Willie Douglas Pugin Zahaila

Atividades experimentais virtuais usando o game Portal 2

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

Orientador: Prof. Dr. Nelson Studart

Santo André – 2017

Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do ABC
Elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da UFABC
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Pugin Zahaila, Willie Douglas
Atividades experimentais virtuais usando o game Portal 2 / Willie Douglas Pugin Zahaila. — 2017.

62 fls. : il.

Orientador: Nelson Studart

Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal do ABC, Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física - MNPEF, Santo André, 2017.

1. Aprendizagem baseada em games. 2. Sequência de Ensino Aprendizagem (SEA). 3. Experimentos virtuais. 4. Ensino de Física. I. Studart, Nelson. II. Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física - MNPEF, 2017. III. Título.

Este exemplar foi revisado e alterado em relação à versão original, de acordo com as observações levantadas pela banca no dia da defesa, sob responsabilidade única do autor e com a anuência de seu orientador.

Santo André, 22 **de** novembro **de 20**17**.**

Assinatura do autor: Willie Douglas P. Zahaila

Assinatura do orientador: NStudart

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Fundação Universidade Federal do ABC
Programa de Pós-Graduação em Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física
Avenida dos Estados, 5001 – Bairro Santa Terezinha – Santo André – SP
CEP 09210-580 – Fone: (11) 4996-0017
ppg.mnpef@ufabc.edu.br

FOLHA DE ASSINATURAS

Assinaturas dos membros da Banca Examinadora que avaliou e aprovou a Defesa de Dissertação de Mestrado do candidato Willie Douglas Pugin Zahaila, realizada em 29 de agosto de 2017:

NStudart

Prof.(a) Dr.(a) **Nelson Studart Filho** (Universidade Federal do ABC) – Presidente

Prof.(a) Dr.(a) **Marcelo Augusto Leigui de Oliveira** (Universidade Federal do ABC) – Membro Titular

Prof.(a) Dr.(a) **Andre de Pinho Vieira** (Universidade de São Paulo) – Membro Titular

Prof.(a) Dr.(a) **Jose Kenichi Mizukoshi** (Universidade Federal do ABC) – Membro Suplente

Prof.(a) Dr.(a) **Iramaia Jorge Cabral de Paulo** (Universidade Federal de Mato Grosso) – Membro Suplente

Universidade Federal do ABC

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Celio e Fátima, por priorizarem a minha educação formal. São minhas referências de perseverança e caráter.
À minha querida esposa Josyane pela paciência durante essa empreitada, por não me deixar esmorecer e sobretudo pela cumplicidade, minha parceira na vida.
Aos meus alunos com quem aprendo cada dia mais.
Aos colegas de profissão com quem divido o dia-a-dia de frustações e alegrias nessa arte que é ensinar.
Aos meus amigos do MNPEF – UFABC por dividir e ajudar nos momentos difíceis.
À CAPES pelo auxílio financeiro.
Ao meu estimado orientador, Nelson Studart, por fazer tudo parecer mais simples e extrair o melhor de mim.

Mega, ultra, híper, micro, baixas, calorias.
Kilowatts; gigabytes.
Prazo de audiência; tração nas 4 rodas.
E eu? O que faço com esses números?
Engeheiros do Hawaii

RESUMO

Este trabalho consiste em uma Sequência de Ensino Aprendizagem (SEA) baseada em atividades experimentais virtuais usando o game Portal 2 com o objetivo de subsidiar os professores de Física que desejem inovar em suas práticas educacionais. Ao observar que o ensino tradicional, em que os alunos são expostos à memorização de fórmulas e resolução de exercícios sem aplicação prática, poderia estar relacionado a um baixo interesse pelo conteúdo apresentado, este trabalho busca apresentar uma alternativa de ensino, a aprendizagem baseada em games, algumas técnicas da gamificação. A aplicação numa escola particular de São Paulo mostrou a eficácia da utilização do game Portal 2, considerado o mais apropriado para o ensino de Física, para demonstrar o caráter experimental da Física e tornar o ensino mais atraente aos alunos que são considerados nativos digitais.

Palavras-chave: Aprendizagem baseada em games, Sequência de Ensino Aprendizagem (SEA); Experimentos virtuais; Ensino de Física

ABSTRACT

This work consists in a Teaching and Learning Sequence (TLS) based on experimental virtual activities using the game Portal 2. The objective is subsidizing physics teachers who wish to innovate in their educational practices. The traditional teaching, in which the learning process employs memorization of formulas and resolution of exercises by the students without any practical application, could be related to the low interest in the learning of physics. This work presents an alternative approach, the game based learning (GBL) and some techniques of gamification. The application in a private school of São Paulo showed the effectiveness of using the game Portal 2, recognized as the most appropriate game to physics teaching, in demonstrating the experimental nature of Physics and make teaching task more attractive to students who are considered digital natives.
Keywords: Game based learning, game Portal 2, Teaching learning sequences; Virtual experiments

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Câmara de teste para realização da atividade 1.
Figura 2 - Experimento para a realização da atividade2
Figura 3 - Nesse experimento o bloco é solto verticalmente da rampa e percorre o gel de propulsão (laranja) até parar.
Figura 4 - Câmara de teste que os alunos terão que alcançar a porta de saída utilizando os conceitos físicos.
Figura 5 - Ferramentas de edição de níveis (puzzle maker) para a construção de câmara de testes.
Figura 6 - câmara de teste com um bloco sobre uma ponte de laser. Quando o botão vermelho é acionado o laser é apagado e o bloco cai sob efeito da gravidade.
Figura 7 - câmara de teste em parte coberta pelo gel de propulsão.

SUMÁRIO

Pág.

1 - INTRODUÇÃO.....9
2 - USO DE GAMES NA EDUCAÇÃO.....14
3 - O GAME PORTAL 2.....18
4 - SEQUÊNCIAS DE ENSINO APRENDIZAGEM (SEA).....21
5 - CONTEÚDOS DE FÍSICA.....23
5.1- Velocidade média.....23
5.2- Aceleração da gravidade.....24
5.3- Energia Mecânica.....25
5.4- Trabalho realizado por força constante.....25
5.5- Problemas que envolvem atrito cinético.....26
6 - O PRODUTO.....28
7- APLICAÇÃO DO PRODUTO.....34
8 - CONCLUSÕES.....39
REFERÊNCIAS.....42
APÊNDICE – Produto da dissertação.....44
APÊNDICE - Determinar a velocidade média.....57
APÊNDICE - Determinar a aceleração da gravidade.....58
APÊNDICE - Determinar o coeficiente de atrito.....59

1 - INTRODUÇÃO

É certo que o ensino de física é pautado por memorização de fórmulas e resolução de exercícios-modelos como se tal disciplina fosse somente um jogo de esconder e achar incógnitas.

> Pensemos nos numerosos exercícios sobre queda de graves que são realizados e que os alunos chegam a fazer quase com os olhos fechados: isto não impede que continuem pensando que um corpo com o dobro de massa cairá na metade do tempo. Ou seja, os problemas corretamente resolvidos não têm permitido questionar a idéia [sic] ingênua da influência da massa. (CARVALHO et al., 1992, p. 9).

Isso se dá em grande parte pelo motivo de nosso sistema educacional ser pautado pelos exames vestibulares, ou seja, os alunos são pressionados pela sociedade através da “cultura do vestibular” (LAMARQUE; TERRAZZAN, 2008, p.2) a se prepararem para uma prova com o uso de memorização de conceitos e estratégias de resolução de problemas. Desta forma, através da análise de questões de exames vestibulares LAMARQUE e TERRAZZAN (2008, p.12) mencionam a

> urgente necessidade de reformulação das práticas docentes escolares, sobretudo no Ensino de Física, de modo que seja dada maior ênfase para atividades didáticas baseadas no tratamento de Situações-Problema, mais próximas da realidade dos alunos, ao invés de restringi-los ao monótono e repetitivo trabalho com Exercícios que exigem apenas aplicações de algoritmos por eles já memorizados.

Devemos ensinar a física para além dos exames vestibulares. O ensino dessa disciplina não deve ser resumido a decorar conceitos até uma avaliação e esquecê-los após a mesma. Até porque tal disciplina tem a responsabilidade de dar a base científica dos futuros cidadãos responsáveis direta ou indiretamente para o desenvolvimento tecnológico e cientifico.

Precisamos que nossos alunos sejam cativados pela ciência pois a sociedade precisa de cientistas, engenheiros, entre outros profissionais da área técnica e de cidadãos conscientes da importância de se investir em desenvolvimento tecnológico e cientifico.

Além do problema do ensino pautado na memorização temos também a

problemática do ensino, de uma forma geral, tedioso. O atual sistema de ensino baseado no modelo tradicional em que os alunos permanecem sentados ouvindo a explicação do professor é pouco atrativo para a atual geração de nativos digitais. Ainda que os professores utilizem recursos multimídias e ilustre suas explanações com imagens e vídeos, mesmo assim pode não ser suficiente para atrair a atenção dos alunos pelo tempo necessário. Nossos alunos nasceram na era da informação. Perguntas são respondidas para eles através de um comando de voz feito para o celular e essas pequenas máquinas estão 24h por dia em suas mãos. Desta forma, de qual outra maneira não seria tedioso ficar inerte em uma sala de aula sem poder interagir com a informação e esperando receber a resposta do professor sendo que poderia obter essa mesma informação em alguns centésimos de segundo através do celular? As “novas tecnologias apontam para uma mudança do tradicional papel do profissional da educação, de mero transmissor de informações para mediador do processo de aprendizagem” (SOUZA; ARANTES; STUDART, 2012, p. 2374). Ora pedimos que durante a sua permanência na sala de aula o aluno seja privado de utilizar, salvo alguma aula excepcional, a ferramenta de pesquisa que utilizará talvez pelo resto da sua vida. Assim é esperado que o aluno nativo digital ache tedioso o método tradicional de ensino que o força a permanecer desconectado e a não interagir com o conteúdo que está aprendendo. Os alunos nativos digitais, diferentemente de seus professores, nasceram num mundo onde o convívio com os computadores e a conexão com a internet é natural. Eles passam a maior parte do dia conectados conversando com seus amigos, recebendo informações sobre o que está acontecendo em suas redes sociais e no mundo e além disso a maioria dos alunos nativos digitais joga vídeo game.

O vídeo game é um passatempo que tem um peso enorme no desenvolvimento de muitos nativos digitais. Eles passam horas seguidas concentradas jogando, desenvolvem estratégias para superar desafios, elaboram e testam hipóteses e recebem feedbacks instantâneos se a sua jogada foi correta ou não. É estranho imaginar que os mesmos alunos que têm dificuldades de concentração durante as aulas no colégio são capazes de passar horas jogando vídeo game.

O inverso da interatividade ocorre em sala de aula. Cabe ao aluno o papel passivo sendo mero expectador durante o desenrolar da aula e na maioria das situações onde é possibilitada a sua ação é apenas para resolver problemas seguindo

modelos pré-estabelecidos. Precisamos alterar o modo como se dá o relacionamento do aluno com o conhecimento, para (SOUZA; MARQUES, 2016, p. 2):

> O jogo educativo deve proporcionar um ambiente crítico, fazendo com que o aluno se sensibilize para a construção de seu conhecimento com oportunidades prazerosas para o desenvolvimento de suas cognições. Uma vez estabelecido e obedecido o sistema de um jogo, aprender pode tornar-se tão divertido quanto brincar e, nesse caso, aprender torna-se interessante para o aluno e passa a fazer parte de sua lista de preferências.

Precisamos elaborar um ambiente onde nossos alunos digitais sintam-se confortáveis e estimulados para desenvolverem seus potenciais, interagindo com seus pares e com o conhecimento de uma maneira prazerosa e que o erro seja parte integrante do processo, pois o que é um jogo de vídeo game se não uma eterna tentativa e erro?

Sabemos que a motivação é ponto importante do processo de ensino aprendizagem. Uma criança que não se interessa pelo conteúdo escolar não internaliza o saber. E motivação é algo muito difícil de definir. Algo que motiva uma pessoa pode não necessariamente motivar outra.

> De forma, geral, os estudos realizados sobre motivação para a aprendizagem permitiram apontar uma série de fatores que podem afetar a motivação do estudante: as expectativas e estilos dos professores, os desejos e aspirações dos pais e familiares, os colegas de sala, a estruturação das aulas, o espaço físico da sala de aula, o currículo escolar, a organização do sistema educacional, as políticas educacionais, e principalmente as próprias características individuais dos alunos. (SIQUEIRA; WECHSLER, 2006, p.22).

Porém, games possuem esta característica ímpar de motivar seus jogadores num sistema de desafios e recompensas que fazem com que seus jogadores busquem se superar.

Além disso, games proporcionam uma situação peculiar aos seus jogadores. Durante as partidas, os jogadores recebem *feedbacks* instantâneos em que os jogadores ficam sabendo no que estão errando e procurem acertar da próxima vez. Já quando acertam são premiados com estrelas, escudos, ou algo

semelhante numa espécie de reforço positivo.

Os games ainda permitem que os jogadores colecionem esses símbolos como forma de certificar que eles dominam determinada habilidade e compare com seus amigos através de rankings de modo a estabelecer a competição e promover a motivação para aumentar a sua coleção de troféus e superar seus amigos.

Se a motivação é uma chave no processo de ensino e os games trazem implícita essa característica é interessante que professores utilizem os games como ferramenta de ensino. Assim como um filme que alunos assistem deliberadamente e professores podem utilizar trechos para exemplificar conceitos escolares os games também podem ser utilizados dessa maneira com o benefício de ser interativo.

A utilização dos games em sala de aula como ferramenta de auxílio ao processo de ensino e aprendizagem possibilita enaltecer o protagonismo do aluno nas situações de ensino e aprendizagem. Ao colocar um aluno frente a um game ele agora é o responsável pela construção do seu conhecimento ao se deparar com uma situação-problema em que precisa desenvolver uma estratégia de resolução. Em um game os alunos são desafiados a escolher o melhor ângulo para lançamento de objetos, a massa certa de determinada substância para derrubar o oponente, o melhor movimento para capturar certa peça, etc.

Aproveitar a motivação e a superação dos desafios utilizada ao se jogar games para adquirir conceito de ciências e matemática pode revolucionar a maneira de se ensinar e o papel do professor no processo de ensino e aprendizagem. Numa situação de aprendizagem que envolva a utilização de game o professor é o responsável por selecionar o melhor game para alcançar o objetivo da aula e proporcionar que o aluno interaja livremente com o game deslocando o professor para a função de um tutor durante a realização da atividade.

Aqui o conceito do ensino de ciência não está centrado na decoreba de conceito no qual os alunos poderiam obter numa rápida pesquisa na internet, mas sim no desenvolvimento de habilidades como a superação de desafios, a resolução de situações-problema, o trabalho em equipe, etc.

Esse trabalho consiste numa série de atividades experimentais virtuais utilizando o game Portal 2 destinadas a subsidiar os professores que desejam inovar em sua prática docente por meio dos jogos de vídeo game com o objetivo de despertar o interesse dos alunos para a aprendizagem da Física. É sabido o grande poder de

motivação intrínseca que tais jogos despertam nos adolescentes e desejamos utilizar essa motivação para fins educacionais.

Utilizamos como referencial teórico as sequências de ensino e aprendizagem (*Teaching and Learning Sequences* - TLS) para criar um produto educacional (APÊNDICE – Produto da dissertação) que consiste numa sequência didática que professores podem utilizar para ensinar conceitos de física, como por exemplo: velocidade, aceleração da gravidade e conservação da energia. Ou seja, é esperado que os alunos aprendam física jogando vídeo game. Eles criam suas hipóteses, montam seus experimentos e colhem dados num ambiente virtual onde o erro é comum e pode ser corrigido no próprio ambiente.

Para facilitar o entendimento dos professores criamos vídeos de alguns experimentos que complementam o material escrito do produto educacional. Já para estimular a motivação dos alunos acrescentamos um elemento de *gameficação,* quando um aluno realiza uma missão recebe um troféu.

O produto educacional elaborado foi aplicado na forma de minicurso para os alunos do terceiro ano do ensino médio de uma escola particular da zona leste de São Paulo. Entre os participantes chamava a atenção duas alunas que nunca tinham jogado vídeo game e apresentavam excelente rendimento na disciplina de física e dois alunos que apresentavam baixo rendimento em física. Os opostos no desempenho no modelo tradicional participaram do minicurso e observar como cada um se comportaria traz luz para discussões de como pode ser impactante essa nova metodologia de se ensinar.

A aplicação forneceu elementos valiosíssimos de melhoria na descrição e realização das atividades presentes no produto educacional e também nas instruções dos vídeos que acompanham o produto. Pudemos ainda notar o envolvimento dos alunos com baixo rendimento no modelo tradicional de ensino de física que inclusive foram vencedores numa das missões. Já as alunas que nunca haviam jogado vídeo game conseguiram acompanhar o minicurso e não tiveram mais problemas que os demais para absorver os comandos do game.

2 - USO DE GAMES NA EDUCAÇÃO

Uma rápida passada pelos canais mais populares do YouTube [1] permite constatar a quantidade enorme de vídeos de jovens ensinando para outros jovens como solucionar desafios em seus games. Jogos como Angry Birds e Minecraft são jogados por milhões de jovens que aprendem durante várias horas diárias códigos, estratégias e comandos. O linguista James Paul Gee (2007) depois de jogar na fase adulta muitos games concluiu que games sérios são bons para ensinar algo para alguém. Segundo o autor games contêm muitos princípios de aprendizagem. Estão repletos de desafios e que os jogadores têm que aprender a superá-los por meio da melhor estratégia, de tomada de decisão, etc.

Professores reclamam que seus alunos são dispersos e por mais que trabalhem com diferentes estratégias de ensino não conseguem reter o conteúdo da disciplina. Ficam somente querendo mexer no celular e não veem a hora de voltar para a casa. Porém ao investigar o cotidiano desses alunos percebemos que muitos passam horas defronte a um game quase que inerte realizando comandos que muitos adultos certamente não conseguiriam realizar. Nesse estado a dispersão dá lugar à total concentração e à tomada de decisões rápidas que podem gerar situações extremas, da morte de grandes civilizações ou ao seu enriquecimento mesmo que seja apenas virtual.

Mas como situações tão antagônicas podem acontecer a uma mesma pessoa? A resposta é que nosso sistema de ensino e nossos alunos não possuem a mesma linguagem. Nossos alunos não aprendem da maneira como seus professores aprenderam. Não podemos continuar a replicar os modelos de ensino dos séculos anteriores, pois nossa sociedade não é a mesma, não lidamos com a informação como nos séculos anteriores. Marc Prensky (2001) cunhou o termo nativos e imigrantes digitais e admitiu que os professores, imigrantes digitais em sua maioria, estão ensinando alunos que são nativos digitais e que falam uma linguagem totalmente nova porque imersos numa sociedade tecnologicamente mais avançada.

Alunos nativos digitais estão acostumados a receber informações

[1] https://www.youtube.com/

> mais rapidamente do que seus professores imigrantes digitais sabem transmitir. Imigrantes preferem textos a imagem; já os nativos, ao contrário, preferem imagens a textos. Os imigrantes preferem as coisas em ordem, enquanto os nativos relacionam-se com a informação de maneira aleatória. Imigrantes estão acostumados a uma coisa por vez, ao passo que os nativos são multitarefas. (MATTAR, 2010, p.10).

Nossa educação encontra-se dissociada da realidade, a tecnologia permitiu uma capacidade de armazenamento quase infinita em que “espera-se que o aluno desenvolva capacidades e estratégias para pesquisar e acessar dados” (MATTAR, 2010, p.43). Não é cômodo para os nossos alunos passar cinco horas diárias sentados inertes recolhendo fatos e conteúdos.

> Temos de parar de falar porque os alunos não estão nos ouvindo. Nosso sistema educacional está ainda baseado em uma abordagem centrada no conteúdo, não no aprendiz, ou seja, está centrada no que ensinar, não em como aprender. (MATTAR, 2010, p.43).

Mas alterar esse panorama não é assim tão simples. Esse sistema educacional está fortemente ligado a uma forma de avaliação em que se leciona o conteúdo em sala de aula e para saber se o aluno reteve tal conteúdo é aplicada uma avaliação, (PRENSKY, 2012) discute a dificuldade em alterar esse sistema de ensino e as razões pelos quais isso não é alterado:

> Economia: não sabemos o que os aprendizes querem e do que precisam; não sabemos como fazer; o sistema é grande e fragmentado; os reformadores também são fragmentados; precisamos primeiro construir a infraestrutura; temos medo de bagunçar o sistema; as coisas até que funcionam relativamente bem, retreinar os treinadores e professores é difícil; e a avaliação (fora dos moldes de múltipla escolha) é mais complicada. (MATTAR apud PRENSKY, 2010).

É necessário renovar o sistema atual de ensino para atrair a atenção dos nativos digitais e essa mudança precisa ser acompanhada de um novo sistema de avaliação.

> Os leitores não são mais apenas leitores, mas também editores e escritores, e pessoas aprendem hoje construindo ideias, relações e artefatos, em vez de serem simplesmente ensinadas. O que

> pode ser avaliado, então é o processo de construção e a produção. O aluno deve demonstrar sua maestria no processo e no produto, não em uma prova. (MATAR, 2010, p. 69)

Os games há muito já têm sido usados para ensinar, como forma de treinamento. Podemos citar seu uso pelo exército americano que submete seus soldados a horas de simulação de batalha em realidade virtual como forma de preparação para o combate real. Há ainda o uso em cursos de pilotos de avião de simuladores de voo que preparam para diferentes situações e, inclusive, são obrigatórios para a obtenção do brevê.

Especificamente na educação formal existem exemplos de utilização dos games para ensinar e Paula (2015) categoriza três grupos de games de acordo com a sua abordagem educacional: jogos com fins educacionais, uso dos jogos comerciais e o uso pedagógico da criação de jogos.

No primeiro grupo Paula enfatiza os jogos educativos que “foi a primeira opção na tentativa de se aproveitar o potencial dos videogames para que os estudantes aprendessem “algo que valesse a pena”” (PAULA, 2015, p. 97). Porém, tais jogos educativos não trazem consigo a característica intrínseca de serem desafiadores ou competitivos. Por vezes, têm o objetivo simplesmente de transmitir determinados conceitos. Não que isso seja demérito, estamos falando apenas que jogos educativos não são, necessariamente, desafiadores e motivadores.

> Outra característica comum a esses jogos é o uso de mecânicas de jogo extremamente simples. Como resultado, surgiram obras que eram versões digitais do tradicional “exercício-e-prática” efetuado pelas escolas, nos quais o artefato se tornava mais um reforço positivo para que o jogador memorizasse a resposta correta do que um ambiente que propiciasse a construção do conhecimento. (PAULA, 2015, p. 97)

Podemos adicionar aos jogos educativos os simuladores educacionais, na área de ciências. Por exemplo, existem as simulações de experimentos como aqueles disponibilizados no Interactive Simulations (PhET) [2] e ainda há outros para ensino da língua inglesa ou da matemática.

Com relação ao segundo grupo destacado por Paula, games comerciais são “qualquer videogame que tenha sido criado e comercializado tendo como foco

[2] https://phet.colorado.edu/

principal o entretenimento.” (PAULA, 2015, p. 107). Para este pesquisador os games comerciais podem ser utilizados para a educação

> Essa abordagem pode ser extremamente poderosa, pois esses jogos possuem um alto potencial de engajamento em relação aos estudantes. No entanto, a grande dificuldade está em fazer com que este alto engajamento propicie e favoreça uma experiência de aprendizagem, já que o jogo, originalmente, não apresenta objetivos de aprendizagem (PAULA, 2015, p. 107).

Entre os games apontados por Paula está o game Portal 2 que é o game utilizado na elaboração das atividades experimentais desse trabalho e que será apresentado no próximo capítulo.

O terceiro e último grupo definido por Paula “é o uso pedagógico da criação de jogos digitais, no qual é proposto aos alunos que criem seus próprios artefatos, sendo que a aprendizagem ocorre propriamente a partir desse esforço criativo” (PAULA, 2015, p. 114). Paula acompanhou, em seu trabalho, um projeto na cidade de Londres, Inglaterra, de criação de games juntamente com alunos do Ensino Médio através de uma plataforma denominada *Mission Maker.* Seus resultados mostram que esse tipo de ensino pode não ser a solução para todos os problemas da educação, mas possui relevância no contexto educacional devido a sua enorme capacidade de adaptabilidade aos diferentes contextos e conteúdo.

3 - O GAME PORTAL 2

Portal 2 é um game de ação/puzzle produzido pela empresa VALVE em que "o jogador assume o papel de uma cobaia de teste [...] que tem de navegar através de uma série de experimentos cada vez mais desafiadores conhecidos como câmaras de teste" (PITTMAN, 2013, p.342, tradução nossa).

A única ferramenta disponibilizada pelo jogador para conseguir alcançar a saída é uma arma de portais, um dispositivo capaz de criar um buraco de minhoca e unir duas superfícies distantes, de modo que "combinado com os vários elementos de jogo, o jogador tem de repensar a geometria e física para se movimentar pelas câmaras de maneiras que são impossíveis na vida real" (PITTMAN, 2013, p.343, tradução nossa).

Para superar esses desafios e encontrar a saída das câmaras de teste o jogador deve treinar sua habilidade de resolução de problemas e a característica que mais chama a atenção nesse game é a física realista do movimento da personagem principal.

Essas duas características: capacidade de resolução de problemas e física de situações reais mostraram-se interessantes e bastante apropriadas para a utilização do game Portal 2 para o ensino de física. Tanto que os desenvolvedores da VALVE elaboraram um ambiente no qual os próprios jogadores podem desenvolver a sua câmara de teste.

> Em 2011, enquanto desenvolvia a sequência Portal 2 (VALVE, 2011), a Valve decidiu explorar o potencial educacional contido no jogo: após ouvirem educadores, alguns desenvolvedores foram designados para formarem um pequeno time e criar uma ferramenta chamada Puzzle Maker, um editor de níveis que permite que os usuários (professores e alunos) possam criar suas próprias fases e explorarem conceitos dentro do jogo. (PAULA, 2015, p. 115)

Ou seja, um professor pode elaborar ambientes para seus alunos, ou mesmo os próprios alunos podem elaborar situações-problema, tais que, para serem solucionadas necessitam usar o conhecimento físico corretamente.

Isto abre um leque de oportunidades gigantesco para o professor que deseje introduzir novas estratégias de ensino em sua prática docente. Assim, o professor em vez de, ou em complementação a, utilizar exemplos para ensinar conceitos

físicos, pode oferecer a seus alunos experiências em uma realidade virtual. Mas, essas experiências podem ser muito próximas de situações reais ou até mesmo pode crar o seu próprio exemplo daquele conceito físico apreendido.

> É uma oportunidade única para os educadores, nós podemos deixar os alunos jogarem, criarem e interagirem com os mundos limitados apenas pela imaginação. Eles podem explorar e analisar situações fisicamente impossíveis para descobrir leis físicas reais. Eles podem construir experimentos virtuais tão válidos como o seu desenvolvimento físico e em contrapartida em menos tempo e com menos esforço. (PITTMAN, 2013, p.356, tradução nossa)

Deste modo, promover atividades na aula de física utilizando a capacidade ímpar do game Portal 2, contribui bastante para melhor compreensão dos conceitos físicos pelos alunos. Consultando o blog oficial do jogo[3] podemos encontrar alguns planos de aula disponíveis para o ensino da física, matemática e química.

Grande parte do material para o ensino da física foi elaborado por Pittman, um professor do ensino médio norte americano que optou por utilizar o game portal 2 como laboratório virtual para seus alunos. Ele elaborou experimentos virtuais para todo o ano letivo onde seus alunos colhiam e analisavam os dados obtidos. Experiências como: velocidade terminal, impulso e quantidade de movimento foram ensinados aos seus alunos.

Em seu canal no You Tube, Pittman demonstra como podemos utilizar o Portal 2 para ensinar as Leis de Newton. Mais do que dar exemplos aos alunos é possível criar seu próprio exemplo, ou mesmo propiciar para que os alunos utilizem a criatividade para criarem seus próprios exemplos. Pittman, nesse vídeo utiliza um bloco deslizando em uma superfície sem atrito para demonstrar o conceito de inércia. Logo após, lança objetos contra paredes verticais que ao rebaterem tornam evidente a “ação e reação” servindo de um belo exemplo para explicar a terceira lei de Newton.

Os resultados do trabalho de Pittman apontam no sentido de um maior interesse dos alunos para a disciplina da física:

> O *feedback* dos alunos indicou que eles gostaram da aula. Eles disseram que aguardavam a aula e muitos deles me disseram que gostaram da física mais do que imaginavam. O interesse pela

[3] http://www.learnwithportals.com/

> física aumentou em todo a escola quando meus alunos compartilharam o que estava acontecendo com seus amigos (PITTMAN, 2013, p.355, tradução nossa).

Pittman defende o uso dos games na educação pois “nós desperdiçamos recursos valiosos quando não conseguimos aproveitar a capacidade aparentemente inata de nossos nativos digitais de interagir com a tecnologia” (PITTMAN, 2013, p.356, tradução nossa) e principalmente para o ensino da Física porque “ensinar física com Portal 2 é encorajar os alunos a desenvolver, explorar e aplicar leis da física ativamente. (PITTMAN, 2013, p.356, tradução nossa).

> Com relação aos resultados, Pittman pontua: “Sinto-me à vontade afirmando que o Puzzle Maker (criador de Quebra-Cabeças) melhorou a compreensão dos alunos sobre a física, mas até que ponto e com o sucesso que o comparado com o laboratório tradicional ainda está por determinar” (PITTMAN, 2013, p.355, tradução nossa)

e faz uma projeção a longo prazo:

> Eu suspeito que, à medida que a pesquisa continuar, mais educadores reconhecerão os vídeo games como uma ferramenta valiosa e as experiências dos alunos com o Portal 2 serão em breve comuns em salas de aula em todo o mundo (PITTMAN, 2013, p.358, tradução nossa).

Um ponto que vale a pena ser ressaltado é que a VALVE havia desenvolvido uma versão educacional, denominada *Steam for Schools*, do *puzzle maker* com opções de cronometragem do tempo, determinação e variação da massa dos blocos, controle do atrito da superfície, entre outros. Porém, essa versão não é mais disponibilizada pela VALVE para download.

4 - SEQUÊNCIA DE ENSINO APRENDIZAGEM (SEA)

Construímos o produto desse trabalho baseado nos referenciais teóricos das *teaching learning sequencies (TLS)* que utilizaremos a tradução de sequências de ensino e aprendizagem (SEA). Em sua tese de doutorado, Colombo cita MEHEUT e PSILLOS que a definem como “hoje amplamente utilizado para designar a estreita ligação entre o ensino proposto e a aprendizagem esperada dos alunos” (COLOMBO apud MEHEUT; PSILLOS, p. 71). A SEA pode ser um produto para ensinar um conceito físico que não tem um limite temporário específico, pode extrapolar o tempo de uma aula de cinquenta minutos e ter uma duração muito menor do que um bimestre, por exemplo.

> Esse tipo de elaboração pertence a uma tradição de pesquisa em ensino de Ciências na qual o ensino e a aprendizagem são investigados em níveis que chamamos de micro e médio (sequência de um único tópico, por exemplo) ao invés de um nível macro (em um ou mais anos) (SOARES; TATO, 2011, p. 5)

A utilização da SEA mostrou-se adequada para as pretensões desse trabalho de elaborar, aplicar e analisar a aplicação de pequenos tópicos de física devido ao seu caráter peculiar de poder ser utilizada também como uma ferramenta de pesquisa além de sua proposta de inovação como discutido por (SOARES; TATO, 2011). Colombo reforça esse caráter dual:

> duas características fundamentais do trabalho com SEA: as sequências estreitam a relação entre pesquisa e ensino e, desenvolvem-se gradualmente a partir de um ciclo evolutivo, apoiado por dados de pesquisa. (COLOMBO apud MEHEUT; PSILLOS, 2014. P.73)

O ciclo evolutivo pode ser entendido como as diversas aplicações da SEA. Ela deve ser testada, avaliada e aplicada novamente num processo continuo e virtuoso que demanda o esforço de várias mãos numa larga escala de tempo. Nosso papel é dar um primeiro passo e oportunizar essa SEA para que possa ser testada em diferentes contextos: ele “precisa ser refinado depois de julgado por outros professores” (COLOMBO, 2014, p. 73) de modo a ser validada com o

tempo.

Ao se elaborar uma SEA há certos aspectos, abordagens, que o autor opta em detrimento a outras. É o chamado desenho da SEA, ou seja, de infinitas possibilidades existentes opta-se por uma que se acredita ser a mais adequada. Sabemos que “embora a melhor maneira de ensinar um tópico possa ser de fato uma ilusão, pensamos que algumas formas são melhores do que outras” (LINJSE, 2014, p. 538)

É importante que as ideias estruturantes da SEA sejam destacadas para serem comparadas em outros contextos, com outras SEA e possam de fato cumprir o seu papel de pesquisa. “Em geral, o design de sequências de ensino-aprendizagem deve começar por explicitar e justificar sua visão sobre o ensino e a aprendizagem, sobre ciência e sobre educação em ciências (LINJSE apud MILLAR; OSBORNE, 1999).

Consideramos que a motivação dos alunos tem papel central na aprendizagem e acreditamos que os games possam despertá-la como já discutimos em capítulos anteriores. Além disso, partimos de uma premissa interacionista em que os alunos interagem com o objeto de estudo em contrapartida à passividade deles nas aulas tradicionais.

Construímos a SEA de modo que cada atividade seja iniciada com uma problematização, pois “sendo a problematização o foco em torno do qual os elementos que compõem a SD (sequência didática) devem se articular, este é o grupo que possui maior relevância” (GUIMARÃES; GIORDAN, 2011, parênteses nosso). A partir dessa problematização levantamos os conhecimentos prévios dos alunos para o desenrolar da atividade.

5 - CONTEÚDOS DE FÍSICA

Os conteúdos físicos abordados na sequência de ensino aprendizagem são comuns a qualquer currículo escolar e pensamos ser de extrema importância o ensino deles. Porém, o ensino sob o viés experimental de tais conteúdos não ocorre com frequência, seja pela falta de planejamento ou pelo currículo engessado imposto pelo sistema apostilado que as escolas vêm adotando. Cada dia mais, o ensino limita-se ao giz e à lousa. O grande problema disso é que muitas vezes a física (e a ciência de forma geral) é distanciada do seu caráter experimental. Os alunos não são convidados a pensar como um cientista, ou seja, a montar seu próprio experimento, realizar a experiência, tomar dados e apresentar um resultado. Ainda que, no Portal 2 isso seja feito de maneira virtual pensamos que essa prática pode ser relevante para que os alunos tenham clareza do papel da experiência no desenvolvimento da física.

Assim, os conteúdos explorados nessa SEA são aqueles que possibilitam a realização de experimento utilizando Portal 2. Mais do que isso, propiciam que os alunos possam tomar dados e verificar na prática a teoria posta nos livros didáticos.

5.1- Velocidade média.

O conceito de velocidade média é trabalhado com os alunos geralmente no primeiro ano do ensino médio e retomado em diferentes ocasiões durante todo o Ensino Médio.

A velocidade média V_{med}, que é a razão entre o deslocamento Δx e o intervalo de tempo Δt durante o qual esse deslocamento ocorre:

$$V_{med} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{X_2 - X_1}{T_2 - T_1} \qquad (1)$$

A notação significa que a posição é x_1 no instante t_1 e x_2 no instante t_2. A unidade e V_{med} no Sistema Internacional de Unidades (SI) é o metro por segundo (m/s).

5.2- Aceleração da gravidade

Outro conceito que acompanha os alunos de física durante todo o Ensino Médio é o conceito de aceleração da gravidade. Na grande maioria dos exercícios dos livros didáticos e nos exemplos dos professores em sala de aula é utilizada uma simplificação no estudo da queda livre dos corpos em que não se leva em conta o papel resistivo do ar.

Porém, é difícil dar exemplos de movimentos do dia-a-dia do aluno que não a resistência do ar pode ser desprezada o que pode dificultar a compreensão total do conceito. Utilizando o game Portal 2 como laboratório virtual temos a ausência da resistência do ar para quedas de até 4 painéis.

> "Se você arremessasse um objeto para cima ou para baixo e pudesse de alguma forma eliminar o efeito do ar sobre o movimento, observaria que o objeto sofre uma aceleração constante para baixo, conhecida como aceleração em queda livre, cujo módulo é representado pela letra *g*." (HALLIDAY; RESNICK, 2008, p. 30).

Ou seja, podemos utilizar as equações do movimento uniformemente variável para encontrar a aceleração da gravidade do local da realização do experimento. Isolando a aceleração na equação abaixo encontramos uma forma de obtê-la através de um experimento de queda de corpos.

$$\Delta x = V_0 t + \frac{g t^2}{2} \qquad (2)$$

Supondo que a velocidade inicial (V_0) é nula quando o objeto é abandonado de certa altura ($H = \Delta x$), temos:

$$g = \frac{2H}{t^2} \qquad (3)$$

Nessa expressão a variável t é o tempo de queda do objeto.

5.3- Energia Mecânica

Segundo (TIPLER; MOSCA, 2009, p.171) “Energia é um dos conceitos unificadores mais importantes da ciência. Todos os processos físicos envolvem energia”. Temos que a energia mecânica de um sistema é a somatória das energias cinéticas e potencias do mesmo.

Podemos dizer que a energia cinética (E_c) é a energia do movimento enquanto que a energia potencial gravitacional é a energia da altura (E_{pg}).

Podemos calcular a energia cinética (E_c) da seguinte maneira:

$$Ec = \frac{mv^2}{2} \qquad (4)$$

Em que “m” é a massa e “v” a velocidade do objeto.

Já a energia potencial gravitacional pode ser obtida a partir da seguinte relação matemática:

$$Ep = mgh \qquad (5)$$

Em que “h” é a altura do objeto em relação a um referencial. Geralmente esse referencial é a superfície da Terra.

5.4- Trabalho realizado por força constante

Temos que o trabalho é uma forma de energia, uma forma de energia em trânsito que é transferida por um agente a um corpo. Assim, podemos dizer que um agente realiza trabalho através de uma força em um corpo fornecendo para o mesmo energia. Podemos calcular o trabalho realizado por essa força “F” em uma distância “d” de maneira geral através da seguinte relação matemática.

$$w = \int_{x_1}^{x_2} F\, dx \qquad (6)$$

Temos que a partir da resolução da equação (6) chegamos em:

$$W_{F_{res}} = \Delta E_{cin} \qquad (7)$$

Onde W_{Fres} é o trabalho da força resultante executado pelo agente e ΔE_{cin} a energia cinética adquirida pelo corpo.

5.5- Problemas que envolvem atrito cinético

Quando temos um bloco, por exemplo, deslizando por uma superfície rugosa há uma dissipação da energia mecânica desse corpo através do aumento da temperatura dos envolvidos. A força de atrito pode ser calculada através da seguinte relação:

$$F_{at} = \mu N \qquad (8)$$

em que “μ” é o coeficiente de atrito entre o bloco e a superfície. Já “N” é a força de contato entre o bloco e a superfície que se considerarmos o bloco deslizando por uma superfície plana e horizontal teremos que o módulo da força normal tem o mesmo valor do que a força peso.

Dessa forma imaginemos que esse bloco desliza por inércia com velocidade inicial V_0 e devido à força de atrito tem sua velocidade final nula após percorrer uma certa distância “d”.

$$\begin{gathered} E_f - E_i = F_{at}.\Delta x \\ -E_i = F_{at}.d \end{gathered} \qquad (9)$$

Temos que a força de atrito W é uma força resistiva e, portanto, tem valor negativo. Uma relação entre a distância percorrida e o coeficiente de atrito cinético entre o bloco e a superfície pode ser escrita como

$$\frac{mv^2}{2} = \mu N d \qquad (10)$$

Na equação acima podemos substituir a normal por peso e chegamos numa equação que não depende da massa.

$$v^2 = 2\mu g d \qquad (11)$$

Obtemos uma equação que relaciona a velocidade de lançamento de um bloco numa superfície plana horizontal com a distância percorrida e o coeficiente de atrito. No game, podemos modificar esses parâmetros de forma a encontrar o coeficiente de atrito, ou mesmo, tendo o coeficiente de atrito encontrar os demais parâmetros.

6 – O PRODUTO

Diante dos benefícios que o uso dos games pode trazer para a educação foi elaborada uma sequência de ensino aprendizagem (SEA) para ensinar alguns conceitos da disciplina de Física utilizando um game comercial de modo a estimular e despertar o interesse dos alunos para a aprendizagem da física.

O game Portal 2 pelas suas características realísticas, ou seja, com uma mecânica de jogo que obedece às leis Físicas, foi escolhido para ser utilizado nesse trabalho. Há “um modo de jogo” em Portal 2 que permite aos usuários a criação de “câmaras de testes” que são fases onde é permitida a construção de obstáculos, catapultas, escadas, etc. por meio dos objetos disponibilizados no próprio game.

Essa SEA foi construída de modo a aguçar a criatividade dos alunos fazendo com que montem experimentos científicos com os objetos disponibilizados nesse modo de jogo. Ao realizar os experimentos espera-se que os alunos desenvolvam a habilidade de tomada e análise dos dados além de observar a importância do uso dos mesmos para o desenvolvimento da ciência.

Além disso, os alunos durante a realização da SEA devem solucionar desafios em câmaras de teste já criadas de modo que para solucioná-los precisam se valer do conhecimento físico adquirido, além da necessidade do raciocínio estratégico.

Como forma de motivação foram adicionados à SEA técnicas da gamificação. Em especial, a recompensa como elemento do jogo: a obtenção de troféus para os alunos que executarem adequadamente missões presentes em cada uma das atividades. Numa perspectiva em que essa SEA seja utilizada no ensino regular esses troféus poderiam ser utilizados para a atribuição da nota dos alunos.

A SEA é formada por 4 fases-atividades divididas em momentos e utilizam em torno de 3 aulas de 50 min cada. Porém esse número de aulas é apenas uma estimativa e cada momento das atividades pode ser adaptado de acordo com o contexto de ensino e o aprofundamento que o professor queira dar, podendo assim, esse número de aulas ser aumentando ou diminuído.

Atividade 1: Conhecendo o game Portal 2.

Nesta atividade, os alunos são instigados a medir a velocidade média da personagem. Essa primeira atividade é simples na perspectiva de tomada de dados e não requer grandes construções na câmara de teste e por esse motivo é

uma boa atividade para introdução da SEA devido aos alunos ainda não estarem familiarizados com a mecânica do jogo.

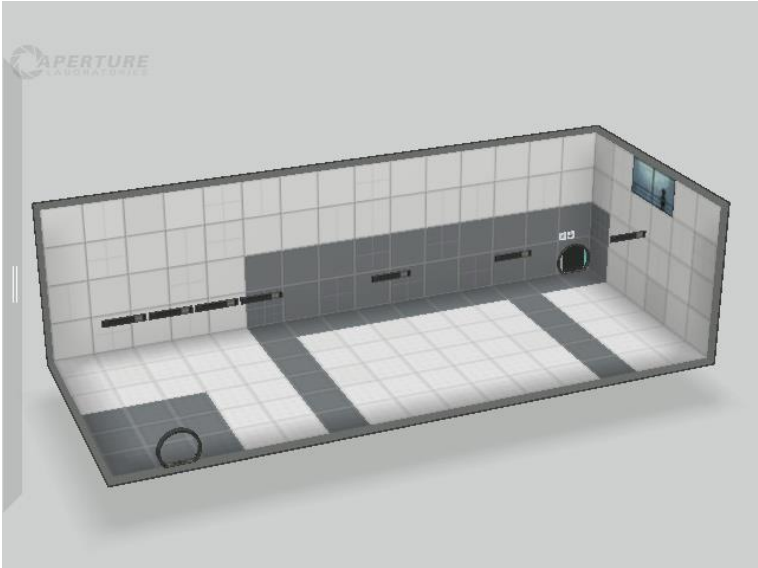

Figura 1- Câmara de teste para realização da atividade 1.

Cada atividade se inicia com uma problematização objetivado identificar os conhecimentos prévios dos alunos e as sugestões de perguntas que constam no produto desta dissertação. A problematização acerca dessa atividade 1 gira em torno do funcionamento dos radares no trânsito urbano e nas estradas e é finalizado com a sugestão do professor para os alunos construírem um experimento para medir a velocidade da personagem. É disponibilizado um vídeo da execução desse experimento no produto. Um ponto que vale ressaltar é que no game a unidade de medida para a distância percorrida é a dimensão dos painéis presentes no chão. Na figura 1 podemos visualizar os painéis brancos e pretos na câmara de testes. Essa câmara já está preparada para a realização da atividade 1. Perceba que entre os painéis pretos há uma distância de oito painéis que deverão ser percorridos pela personagem e o seu tempo cronometrado.

Essa atividade também deve ser usada para aprofundar a discussão sobre algarismos significativos visto que as atividades posteriores constarão a coleta de dados experimentais é possível que os alunos tenham dificuldade para apresentarem corretamente seus resultados.

Atividade 2: Calculando a aceleração da gravidade.

A atividade 2 tem por objetivo discutir o conceito de gravidade e como podemos calcular o valor de sua aceleração. A partir de uma problematização que está descrita no produto sobre o porquê de existir a gravidade, os alunos são instigados a calcular o seu valor no game construindo um experimento com a câmara de testes.

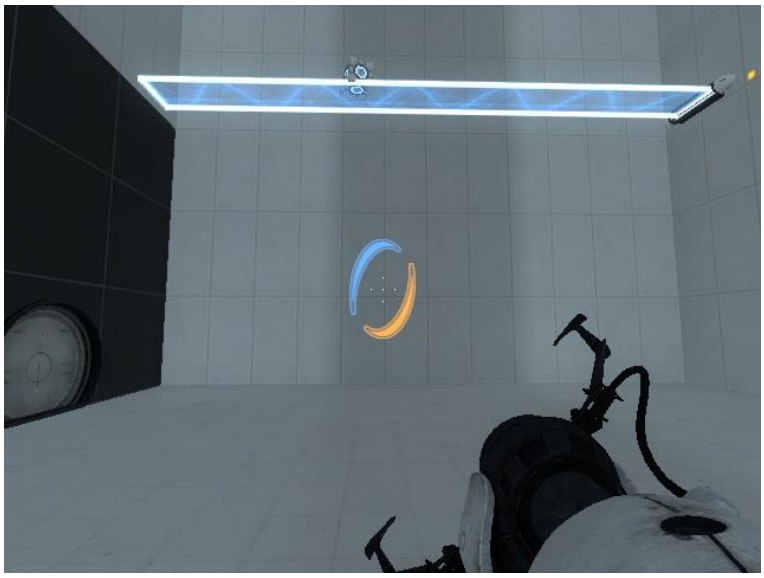

Figura 2 - Experimento para a realização da atividade.

Para o cálculo da aceleração da gravidade os alunos precisam relembrar a equação horária do movimento uniforme e fazer alguma manipulação para isolar a variável da aceleração (equação 2). Com a equação em mãos nota-se que para calcular a aceleração, é suficiente abandonar objetos do repouso de uma altura conhecida.

Os alunos devem utilizar a criatividade para construir um experimento para levantar dados que possibilitem a obtenção do valor da aceleração da gravidade. Um vídeo foi elaborado e disponibilizado no produto que demonstra a elaboração do experimento mais adequado para a obtenção desses dados e está representado na figura 2.

Para determinar a altura da qual os blocos devem ser abandonados é necessário medir em função dos painéis fixos nas paredes verticais, assim como realizado no deslocamento horizontal. Porém, devemos tomar cuidado porque as dimensões

dos painéis verticais são diferentes dos horizontais. Os painéis verticais possuem o quádruplo do tamanho dos painéis horizontais.

Atividade 3: Obtendo o valor do coeficiente de atrito.

Essa atividade aborda as leis de Newton, a conservação da energia e a força de atrito. Os alunos são desafiados a elaborar um experimento no qual um bloco ao cair de uma altura conhecida percorre certa distância percorrendo um gel laranja chamado “gel de propulsão” até parar, como mostrado na figura 3.

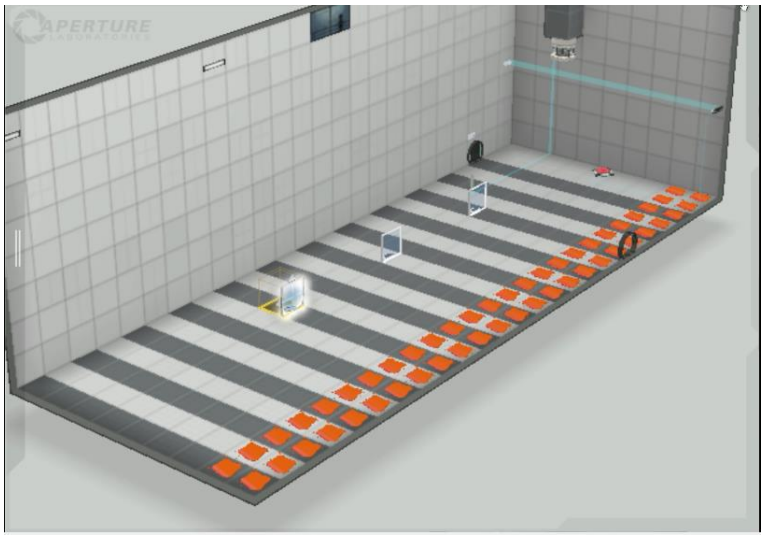

Figura 3 – Nesse experimento o bloco é solto verticalmente da plataforma e percorre o gel de propulsão (laranja) até parar.

Ferramenta disponível no editor de níveis *(puzzle maker),* o gel de propulsão aumenta a velocidade da personagem ao se movimentar sobre ele bem como diminui o atrito entre os objetos e a superfície que for aplicado. Após realizar a problematização, que se encontra no produto, para explicar por que o bloco para o professor deve abordar os conceitos de conservação da quantidade de movimento e força de atrito. Os alunos devem perceber que há uma relação entre a altura de onde são abandonados os blocos e a distância horizontal percorrida (APÊNDICE - Determinar o coeficiente de atrito).

Atividade 4: Avaliação.

Nessa atividade ao invés dos alunos elaborarem uma câmara de testes, terão que sair de uma câmara previamente elaborada, conforme mostrado na figura 4. Eles terão que utilizar os conceitos apreendidos durante a SEA para superar esse desafio.

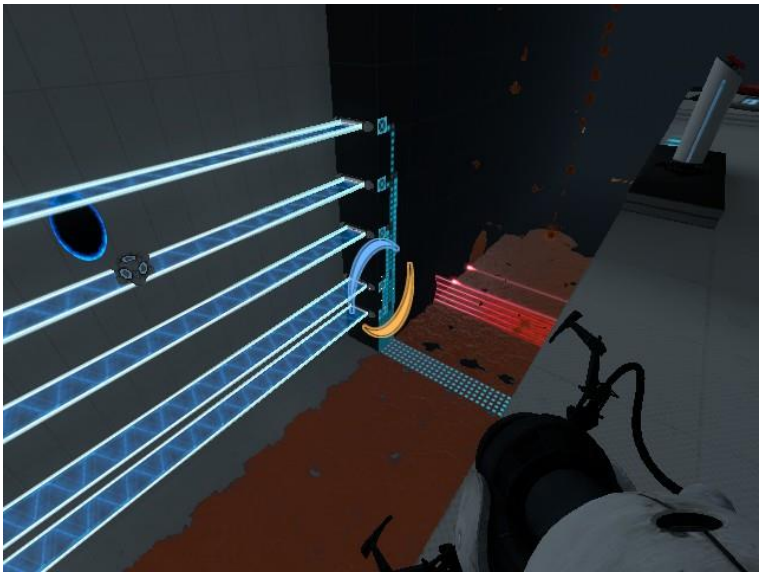

Figura 4 - Câmara de teste que os alunos terão que alcançar a porta de saída utilizando os conceitos físicos

Nessa câmara o bloco mostrado na figura 4 deve ser solto da ponte correta, dentre as fornecidas, para que ele ao deslizar horizontalmente pelo “gel de propulsão” possa parar exatamente nos lasers que darão acesso à porta de saída.

Isso é possível porque os alunos já calcularam na atividade 3 o valor do coeficiente de atrito e assim conseguem calcular a altura de onde os blocos são soltos para que parem exatamente na posição que abrirá a porta de saída.

Os conceitos físicos abordados na SEA envolvem algarismos significativos, cinemática, dinâmica e conservação da energia, podendo ser utilizado de maneiras e séries distintas. Uma das maneiras de utilizar essa SEA é pela sua aplicação de cada atividade juntamente com o conteúdo escolar. Por exemplo: no momento em que o professor estiver ensinando os conceitos de peso e massa, em que há uma discussão inerente sobre a aceleração da gravidade, esse material poderia ser utilizado para iniciar tal discussão por meio da atividade “calculando a aceleração da gravidade”. Ou ainda, se o tempo não permitir que a atividade seja

ministrada na integra o professor poderia se valer somente da aplicação da missão “calculando a aceleração da gravidade no game portal 2”.

Uma outra maneira de aplicação dessa SEA é a sua utilização por completo após os alunos já terem adquirido todo os conceitos abordados na SEA. Desta forma teríamos uma revisitação de tais conceitos sob uma outra perspectiva. A aplicação nessas condições poderia ocorrer tanto no período das aulas ou como em um minicurso extra fora do período de aulas.

Com relação aos anos letivos em que podemos utilizar essa SEA devemos levar em consideração que os conceitos abordados na mesma são trabalhados preferencialmente na primeira série do Ensino Médio. No entanto, sabemos que algumas escolas ministram esses conceitos tanto no nono ano do Ensino Fundamental, ainda que de maneira superficial, quanto no terceiro ano do Ensino Médio como revisão para os exames de ingresso no ensino superior.

Sendo assim, dependo do tempo disponível, do objetivo e da profundidade dos conceitos abordados pensamos que esse material possa ser ministrado no nono ano do ensino fundamental de modo menos formal como introdução para os conceitos físicos, no primeiro ano do Ensino Médio como conteúdo regular previsto no currículo e no terceiro ano do Ensino Médio como revisão para as avaliações externas.

7- APLICAÇÃO DO PRODUTO

Optamos por aplicar o produto em um minicurso com duração de 4 dias realizado no contra turno aos alunos do terceiro ano do Ensino Médio de uma escola particular da zona leste da cidade de São Paulo onde o autor ministra aulas. Tais alunos estavam se preparando para os exames vestibulares e o período de 4 (quatro) dias justifica-se pelo fato de um número maior do que esse poderia diminuir a frequência dos alunos consideravelmente, tendo em vista que eles permaneciam na escola durante um longo período de aulas, a maioria sem almoço e com hora marcada para ir embora junto com a condução escolar.

Ao todo 23 (vinte e três) alunos entre os 44 (quarenta e quatro) que cursavam o terceiro ano do Ensino Médio realizaram voluntariamente a inscrição para participar do minicurso e desses alunos 14 (quatorze) participaram efetivamente, alguns vieram num dia e não em outros e alguns alunos vieram somente em um dia. Eles estudaram os conceitos presentes nessa SEA na primeira série do Ensino Médio e estavam em processo de revisão desse conteúdo no terceiro ano.

As atividades precisaram ser adaptadas para esse tempo reduzido de aplicação, porém optou-se por utilizar todos os momentos do minicurso, uma vez que era importante testar a aplicabilidade dos mesmos. A visão geral da aplicação encontra- se na tabela 1 e iremos destacar a seguir como ela se deu.

Com relação à atividade 1 “Conhecendo o game portal 2” todos os seus momentos foram aplicados, porém com discussões bem abreviadas sobre as ferramentas presentes no game, para a confecção das câmaras de testes e sobre as problematizações. Essa abordagem dificultou a jogabilidade dos alunos. Nessa atividade, era esperado que os alunos sugerissem uma estratégia para calcular a velocidade média da personagem com base numa breve discussão (o roteiro para essa discussão encontra-se no produto educacional) realizada sobre o princípio de funcionamento dos radares de velocidade. E de fato os alunos verbalizaram como seria o experimento e conseguiram montá-lo sem grandes dificuldades. Para a tomada de dados os alunos que não estavam em dupla tiveram esforço extra para movimentar a personagem e cronometrar o tempo. Assim se faz necessário destacar a realização das atividades em duplas. Após a realização da tomada de dados e dos cálculos os alunos apresentaram seus resultados na lousa e como

haviam tido há poucas aulas a discussão sobre algarismos significativos apresentaram a maneira correta.

Tabela 1 - Visão geral das atividades contidas no produto educacional.

Atividade	***Missão***	***Conteúdos***
CONHECENDO O GAME PORTAL 2	*Determinar a velocidade média da personagem*	*Velocidade média.*
CALCULANDO A ACELERAÇÃO DA GRAVIDADE	*Determinar a expressão da aceleração.* *Cálculo da aceleração da gravidade do game Portal 2.*	*Aceleração da gravidade.* *Primeira e segunda lei de Newton.*
OBTENDO O VALOR DO COEFICIENTE DE ATRITO	*Determinar a distância percorrida pelo bloco.*	*Conservação da energia.* *Força e coeficiente de atrito.*
AVALIAÇÃO	*Atravessar a câmara de testes.*	*Todo o conteúdo*

Na atividade 2 “calculando a aceleração da gravidade” foram ministrados todos os momentos, porém alguns foram abreviados. A aula se iniciou com uma rápida discussão do trabalho de Galileu sobre a queda dos corpos com o intuito de levantar os conhecimentos prévios dos alunos. Logo em seguida discutiu-se também o porquê de existir a força da gravidade.

Com relação à obtenção de uma forma de calcular o valor da aceleração da gravidade, os alunos tiveram dificuldade fazendo com que o professor realizasse uma abordagem diretiva e enunciasse a relação matemática para a obtenção da mesma (equação 3) em função da altura que um corpo é abandonado.

Tendo a equação em mãos os alunos conseguiram verbalizar um experimento capaz de calcular a aceleração da gravidade no game. No entanto, durante a utilização do *puzzle marker* muitos não conseguiram bolar um mecanismo capaz de soltar os blocos de certa altura. Tendo em vista o pouco tempo disponível para a realização da atividade e com receio de frustração dos alunos pela demora em carregar o game cada vez que modificassem a câmara de teste, o professor interveio demostrando como construir o melhor aparato experimental para a realização da atividade.

Para a tomada de dados não houve dificuldades. Nas duplas, um dos alunos acionava o mecanismo que soltava o bloco da “ponte de luz” enquanto que o outro

aluno cronometrava com um celular o tempo que levava o mesmo para chegar ao solo.

A atividade 3 “Obtendo o valor do coeficiente de atrito” teve início com a discussão sobre inércia por meio da questão: Por que um bloco arremessado num plano horizontal para, após percorrer certa distância? A partir dessa questão foi discutido brevemente a conservação da energia e forças dissipativas, como o atrito (o roteiro para a discussão encontra-se no produto educacional).

Assim, perguntou-se aos alunos qual a distância horizontal percorreria o bloco solto por eles na atividade anterior (atividade 2) e se o bloco fosse solto de uma altura maior percorreria uma distância horizontal maior ou menor? Toda essa problematização teve o objetivo de trazer a atenção dos alunos para o fato de que há uma relação entre a altura de onde o bloco é solto e a sua distância horizontal percorrida. Desta forma o professor descreveu matematicamente na lousa a relação entre essas variáveis.

Após esse momento inicial foi proposto aos alunos que construíssem um experimento no qual o bloco da atividade anterior (atividade 2) ao chegar ao chão percorresse horizontalmente o “gel de propulsão” até parar. Assim, sabendo a altura da qual o bloco é abandonado e contando os painéis horizontais percorridos até parar é possível calcular o coeficiente de atrito do gel de propulsão. Passado alguns minutos percebeu-se algumas dificuldades dos alunos em realizar o experimento: 1 - ao cobrir tanto o bloco quanto a superfície com o gel de propulsão o atrito é diminuído consideravelmente fazendo com que deslize por uma distância maior que o limite máximo da câmara de teste, impossibilitando a realização do experimento; 2 – o bloco ao sair horizontalmente do portal rolava; 3 – não conseguiam acompanhar visualmente o movimento vertical e horizontal do bloco causando frustração; 4 – são muitos painéis horizontais para contar e os alunos acabam confundindo-se e como se deve realizar mais de uma vez a experiência, a atividade torna-se monótona.

Com todas essas dificuldades a atividade 3 não pode ser realizada em apenas uma aula e foi completada junto com a avaliação no dia seguinte quando o professor demonstrou o melhor experimento para a tomada de dados.

Outro ponto relevante que surgiu da aplicação dessa atividade é que os painéis verticais não apresentam a mesma dimensão dos painéis horizontais. No entanto, isso não fica evidente durante a fabricação da câmara de teste no *puzzle maker*,

somente durante a coleta de dados que a diferença é apresentada.

A avaliação foi realizada no último dia do minicurso. Foi pedido aos alunos que entrassem na câmara de testes denominada “coeficiente de atrito” que o professor já havia criado. Após carregada, a instrução é para os alunos encontrassem um modo de sair dela utilizando os conceitos apreendidos. Os alunos demoraram para encontrar um modo de sair, precisaram explorar por inteiro a câmara até entenderem que precisariam soltar blocos verticalmente como na atividade anterior. É curioso que partiu dos próprios alunos a opção de calcular a altura que o bloco deveria ser solto ao invés de perseguir um processo de tentativa e erro, pois demanda muito tempo se errar ao soltar o bloco de uma ponte e tentar novamente.

Assim, a observação da realização das atividades do produto evidenciou a necessidade de algumas melhorias, como por exemplo, a importância de disponibilizar ao menos 1 aula para que os alunos se familiarizem com o game. Na aplicação realizada esse tempo foi da ordem de 10 min, o que fez com que alguns comandos não fossem totalmente internalizados pelos alunos, diminuindo a interação/imersão com o game.

Além do mais, entre os alunos que participaram dessa aplicação havia dois que nunca tiveram a oportunidade de jogar vídeo game até então. São duas irmãs gêmeas que tiveram a primeira oportunidade de vivenciar essa experiência durante o minicurso e tiveram certa dificuldade para realizar as atividades do minicurso.

Outra melhoria se deu no vídeo de instrução para a realização da atividade 3 na qual é preciso contar os painéis horizontais percorridos pelo bloco. Agora os painéis são listrados para melhorar a visualização e no vídeo há a indicação de a cada 5 painéis colocar um objeto para facilitar a contagem.

Outro ponto relevante de discussão é de origem técnica: requisitos mínimos, como memória e processador do computador utilizado para rodar o game. Mesmo que o computador possua esses requisitos é desejável que ele possua capacidade além do mínimo para que o game tenha um bom desempenho. Durante a aplicação o funcionamento do game, por vezes, ficou lento para carregar as câmaras de teste dos alunos o que provocou certa dispersão e frustração dos mesmos.

Após a aplicação foi solicitado aos alunos que participaram do minicurso que

respondessem a um questionário de opinião elaborado no Google forms [4] contendo 10 perguntas. Dentre os alunos que participaram apenas 11 (onze) responderam ao questionário.

[4] Ferramenta da google para a elaboração de formulário online.

8 – CONCLUSÕES

Este trabalho partiu da premissa de que o ensino de Física aplicado atualmente está aquém das necessidades dos alunos nativos digitais, que são levados a frequentar aulas expositivas maçantes enquanto suas rotinas estão repletas de atividades de aplicação digital interativa. Segundo o questionário de opinião respondido pelos alunos que participaram da aplicação do minicurso 60% (sessenta) afirmaram que costumam jogar vídeo games. Além disso, raríssimo são as escolas que dispõem em algum momento de aulas de laboratórios, seja por falta de estrutura ou por opção do currículo. Esse tipo de aula foi renegado ao segundo plano permitindo que a Física seja vista como uma ciência não experimental.

Foi apresentada como alternativa uma situação de ensino aprendizagem (SEA) contendo atividades experimentais virtuais utilizando o game Portal 2 onde os conceitos de Física são apresentados de forma interativa, que dialoga melhor com a nova geração de alunos nascidos na Era Digital. Suas atividades experimentais, ainda que virtuais, aproximam os alunos do trabalho dos cientistas.

A escolha do game Portal 2 dentre os demais jogos comerciais não foi aleatória: deveu-se principalmente à Física realística presente na mecânica do jogo e a exigência da capacidade de resolução de problemas que se mostram interessantes aos alunos do Ensino Médio. Através do questionário de opinião pudemos constatar que 40% (quarenta) dos alunos que responderam as questões já conheciam o game antes do curso,

Devido ao curto espaço de tempo para aplicação da SEA, o produto foi apresentado através de um minicurso de 4 (quatro) dias de duração, junto a alunos do terceiro ano do Ensino Médio de uma escola particular da cidade de São Paulo. Os 14 (quatorze) alunos que participaram voluntariamente do teste estudaram os conceitos constantes do conteúdo de revisão de ensino do ano letivo em vigor. As atividades abordaram os conteúdos a seguir:

- velocidade média, relacionada à missão de determinar a velocidade média da personagem do jogo;
- aceleração da gravidade: atividade em que era necessário realizar o cálculo da aceleração da gravidade no game.
- conservação da energia: obter o valor do coeficiente de atrito entre o bloco e o

gel de propulsão.

Ao final na avaliação, os alunos deveriam passar novamente por todo o conteúdo apresentado para atravessar uma câmara de testes já construída. Ficou evidente durante a aplicação da SEA a motivação dos alunos gerada pelo uso do game para a aprendizagem da Física. Foi comum o fato de duplas de alunos permanecerem na sala após o período otimizando sua câmara de teste ou terminando de tomar dados de um experimento, o que seria pouco provável numa aula tradicional. Ainda que a atividade com o game não fosse avaliativa, ou seja "não valia nota", percebeu-se uma motivação de executar bem a tarefa. Respostas ao questionário de opinião reforça a motivação gerada pelo game. Quando perguntado "O que você achou das atividades realizadas?" obtivemos, por exemplo, respostas do tipo: "Gostei da formar [sic] que aprendemos usando algo do cotidiano como um jogo de vídeo game" e "achei bem dinâmico".

Colocar missões para serem realizadas pelos alunos com o intuito de receber troféus mostrou-se extremamente eficaz. Os alunos mostraram-se extremamente competitivos e procuraram realizar a tomada de dados com afinco para encontrar o valor esperado de modo a receber mais troféus do que os outros alunos.

Com relação à realização das atividades, quando perguntados "descreva as dificuldades para cumprir as tarefas" podemos identificar três classes de respostas com relação à: 1- falta de habilidade com a mecânica do game; 2 –estrutura mínima necessária para funcionar bem o game; 3 – realização da atividade. Com relação à primeira classe de respostas (mecânica do jogo) obtivemos, por exemplo: "A falta de conhecimento do jogo" e "Como não conhecia o jogo achei difícil me adaptar aos comandos e entender para que cada ferramenta do jogo poderia ser utilizada para cumprir as atividades propostas". Já com relação à segunda classe de respostas (estrutura): "A internet da escola não era boa e por isso o jogo travou bastante" que na verdade não era de fato a internet, mas sim a configuração do computador. Isso ressalta a importância de utilizar plataformas acima dos requisitos mínimos exigidos para "rodar" o game. Finalmente com relação à terceira classe (atividade): "conta [sic] os quadrados do chao [sic] e da parede, até as contas que antes eram dificieis [sic] se tornaram super faceis [sic]" e "a montagem" referindo-se a elaboração dos experimentos na câmara de testes. Apesar disso, 70% (setenta) dos alunos atribuíram nota máxima para as atividades do minicurso.

Assim, para sua utilização em sala de aula, há que se analisar as condições das escolas onde o produto será aplicado. Os testes demonstraram que um processador lento pode dificultar a movimentação da personagem e levar os jogadores à frustração e recomenda-se oportunizar a interação livre dos alunos com o game antes da realização das atividades com o intuito deles se familiarizarem com a mecânica e comandos do game.

Contudo, nota-se que os alunos que participaram do minicurso aprovaram aprender Física com a utilização de Portal 2. Quando indagados sobre “o que achou da experiência de estudar Física por meio de vídeo game” surgiram, por exemplo, respostas do tipo: “Eu achei uma experiência muito divertida e diferente de aprender uma matéria tão complicada quanto física”; e “Particularmente achei uma maneira de ensinar alternativa, pois demonstra os fenômenos que aprendemos nas aulas, como eles ocorrem e como podem ser utilizados, além de fugir do padrão apostilado utilizando a ferramenta computador”. Além disso, 90% (noventa) dos alunos deram nota máxima para o municurso.

Interatividade e tecnologia poderão ser a fórmula inovadora para despertar o interesse nos alunos, considerando a crescente necessidade de novos cientistas e pensadores na sociedade brasileira. O uso do jogo Portal 2 foi apenas um exemplo, mas outros games poderão ser desenvolvidos para tornar mais atraentes as matérias do Ensino Médio diante de uma audiência cada vez mais conectada e antenada com o conteúdo digital.

Cabe aos profissionais essa busca por novidades e a constante atualização dos temas em relação ao público-alvo a quem as aulas se destina. Levando em conta que 100% (cem) dos alunos que participaram do minicurso afirmaram que gostaria de repetir a experiência, está nas mãos do professor a sustentação da motivação dos alunos e este trabalho nos leva a acreditar que é possível modernizar a educação sem perder o foco no conteúdo científico.

REFERÊNCIAS

CARVALHO, Ana Maria Pessoa et al. Questionando a didática de resolução de problemas: Elaboração de um modelo alternativo. Caderno Catarinense Ensino de Física, Florianópolis, v.9,n.1: p.7-19, abr.1992.

COLOMBO JR, P. D. Inovações Curriculares em Ensino de Física Moderna: Investigando uma Parceria entre Professores e um Centro de Ciências (pp. 71-80), Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências da Universidade de São Paulo, 2014.

GUIMARÃES, Yara; GIORDAN, Marcelo. Instrumento para construção e validação de sequências didáticas em um curso a distância de formação continuada de professores. VIII ENPEC. Campinas, 2011. www.lapeq.fe.usp.br/textos

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert. Fundamentos de Física. Volume 1. 8ª. edição LTC, 2008.

LAMARQUE, Tatiele; TERRAZZAN, Eduardo. Caracterização de “questões” de física em provas de vestibular. XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, Curitiba, 2008. Disponível em https://goo.gl/CqoAM7. Acesso em 30/06/2017.

LIJNSE, Piet e KLAASSEN, Kees 2004,”Didactical structures as an outcome of research on teaching-learning sequences?”, International Journal of Science Education, 26 (5), 537 – 554.

MATTAR, João. Games em educação**:** como os nativos digitais aprendem. São Paulo, Pearson, 2010.

MOREIRA, M. A. Al final, que és aprendizaje significativo?. Qurriculum (La Laguna), v. 25, p. 29-56, 2012.

MOREIRA, M. A. Aprendizagem Significativa: a teoria e textos complementares. 1.ed., São Paulo:, LF Editorial, 2011b.

MOREIRA, M. A. Organizadores prévios e aprendizagem significativa. Porto Alegre: 2012a. Disponível em: https://goo.gl/cCvwcW. Acesso em: 12 ago. 2015.

PAULA, Bruno Henrique. Jogos digitais como artefatos pedagógicos: o desenvolvimento de jogos digitais como estratégia educacional, 2015. Dissertação de mestrado. Campinas, São Paulo.

PITTMAN, Cameron. classroom experiment: terminal velocity with relation to portals. Youtube, 22 jun. 2012. Disponível em https://goo.gl/C35a8c. Acessado em 10/07/2017.

PITTMAN, Cameron. Newton's Laws in the Portal 2 Puzzle Maker. Youtube, 5 jan. 2014. Disponível em https://goo.gl/sw8VRj. Acessado em 10/07/2017.

PITTMAN, Cameron. Teaching With Portals: the Intersection of Video Games and Physics Education. Learning landscapes, vol.6 n°2, Spring, 2013.

PRENSKY, Marc. Aprendizagem baseada em jogos digitais**.** Tradução de Eric Yamagute. São Paulo, Senac, 2012.

SIQUEIRA, Luciana G. G.; WECHSLER, Solange. Motivação para a aprendizagem escolar: possibilidade de medida. *Avaliaçao Psicologica: Interamerican Journal of Psychological Assessment* 5.1, 2006, p. 21-31.

SOARES, R.; TATO, A. Transposição Didática, atualização das "Teaching Learning Sequences (TLS)" como ferramentas de otimização. XIX Simpósio nacional de Ensino de Física. Manaus, 2011. Disponível em http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xix/sys/resumos/T0316-2.pdf

SOUZA, Carolina, Rodrigues; ARANTES, Alessandra R.; STUDART, Nelson. O amadurecimento metodológico e o uso das tics: um estudo de caso com professores de física. In: II Congresso Internacional TIC e Educação, 2012, Lisboa. Disponível em http://ticeduca.ie.ul.pt/atas/pdf/83.pdf. Acessado em 30/06/2017.

SOUZA, S. L.; MARQUES, A. J. Jogo como ferramenta de aprendizagem e avaliação no ensino de Física. In: V Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia, 2016, Ponta Grossa. V SINECT. Ponta Grossa: SINECT, 2016. v. V. p. 1-10.

TIPLER, A. Paul; MOSCA, Gene. Física para cientistas e engenheiros. Volume 1. Sexta edição. Tradutor Paulo Machado Mors. 6 edição, LTC, 2009.

VALVE. Portal 2. Valve corporation, 2011. Programa de computador. *Blog oficial* do game portal 2. Disponível em http://www.thinkwithportals.com/blog.php. Acesso em 16/02/2016

WERBACH, Kevin. Gamificação. Curso do cursera. Disponível em https://www.coursera.org/learn/gamification/home/welcome. Acesso em 16/02/2016.

APÊNDICE - PRODUTO DA DISSERTAÇÃO.

Atividades experimentais virtuais usando o game Portal 2

Esse material consiste numa sequência de ensino aprendizagem (SEA) composta de atividades experimentais virtuais utilizando o game Portal 2 com o objetivo de subsidiar você, professor, que deseja inovar em sua prática docente por meio dos jogos de vídeo game. Espero que esse produto possa contribuir para trazer a experimentação para as aulas de física e que estimule a motivação e a participação dos alunos.

A SEA é constituída por 4 atividades que são subdivididas em momentos. Por sua vez, esses momentos podem conter diferentes objetivos, como por exemplo, uma problematização, uma missão, a realização de um experimento, entre outros. Os momentos podem trazer consigo alguns símbolos para fácil entendimento do seu objetivo, a saber:

A problematização consiste na realização de perguntas que levantem os conhecimentos prévios dos alunos ou aproxime o conteúdo escolar do cotidiano deles. Sempre que observar o ícone do ponto de interrogação esteja preparado para aguçar a curiosidade dos seus alunos.

Esse é o ícone da dica. Ele ajudará com uma orientação de qual a melhor maneira de realizar de aproveitar todo o potencial de ensino presente em Portal 2.

Ícone de uma missão. O momento que contém esse ícone indica que há uma missão e o aluno/grupo de alunos que conseguir realiza-la receberá um troféu. A missão é um elemento de *gamificação*, ela estimula a competição entre os alunos e pode, se o professor desejar, ser convertida em nota.

Com relação à aplicação dessa SEA temos algumas sugestões a partir da aplicação já realizada. Uma das possibilidades é a sua utilização integral após os alunos já terem adquirido todo os conceitos físicos presentes no mesmo. Desta forma teríamos uma revisitação de tais conceitos sob uma outra perspectiva. A aplicação nesses termos poderia ocorrer tanto no período das aulas ou como um minicurso no contraturno.

Com relação aos anos em que podemos utilizar essa SEA devemos levar em consideração que os conceitos abordados na mesma são trabalhados preferencialmente no primeiro ano do Ensino Médio. No entanto, sabemos que

algumas escolas ministram esses conceitos tanto no nono ano do Ensino fundamental, ainda que de maneira superficial, quanto no terceiro ano do Ensino Médio como revisão para os exames de ingresso ao ensino superior.
A seguir descrevemos as atividades.

ATIVIDADE 1: CONHECENDO O GAME PORTAL 2

Objetivo: Proporcionar que os alunos se familiarizem com a mecânica do jogo; conhecer os objetos para a criação de câmara de testes *(puzzle maker)*; elaborar um experimento para calcular a velocidade média da personagem.
Duração estimada: 2 a 3 aulas.
Orientações iniciais: É bem provável que os alunos não estejam familiarizados com a mecânica do game portal 2. Utilize essa primeira aula para que os alunos interajam livremente, num primeiro momento, com o game e posteriormente propicie a oportunidade de que os alunos conheçam as ferramentas disponíveis e que comecem a pensar se as leis físicas são coerentes também no jogo.
Momento 1: Fale com os alunos sobre o game portal 2 e demonstre algumas das ferramentas disponíveis para a fabricação de câmara de testes.

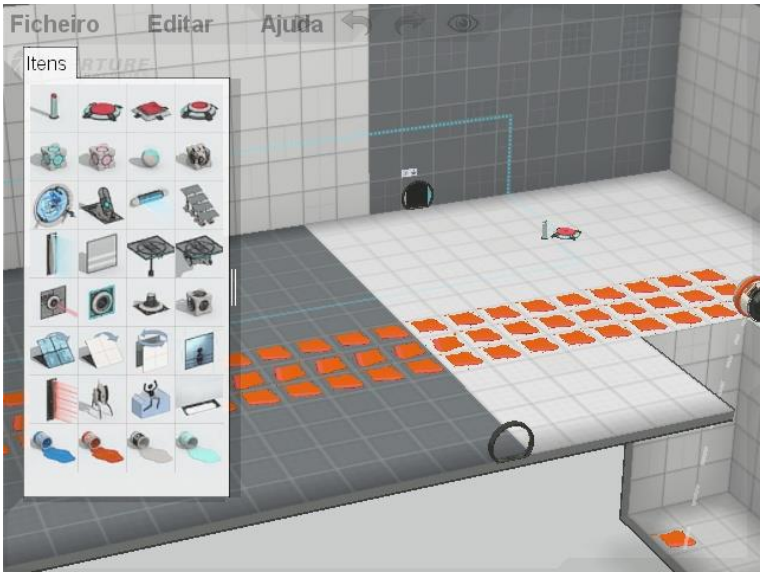

Figura 1 - Ferramentas de edição de níveis (puzzle maker) para a construção de câmara de testes.

Momento 2: Faça com que os alunos interajam livremente com as ferramentas e explorem as câmaras de testes criadas (*puzzle maker*). Permita que eles explorem

as ferramentas rotacionando a câmara de testes num estudo exploratório.
Segue um vídeo que pode auxiliar na exploração das ferramentas da câmara de teste: https://goo.gl/voUHCu.

Momento 3: Faça a seguinte problematização:

- A aceleração da gravidade na superfície da Terra é aproximadamente 9,8 m/s^2. Vocês acham que no jogo esse valor é maior ou menor?

Obs: Essa questão tem o objetivo de revelar os conhecimentos prévios sobre esse conceito que será explorado nessa aula.

- Para calcular o valor da aceleração da gravidade no jogo não é possível obter a unidade em metro. Qual outro parâmetro você sugere?

Obs: A unidade de medida que utilizaremos para distância durante todo esse minicurso são os painéis colocados nas paredes e pisos da câmara de teste. Chame a atenção dos alunos para observem a possibilidade da utilização dessa unidade.

Momento 4: Qual seria a velocidade média da personagem?

Inicialmente discuta em grupo aberto como é possível calcular a velocidade média da personagem.
É bem provável que os alunos deem a sugestão de cronometrar o tempo que a personagem demora para percorrer alguns painéis.
Discuta com os alunos a importância de várias tomadas de dados numa experiência empírica para se chegar a um valor mais confiável.
Peça que os alunos construam uma câmara de testes com uma distância conhecida de painéis horizontais (sugestão: 8 ou 10 painéis) e cronometrem com um celular, por exemplo, o tempo que a personagem demora para percorrer essa distância.

Momento 5: Para facilitar a realização dessa experiência há um roteiro no APÊNDICE - Determinar a velocidade média desse trabalho onde os alunos precisam preencher uma tabela com o tempo medido.

Momento 6: Após a realização do experimento peça para que cada aluno/grupo anote seu valor na lousa. Observe se os alunos estão anotando seus valores com o número correto de algarismos significativos. Esse é um bom momento para uma breve aula sobre esse tema.

Missão: O aluno/grupo que chegar mais próximo do valor esperado de 1,4 painéis/s ganha um troféu.

Dica: Peça que os alunos calculem também a velocidade média da personagem quando ela está sobre o gel de propulsão que aumenta sua velocidade. Isso pode ser realizado durante a aula ou como lição de casa.

Para saber mais

Leitura

- A contextualização da Física aplicada em situações de mobilidade urbana.

Autor: Jefferson Toschi. Dissertação de mestrado do programa MNPEF. Ano 2015.

Nesta dissertação, temos a oportunidade de estudar a aplicação do conceito de velocidade média em outros contextos, além de entender um pouco mais sobre os radares medidores de velocidade.

Disponível em: https://goo.gl/uxx6A8

- Simulações, games e gamificação no ensino de física.

Autor: Nelson Studart.

Consiste num artigo acadêmico no qual é explorado o uso dos games no Ensino de Física além de mostrar práticas atuais sobre o tema.

Disponível em https://goo.gl/mB89hf.

- Games em educação: como os nativos digitais aprendem

Autor: João Mattar.

É um livro que trata como se dá a aprendizagem baseada no uso de games digitais.

Filmes

Video game – O filme.

Neste filme, podemos entender como o game está disseminado em nossa sociedade, sua história e o que esperar do futuro deles.

Disponível em: https://goo.gl/sPJH2y.

ATIVIDADE 2: CALCULANDO A ACELERAÇÃO DA GRAVIDADE.

Objetivo: Elaborar um experimento para calcular a aceleração da gravidade no game Portal 2; realizar experiência e tomar dados; calcular o valor da aceleração da gravidade.

Duração estimada: 2 a 3 aulas.

Orientações iniciais: Essa situação-problema é importante para que os alunos se habituem a tomar dados no game portal 2. Além disso, é imprescindível que eles obtenham o valor da gravidade no game que é diferente do valor que eles estão habituados, pois utilizaremos nos cálculos daqui em diante.

Momento 1: Peça aos alunos que construam um experimento no qual um bloco caia de uma altura entre 3 e 4 painéis verticais.

Obs: Os painéis verticais não possuem a mesma dimensão que os painéis horizontais. Os painéis verticais têm o dobro da dimensão dos painéis horizontais. Permita, num primeiro momento, que os alunos criem por conta própria a mecânica desse experimento explorando a criatividade deles. Apesar de parecer simples, existem alguns pontos nos quais os alunos podem encontrar dificuldades, como por exemplo, o mecanismo para soltar os blocos verticalmente. O experimento ideal é mostrado na imagem a seguir:

Vídeo para a montagem desse experimento: https://goo.gl/FMmhkv

Figura 6 - câmara de teste com um bloco sobre uma ponte de laser. Quando o botão vermelho é acionado o laser é apagado e o bloco cai sob efeito da gravidade.

Momento 2: Após a montagem do experimento, faça a seguinte problematização:

- Por que os corpos soltos na superfície da Terra caem*? Essa questão tem o intuito de discutir o que é a aceleração da gravidade.*
- Se soltos de uma mesma altura na superfície da Terra qual objeto chega mais rápido ao solo, uma pena ou um martelo? *Essa questão é interessante para discutir a força de resistência do ar.*
- Quais tipos de energia envolvidos nesse experimento? *Nas aulas posteriores iremos trabalhar com conservação da energia. Essa pergunta é importante para retomar alguns conceitos sobre o tema.*

É importante que os alunos salvem essa câmara de testes, pois será utilizada nas próximas etapas.

Momento 3: Pergunte aos alunos se lembram de alguma lei da física que dependa do valor da aceleração da gravidade. Anote todas as fórmulas que os alunos falarem até encontrarem a equação horária:

$$S = S_o + V_o t + \frac{at^2}{2} \qquad (A1)$$

em que para corpos em queda a variável **a** pode representar o valor da aceleração da gravidade no local.

Peça aos alunos que isolem a variável da aceleração da gravidade para um corpo abandonado do repouso. Renomeando a aceleração da gravidade por “g” e o espaço final por “H”, temos:

$$g = \frac{2H}{t^2} \qquad (A2)$$

Missão: Fórmula da aceleração.

Essa missão tem o objetivo de fazer com que os alunos manuseiem adequadamente equações algébricas. O aluno/grupo que conseguir isolar corretamente a variável gravidade deve receber um troféu.

Momento 4: Faça com que os alunos percebam que na **equação 2** os únicos parâmetros que precisamos para calcular a aceleração da gravidade no jogo é a altura de onde os objetos caem e o tempo decorrido.

Os alunos devem utilizar o experimento anterior em que blocos são abandonados a partir do repouso de uma altura conhecida (medida em painéis, por exemplo: 3; 3,5 ou 4 painéis).

Momento 5: Faça alguns testes com os alunos para que eles se familiarizem com o tempo de reação. Siga o roteiro disponibilizado no APÊNDICE - Determinar a velocidade média desse trabalho para calcular a aceleração da gravidade no game portal 2.

Momento 6: Calcule a aceleração da gravidade do game portal 2. Peça para que cada dupla de alunos declare o seu valor encontrado e compare com o valor real 4,7 painéis/s^2.

Missão: Essa missão tem o objetivo de utilizar o game para a realização de experiência e tomada de dados. Peça que os alunos/grupos coloquem os seus valores obtidos na lousa e o grupo que mais se aproximar receberá um troféu.

Dica: Esse é um bom momento para discutir com os alunos o trabalho de Galileu sobre a queda dos corpos.

PARA SABER MAIS

Leitura

- Uma análise das concepções dos alunos sobre a queda dos corpos.

Autor (a): Margarete Hülsendeger.

Artigo acadêmico que discute as experiências empíricas de Galileu sobre a queda dos corpos fazendo paralelo com as possíveis interpretações dos alunos do Ensino Médio sobre as ideias defendidas por Aristóteles sobre esse mesmo assunto.

Disponível em: https://goo.gl/MErVHJ

Filmes e vídeos

- Classroom experiment: terminal velocity with relation to portals.

Vídeo no qual Pittman (professor americano do Ensino Médio que utiliza o game Portal 2 em suas aulas de laboratório) demonstra como utilizar o game para ensinar o conceito de velocidade terminal.

Disponível em: https://goo.gl/C35a8c

- Interstelar. Direção Christopher Nolan Ano: 2014.

Neste filme, você poderá ampliar o estudo da gravidade observando sua influência na curvatura do espaço-tempo.

Disponível em: https://goo.gl/cqE1Zj

ATIVIDADE 3: OBTENDO O VALOR DO COEFICIENTE DE ATRITO

Objetivo: Elaborar um experimento para calcular o coeficiente de atrito do gel de propulsão; realizar experiência e tomar dados; calcular o coeficiente de atrito do gel de propulsão.

Duração estimada: 3 a 4 aulas.

Orientações iniciais: Essa nova situação apresenta um grau de complexidade maior. Os alunos devem elaborar um experimento para calcular o coeficiente de atrito do gel de propulsão.

Momento 1: Retomar o experimento anterior em que um bloco entra num portal e desliza horizontalmente. Se possível exiba o vídeo sobre o experimento e prossiga com a seguinte problematização:

- Por que o bloco para após percorrer alguns painéis em seu movimento horizontal? *Essa questão visa trazer os conhecimentos prévios sobre a força de atrito como força dissipativa. É importante que os alunos percebam que se não houvesse atrito entre o chão e o bloco (pensando na ausência da resistência do ar) esse último não pararia. Posteriormente os alunos serão convidados a preencher o chão com um gel que diminui o coeficiente de atrito do bloco com o chão.*

- Em seu movimento horizontal, há alguma força empurrando o bloco para frente? E para traz? *É importante que os alunos percebam que o movimento horizontal do bloco ocorre devido à inércia. Utilize essa questão para discutir com os alunos a situação de que o bloco mantém a sua quantidade de movimento constante ao passar pelo portal. Desenhe na lousa, juntamente com os alunos, o diagrama de*

forças que atuam sobre o bloco durante seu movimento vertical e horizontal.

- O que poderíamos fazer para que o bloco percorresse uma distância maior em seu movimento horizontal? *É esperado que os alunos percebam que diminuindo o atrito entre o bloco e o chão ele consiga deslocar-se por uma distância maior. Assim como ocorre com superfícies cobertas com óleo ou gelo, por exemplo.*
- Há uma relação entre a altura em que é abandonado o bloco e a distância horizontal percorrida pelo mesmo até parar? *Essa questão será utilizada no encaminhamento para a obtenção da relação entre o coeficiente de atrito, a altura de queda do bloco e a distância percorrida horizontalmente pelo bloco até parar.*

Momento 2: Retomando o experimento em que um bloco abandonado de certa altura conhecida desliza horizontalmente até parar, peça para que os alunos preencham o chão com o gel de propulsão.
Momento 3: Solicite que os alunos realizem quedas de blocos deslizando pelo gel de propulsão. Instrua os alunos a comparar a distância percorrida horizontalmente pelo bloco na superfície sem o gel e com o gel.

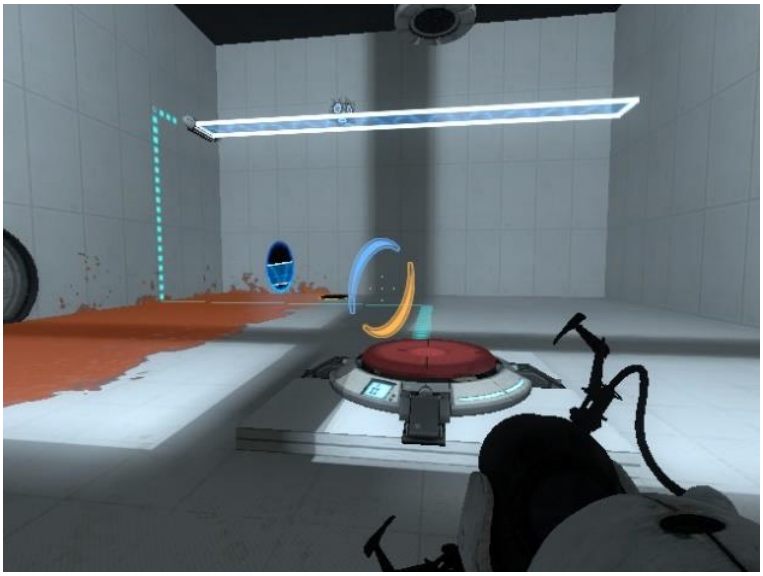

Figura 7 - câmara de teste em parte coberta pelo gel de propulsão.

Dica: A saída do bloco pelo portal realizando rolamento pode interferir significativamente para a tomada de dados. Esse rolamento pode ser anulado se o portal de incidência estiver bem centrado na queda do bloco e o

portal de saída precisa estar o mais próximo do chão possível. Uma descrição melhor dessa câmara pode ser encontrada nesse vídeo: https://goo.gl/uCxfRz.

Momento 4: Antes de realizar o experimento é preciso obter uma equação que relacione a altura de queda dos blocos com a distância percorrida pelo mesmo até parar e o coeficiente de atrito do gel de propulsão. Essa equação pode ser obtida a partir do teorema do trabalho e energia cinética. É bem provável que os alunos não consigam encontrar a relação matemática sozinhos. Sugerimos que o professor realize as manipulações necessárias na lousa junto com os alunos.

$$\mu = \frac{H}{d} \qquad (A3)$$

Dica: O experimento ideal consiste na queda de um bloco de uma altura de 3 a 4 painéis que ao final da queda adentra um portal.

- O valor de 3 a 4 se justifica pelo fato de que para valores maiores, o bloco desliza-se por uma distância muito grande impossibilitando a tomada de dados.
- A saída do bloco pelo outro portal ocorre horizontalmente onde o chão está coberto pelo gel propulsão. O bloco percorrerá certa distância até parar completamente.
- O que pode dificultar a realização do experimento é o rolamento indevido do bloco ao invés de somente deslizar. Isso pode ser resolvido fazendo com que o portal de entrada esteja centrado na queda do bloco e o portal de saída se localize o mais próximo possível do chão.

Momento 5: Como o coeficiente de atrito depende somente da altura e da distância, *equação A3*, proponha para que os alunos construam um experimento para que se encontre, a partir de uma altura conhecida, 10 medições para a distância percorrida pelo bloco até parar.

Momento 6: Para facilitar a realização do experimento está disponibilizado no APÊNDICE - Determinar o coeficiente de atrito um roteiro com orientação sobre a tomada de dados para calcular o coeficiente de

atrito do gel de propulsão.

Missão: Cálculo da distância percorrida pelo bloco.

O aluno/grupo que chegar mais próximo do valor esperado ganha um troféu.

Para saber mais

Leitura

- Ligado na Energia – série "Saber Mais" Inácio Bajo, António Roy e Jordi Serra

Livro para entendermos melhor o conceito abstrato de energia.

Consultor: Luiz Carlos de Menezes

- Calculando o coeficiente de atrito entre superfícies com material alternativo.

Artigo para aprofundamento na discussão sobre o cálculo do coeficiente de atrito.

Autores: Maristela Rocha, Alino Sabino e Mikiya Muramatsu.

Disponível em: https://goo.gl/3pLMPS

Filme

K19 – The Widowmaker Direção: Kathryn Bigelow Ano: 2002 Neste filme, podemos perceber boa parte dos processos de transformações de energia sendo aplicados no mundo tecnológico, de uma maneira envolvente e surpreendente.

AVALIAÇÃO

Objetivo: Utilizar os conceitos apreendidos para alcançar a saída de uma câmara de testes.

Duração estimada: 1 aula.

Orientações iniciais: Há uma câmara já criada e disponibilizada no *workshop* do game Portal 2 denominada "coeficiente de atrito". Com os conhecimentos adquiridos os alunos devem conseguir sair dessa câmara de testes.

Momento 1: Apresentar a câmara de teste "coeficiente de atrito". Ela já está construída e os alunos devem descobrir como alcançar a sua porta de saída. Num primeiro momento é possível que o objetivo não esteja claro para os alunos.

Oriente-os para que realizem alguns testes de queda dos blocos.

Momento 2: Após os alunos já estarem habituados à câmara proponha a missão:

Missão: Atravessar a câmara de testes.

O aluno/grupo que conseguir desativar o portal laser com o número menor de tentativas deverá receber um troféu.

Momento 3: Realize uma discussão aberta sobre a realização da avaliação.

Outros games para o ensino da Física

- Sprace

Game sobre a composição da matéria e de partículas elementares elaborado pela UNESP.

Disponível: https://www.sprace.org.br/sprace-game

- Ludwig

Trata-se de um robô que precisa buscar, através do jogador, diferentes formas de obter energia.

Disponível em: http://store.steampowered.com/app/263120/Ludwig/

Referências

FEYNMAN, R. P. Física em seis lições, p139-167, Ediouro, Rio de Janeiro, 6ª. edição 2001.

GASPAR, A., Física volume 1 Mecânica, Editora Ática, São Paulo, 2001. GONÇALVES Filho, A., Toscano, C. Física e Realidade volume 1: Mecânica, Editora Scipione, São Paulo, 1997. GREF, Física 1 mecânica, Edusp, São Paulo, 1990.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert. **FUDAMENTOS DE FÍSICA**. Volume 1. 8 edição LTC, 2008.

STUDART, Nelson. Simulações, games e gameficação no Ensino de Física. XXI simpósio nacional de Ensino de Física. Uberlândia, MG. 2015. Disponível em https://goo.gl/mB89hf. Acessado em 29/07/2017.

MATTAR, João. Games em educação**:** como os nativos digitais aprendem. São Paulo, Pearson, 2010.

PITTMAN, Cameron. classroom experiment: terminal velocity with relation to

portals. Youtube, 22 jun. 2012. Disponível em https://goo.gl/C35a8c. Acessado em 10/07/2017.

HÜLSENDEGER, Margarete. Uma análise das concepções dos alunos sobre a queda dos corpos. Cad. Bras. Ens. Fís., v. 21, n. 3: p. 377-391, dez 2004. Disponível em: https://goo.gl/MErVHJ. Acesso em 12/07/2017.

MURAMATSU, M. ROCHA, M, N. SABINO, A, R. Calculando o coeficiente de atrito entre superfícies com material alternativo. Física na escola, volume 11, n°1. Ano 2010.

INTERESTELAR. Direção: Christopher Nolan, produção: Emma Thomas. EUA: Warner Bros, 2014.

MENEZES, L. C. Ligado na energia. Ed. Atica. 2002.

K-19: The Widowmaker. Direção e produção: Kathryn Bigelow. EUA: Paramount Pictures, 2002.

TIPLER, A. Paul; MOSCA, Gene. Física para cientistas e engenheiros. Volume 1. Sexta edição. Tradutor Paulo Machado Mors. 6 edição, LTC, 2009.

TOSCHI, Jefferson. A contextualização da Física aplicada em situações de mobilidade urbana. Dissertação de mestrado. Presidente Prudente, São Paulo. 2015. Disponível em https://goo.gl/uxx6A8. Acesso em 12/07/2017.

VIDEO GAME: o filme. Direção e produção: Jeremy Snead. Nova Iorque (EUA): Variance films, 2014.

APÊNDICE DETERMINAR A VELOCIDADE MÉDIA

Esse apêndice é constituído por um roteiro para a realização da atividade 1 do produto da dissertação. Nessa atividade os alunos de posse desse roteiro precisam calcular a velocidade média da personagem do game.

ROTEIRO 1 - Qual seria a velocidade média da personagem?

PASSO 1: Marque uma distância conhecida de painéis (dez por exemplo) a serem percorridos pela personagem Chell.

PASSO 2: Cronometre, com um celular por exemplo, o tempo gasto pela personagem Chell para percorrer a distância marcada no **passo 1**.

PASSO 3: Realize por 5 vezes o **passo 2** e preencha a tabela a seguir:

Experiência	***1***	***2***	***3***	***4***	***5***
Tempo (s)					

PASSO 4: Calcule o tempo médio no qual a personagem Chell percorre os painéis.

Tempo médio_____(s).

PASSO 5: Sabendo que a velocidade média é a razão entre a distância percorrida e o tempo gasto

$$V = \frac{\Delta S}{\Delta t}$$

Calcule a velocidade média da personagem na unidade de painéis por segundo.

Velocidade média_____(painéis/s).

APÊNDICE ACELERAÇÃO DA GRAVIDADE

Esse apêndice é constituído por um roteiro para a realização da atividade 2 do produto da dissertação. Nessa atividade os alunos de posse desse roteiro precisam calcular a aceleração da gravidade no game.

ROTEIRO 2 - Qual a aceleração da gravidade do game PORTAL 2?

PASSO 1: Construa um dispositivo que abandone um bloco de uma altura conhecida.

Altura H_____painéis.

PASSO 2: Cronometre, com um celular por exemplo, o tempo gasto pelo bloco para chegar ao solo.

PASSO 3: Realize por 10 vezes o **passo 2** e preencha a tabela a seguir:

Experiência	***1***	***2***	***3***	***4***	***5***	***6***	***7***	***8***	***9***	***10***
Tempo (s)										

PASSO 4: Calcule o tempo médio para o bloco chegar ao solo.

Tempo médio_____(s).

PASSO 5: Podemos calcular a aceleração da gravidade através da seguinte relação:

$$g = \frac{2H}{t^2}$$

Calcule a aceleração da gravidade no game portal 2 com sua respectiva unidade de medida.

Aceleração da gravidade_____.

APÊNDICE COEFICIENTE DE ATRITO

Esse apêndice é constituído por um roteiro para a realização da atividade 3 do produto da dissertação. Nessa atividade os alunos de posse desse roteiro precisam calcular o coeficiente de atrito do gel de propulsão.

ROTEIRO 3 - OBTENDO O VALOR DO COEFICIENTE DE ATRITO

PASSO 1: Construa um dispositivo que abandone um bloco de uma altura conhecida, entre num portal e saia horizontalmente deslizando por um gel de propulsão.

Altura H =_____painéis.

PASSO 2: Anote a distância percorrida pelo bloco no gel de propulsão até parar completamente.

PASSO 3: Realize por 10 vezes o **passo 2** e preencha a tabela a seguir:

Experiência	***1***	***2***	***3***	***4***	***5***	***6***	***7***	***8***	***9***	***10***
Distância (d)										

PASSO 4: Calcule a distância média percorrida pelo bloco.

Distância média_____(painéis).

PASSO 5: Podemos calcular o coeficiente de atrito do gel de propulsão através da seguinte relação:

$\mu = \frac{H}{d}$

Calcule o coeficiente de atrito do gel de propulsão no game portal 2.

Coeficiente de atrito μ _____.