

FÍSICA TEÓRICA ONLINE: UM DESAFIO PARA O ENSINO SUPERIOR

Simone Markenson, Regiane Burger, Danielle Villar dos Santos

Universidade Estácio de Sá

simone.markenson@estacio.br; regiane.burger@estacio.br; danielle.santos@estacio.br

RESUMO

O objetivo deste trabalho é apresentar as etapas de construção da disciplina Física Teórica I na modalidade *online*. Esta disciplina apresenta um índice de reprovação de cerca de 40% na modalidade presencial, sendo um dos principais motivos de abandono nos cursos de Engenharia ainda no ciclo básico. Percebe-se que boa parte das reprovações ocorre devido às deficiências trazidas pelos alunos em matemática e física. No curso regular não há carga horária suficiente para sanar estas deficiências e cumprir o conteúdo integralmente. Este aspecto motivou a construção da disciplina na modalidade *online* para cursos presenciais. A disciplina foi construída permitindo-se flexibilidade de caminhos, incluindo revisão de conteúdos do ensino médio. Desta forma, pretende-se suprir as deficiências da formação com as quais os estudantes ingressam na universidade, reduzindo, assim a taxa de reprovação e conseqüente evasão. A disciplina foi implantada no primeiro período letivo de 2013 e a resposta por parte dos alunos foi positiva e encorajadora. Trabalhos adicionais estão sendo produzidos para análise do impacto da disciplina nas taxas de reprovação e evasão.

Palavras-chave: física, disciplina *online*, evasão.

ABSTRACT

The aim of this paper is to present the stages of development of the module *Theoretical Physics I* for online presentation. In previous face-to-face presentations, the module has had a failure rate of about 40%, constituting one of the main reasons for attrition in engineering courses during the first two study years. Our experience has been that failure occurs due to gaps in students' previous knowledge of Mathematics and Physics. In face-to-face mode there is no sufficient time to both remedy these deficiencies and deliver the main module content. This has motivated development of the module in a Virtual Learning Environment including access for students enrolled in the traditional mode. The online module has been designed to allow for flexible pathways that include the option to learn or revise pre-requisite topics. Thus, it is intended to allow students to fill in knowledge gaps that exist as a consequence of deficient schooling. It is hoped that the module will give students the opportunity of restructuring their knowledge, reducing the failure rate and consequent attrition. The new scheme was implemented in the first academic semester of 2013, and, so far, student response has been positively and very encouraging. Further work is underway to examine the impact of the module on repetition and dropout rates.

Keywords: physics, online module, attrition.

FÍSICA TEÓRICA ONLINE: UM DESAFIO PARA O ENSINO SUPERIOR

1. Introdução

Os cursos de engenharia no Brasil ocorrem em universidades públicas e privadas, e formam cerca de 40 mil engenheiros por ano. Menos de 50% dos formados irão trabalhar com engenharia ou na sua área de formação. O Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada do Brasil (IPEA, 2013) indicou que até 2020 o país precisará de 95 mil novos engenheiros por ano, para sustentar um crescimento econômico anual de 4%. Atualmente a Universidade Estácio de Sá tem uma base de alunos matriculados de aproximadamente 25.000 alunos de engenharia nas diversas cidades brasileiras. Embora este número seja bastante expressivo, a evasão dos cursos de engenharia é muito grande. O número de formados até 2020 deverá atingir cerca de 15.000 em toda a instituição.

Torna-se urgente uma mudança na forma de apresentação do conteúdo, principalmente no ciclo básico. A sociedade da informação, outrora experimentada na revolução industrial, cede espaço à sociedade informacional (Castells, 1999) pautada no desenvolvimento tecnológico e no uso sistemático da informação. Os novos paradigmas impostos pelo uso da Internet nas áreas empresariais e pessoais afetam igualmente os paradigmas pedagógicos (Audino & Nascimento, 2010).

A educação à distância (EaD) na forma digital deixou de ser apenas um reflexo de cursos presenciais mediados pela tecnologia para assumir um novo papel de sistema educacional com a missão de promover a autonomia do estudante e torná-lo centro do processo de aprendizado.

Esta visão foi aplicada à disciplina Física Teórica I, que compõe o currículo de cursos como engenharia e, historicamente, apresenta um alto grau de reprovação quando oferecida de forma presencial. Percebe-se ao longo do curso, principalmente pelos resultados das avaliações, que um dos fatores responsáveis por essa elevada taxa de reprovação é a formação precária no ensino médio, delegando à universidade a preparação para o próprio curso

universitário. Esta deficiência já havia sido apontada por Arendt (1972). Os alunos chegam à sala de aula com deficiência na formação em matemática e física. O baixo rendimento nas disciplinas básicas constitui ainda um dos fatores mais relevantes para a evasão discente ainda no primeiro ano dos cursos universitários.

A escolha pela modalidade *online* se torna, então, atrativa pela oportunidade em complementar o currículo com a base necessária para nivelamento, sem comprometer o conteúdo regular da disciplina. Para cada novo conceito é possível adicionar caminhos alternativos, que podem ou não ser percorridos pelo aluno. Nestes caminhos estão disponíveis materiais para revisão de conteúdos do ensino médio e para as proposições de cálculo diferencial necessário ao entendimento da aula.

O desafio em desenvolver esta disciplina na modalidade *online* começa na resistência dos docentes ao uso de novas tecnologias e dos discentes em não ter a figura do professor em sala de aula. Torna-se necessário, então, a construção de um conjunto integrado de suporte ao aprendizado constituído de um ambiente *online* interativo, material didático de apoio e vídeo-aulas. É fundamental, ainda, promover a formação de professores-tutores para que utilizem adequadamente as ferramentas disponíveis e não tentem reproduzir neste ambiente o formato de aula presencial.

A construção de cada um dos itens está descrito na próxima seção.

2. Concepção da disciplina

2.1 O tripé pedagógico

O desenvolvimento da disciplina é baseado em um tripé pedagógico que integra ambiente virtual de aprendizagem, vídeo-aula e material didático complementar. Procura-se, desta forma, favorecer a aprendizagem significativa preconizada por Ausubel (Moreira, 2011) relacionando novas informações aos conhecimentos já incorporados pelo aluno. Um exemplo desta estrutura pode ser observado logo na primeira aula. O ambiente virtual favorece o uso de

diferentes mídias para ilustrar situações da rotina, como por exemplo, a identificação dos conceitos trabalhados em uma música conhecida. A Figura 1 mostra uma página do projeto da aula, com indicações de inclusão de exercício e vídeo. A construção desta página será detalhada na próxima seção.

Figura 1 - Relação do cotidiano com o estudo de Física: Infinita Highway é uma música brasileira de um conjunto pop denominado Engenheiros do Hawaii.

Exercício de fixação

Trecho da música *Infinita Highway* dos Engenheiros do Hawaii - composta por Humberto Gessinger.

; extrair e disponibilizar o
esse vídeo:
www.youtube.com/watch?v=KQZ-E

*Cento e dez, cento e vinte
Cento e sessenta
Só pra ver até quando o motor aguenta
Na boca, em vez de um beijo,
Um chiclete de menta
E a sombra do sorriso que eu deixei
Numa das curvas da highway*

Na música a unidade da velocidade é ignorada, como frequentemente fazemos - Cento e dez, cento e vinte, Cento e sessenta - porém as unidades são imprescindíveis para definir uma grandeza física.

Incluir exercício de conversão de velocidade

A REVOLUÇÃO DOS DADOS
Ouça a música no player acima

Na educação a distância (EaD) o aluno é responsável pela administração do próprio aprendizado. É importante então fornecer recursos que permitam a não linearidade na navegação do curso, possibilitando que alunos em níveis distintos tenham acesso a um mesmo conteúdo, em momentos e caminhos igualmente distintos, adaptados às necessidades individuais. Vygotsky (1991, p.58) expressa esta necessidade quando relaciona o desenvolvimento cognitivo aos processos sociais, estabelecendo uma conversão destas relações sociais em funções mentais e define a zona de desenvolvimento proximal como a distância entre o nível de desenvolvimento cognitivo real e o seu nível potencial sob orientação.

A primeira fase a ser tratada neste trabalho é justamente a construção do material *online* para, em seguida, tratar da implantação coesa dos três elementos que compõem o modelo.

2.2 Construção do conteúdo *online*

A transformação dos materiais educacionais acompanhou a tendência de uso da tecnologia da informação, já inserida nos contextos acadêmicos. As aulas

não somente são transportadas para ambientes virtuais de aprendizagem como também exploram as possibilidades de novos recursos e formatos. O conteúdo disponível no AVA é composto por objetos de aprendizagem, que na definição de Wiley (2001), são recursos digitais com capacidade para serem utilizados, reutilizados ou referenciados em um processo de aprendizagem.

Para os alunos, é necessário construir material instrucional com navegação natural, intuitiva e, principalmente, atrativa. Utiliza-se uma equipe de desenvolvimento composta por profissionais multidisciplinares para um projeto que se baseia em duas premissas: desenho didático inovador e navegação não linear. A construção feita com base nessas premissas permite identificar onde ocorre o desenvolvimento cognitivo e onde a mediação se faz necessária.

Na concepção da construção do conteúdo *online*, três fases são percorridas, assim, o produto final é resultado de um intenso trabalho a diversas mãos. A equipe de desenvolvimento está integralmente inserida na Diretoria de Ensino da Universidade Estácio de Sá e atua, em conjunto, na validação de cada uma das etapas.

A primeira etapa é a seleção e capacitação do conteudista. O conteudista detém o conhecimento técnico da disciplina e é escolhido pelo coordenador pedagógico do curso. A capacitação tem como objetivo preparar o docente para o uso da linguagem adequada ao meio e aos recursos que podem ser utilizados. Para cada aula, o conteudista deve entregar em torno de cinquenta laudas de conteúdo e indicar, sempre que possível, a possibilidade de uso de simuladores, vídeos ou outros recursos multimídia.

O conteúdo textual produzido pelo conteudista é entregue à Fábrica de Conhecimento, departamento responsável pela construção do material *online*. Este material é então tratado por um redator que executa a primeira leitura do material e começa, neste ponto, a desmistificar a linguagem acadêmica do material original, aproximando-a da realidade do aluno. Em seguida, um protótipo (*story board*) é produzido por um *designer instrucional* com a sequência visual da aula.

É fundamental que, neste momento, tanto o redator quanto o *designer instrucional* se coloquem no lugar do aluno, e busquem trabalhar o texto de forma a facilitar a compreensão dos conceitos apresentados, além de delimitar um encadeamento lógico de navegabilidade do conteúdo. O resultado é um conteúdo dialógico, que acompanha o aluno na construção do seu aprendizado. São fornecidos caminhos alternativos nos quais os alunos podem retroceder, avançar ou rever conceitos de acordo com o seu nível de compreensão. Cada aluno percorre o seu caminho através de um conteúdo individualizado e adequado as suas deficiências e necessidades.

A sequência representada pelas figuras 2 e 3 mostra um exemplo de parte do *story board* gerado a partir do texto enviado pelo conteudista, abordando diferentes visões de uma trajetória em função do referencial. No projeto ainda podem ser vistos notas orientadoras direcionadas ao responsável pela próxima etapa, o *web designer*, como a de produzir “tela em movimento” (

Figura 3).

Figura 2 - *Story Board* da Aula 2 de Física Teórica I (tela 1)

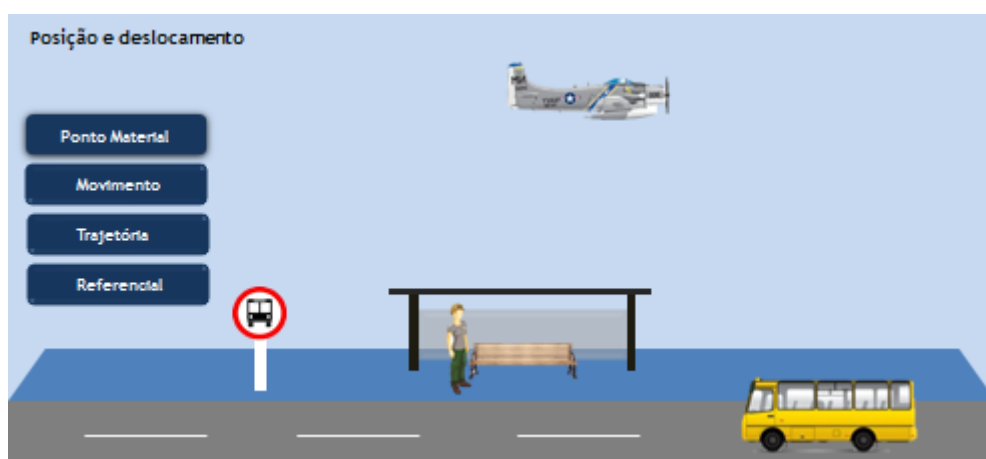
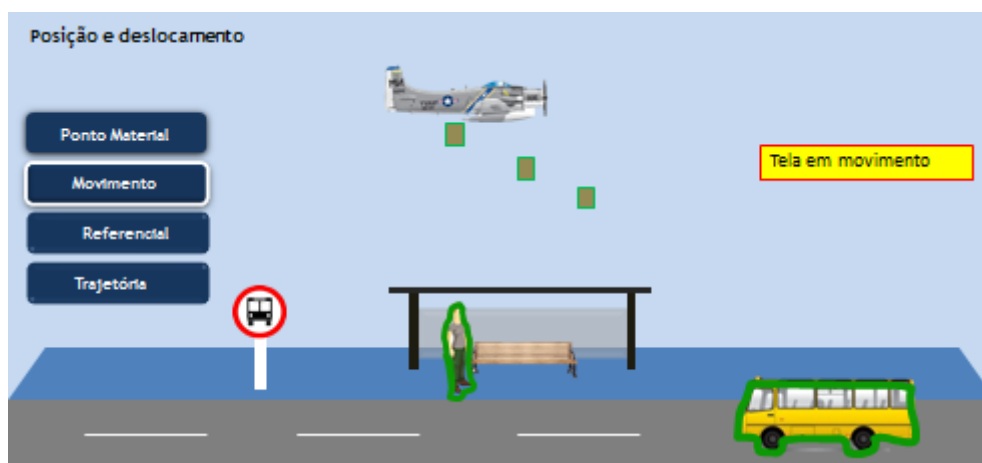


Figura 3 - Story Board da Aula 2 de Física Teórica I (tela 2)



A última etapa para a construção do material é então atribuída ao *web designer*. Nessa fase, o projeto didático é trabalhado com a aplicação de recursos específicos para o tema em desenvolvimento e voltados para autoinstrução, incorporando elementos como caixas de atenção, curiosidades, “saiba mais”, atividades, sons e movimentos (Filatro, 2007, p.33).

A equipe recebe o projeto do *designer instrucional* e inicia o trabalho de construção de objetos de aprendizagem compostos pelas animações, atividades práticas, organogramas, imagens, vídeos, entre outros. Buscam-se nestes objetos suportes imagéticos e analogias, favorecendo uma aprendizagem contextualizada e significativa. A equipe de design instrucional é responsável pela separação do conteúdo em blocos temáticos articulados aos objetos de aprendizagem.

O protótipo gerado na primeira etapa produz um resultado semelhante ao apresentado na Figura 4, já aplicado ao AVA. Cada botão à esquerda produz um movimento na imagem e um texto explicativo. O botão trajetória, por exemplo, mostrará o percurso de uma caixa que cai do avião sob o ponto de vista do homem e a visão de dentro do avião (Figura 5).

Figura 4 - Conteúdo *online* da Aula 2 aplicada ao AVA

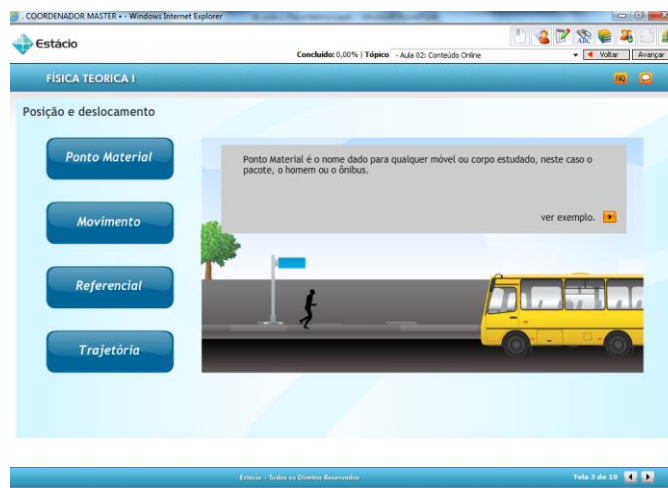
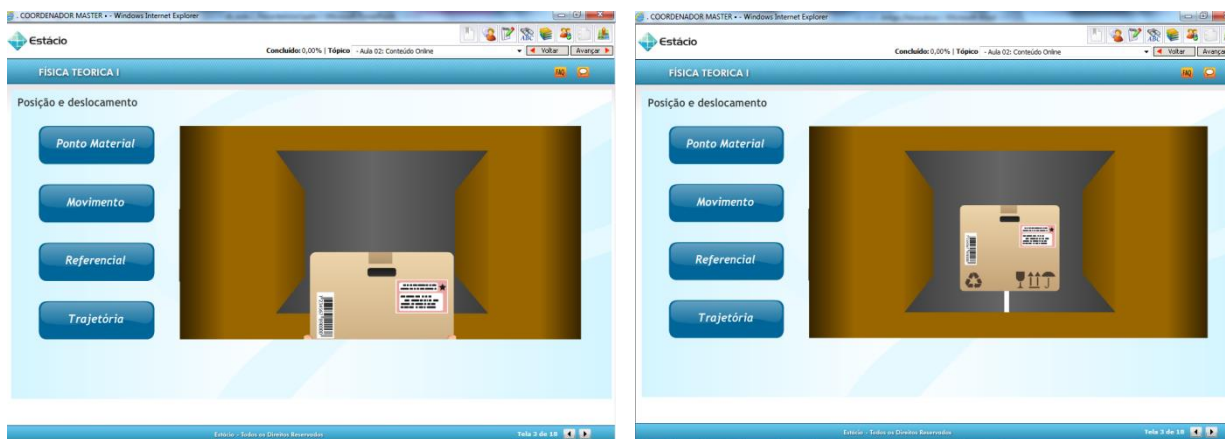
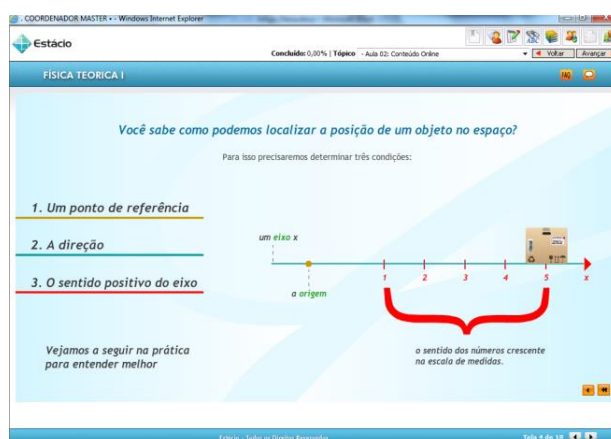


Figura 5 – Sequência parcial da trajetória vista de dentro do avião



Um caminho alternativo é fornecido ao aluno com informações de revisão sobre os conceitos de direção e sentido (Figura 6). O aluno que já possui este conceito pode avançar para o tópico seguinte.

Figura 6 - Caminho alternativo



Vale reforçar que a aprovação de cada etapa é feita tanto pelo próprio conteudista quanto pelo coordenador pedagógico, utilizando-se para isso um sistema *online* de controle de conteúdo desenvolvido exclusivamente para este fim.

Os recursos utilizados permitem uma visão prática e interativa de conceitos de física tais como cinemática, leis de Newton e conservação de energia. Todos estes recursos estão totalmente integrados e direcionados à construção do conhecimento dos alunos, independente do estágio de aprendizado.

2.3 Material didático complementar

Cabe ao conteudista, sob orientação do coordenador pedagógico, buscar capítulos de livros de autores consagrados, como Halliday, Resnick & Walker (2003) e Tipler (2009), que contemplem o conteúdo das aulas e associá-los ao conteúdo *online*. O aluno recebe este material em casa para que possa acompanhar as aulas sem a necessidade de se deslocar ao polo ou adquirir diversos livros.

Esse processo só é possível em função de um contrato com editoras que permitem a comercialização fracionada de livros com os devidos pagamentos de direitos autorais. Esta ação, além de fornecer subsídios técnicos aos alunos, promove a consciência social, desestimulando a contrafação.

Outros livros e referências podem ainda ser integralmente consultados na biblioteca virtual disponível no AVA.

2.4 Vídeo-aulas

Completando o tripé pedagógico, a cada aula *online* é associada uma vídeo-aula. Esta associação confere uma abordagem dinâmica e auxilia os alunos na solução de exercícios e na compreensão de fenômenos físicos. As vídeo-aulas não buscam repetir o modelo de sala de aula e sim fornecer elementos afetivos que diminuem a resistência às disciplinas *online* em cursos originalmente presenciais. São explorados recursos de estúdio, como o uso de *chroma-key* e de quadro interativo.

Nas vídeo-aulas é possível conectar os componentes curriculares de aulas distintas, mostrando a importância de cada conceito para o entendimento dos fenômenos físicos.

3. Aplicação do modelo

A disciplina é dividida em aulas criadas conforme descrito na concepção da disciplina. Cada aula é estruturada a partir de um tema descrito no plano de ensino da disciplina e é composta por um conteúdo *online* específico, material de apoio, vídeo-aula, além de um conjunto de exercícios de fixação para verificação do aprendizado.

O diálogo entre os alunos e o professor-tutor se dá pelos fóruns assíncronos, para apresentação pessoal (fórum de apresentação), para discussão de um tema (fóruns temáticos) e para esclarecimento de dúvidas sobre o conteúdo da disciplina (fórum de dúvidas). Podem ainda ser enviadas mensagens internas ao AVA. A mediação garante ao discente um caminho seguro de desenvolvimento cognitivo dentro de um contexto individualizado.

Os exercícios de verificação do aprendizado, também tratados como registros de frequência e, em conjunto com a mediação dos fóruns, permite ao professor-tutor decidir quando e de que forma deverá intervir. A mediação atua como o agente facilitador da conversão entre o desenvolvimento cognitivo potencial em real.

Uma das formas de interferência é associar o conteúdo da aula ao material complementar e às vídeo-aulas. Essa associação auxilia o aluno no desenvolvimento do estudo autônomo e na própria construção do conhecimento.

4. Resultados

A disciplina foi desenvolvida em dez aulas compostas pelo conteúdo *online*, material complementar e vídeo-aula. O curso oferece fóruns temáticos para discussão cuja participação efetiva é pontuada pelo professor-tutor e compõe cada uma das notas. Os fóruns de apresentação e dúvida são atendidos sob demanda e não são pontuados, porém estimulam a participação e permitem ao docente conhecer melhor seus alunos.

De forma proativa, os tutores são incentivados a enviar pelo menos uma mensagem por semana convidando os alunos a participarem, além de mensagens de aniversário ou orientações gerais.

Como descrito na construção do material *online*, as aulas são compostas por objetos de aprendizagem em diferentes mídias. Os principais objetos e caminhos alternativos utilizados estão resumidos na Tabela 1.

Tabela 1 - Distribuição de conteúdo.

Descrição da aula	Objetos de aprendizagem	Caminhos alternativos (revisão de conceitos)
Aula 1 Unidades e grandezas físicas	<ul style="list-style-type: none">Tabelas e simulação de conversões	Matemática: regra de 3; conversões; regras e representação de números em forma de potência e Algarismos significativos.

Aula 2 Deslocamento, velocidade e aceleração.	<ul style="list-style-type: none"> • Animações de trajetória e movimentos; • Construção gradual de gráficos. 	Física: ponto material, referencial; movimento; posição; origem e trajetória. Matemática: construção de gráficos e equação de uma reta.
Aula 3 Equações de movimento	<ul style="list-style-type: none"> • Simulação de movimentos; • Cálculos interativos e escalonados em gráficos. 	Física: equações horárias; espaço; velocidade e aceleração. Matemática: interpretação gráfica, introdução derivada e integral.
Aula 4 Equações de movimento (2D e 3D)	<ul style="list-style-type: none"> • Construção de eixos e simulação de movimento em 3D; • Simulação de lançamento horizontal 	Física: período e frequência. Matemática: vetores; soma de vetores; eixos cartesianos.
Aula 5 Leis de Newton	<ul style="list-style-type: none"> • Simulação e vídeos das leis de Newton; • Cadernos de exercícios 	Física: aplicações cotidianas das leis de Newton. Matemática: trigonometria
Aula 6 Forças e Movimento	<ul style="list-style-type: none"> • Simulação e vídeos sobre aplicação das forças de atrito, centrípeta e elástica. 	Física: definição das forças de atrito, elástica e centrípeta com exemplos do cotidiano. Matemática: integral; derivada e cálculos através de funções e de gráficos.
Aula 7 Trabalho e Energia	<ul style="list-style-type: none"> • Simulação de uma usina nuclear; • Caderno de exercícios 	Física: definição de energia, trabalho e potência. Matemática: integral; derivada e cálculos através de funções e de gráficos.
Aula 8 Conservação de Energia	<ul style="list-style-type: none"> • Vídeos de <i>skatistas</i>; • Cadernos de Exercícios 	Física: definição de sistemas; conservação de energia. Matemática: integral; derivada e cálculos através de funções e de gráficos.
Aula 9 Impulso	<ul style="list-style-type: none"> • Vídeos sobre <i>Airbags</i>; • Simulação de movimentos com impulso 	Física: definição de impulso Matemática: integral; derivada e cálculos através de funções e de gráficos.
Aula 10 Colisões	<ul style="list-style-type: none"> • Simulação de Choques • Simulação de Movimentos Relativos 	Física: colisão; coeficiente de restituição; movimento relativo. Matemática: integral; derivada e cálculos através de funções e de gráficos.

Recursos multimídia e caminhos alternativos foram utilizados nas dez aulas, proporcionando um ambiente de aprendizagem agradável e estimulante, pela introdução de cores, figuras, vídeos, simuladores e exercícios de autocorreção.

Os primeiros relatos de alunos apontam para a percepção de melhora no aprendizado, principalmente o resgate dos conceitos de ensino médio:

“Devido a problema no trabalho acabei ficando reprovada, no período passado voltei a fazê-la (on-line). (...) já fiz metade da aula 1, está simples e didático. Estou tirando várias dúvidas que surgiram no passado e até hoje estavam pendentes, coisas simples que para as matérias seguintes (Física II e III) são fundamentais. É a primeira aula mas já estou gostando e muito, fui surpreendida com o vídeo inicial, ele é 10, me explicou várias coisas que não conseguia entender.”

“Vcs (*sic*) estão de parabéns, tenho certeza que agora terei muito mais vontade e disposição para fazer essa matéria on-line.”

“Gostei muitos dos vídeos, estão de parabéns, espero aprender mais”

“Professora, é a 2ª vez que faço essa disciplina e pelas duas aulas que assisti e não tive dificuldade de entendimento nessas duas primeiras aulas e consegui resolver os exercícios das duas aulas sem dificuldades.” (Fonte: fórum temático da disciplina)

5. Conclusões e trabalhos futuros

A disciplina Física Teórica I construída na modalidade *online* utilizando o tripé pedagógico composto por conteúdo *online*, material complementar e vídeo-aula foi aplicada a 1500 alunos no primeiro semestre letivo de 2013. Nas primeiras análises foi possível perceber que os alunos, inicialmente desconfortáveis, aderiram a nova modalidade quando perceberam que suas deficiências, ao invés de expostas, estariam sendo sanadas. As manifestações ocorreram de forma espontânea por meio de mensagens e postagens nos fóruns. Alunos que cursam a disciplina na forma presencial, ao tomar conhecimento dos novos recursos, solicitaram acesso ao curso *online*, alegando que os colegas que cursaram a disciplina nesta modalidade estariam mais bem preparados para as provas.

Os resultados parciais indicam que a aplicação de teorias de aprendizagem baseadas em desenvolvimento proximal às disciplinas do ciclo básico no nível superior permite diminuir as diferenças iniciais do corpo discente aumentando o

aproveitamento e, conseqüentemente, reduzindo a evasão. A oferta da disciplina na modalidade *online* permite aplicar esses conceitos fornecendo caminhos individuais de aprendizado protegidos pela mediação de um professor-tutor.

O tempo necessário para a conclusão da disciplina é definido pelo aluno sem comprometer a apresentação integral e a qualidade do conteúdo a ser ministrado dentro do período letivo.

Um questionário aplicado aos discentes e professores-tutores está sendo tabulado e será utilizado para realimentação e ajustes dos conteúdos e processos. O desempenho das avaliações também será alvo de estudos futuros.

Este trabalho demonstra a viabilidade em desenvolver integralmente a disciplina Física Teórica I na modalidade *online*, atendendo a alunos em diferentes estágios de aprendizado. O ambiente descrito demonstra, então, ser ideal para o uso de tecnologias que favorecem a absorção de conteúdo.

Conclui-se, portanto, que esta metodologia atende aos objetivos propostos e pode ser aplicada em outras disciplinas, construindo conteúdos interativos e estimulantes.

REFERÊNCIAS

- Arendt, H. (1972). *A crise na educação*. In *Entre o passado e o futuro*. São Paulo: Perspectiva, p. 221-247.
- Audino, D. F. & Nascimento, R. S. (2010) *Objetos de aprendizagem: diálogos entre conceitos e uma nova proposição aplicada à educação*. *Revista Contemporânea de Educação* v. 5 n. 10 p. 128-148. Disponível em [http://www.educacao.ufrj.br/artigos/n10/objetos de aprendizagem.pdf](http://www.educacao.ufrj.br/artigos/n10/objetos_de_aprendizagem.pdf). Acesso em março de 2013
- Castells, M. (1999) *A sociedade em rede*. São Paulo: Paz e Terra.
- Filatro, A. (2007) *Design Instrucional Contextualizado: educação e tecnologia*. 2 ed. São Paulo: Senac.
- Halliday, D.; Resnick.,R. &Walker, J. (2003) *Fundamentos de física*. , 5 ed., vol 1, Rio de Janeiro: LTC.
- IPEA (2013) Disponível em:http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=17542&catid=159&Itemid=75. Acesso em agosto de 2013.
- Moreira, M. A. (2011) *Teorias de Aprendizagem*. São Paulo:EPU
- Tipler, P. A. (2009) *Física para cientistas e engenheiros*. 6. ed., vol 1, Rio de Janeiro: LTC.
- Vygotsky, L.S. (1991) *A formação social da mente*. 4 ed. São Paulo: Martins Fontes.
- Wiley, D. (2001) *Connecting learning objects to instructional design theory: a definition, a metaphor, and taxonomy*. Disponível em: <http://www.reusability.org/read/chapters/wiley.doc>. Acesso em março de 2013.