = g \cdot \frac{t_{h_{\text{máx}}}}{\text{sen}(45^\circ)}$$

Agora já você pode encontrar a velocidade inicial de lançamento do projétil com base na equação:

$$v_0 = g \cdot \frac{t_{h_{\text{máx}}}}{\text{sen}(45^\circ)}$$

Velocidade inicial prevista: _____ m/s

Despreze a resistência do ar e quaisquer forças de atrito.

Dado: a massa do projétil é 1 kg.

13. Usando a conservação de energia estabeleça uma igualdade entre a energia potencial elástica e a energia cinética para encontrar a constante elástica da mola.

Sabendo que nesse ambiente ideal a energia potencial gravitacional inicial e final são iguais (na mesma linha horizontal do lançamento) e que a mola (considerada ideal) armazena

toda a energia que lhe foi fornecida inicialmente (na compressão dela), o problema é simplificado considerando-se que a energia mecânica é conservada e que, portanto, a energia potencial elástica da mola é totalmente convertida na energia cinética adquirida pelo projétil.

Utilizando essas aproximações, tem-se:

$$\frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}mv^2$$

Cancelando o coeficiente 1/2 nos dois membros da equação: $kx^2 = mv^2$

Onde:

k é a constante elástica da mola;

x é a deformação causada pela compressão da mola;

m é a massa do projétil;

v é a velocidade inicial do projétil.

Lembre-se de que o valor da deformação da mola é $x = 0,1$ m (o roteiro lhe solicitou configurar esse valor).

A massa é **m** = 1 kg (o roteiro lhe forneceu essa informação).

A velocidade inicial (**v₀**) já foi calculada. Portanto, é bem simples encontrar a constante elástica da mola. Basta deduzi-la da equação: $k = (mv^2)/x^2$

14. A constante elástica da mola vale: _____

É interessante que os alunos sejam desafiados a reiniciar o jogo e calcular a novamente a constante elástica da mola, pois o jogo altera essa característica, simulando a substituição da mola sempre que é reiniciado. Não há perigo de cópia do roteiro, pois os valores serão modificados, exigindo o trabalho com procedimentos, atenção, concentração e compreensão do conteúdo.

Deve ser explicado aos alunos que em outra etapa será disparado um projétil sobre o monstro e que será necessário ter precisão. O sucesso do disparo requer o conhecimento da constante da mola.

Roteiro II

Objetivo: descobrir a constante elástica da mola em função do alcance máximo.

Esse procedimento é muito parecido com o anterior. Mas com a diferença que ao invés de lidar com o tempo, você trabalhará com o alcance horizontal máximo.

1. Execute o projeto conhecendo a constante elástica da mola, caso ele não esteja aberto; se estiver aberto, reinicie-o;

2. Recue o tanque ao limite máximo para a esquerda;

3. Configure o ângulo para 45° (botão 5);

4. Deforme a mola para 0,1m (botão 4);

5. Ative a trajetória (botão 11);

Dica: mantenha o cronômetro desativado.

6. Ative o botão alvo (botão 8) para obter informações sobre posição do projétil;

7. Ative o botão da mãozinha para obter um aviso no momento ideal para fazer a pausa (botão 13);

8. Desative o botão do Alien (botão 9) para ocultar os monstros e ganhar espaço horizontal na tela;

9. Faça o disparo (botão 3) e fique atento(a) para fazer a pausa no momento certo (quando o projétil atingir a mesma linha horizontal do ponto de lançamento);

10. Anote o valor da distância final horizontal atingida;

Observe a placa e anote as posições inicial e final (x_0 e x);

11. Desative a pausa para que o projétil continue seu trajeto, até que seja destruído no choque contra o solo;

12. Repita os passos 9 a 11 dessa sequência, registrando a distância atingida em cada lançamento. Você deve fazer cinco registros da posição final e calcular distância atingida ($\Delta s = S_f - S_i$). Entenda Δs como o deslocamento horizontal;

Dica: não mexa na posição do tanque, assim a posição inicial será constante.

Nº do disparo Posição inicial x em metros Posição final x em metros Alcance atingido

1: _____

2: _____

3: _____

4: _____

5: _____

13. Calcule o alcance máximo médio $\overline{\Delta s}$: _____

O alcance máximo médio é a média aritmética simples dos 5 alcances encontrados.

Lembre-se de que, para lançamentos oblíquos, com ângulo igual a 45° e um alvo na mesma linha horizontal do lançamento, o alcance máximo (Δs) é dado por:

$$\Delta s = \frac{v_0^2}{g}$$

Chamando o alcance de Δs e isolando a velocidade, temos: $v_0 = \sqrt{\Delta s \cdot g}$

Onde v_0 é o módulo da velocidade inicial.

14. Com base nessa equação calcule v_0 (em m/s):

$$v_0 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m/s}$$

15. Estamos considerando um caso ideal em que a energia potencial elástica da mola será totalmente convertida em energia cinética. Com essa suposição pode-se estabelecer a igualdade de energias: $(1/2) kx^2 = (1/2) mv^2$.

Dado: a massa do projétil é $m = 1 \text{ kg}$.

Com base nessa igualdade, descubra a constante elástica da mola: $k = (mv^2)/x^2$

$$k = \underline{\hspace{2cm}}$$

Obs.: O erro experimental depende do tempo de reação de cada jogador.

Foi exatamente para reduzir o erro experimental que este roteiro solicitou uma média com cinco medidas do alcance.

Roteiro III

Objetivo: usar a automação do jogo para descobrir a verdadeira constante elástica da mola.

Atenção: pode ser que em algum momento o Alien fique "louco". Se isso acontecer, reinicie o jogo.

1. Execute o jogo novamente ou reinicie - o caso ele já esteja aberto;

2. Desative o botão do Alien (botão 9) para ocultar os monstros e ganhar espaço horizontal na tela;

3. Recue o tanque ao máximo para a esquerda;

4. Desta vez, configure o ângulo (botão 5) para 30° (Dado: $\text{sen } 30^\circ = 0,5$);

Observação: não haveria qualquer problema em usar 45° . Mas vamos com ângulo de 30° para facilitar os cálculos!

5. Deforme a mola para 0,1 m (botão 4);

6. Ative o botão de cronômetro, sem iniciá-lo (botão 12);

7. Ative o botão de automação (botão 10);

Esse botão ativará a pausa automaticamente no momento certo.

8. Ative o botão de trajetória (botão 11), para melhor visualização do fenômeno;

9. Faça o disparo (botão 3), sem se preocupar com o cronômetro, pois a automação fará a pausa no momento certo;

10. Após o jogo fazer a pausa, anote o tempo;

11. Desative a pausa (botão 7) para que o projétil continue seu trajeto, até que seja destruído no choque contra o solo.

Tempo encontrado: _____

Esse é o tempo total no ar.

12. Encontre o tempo relacionado à altura máxima, fazendo: $t_{h_{máx}} = \frac{t_{total}}{2}$

$t_{h_{máx}} =$ _____ s

13. Use a função horária da velocidade para determinar a velocidade inicial, lembrando que na altura máxima a velocidade final será nula.

Considere $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ e use $v_0 = \frac{g \cdot t_{h_{máx}}}{\text{sen}(a)}$

14. Substitua os valores conhecidos e encontre a velocidade inicial.

$v_0:$ _____ m/s

15. Supondo que toda a energia potencial elástica da mola possa ser convertida em energia cinética, use a conservação de energia para relacionar energia potencial elástica com energia cinética e descobrir a constante elástica da mola.

$1/2kx^2 = 1/2mv^2$; com $m = 1$; com $x = 0,1 \text{ m}$

16. Encontre o valor da constante elástica da mola.

$k =$ _____ N/m

17. Compare o valor obtido usando a automação com os valores da constante elástica da mola obtidos nos dois processos anteriores. Verifique em qual dos processos o erro experimental foi menor.

Roteiro IV

Objetivo: atingir o inimigo aproveitando a energia potencial elástica da mola (com ângulo de 45°)

1. Reinicie o jogo;
2. Deixe desativados os botões da automação e do cronômetro.
3. Configure o ângulo para 45° ;
4. Ative o botão alvo, para ter noção da posição do projétil;
5. Observe a placa e mova o tanque para deixá-lo numa posição inicial horizontal próxima de 300 m (não necessariamente 300 m);
6. Aguarde o alienígena maior ficar numa posição mais afastada da vegetação. Ele deverá estar numa posição onde possa ser atingido.
7. Observe o inimigo e aguarde até que ele fique quieto. Quando ele parar de se mover, seu vetor posição surgirá. Anote a posição x dele.
8. Calcule o alcance horizontal: posição x do inimigo menos a posição inicial x_0 do projétil.

Lembrete: para Lançamento de projéteis a 45° com alvo na mesma linha horizontal do projétil a equação do alcance horizontal é: $S_x = \frac{v^2}{g}$.

9. Isole a velocidade: $v^2 = S_x \cdot g$

$$v = \sqrt{S_x \cdot g}$$

10. Calcule o módulo da velocidade inicial.

$$v_0 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m/s}$$

11. Use a conservação de energia:

$$(1/2).kx^2 = (1/2).mv^2 \text{ (m = 1 kg; k = 640000 N/m}^2\text{)}$$

Cancelando o coeficiente (1/2), você fica com:

$$kx^2 = mv^2$$

12. A partir de $kx^2 = mv^2$ isole x (compressão da mola) para obter a velocidade pretendida:

$$deform_x = \sqrt{\frac{m.v^2}{k}}$$

com $v^2 = S_x \cdot g$ e $m = 1 \text{ kg}$; $k = 640000$.

$$\text{Portanto: } deform_x = \sqrt{\frac{S_x \cdot m \cdot g}{k}}$$

Atenção: essa fórmula é exclusiva para o ângulo de 45° .

13. Deforme a mola conforme o valor encontrado.

14. Deixe desativados os botões: alvo, automação e cronômetro.

14. Deixe ativado a trajetória para ter mais emoção.

15. Aguarde o inimigo retornar a uma posição bem próxima da qual ele estava quando sua localização foi detectada.

16. Efetue um disparo a 45° , com a deformação calculada.

Atenção! Você precisa de rapidez. Assim que o inimigo iniciar a pausa dele, já tem que efetuar o disparo, para evitar a reação dele.

Lembrando que os posicionamentos do inimigo são aleatórios. Então, nem sempre ele estará na mesma posição. Por isso é recomendado disparar tão logo ele faça uma pausa em alguma posição aproximada da inicial. Portanto, tenha paciência.

Recado ao professor

Caso julgue interessante aplicar o jogo aos seus alunos, sugiro que faça uma síntese neste roteiro. Aqui ele está mais detalhado para que possa ser compreendido. Se fosse resumido em demasia poderia gerar confusão e ser rejeitado. O professor sabe que não deve detalhar o

roteiro porque tira a capacidade do aluno de refletir. Então, fique à vontade para fazer suas adaptações conforme sua realidade.

Jogo 26 - Lançamento oblíquo, componentes da velocidade e alcance horizontal

Objetivo

O jogo 26, mostrado na **Figura 34**, tem como objetivos: deduzir a equação do alcance horizontal máximo; determinar o tempo total de movimento de um projétil que foi lançado obliquamente; calcular o alcance máximo do projétil fazendo uso das componentes do vetor velocidade; determinar a velocidade média de um jogador que deverá aparar o projétil.

Figura 34 - Jogo 26: Lançamento oblíquo e alcance horizontal



Fonte: Criado pelo autor (2020), imagem do produto educacional

Equações envolvidas

$$v_y = v_{0y} - g \cdot t; t_{total} = \frac{2 \cdot v_{0y}}{g}; s_x = s_0 + v_x \cdot t_{total}; v_m = \frac{ds}{t_{total}}$$

Roteiro

1. O jogador 01 chutará a bola e jogador 02 deverá apará-la, porém é preciso determinar a posição horizontal final da bola;

2. A determinação da posição final da bola é bem simples: basta saber a velocidade v_x e o tempo total da bola no ar, calcular o deslocamento Δx e somar com a posição inicial dela.

3. Para saber o tempo total da bola no ar, também é simples: basta usar a equação $v_y = v_{0y} - g \cdot t$. Como na altura máxima a velocidade final v_y é nula, a equação se torna: $g \cdot t = v_{0y} \rightarrow t = \frac{v_{0y}}{g}$

$$\text{O tempo total da bola no ar é } t_{total} = \frac{2 \cdot v_{0y}}{g}$$

$$\text{Onde } v_{0y} = v_0 \cdot \text{sen}(a)$$

4. A posição final da bola é dada por $s_x = s_0 + v_x \cdot t_{total}$

$$\text{Onde } v_{0x} = v_0 \cdot \text{cos}(a)$$

5. Tendo a posição final e o tempo total de movimento, é fácil encontrar a velocidade do jogador: $v_m = \frac{ds}{t_{total}}$

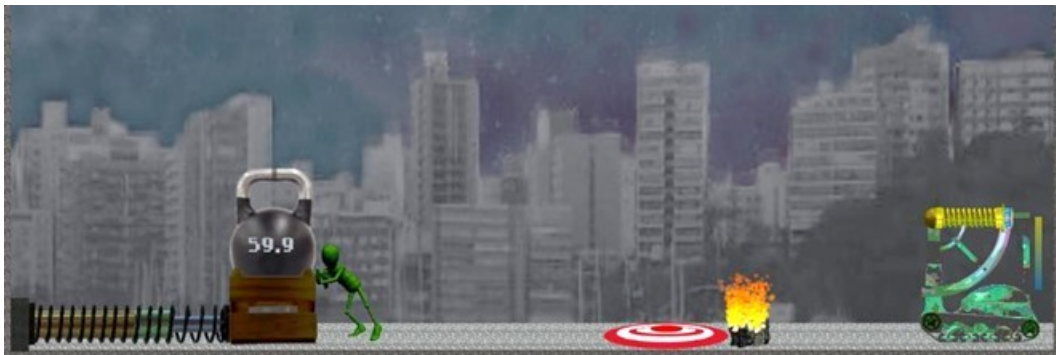
Onde Δs é o deslocamento escalar do jogador até o ponto do alcance máximo.

Jogo 27 - Força de atrito, Teorema do Impulso e Lei de Hooke

Objetivo

O jogo 27, mostrado na **Figura 35**, tem como objetivo exercitar a Lei de Hooke, a equação de Torricelli e a força de atrito; calcular a desaceleração de um bloco; praticar o princípio fundamental da dinâmica e o teorema do impulso. O desafio é levar o caixote até o alvo.

Figura 35 - Jogo 27: Força de atrito, Teorema do Impulso e Lei de Hooke




Fonte: Criado pelo autor (2020), imagem do produto educacional

Equações envolvidas

$$F_{atrito} = \mu_c * N; a = \frac{F_{atrito}}{m}; F_{el} \cdot \Delta t_l = m \cdot \Delta v; F = k \cdot x$$


Roteiro

1. Ler e confirmar a informação que aparece na tela; clicar no botão “Informações do jogo” ;
2. Calcular a força normal: $N = P \cdot \cos(\alpha)$, sabendo que o ângulo de lançamento é nulo;
Como o ângulo é nulo e $\cos(0) = 1 \Rightarrow \vec{N} = \vec{P} \Rightarrow N = m \cdot g$;
3. Calcular a força de atrito cinético: $(F_{atrito} = \mu_c * N)$;
4. Calcular a ‘desaceleração’ do bloco $a = -\frac{|F_{atrito}|}{m}$;
5. Calcular a velocidade inicial do caixote usando a equação de Torricelli, sabendo que a velocidade final será nula, devido à força de atrito;
6. Calcular a força necessária para mover o objeto até o alvo, usando o teorema do impulso e considerando que a velocidade final é nula ($F \cdot t = m \cdot \Delta v$);

Essa variação de velocidade é causada pela força da mola e nesse contato, a velocidade inicial do bloco é nula.

Considere M a massa total; Δt_I o tempo de impulso; F_{el} a força elástica da mola.

$$F_{el} = M * vel_caixote / \Delta t_I$$

7. Fechar a tela de informações e clicar no botão 'Descobrir a constante elástica da mola' () para acessar o laboratório virtual do jogo;

8. Definir uma massa de teste (por exemplo 100 kg), anotar os valores da massa (kg) e da elongação da mola verificada (mm). Observar também o valor da aceleração gravitacional (g). Obs.: Para ter uma precisão maior, deixe $m = 100 \text{ kg}$;

9. Calcular a constante elástica da mola usando a lei de Hooke.

$$F = k.x \Rightarrow P = k.x \Rightarrow m.g = k.x \Rightarrow k.x = m.g \Rightarrow k = m.g / x$$

x é a elongação da mola e deve estar em metros.

Como o laboratório mostra em mm, é preciso converter para metros.

$$k = m.g / x / 10^3$$

$$K_mola = (massa_de_teste * aceler_g * 10^3) / elongação_verificada$$

Obs.: Precisa multiplicar por 10^3 para fazer a conversão de milímetros para metros, porque a elongação está em mm e as medidas devem estar no S.I. de unidades.

10. Calcular a compressão da mola usando novamente a lei de Hooke.

$$x = Força_necessária / constante_k_mola$$

11. Fechar a tela do laboratório virtual;

12. Clicar no botão de 'Configurar a deformação da mola', informar o valor e confirmar.

13. Clicar no botão 'Play'

Jogo 28 - Lançamento horizontal, equilíbrio de forças, ação e reação

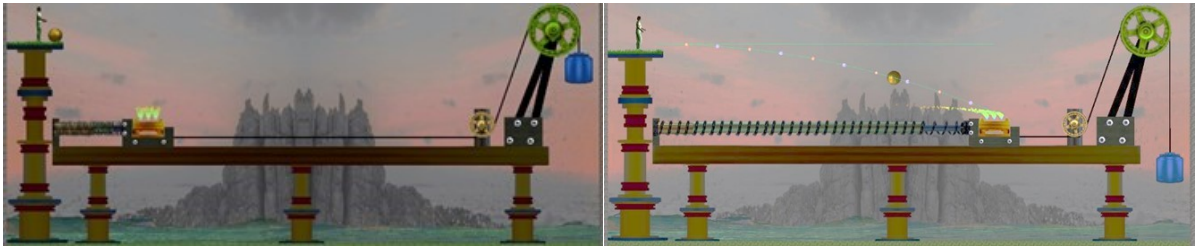
Objetivo

O jogo 28, mostrado na **Figura 36**, tem como objetivos: calcular a massa necessária para que a bola caia na cesta; prever a posição final de um projétil que foi lançado obliquamente e cai em queda livre; usar a Lei de Hooke para prever a força da mola; verificar a 3ª Lei de Newton no equilíbrio da força da mola e da força peso; usar a 2ª Lei de Newton para descobrir a massa ideal.

Lógica do jogo:

O androide chutará um objeto esférico com uma velocidade inicial (v_0), de uma altura (h) e o caixote deverá estar numa posição tal que o objeto caia sobre ele. O jogador deverá calcular a massa pendurada tal que a mola seja dilatada e o caixote se mova para uma posição onde seja possível que o objeto caia sobre ele.

Figura 36 - Jogo 28: Lançamento horizontal, equilíbrio de forças, ação e reação



Fonte: Criado pelo autor (2020), imagem do produto educacional

Equações envolvidas

$$t_{\text{queda}} = \sqrt{\frac{2\Delta h}{g}}; \Delta x = v_{0x} \cdot t_{\text{queda}}; F_{\text{mola}} = k \cdot x; P = M \cdot g$$

Roteiro

1. Clicar no botão "Play", para iniciar o jogo e depois clicar no botão "Informações do jogo";
- 2) com base na altura (h) do projétil em relação ao caixote e no módulo da aceleração gravitacional (g), calcular o tempo de queda (t_q);
- 3) encontrar o alcance horizontal (Δx) usando a velocidade inicial (v_0) e o tempo de queda (t_q);
- 4) com base na posição inicial do projétil e no alcance é possível determinar a posição final (x_f);
- 5) subtraindo a posição do caixote da posição final é possível descobrir o deslocamento necessário do caixote, que é exatamente a elongação da mola;
- 6) calcular a força elástica da mola com base na constante elástica (K) e na elongação da mola;
- 7) o peso pendurado deverá coincidir com a força elástica (equilíbrio na ação e reação);
- 8) usando a 2ª Lei de Newton é possível encontrar a massa ideal;
- 9) clicar no botão "Informar dados do jogo", informar a massa e confirmar;
- 10) pode ser interessante ativar a trajetória;
- 11) clicar no botão "Play" e aguardar o resultado.

Obs.: O roteiro está resumido porque, espera-se que, por chegar até aqui, você já tenha conhecimentos suficientes para compreender e resolver o que se pede.

Jogo 29 - Lançamento oblíquo e dedução da equação da velocidade inicial (basquete)

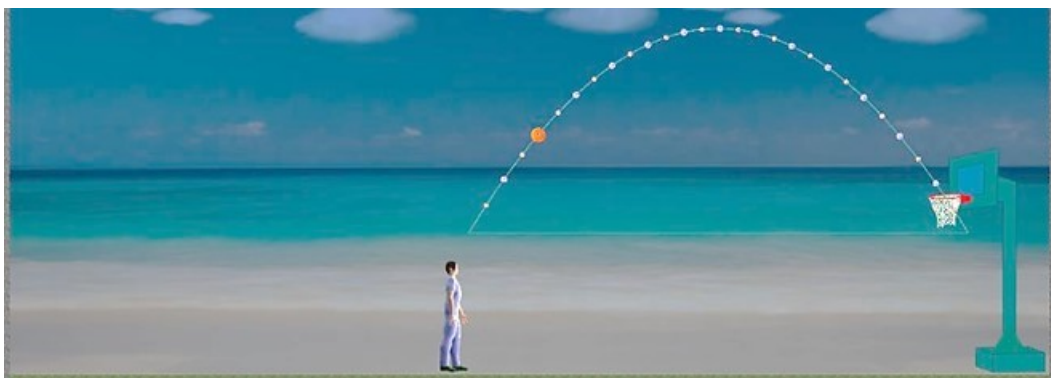
Objetivo

O jogo 29, mostrado na **Figura 37**, tem como objetivo geral: mostrar ao aluno a necessidade da dedução de equações e a investigação na modelagem físico-matemática. Objetivos específicos: atingir um alvo a uma distância x e a uma altura y por meio de um lançamento oblíquo; compreender e reconhecer a importância da modelagem matemática na resolução de problemas de física; deduzir/aplicar a fórmula da velocidade inicial no lançamento oblíquo; perceber como a decomposição de vetores facilita a abordagem de problemas envolvendo lançamento oblíquo.

Lógica para vencer o jogo:

1. Usando a equação $s = s_0 + v_0 \cdot \cos(a) \cdot t$, isolar o tempo;
2. Substituir o tempo na equação $h = h_0 + v_0 \cdot \sin(a) \cdot t - \frac{gt^2}{2}$
3. Com algumas técnicas matemáticas é fácil isolar a velocidade.

Figura 37 - Jogo 29: O lançamento oblíquo e o jogo de basquete



Fonte: Criado pelo autor (2020), imagem do produto educacional

Equações envolvidas

$$s = s_0 + v_0 \cdot \cos(\theta) \cdot t; h = h_0 + v_0 \cdot \sin(\theta) \cdot t - \frac{gt^2}{2}.$$

Roteiro

1. Ler e confirmar a primeira tela. Clicar no botão "Informações do jogo";
2. Anotar as informações: ângulo (θ); altura da bola (h_0); altura da cesta (h); distância horizontal da bola à cesta (Δx); aceleração gravitacional (g).
3. Clicar em 'OK' para fechar a tela. Deduzir o tempo de deslocamento horizontal:

$$v_x = \frac{\Delta x}{t} \rightarrow v_0 \cdot \cos(\theta) = \frac{\Delta x}{t} \rightarrow t = \frac{\Delta x}{v_0 \cdot \cos(\theta)}$$

4. Calcular a velocidade inicial (v_0) usando a equação:

$$h = h_0 + v_0 \cdot \text{sen}(\theta) - \frac{gt^2}{2}$$

Substituir o tempo, na equação 6, pelo valor que já foi deduzido no item 5:

$$t = \frac{S_x}{v_0} \cdot \text{cos}(\theta)$$

5. Por meio de algumas manipulações matemáticas, encontrar a velocidade inicial por meio desta fórmula:

$$v_0 = \left(\frac{\Delta x}{\text{cos} \theta} \right) \cdot \sqrt{\frac{0,5g}{\Delta x \cdot \tan \theta - \Delta h}}$$

6. Clicar no botão "Informar dados", informe a velocidade e confirme.

7. Clicar no botão "ativar trajetória" se achar interessante. Clicar no botão "Play" para ver o resultado.

Uma dica: para um conhecimento mais detalhado sobre a dedução desta equação, leia o APÊNDICE C, na dissertação.

Jogo 30 - Lançamento oblíquo e conversão de energia potencial elástica para cinética

Objetivo

O jogo 30, mostrado na Figura 38, tem como objetivo geral: praticar a conservação de energia. Objetivos específicos: atingir um alvo a uma distância x e a uma altura y com um projétil disparado pelo tanque, por meio de um lançamento oblíquo; praticar a fórmula da velocidade inicial no lançamento oblíquo; conversão de energia potencial elástica em cinética.

Lógica para vencer o jogo: Após descobrir o $|v_0|$, desprezando os atritos e, portanto, considerando que a energia mecânica total se conserva, equilibrar a energia potencial elástica e a energia cinética para encontrar a deformação da mola de modo que o projétil seja lançado com a v_0 ideal, sendo capaz de atingir a nave alien.

Figura 38 - Jogo 30: Lançamento oblíquo e conversão de energia



Equações envolvidas

$$v_0 = \left(\frac{\Delta x}{\cos \theta} \right) \cdot \sqrt{\frac{0,5g}{\Delta x \cdot \tan \theta - \Delta h}}; 1/2 k \cdot x^2 = 1/2 m \cdot v$$

Roteiro

1. Estabelecer a igualdade $\frac{1}{2}k \cdot x^2 = \frac{1}{2}mv_0^2$ (considerando que a energia mecânica se conserva) e determinar o valor da deformação da mola, considerando $v_0 = \left(\frac{\Delta x}{\cos \theta} \right) \cdot$

$$\sqrt{\frac{0,5g}{\Delta x \cdot \tan \theta - \Delta h}};$$

2. Com algumas técnicas matemáticas, espera-se que o jogador encontre a fórmula:

$$x = \sqrt{\frac{0,5mg}{k(\Delta x \cdot \tan \theta - \Delta h)}}$$

3. Informar esse valor ao jogo, confirmar e clicar no botão 'Play';

Esse jogo se trata de um desafio, por isso o roteiro é resumido. Pode ser utilizado como desafio de aprendizagem por descoberta ou como aprendizagem por situação-problema, podendo ser utilizado como avaliação.

Jogo 31 - Lançamento horizontal, ação e reação e conversão de energia

Objetivo

O jogo 31, mostrado na **Figura 39**, tem como objetivos: praticar a conservação de energia e o princípio da Ação e Reação (3ª Lei de Newton); exercitar conhecimentos sobre as energias: potencial elástica da mola, potencial gravitacional e cinética; calcular o tempo de queda, numa queda livre; calcular o alcance e a posição final em um lançamento horizontal.

Figura 39 - Jogo 31: Lançamento horizontal, ação e reação e conversão de energia



Equações envolvidas

$mg = kx$ (3ª Lei de Newton - Ação e reação); $1/2 m.v^2 = 1/2 k.x^2$ (Conservação de energia);

$$t_{\text{queda}} = \sqrt{2h / g}; S_x = V_x \cdot t_{\text{queda}}.$$

Roteiro

Informação inicial fundamental: Este jogo efetua o disparo considerando que o sistema já entrou em equilíbrio estático. Portanto, nessa condição, a força da mola é igual à força peso.

1. Usar a 3ª Lei de Newton, equilibrar a força peso e a força da mola para descobrir a deformação da mola;

2. Supondo que a energia mecânica total se conserva, usar a conservação de energia entre a energia potencial elástica da mola e a energia cinética e descobrir a velocidade inicial do projétil.

$$1/2 m.v^2 = 1/2 k.x^2 \text{ (Conservação de energia)}$$

3. Calcular o tempo de queda do projétil, sabendo que se trata de um lançamento horizontal;

$$4. \text{ Calcular o alcance: } S_x = V_x \cdot \text{tempo_queda}$$

5. Calcular a posição horizontal da queda do projétil

$\text{Pos_horiz_fin} = \text{Pos_ini_projétil} - \text{Alcance}$ (precisa subtrair porque o movimento do projétil é contra o sentido da trajetória);

6. Informar ao jogo a posição calculada;

7. Clicar no botão "Play".

Jogo 32 - Conservação de energia – desafio

Objetivo

O jogo 32, mostrado na **Figura 40**, tem como objetivos: praticar a conservação de energia, combinando as energias: potencial gravitacional, potencial elástica e cinética; autoavaliação e verificação de aprendizagem em relação ao conteúdo explorado; incentivar a busca pelo conhecimento por meio de metodologias ativas e aprendizagem baseada em problemas.

Lógica do jogo:

A massa da caixa azul começará a cair, em queda livre, até encontrar a gaiola de metal. Durante a queda a energia potencial gravitacional vai sendo convertida em energia cinética. Ao atingir a gaiola, a força da mola começará a agir, reduzindo a energia cinética até cessar o

movimento. Na iminência da inversão do sentido do movimento o sistema fará uma pausa, automaticamente, objetivando a inserção de dados por parte do jogador.

A pausa ocorrerá exatamente no instante em que a energia potencial elástica se igualará com a energia potencial gravitacional. Após os dados serem inseridos e o clique no botão play, a corda será destruída e o projétil será disparado. A energia potencial elástica será convertida em energia cinética e um projétil de massa m será disparado horizontalmente. Caberá ao jogador descobrir a posição do caixote tal que o projétil caia dentro dele.

Nesse jogo a mola foi cuidadosamente selecionada para suportar a energia potencial gravitacional sem perder suas características, mantendo-se, portanto, como uma mola ideal, que atende à Lei de Hooke.

Figura 40 - Jogo 32: Conservação de energia – desafio



Fonte: Criado pelo autor (2020), imagem do produto educacional

Equações envolvidas

$$M.g(h_{\text{total}}) = 1/2 k.x^2 \text{ e } 1/2 m.v^2 = 1/2 k.x^2 \text{ (Conservação de energia mecânica);}$$

$$t_{\text{queda}} = \text{raiz} (2h / g); \Delta x = V_x \cdot t_{\text{queda}}.$$

Roteiro

1. Clicar no botão 'Play' e observar a simulação; 2) clicar no botão 'Informações do jogo'; Anotar os dados; 3) deduzir a deformação máxima da mola em função da energia total armazenada; 4) deduzir a velocidade horizontal do projétil em função da energia cinética; 5) calcular o tempo de queda do projétil; 6) Calcular o alcance horizontal máximo do projétil; 7) calcular a posição final do projétil (considerando o alcance horizontal máximo, a posição inicial dele, a componente horizontal da velocidade e o movimento retrógrado; 8) informar ao jogo a posição calculada; 9) clicar no botão "Play".

Observação: Este é um jogo de desafio. Portanto, apresenta um roteiro reduzido.

Havendo dificuldade, busque informações, pesquise e estude até que possa vencer o desafio.

Jogo 33 - Lançamento oblíquo e o ângulo ideal para converter o lance livre (basquete)

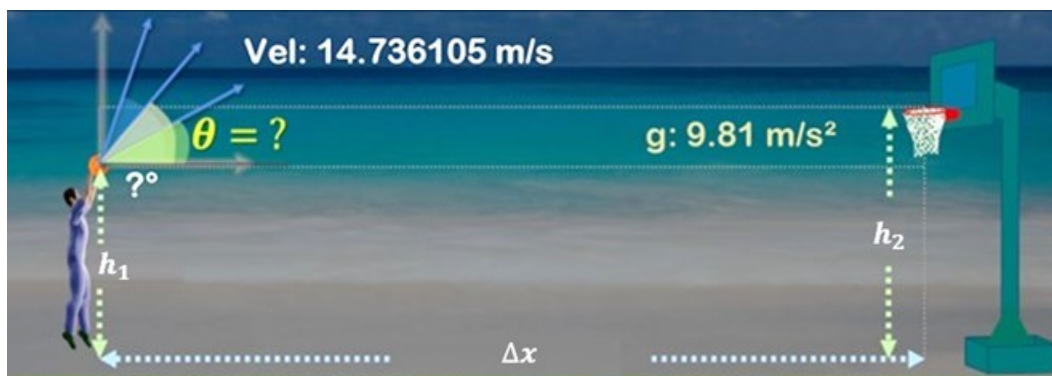
Objetivo

O jogo 33, mostrado na Figura 41, tem como objetivo geral atingir um alvo a uma distância x e a uma altura y por meio de um lançamento oblíquo, sendo necessário calcular o ângulo de lançamento. Objetivos específicos: compreender e reconhecer a importância da modelagem matemática na resolução de problemas de física; deduzir a fórmula do ângulo no lançamento oblíquo; perceber como a decomposição de vetores facilita a abordagem de problemas envolvendo lançamento oblíquo; pesquisar, investigar e fazer descobertas.

Este jogo é um grande desafio para o jogador, portanto não será fornecido um roteiro passo a passo, pois o propósito maior é o estímulo à aprendizagem por descoberta.

Quem chegou até este jogo já superou muitos desafios e, portanto, está apto a progredir em conhecimento pela pesquisa, interesse e dedicação.

Figura 41 - Jogo 33: Lançamento oblíquo e o ângulo ideal (basquete)



Fonte: Criado pelo autor (2020), imagem do produto educacional

Sabe-se que os roteiros devem ser adequados à metodologia de ensino, a sequência didática adotada e o dinamismo das aulas e isso depende dos objetivos de cada professor. Por isso, os roteiros aqui mostrados devem ser encarados como sugestões. O professor interessado em utilizar o produto educacional deve investigar, analisar e compreender cada jogo, criando ou adaptando o roteiro conforme a capacidade de seus alunos e a realidade de sua sala de aula.

Recomenda-se que o professor identifique, por si mesmo, quais os objetivos gerais e específicos que ele pode atribuir a cada jogo, conforme sua interpretação. A compreensão dos objetivos de cada jogo não se dará apenas pela leitura deste texto. É necessário experimentar o produto para que, de fato, se tenha real dimensão de sua utilidade e se perceba se os objetivos estão em sintonia com o que se deseja aplicar em sala de aula.

9 RESULTADOS ESPERADOS

Espera-se que os professores instalem o jogo e façam a experimentação. Que explorem os recursos e possam utilizá-lo em suas aulas, visando dinamizar o ensino-aprendizagem, para conseguir mais interesse e participação ativa por parte dos alunos. Que o professor estimule seus alunos com materiais interessantes, ensinando os conceitos e deduzindo as equações, porém usando estratégias que levem os alunos à participação ativa.

Em geral, a expectativa é que o produto possa contribuir para a educação, principalmente no ensino de física, suprindo, ao menos em parte, a falta de laboratórios didáticos e a falta de tempo para atividades práticas.

10 CONSIDERAÇÕES FINAIS

- *Contribuição*
- *Objetivo*
- *Justificativa*

PCN

Houve êxito?

O produto educacional criado e disponibilizado na internet traz o poder das tecnologias digitais, proporcionando aos sujeitos contemporâneos as aprendizagens ativas, reflexivas e críticas, aproveitando-se as potencialidades dos jogos digitais para simular ambientes educativos lúdicos e laboratórios virtuais, viabilizando-se a aprendizagem de conceitos físicos considerados abstratos e de difícil assimilação por parte dos alunos, principalmente, os que precisam visualizar para poder compreender; mostra-se relevante no ensino de física ao promover a facilitação da aprendizagem conceitual e despertar a capacidade dos alunos de resolver problemas; explora desde conteúdos elementares da mecânica até problemas envolvendo conservação de energia. Tudo isso disponível, não apenas em uma sala aula, mas nas mãos dos alunos e professores, em qualquer tempo e lugar.

Os jogos digitais transcendem o abstracionismo dialógico, comuns em ensinamentos tradicionais, fornecendo material acessível ao sentido visual, sendo um mecanismo aliado ao paradigma empirista, por ser capaz de simular problemas, favorecendo a investigação e a combinação de teoria e prática. São úteis em atividades experimentais simuladas, necessárias para sustentar uma aprendizagem baseada em procedimentos, habilidades e atitudes, imprescindíveis para o trabalho com questões investigativas.

Os *games* dão suporte à criação de ambientes interativos nos quais é possível abordar diversos conteúdos, inclusive promovendo a interdisciplinaridade num mesmo cenário. Permitem, ao jogador, a análise e modelagem do problema, o exercício do raciocínio lógico e o trabalho com cálculos matemáticos. Desta forma, motiva-se o aluno para a ação e reflexão, utilizando-se a Física e a Matemática, como ferramentas poderosas na investigação e na linguagem dos padrões constantes no Universo.

Recomenda-se que a sequência didática seja aplicada desde o 1º bimestre, de forma presencial, com interdisciplinaridade com a matemática, para que, no decorrer do ano letivo, respeitando-se as limitações de tempo das escolas, o produto educacional seja explorado com mais amplitude.

O objetivo principal da pesquisa foi utilizar o produto educacional como um recurso didático para o ensino de física, em tópicos de mecânica e, ao mesmo tempo, avaliar a eficácia da aprendizagem com base em jogos digitais. Para realizar os objetivos, encontrar respostas aos questionamentos e avaliar as hipóteses, criou-se um produto educacional com dezenas de jogos, os quais funcionam como laboratório didático para o ensino de tópicos de mecânica.

O produto educacional atendeu às expectativas porque mostrou o potencial de explorar conteúdos de cinemática, dinâmica e problemas envolvendo conservação de energia, promovendo a interatividade do aluno. Foi projetado com base em várias teorias de ensino-aprendizagem, mas, principalmente, com elementos da Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel e da aprendizagem baseada em jogos digitais. Explora a aprendizagem por metodologias ativas e a aprendizagem baseada em problemas, utilizando elementos de jogos para dinamizar e engajar os alunos, visando promover a aprendizagem efetiva, no ensino de Física.

Os resultados encontrados mostram que é necessário refletir-se sobre a prática pedagógica docente, pois um ensino de física de qualidade, exige a participação ativa do aluno por meio da aprendizagem baseada em problemas, com aulas práticas em laboratório, simulações, gamificação, etc. que não se têm verificado no ensino tradicional (segundo as referências pesquisadas), mas que podem ser alcançadas com o uso dos jogos digitais educativos.

O tema se mostra relevante para o meio acadêmico porque, cada vez mais, os jogos têm sido usados no contexto escolar como alternativa ao ensino tradicional, visando melhorar a aprendizagem, sendo, portanto, um assunto que deve ser pesquisado e explorado para que sejam gerados novos produtos capazes de abordar, lúdica e dinamicamente, diversos conteúdos didáticos, visando-se a aprendizagem significativa.

O uso de jogos digitais permitiu, segundo os alunos, melhorar a compreensão do conteúdo e despertar o interesse pela disciplina. Desta forma, a aprendizagem por meio de jogos digitais, embora não seja uma solução mágica, é apontada como uma boa estratégia para superar as dificuldades de aprendizagem e promover a aprendizagem significativa.

De modo geral a proposta é válida porque, apesar das dificuldades encontradas, tanto os alunos como os professores a avaliaram como positiva. A proposição de um ensino baseado em jogos resultou em aumento de conhecimento, maior engajamento e maior compromisso, sendo confirmado pela análise dos dados quantitativos e qualitativos apresentação na dissertação.

REFERÊNCIAS

ALVES, L. M. GAMIFICAÇÃO NA EDUCAÇÃO: Aplicando Metodologias de Jogos no Ambiente Educacional. 1. ed. Joinville: Clube de autores, v. 1, 2018. 99 p.

DA SILVA, J. B.; SALES, G. L. Um panorama da pesquisa nacional sobre gamificação no ensino de Física. *Tecnia*, v. 2, p. 105-121, 2018. ISSN 1.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

BRASIL. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Lei n. 9.9394, de 20 de dezembro de 1996. Brasília: Presidência da República, 1996. Disponível em: <www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9394.htm>. Acesso em: 20 jan. 2021.

_____. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, 2018.

_____. Ministério da Educação (MEC). Secretaria de Educação Média e Tecnológica (SEMTEC). **PCN + Ensino Médio**: orientações complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais - ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília: 2002. 144 p. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>>. Acesso em 18 mar. 2021.