

Ensino da força magnética por meio de jogos digitais que utilizam o Kinect.

Jurandir Alves Cunha * Paulo Alexandre Bressan Artur Roberto Justiniano Junior
Paulo Afonso Molina Peinado Adriana Aparecida de Ávila

Universidade Federal de Alfenas (Unifal), Laboratório de Tecnologia Educacional (LTE), Brasil

RESUMO

Muitas vezes, o ensino de física é posto diante de conteúdos com alto nível de abstração e que não fazem parte do dia a dia dos alunos, provocando assim, baixo rendimento e desmotivação no aprendizado. A movimentação de cargas elétricas no interior de campos magnéticos é um exemplo do problema citado. Portanto, este trabalho apresenta um *Serious Game*, com o nome de Magnet3D, cujo objetivo do jogo é apresentar conteúdo problema de forma tridimensional e com o uso controles via sensor de movimento(Kinect). Com estes recursos foi possível criar uma imersão virtual em que os alunos puderam ter uma vivência prévia do conteúdo, isso reduziu a abstração e a apatia dos alunos pelo conteúdo ao mesmo tempo que se obteve rendimentos satisfatório com relação ao aprendizado. O Jogo foi inserido em um plano de aula e jogado junto com os alunos durante as aulas de física. Os resultados obtidos foram descritos.

Palavras-chave: Serious Game, Magnetismo, Jogos Didáticos, Ensino Médio, Ensino de Física, Kinect e Tecnologias Educacionais.

1 INTRODUÇÃO

Imaginar como um fenômeno natural acontece, nem sempre é uma atividade fácil para os estudantes, pois, a física muitas vezes lida com conceitos que transcendem os sentidos humanos, como exemplo; é possível citar a física de partícula, a física nuclear, a física de alta velocidade e a movimentação de cargas em campos. No entanto, a abstração desses conteúdos deixam os alunos entediados. [11], [10] e [5].

A didática deste trabalho leva em consideração o teórico Bruner [1]. Suas teorias dizem que para ensinar um indivíduo é necessário um processo que pode ser dividido em três formas, e ordem que cada forma é abordada deverá ser respeitada. Esta ordem inicia pela forma ativa, segue pela forma icônica e finaliza na forma simbólica. Onde a forma ativa é a de menor abstração e a forma simbólica é a de maior abstração.

A forma ativa é onde o ensino se inicia, o principal desta etapa é o aluno já ter vivenciado ou vivenciar o conteúdo a ser ensinado. Já na segunda forma, chamada de forma icônica, utiliza-se de representações e modelos que se assemelham do real, o objetivo desta forma é aprofundar o conhecimento um pouco mais, trazendo o que está no livro para próximo do que o aluno conhece. A terceira e última, é a forma simbólica, nesta é utilizado símbolos matemáticos, desenho no quadro-negro e outros que, muitas vezes, não se assemelham à realidade, porém carregam significados.

Seguindo este processo o aprendiz conseguirá associar os símbolos e a vivência devido ao desenvolvimento cognitivo, e assim ele conseguirá manipular os símbolos de forma a resolver seus problemas reais, isto também pode ser chamado de aprendizagem significativa.

*e-mail: jurandir.fisico@gmail.com

”a aprendizagem significativa é um processo por meio do qual uma nova informação relaciona-se, de maneira substantiva (não-litera) e não-arbitrária, a um aspecto relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo”[7].

Entretanto, os conteúdos de física que fogem a realidade sensorial dos estudantes não são iniciados pela forma Ativa. Podendo ser iniciado pela forma icônica ou diretamente na forma simbólica. Desrespeitando o proposto de Bruner, e intensificando o descrito por Medeiros [5], sobre a relação direta que o baixo aprendizado tem com tédio dos alunos provocado pela abstração do conteúdo.

Contudo, este trabalho apresenta um jogo, chamado Magnet 3D, que usa o sensor de movimento Kinect e computação gráfica tridimensional para cria uma vivência prévia, (Forma ativa de Bruner), dos fenômenos associados à movimentação de cargas elétricas dentro de campos magnéticos. Além disso, o jogo foi projetado para se utilizar dentro de sala de aula com os alunos, respeitando o tempo de uma aula.

2 FÍSICA ENVOLVIDA

$$\vec{F}_{Lorentz} = \vec{F}_{Elet} + \vec{F}_{Mag} \quad (1)$$

Partindo da equação de Lorentz, e desconsiderando o campo elétrico aplicado, pode-se calcular a força que uma partícula carregada eletricamente sofre quando penetra um campo magnético com:

$$\vec{F}_{Lorentz} = \vec{F}_{Mag} = q\vec{v} \times \vec{B}. \quad (2)$$

Para o caso em que a velocidade entre perpendicular ao campo magnético, a força também será mutuamente perpendicular a elas, devido a isto, a partícula iniciará um movimento circular e a força poderá ser interpretada como força centrípeta.

Associando a equação de força magnética com a equação de força centrípeta é possível mostrar que o raio formado pelo movimento tem relação com a massa da partícula, a carga elétrica, o campo magnético e a velocidade da partícula. Como mostrado pela equação 3.

$$R = \frac{m|v|}{q|B|} \quad (3)$$

Esta equação foi usada como pronto de partida para o desenvolvimento do jogo. Onde a partir da velocidade aplicada em uma partícula com massa e carga é possível mostrar sua deflexão em campo magnético.

Contudo, o aparato físico real que apresenta este fenômeno, não possibilita observar as partículas carregadas se movendo. Mesmo em laboratórios com muitos equipamentos isto não é possível.

3 MAGNET 3D

Para o desenvolvimento do Magnet 3D, uma pesquisa inicial foi feita para que o uso da tecnologia possa cumprir com o propósito

de melhorar o ensino e não meramente reproduzir de forma diferente o que está em livros didáticos. Um tutorial mostrando como se joga e como instalar foi criado e encontra-se no link <https://goo.gl/LYmxQw> [3].

Para o desenvolvimento do jogo foram usadas: a computação gráfica tridimensional, técnicas de jogos digitais e o sensor de movimento Kinect. Essas tecnologias foram escolhidas afim de dar realismo ao conteúdo e ao mesmo tempo possibilitar sua utilização dentro de sala de aula.

Para realizar este trabalho foi necessário ainda definir quais seriam as ferramentas de trabalho. Ficou definido que o jogo seria construído na plataforma Unity Engine. Devido ao fato, de que nele é possível encontrar ferramentas que auxiliam na criação de ambientes 3D para jogos digitais e o *Asset Store*, uma loja que oferece diversas ferramentas, modelos e drives, todos prontos para serem inseridos no jogo.

3.1 Autores do jogo

Este jogo foi desenvolvido em uma equipe multidisciplinar com professores de física e cientistas da computação, o idealizador do jogo foi Jurandir Alves Cunha, este atuou como criador do projeto e desenvolvedor do código, Alves Cunha é professor física na rede estadual de ensino de Minas Gerais, e aluno de mestrado profissional em ensino de física.

O professor Paulo Alexandre Bressan, que orientou e organizou os trabalhos no Laboratório de Tecnologias Educacionais - LTE da universidade federal de Alfenas. O professor Artur Roberto Justiniano Junior participou como co-orientador e auxiliou com relação a física envolvida no jogo.

O Cientista da Computação, Paulo Affonso Molina que desenvolveu grande parte do projeto. E a estudante de ciências da computação Adriana Aparecida de Ávila, que consertou erros de código e melhorou o visual do jogo.

3.2 Jogo em fases

Da perspectiva didática, a fragmentação do conteúdo pode simplificar o entendimento do aluno. Se inicialmente apresentar uma fase com baixo nível de complexidade e aumentar a dificuldade de acordo com o desenvolvimento do jogo, faz com que os alunos não fiquem desmotivados devido à grande dificuldade, ou apáticos devido à facilidade. Como mostra a teoria do fluxo, [2].

Para se construir as fases, foram feitas adaptações sobre a teoria do "currículo em espiral" de Bruner [8]. Assim, cada uma delas apresenta elementos teóricos como: um conceito básico, um novo conceito, uma revisão e uma maestria.

Para os conceitos básicos existem os pré-requisitos, que são importantes para o entendimento do jogo. Já o novo conceito é o conhecimento necessário para executar a missão de cada fase. A revisão se dá no fato de que os pré-requisitos e os conteúdos das fases anteriores são necessários para se atingir a maestria da fase atual. Maestria, momento no qual o jogador consegue atingir a meta de cada fase.

3.2.1 1ª Fase - Carga Contato

Esta fase foi criada para simular um processo de eletrização via contato. Neste processo o aluno pode tocar a partícula nos geradores de Van Der Graaf, aparelho capaz de fornecer cargas elétricas. Quando a partícula toca o gerador, ela recebe carga igual a do gerador. Se a partícula estiver neutra ela torna-se carregada, se carregado com carga oposta ao do gerador tocado, ela recebe cargas de mesmo módulo, neutralizando a partícula. Na figura 1 tem-se uma imagem da tela onde consta dois geradores. O da direita é um gerador de carga negativa e o da esquerda é de cargas positivas.

Para se realizar os objetivos da primeira fase, é necessário fazer os comandos que irão aparecer na tela e, para isso, deve-se mover a

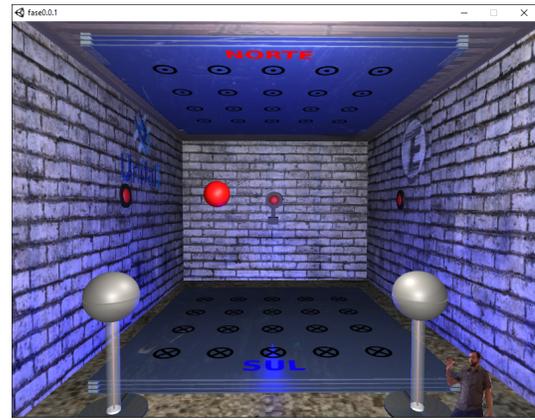


Figura 1: Imagem tirada da segunda fase, no modo arremesso.

mão direita, de forma a fazer a partícula tocar as cargas, seguindo a sequência.

Quando a sequência é concluída, surge um botão que conduz o aluno para a próxima fase.

Habilidades foco: Compreender o conceito de eletrização por contato.

Ação: movimentar a mão para carregar e descarregar a partícula.

3.2.2 2ª Fase - Movimento no Campo

Esta fase mostra as primeiras movimentações de cargas dentro do campo magnético. Ela contém quase todos os elementos da anterior e foram acrescentadas as plataformas geradoras de campo magnético e os sensores em vermelho. A figura 1 mostra como estes objetos foram dispostos.

Além disso, um novo modo de jogo foi implementado: o modo arremesso. Este modo serve para arremessar a partícula em direção ao campo. Após escolher a carga, é possível ativar o modo de arremesso e disparar a carga.

O arremesso deve ser feito estendendo a mão esquerda e o movimentando para baixo. Ao estender a mão, o sensor de movimento captará a posição da mão, do ombro e do cotovelo, a combinação de suas posições diferenciam a velocidade do arremesso. Na velocidade 1, a mais lenta, a mão e o cotovelo têm de ficar abaixo do ombro; na velocidade 2, a mediana, a mão fica acima do ombro e o cotovelo abaixo; na velocidade 3, a mais rápida, a mão e o cotovelo ficam acima do ombro.

O objetivo desta fase é acertar três sensores que estão afixados na parede do ambiente, inicialmente os sensores encontram-se em vermelho. No entanto, quando são tocados pela partícula, eles se tornam verdes. Para acertar todos é necessário fazer as combinações de velocidade e carga. Caso a combinação esteja incorreta, o jogo retorna ao início da segunda fase, possibilitando um novo arremesso.

Após acertar todos os sensores um botão indicando a próxima fase é ativado.

Habilidade foco: Saber que a movimentação de objetos carregados em um campo magnético sofre ação de uma força.

Ação: Movimentar a partícula dentro do campo magnético e acertar os sensores.

3.2.3 3ª Fase - Direção do campo

Para a terceira fase, todos os componentes da segunda fase foram adicionados e outros elementos foram implementados, como dois sensores a mais e um botão capaz de rotacionar o campo magnético. Para se atingir a maestria nesta fase é necessário atingir todos os cinco sensores, só que, para isso, o campo magnético obrigatoriamente terá que girar. Para rotacionar o campo, basta colocar a

partícula sobre o botão "Alterar Direção do campo". como mostra no canto direito da figura 2.

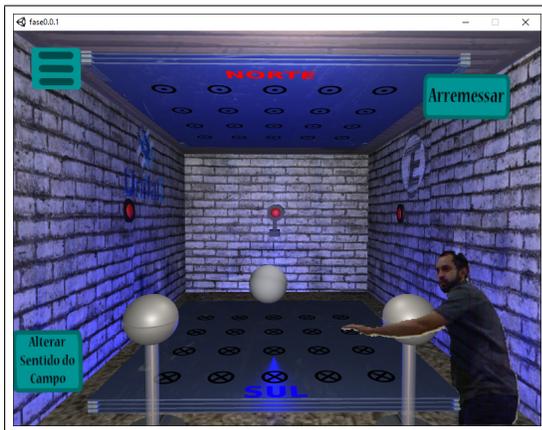


Figura 2: Tela inicial da 3ª fase.

Já a figura 3 mostra o campo magnético na direção horizontal. Os dois sensores extras que foram adicionados são apresentados no teto e no piso, o que impossibilita de serem atingidos, caso o campo esteja na vertical.

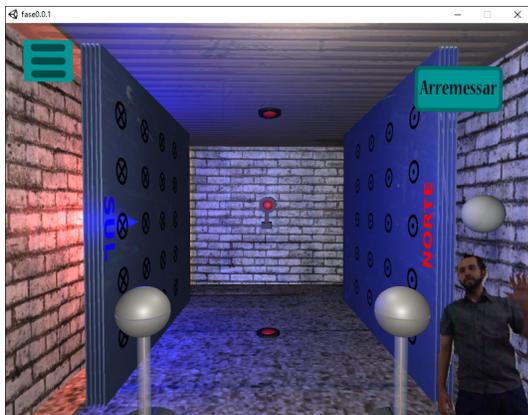


Figura 3: Tela da 3ª fase com o campo na horizontal.

Habilidade: Identificar a direção e o sentido da força magnética.

Ação: Rotacionar o campo para conseguir acertar todos os sensores.

3.2.4 4ª Fase - A massa e a influência no campo.

Além de todas as funções já apresentadas, a quarta fase considera a massa dos objetos para executar o movimento.

Esta fase mostra a influência da massa em relação à trajetória do objeto. Segundo a equação 3 quanto maior a massa, maior será o raio de curvatura e mais fundo a esfera vai chegar. As esferas, para este trabalho, terão a mesma densidade, fazendo que a quantidade de massa seja expressa apenas pelo seu tamanho. Portanto, para se atingir o sensor lateral mais profundo, é necessário ter uma partícula muito massiva (partícula maior). Na 4ª fase é possível observar as esferas de maior massa, massa média e massa pequena. Basta tocar nela com a esfera e, automaticamente, a outra massa é selecionada.

Ainda observando a figura 4 é possível perceber dois sensores em amarelo; eles estão diferenciados porque, para serem acionados, é necessária uma quantidade de massa específica. Inicialmente, o



Figura 4: Tela da quarta fase.

jogo não fala qual massa é esta, mas assim que tocar o sensor com a massa errada ele informará.

Habilidade: Saber como a inércia influencia o movimento.

Ação: Acertar todos os sensores e ativa-los, mesmo que para isto seja necessário trocar a massa da partícula.

4 METODOLOGIA

Tendo em vista que este projeto fornece uma ferramenta ao professor para maior interação do conteúdo em sala de aula, é necessário inserir o jogo no planejamento de aula, pois, isso otimizará o uso.

Uma das possíveis adaptações refere-se aos pré-requisitos. Conhecendo os alunos, o professor pode optar entre ensinar todos os pré-requisitos antes de trabalhar o jogo, ou apenas revisar alguns pontos importantes.

Os pré-requisitos foram definidos como conhecimentos não abordados pelo jogo, mas necessários para o entendimento. Entretanto, a lista abaixo descreve os principais pré-requisitos do jogo.

- Noções básicas de vetores e vetores tridimensionais.
- Lei da inércia.
- Noções básicas sobre Movimento Retilíneo e Curvilíneo Uniforme.
- Noções básicas sobre processo de eletrização.
- Noções básicas de Campos em física.
- Noções básicas de Magnetostática.

Observando os pré-requisitos deste trabalho, duas abordagens foram criadas e aplicadas. Essas abordagens tem como referência o Currículo Básico Comum [9] de Minas Gerais e a Base Nacional Comum Curricular [6]. Esses documentos foram utilizados para facilitar a inserção deste trabalho no planejamento do professor. Uma vez que os documentos detalham quando será trabalhado cada conteúdo.

A primeira abordagem acontece via forças e suas interações, podendo ser amplamente estudada junto aos conteúdos propostos para o primeiro ano do ensino médio. A abordagem visa, portanto, mostrar aos alunos que a força magnética é uma das interações que surgem devido à presença de um campo magnético.

Para a segunda abordagem, o ponto de partida são os estudos de eletrostática e magnetostática. Esses conteúdos são apresentados no terceiro ano do ensino médio. Para esta forma de apresentação, não é necessário montar explicações completas sobre os pré-requisitos; o professor pode relembrar aos alunos o que ele julgar necessário. E, se houver uma parte que demande explicações detalhadas, o professor poderá explicar no decorrer do jogo.

5 APLICAÇÃO

Com o intuito de observar, na prática, o funcionamento do jogo, ele foi utilizado em sala de aula com alunos. Em três turmas foram feitas as abordagens via eletromagnetismo e em uma outra turma foi utilizada a abordagem via forças e suas interações.

Para as duas abordagens montou-se apenas uma sequência didática baseada nos três momentos pedagógicos de [4]. No primeiro momento, o jogo foi aplicado; no segundo, a explicação foi aprofundada e, no terceiro, os alunos fizeram alguns exercícios para testar o conhecimento.

Para cada momento pedagógico foi utilizada uma aula de cinquenta minutos, tempo este que apresentou ser adequado à proposta de trabalho, porque foi possível ao professor mostrar o jogo, deixar os alunos jogarem, apresentar o conteúdo proposto e ainda fazer alguns exercícios com os alunos.

5.1 Primeiro momento pedagógico.

No início do primeiro momento, o jogo foi executado e jogado pelo professor, ele percorreu todas as fases para mostrar aos alunos como se conclui as fases, posteriormente, o professor chamou aluno por aluno para jogar em uma fase do jogo.

Aos alunos foi permitido que escolhessem a fase que desejavam jogar. Durante a escolha, alguns critérios foram manifestados pelos alunos. Entre os critérios mais citados tinha-se a fase mais divertida; a fase onde o aluno queria fazer uma pergunta; e a fase que os alunos julgaram fácil.

Assim, foi possível, observar que o jogo tinha alguma diversão associada a ele e, ao mesmo tempo, ensinava alguma coisa que gerava dúvidas e apresentava dificuldades.

Ainda no primeiro momento, observou-se a participação dos alunos espectadores em relação ao aluno jogador. Enquanto um aluno jogava, vários outros o ajudavam, demonstrando que havia até torcida para que o jogador finalizasse uma determinada fase. E dentre as ajudas, as mais comuns foram: lembrar que o arremesso tem de ser feito com a mão esquerda e que, para alterar o sentido do giro, é preciso alterar a carga.

Ao finalizar a primeira aula, concluiu-se que foi possível criar uma vivência simulada aos alunos. Contemplando a forma ativa de Bruner. Ficou claro que o jogo, por si só, não ensina todo o conteúdo proposto, mas que ele atrai a atenção do aluno para o conteúdo, criando, portanto, uma motivação adicional quanto ao aprendizado. Esta motivação foi usada no segundo momento pedagógico, onde o ensinamento segue nas formas icônica e simbólica.

5.2 Demais momentos pedagógicos

O segundo momento é caracterizado pela explicação teórica mais aprofundada, neste momento tanto a forma icônica quanto a simbólica foram utilizadas. Como ponto de partida da aula, o jogo foi executado, porém, apenas o professor jogou, e sua utilização foi regrada de acordo com a demanda que surgiu durante a explicação. Entretanto, algumas situações ao invés do professor explicar como é ele demonstrou como funciona utilizando o jogo, posteriormente foi descrito no quadro a mesma coisa porém usando símbolos que são amplamente utilizados nos livros didáticos.

Durante a explicação o jogo ofereceu uma base concreta, que o aluno vê e manuseia, com isto, conseguiu-se associar o visualizado com a simbologia e o real. Permitindo assim que o aluno entenda situação mais complexas e abstratas.

A sequência do conteúdo foi dada de forma abstrata, entretanto, os alunos tinham em seus intelectos alguns objetos por eles visualizados, os quais puderam atuar no cognitivo, reduzindo a abstração, ao serem inseridos como elementos básicos para o aprofundamento dos conceitos.

O terceiro momento foi marcado por uma lista de atividades. Essas atividades não continham apenas elementos trabalhados no

jogo, mas, questões que contemplavam o conteúdo que, por sua vez, era próximo do jogo.

Novamente pode se perceber que os elementos cognitivos memorizados tiveram participação na proposta de resolução de problemas.

6 CONCLUSÃO

A movimentação de cargas elétricas em campos magnéticos é um fenômeno que não pode ser visualizado. Porém com o auxílio do Magnet3D este fenômeno foi ilustrado e adaptado didaticamente. De forma virtual, os alunos puderam arremessar cargas elétricas dentro de campos magnéticos e observaram o que acontece.

Isto criou uma vivência do conteúdo como proposto por Bruner. E possibilitou o primeiro momento pedagógico de um conteúdo que não pertence ao dia a dia dos alunos. O que despertou a vontade de aprender utilizando os desafios virtuais de um jogo digital.

Uma vez que o interesse em aprender o conteúdo aumentou, isto facilitou o aprofundamento da matéria. E consequentemente melhorou o aprendizado dos alunos.

Por fim. O Magn3D com o uso do Kinect e animações 3D, pode ser utilizado em sala de aula para motivar alunos a aprender mais sobre o movimento de cargas elétricas no interior de campos magnéticos, ao mesmo tempo que torna a aula mais dinâmica e interativa.

REFERÊNCIAS

- [1] J. S. Bruner. *O Processo da educação*. Companhia Editorial Nacional, São Paulo, 5 edition, 1975.
- [2] M. Csikszentmihalyi and M. E. P. Seligman. *Positive psychology: An introduction*. 2000.
- [3] J. A. Cunha. Projeto magnet 3d. acessado em 18/09/2017.
- [4] D. Delizoicov. Problemas e problematizações. *Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora*. Florianópolis: ED. da UFSC, 2001.
- [5] A. Medeiros and C. d. Medeiros. Possibilidades e limitações das simulações computacionais no ensino da física. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 24(2):77–86, 2002.
- [6] B. Ministério da Educação. Base nacional comum curricular. *BRA-SIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. Base Nacional Comum Curricular. Brasília-DF*, 2015.
- [7] M. A. Moreira. *Teorias de aprendizagem*. EPU, São Paulo, 1 edition, 1999.
- [8] M. A. Moreira and N. T. Massoni. Interfaces entre teorias de aprendizagem e ensino de ciências/física. *Textos de apoio ao professor de física*, 26:42, 2015.
- [9] M. G. Secretaria de Estado e Educação. Currículo básico comum - física ensino médio. 2007.
- [10] R. SOEGENG. Simple simulation in physics education. *Proceedings from the 4th Australian Computers in Physics Education Conference.*, 1998.
- [11] M. TRAMPUS and G. VELENJE. Let computers compute - mathcad and word in secondary school physics. *Proceedings of the GIREP-ICPE-ICTP International Conference: New Ways of Teaching Physics.*, 1996.