

Dissertação apresentada à Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa do Instituto Tecnológico de Aeronáutica, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências no Programa de Pós-Graduação em Física, na Área de Física Atômica e Molecular.

Larissa Maciel do Nascimento

**ANÁLISE E IMPLEMENTAÇÃO DO APRENDIZADO
HÍBRIDO NO ENSINO DE FÍSICA DO ITA**

Dissertação aprovada em sua versão final pelos abaixo assinados:



Prof. Dr. José Silvério Edmundo Germano
Orientador



Profa. Dra. Elisangela Pavanelo
Coorientadora

Prof. Dr. Luiz Carlos Sandoval Góes
Pró-Reitor de Pós-Graduação e Pesquisa

Campo Montenegro
São José dos Campos, SP – Brasil.
2016

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

Divisão de Informação e Documentação

Nascimento, Larissa Maciel

Análise e implementação do aprendizado híbrido no ensino de física do ITA / Larissa Maciel do Nascimento.

São José dos Campos, 2016.

92f.

Dissertação de mestrado – Programa de Pós Graduação em Física, Área de Física Atômica e Molecular – Instituto Tecnológico de Aeronáutica, 2016. Orientador: Prof. Dr. José Silvério Edmundo Germano; coorientadora: Profa. Dra. Elisângela Pavanelo.

1. Ensino a distância 2. Instrução assistida por computador. 3. Física. I. Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial. Instituto Tecnológico de Aeronáutica. Divisão de Ciências Fundamentais. II. Título.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

NASCIMENTO, Larissa. **Análise e Implementação do Aprendizado Híbrido no Ensino de Física do ITA**. 2016. 92f. Dissertação de Mestrado em Física – Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Larissa Maciel do Nascimento

TÍTULO DO TRABALHO: Análise e Implementação do Aprendizado Híbrido no Ensino de Física do ITA

TIPO DO TRABALHO/ANO: Dissertação / 2016

É concedida ao Instituto Tecnológico de Aeronáutica permissão para reproduzir cópias desta dissertação e para emprestar ou vender cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta dissertação ou tese pode ser reproduzida sem a sua autorização (do autor).

Larissa Maciel do Nascimento

Praça Marechal Eduardo Gomes, 50 - Vila das Acácias.

CEP: 12228-900, São José dos Campos – SP

ANÁLISE E IMPLEMENTAÇÃO DO APRENDIZADO HÍBRIDO NO ENSINO DE FÍSICA DO ITA

Larissa Maciel do Nascimento

Composição da Banca Examinadora:

Prof. Dr. Bogos Nubar Sismanoglu	Presidente	- ITA
Prof. Dr. José Silvério Edmundo Germano	Orientador	- ITA
Prof. Dr. Elisangela Pavanelo	Coorientador	- UNESP
Prof. Dr. Marco Aurélio Alvarenga Monteiro	Membro Externo	- UNESP
Prof. Dr. Rubens de Melo Marinho Junior	Membro Interno	- ITA

ITA

Dedico este trabalho aos meus pais Osvaldo e Ana Nascimento e minha irmã Lana Nascimento pelo apoio incondicional durante toda minha vida.

Agradecimentos

Agradeço a Deus, pela sabedoria, resignação e paciência durante todos os períodos de minha vida, principalmente os mais decisivos.

A minha família amada, meu pai Osvaldo Nascimento, Minha mãe Ana Nascimento, minha irmã Lana Nascimento e meus avós queridos Izabel Maciel, Juraci Maciel, Osvaldo Nascimento e Margarida Nascimento que já não estão mais neste plano, por todo amor e incentivo que me dão ao longo da vida, a conquista desta etapa não seria possível sem vocês.

Ao meu orientador José Silvério Edmundo Germano pelo apoio científico durante esses anos do curso de mestrado e pela ajuda pessoal nesta fase final do curso.

A minha querida coorientadora, Elisangela Pavanelo que muito contribuiu para a conclusão desta dissertação e me ouviu nos momentos decisivos da escrita.

A Daisy Hirata pela grande ajuda para criação do curso na plataforma Moodle.

Ao Saulo Gomes e Luan Jheferson com o auxílio na análise do abstract.

Aos meus queridos amigos de Belém do Pará, que me incentivaram durante esses dois anos longes e sempre estarão comigo ao longo da vida.

A minha tia Maria Donado que foi solidária a minha pessoa nos momentos iniciais deste curso e me incentivou fortemente a lutar pelos meus sonhos.

Aos queridos amigos que fiz no Instituto Tecnológico de Aeronáutica, em especial a Carla Cursino e Vanderli Laurindo por estarem sempre comigo, me ouvirem nos momentos difíceis e estenderem a mão quando eu precisava. A Verônica Feijoli pelas madrugadas me auxiliando nas correções deste trabalho.

Aos professores Jayr Amorim, Marcelo Gomes, César Oliveira, Luiz Augusto e Carlos Bomfim que me repassaram seus conhecimentos nos momentos em que precisava de ajuda.

Agradeço ao ITA pela oportunidade de estudar nesta instituição e aumentar minha gama de conhecimento durante este período.

Agradeço ao CNPq pelo auxílio financeiro durante o curso de mestrado.

*“Nem tudo o que enfrentamos pode ser mudado.
Mas nada pode ser mudado enquanto não for enfrentado.”*

JAMES ARTHUR BALDWIN

Resumo

Indagações e discussões na comunidade científica acerca de como inovar o ensino de física, tornam-se cada vez mais evidente e necessária, mediante o atual cenário de transformações que as inovações tecnológicas e as mídias digitais interativas vêm proporcionando no cotidiano das pessoas e nos ambientes escolares. O ensino de física necessita de novas estratégias tanto no ambiente da sala de aula quanto nos baseados na internet, já que o público alvo que chega às escolas em todos os níveis vem com outras demandas e está sujeito a todo tempo e lugar a esse bombardeio de inovações que surgem a cada dia. É necessário, portanto, testar, validar novas metodologias e reorganizar conteúdos, bem como qualificar todos os “atores” que hoje trabalham no ensino e se preocupam com o processo de ensino e aprendizagem. Neste sentido, esse trabalho apresenta um estudo da aplicação da metodologia denominada Aprendizado Híbrido (*Blended Learning*) em cursos de graduação em engenharia do Instituto Tecnológico de Aeronáutica. As aplicações foram realizadas na disciplina FIS-14 no capítulo de Movimento Relativo de Translação e Rotação e na disciplina FIS-26 no capítulo relativo a Oscilações Mecânicas. Para o suporte tecnológico dessa pesquisa, usamos a plataforma de gestão MOODLE, que servirá de ambiente para organização de todo o conteúdo disponível, bem como, realizar uma análise estatística em todas as etapas do processo de ensino e aprendizagem.

Abstract

Due to the current scenario where technological advances and interactive digital media are present in the daily lives of people as well as in academic environments, discussions about innovation in teaching of physics are increasing considerably. Thus, education of physical sciences needs new strategies in both, the classical and the internet-based classroom. Additionally, students assist to the school with different kinds of pedagogical demands and necessities which changes with the time and are also dependents of the particular location. Therefore, in order to respond these challenges, is necessary to use tools like as validation of new methodologies, adjustment of contents and qualification of the related actors. In this sense, this work presents the implementation of a methodology called (Blended Learning) in undergraduate courses for engineering in the Instituto Tecnológico de Aeronáutica. The application was performed in two groups; the first one corresponds to the chapter relative translational and rotational motion of the course FIS-14 and the second case studied was the chapter mechanical vibrations of FIS-26. As technological support of this research, we use MOODLE, it is a management platform that allows to organize the available content and to apply statistical analysis in all stages of the teaching and learning process.

Sumário

1	INTRODUÇÃO	11
2	O ENSINO DE FÍSICA NO BRASIL E A PROPOSTA DA UTILIZAÇÃO DO CONCEITO DE APRENDIZADO HÍBRIDO NA APRENDIZAGEM DE CONCEITOS CIENTÍFICOS.....	14
2.1	O Ensino de Física no Brasil.....	14
2.2	O Ensino de Física em Cursos de Graduação em Engenharia;.....	16
2.3	Sobre o Aprendizado Híbrido (Blended Learning)	18
2.3.1	B -Learning como um novo paradigma educacional.....	21
2.3.2	O Ensino de Física por meio do B-Learning	24
3	METODOLOGIA DE PESQUISA	26
3.1	Metodologia de coleta de dados.....	26
3.2	Metodologia de análise de dados	28
4	APRESENTAÇÃO DOS CONTEÚDOS DE FIS-14 E FIS-26	29
4.1	Elaboração do Curso na Plataforma MOODLE	30
4.2	Os conteúdos do curso de FIS-14	31
4.3	Os conteúdos do curso de FIS-26	39
5	APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS	55
5.1	Dados e Discussões sobre os capítulos de Movimento Relativo de Translação e Movimento Relativo de Rotação:	55
5.1.1	Movimento Relativo de Translação.....	56
5.1.2	Movimento Relativo de Rotação	57
5.1.3	Avaliação realizada do capítulo de Movimento Relativo de Translação e Rotação	60
5.1.4	O questionário de sondagem dentro da plataforma MOODLE	61
5.2	Dados e Discussões sobre o capítulo de Oscilações Mecânicas.....	66
5.2.1	Oscilações Mecânicas.....	66
5.2.2	Avaliação realizada do capítulo de Oscilações Mecânicas	68
5.2.3	O questionário de sondagem dentro da plataforma MOODLE	69
6	CONCLUSÃO.....	77
7	REFERÊNCIAS	80
8	ANEXO.....	83
8.1	Anexo 1 – Artigos selecionados para a análise por Martins e Garcia, publicados entre 2000 e 2010:.....	83

8.2	Anexo 2 – Questionário de Sondagem da metodologia B-learning do curso de Movimento Relativo	86
8.3	Anexo 3 – Questionário de Sondagem da metodologia B-learning do curso de Oscilações Mecânicas	88
8.4	Anexo 4 – Avaliação do conteúdo da disciplina de Movimento Relativo FIS-14 em 2015. 90	
8.5	Anexo 5 – Avaliação do conteúdo da disciplina de Oscilações FIS-26 em 2016. 91	
8.6	PORTARIA N° 4.059, DE 10 DE DEZEMBRO DE 2004 (DOU de 13/12/2004, Seção 1, p. 34).....	92

1 INTRODUÇÃO

Diante dos avanços tecnológicos presentes na atualidade, os quais englobam também a educação, surge à necessidade de repensar as formas de ensinar e aprender, bem como os recursos que são utilizados para tal. Dentre as diferentes formas de ensino, a Educação a Distância (EaD) ganha espaço no cenário nacional, ampliando significativamente a oferta de cursos superiores¹.

Nesse processo desponta o uso de metodologias diferenciadas, muitas delas buscando um equilíbrio entre a educação presencial e à distância, uma delas conhecida como *blended learning* (ou aprendizado híbrido, ou misto). Esta forma de ensino visa valorizar o melhor da educação presencial e também da educação online.

No Aprendizado Híbrido (*Blended Learning*) as Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) fornecem suporte aos processos de ensino e de aprendizado, assumindo uma importância determinante para o seu desenvolvimento. As TDIC podem auxiliar no apoio aos sistemas de gestão da aprendizagem ou de conteúdos, podem fornecer ferramentas de comunicação entre o professor e os alunos da turma como: audioconferência, videoconferência, conferência Web, conversação escrita e fóruns de discussão, dentre outras. Podem também disponibilizar as ferramentas de questionários e de produção de conteúdos, tonando os processos de ensino e de aprendizagem mais interativos, com um leque de conteúdos diferenciados e de formas alternativas, podendo até mesmo otimizar o tempo de estudo do aluno.

Inicialmente muitos ambientes virtuais de aprendizagem (AVA), atuavam apenas como repositórios de materiais, no qual um responsável, tutor, fazia o envio para os alunos. Este cenário se modificou com o passar dos anos, pois as plataformas se tornaram cada vez mais interativas, atendendo as necessidades atuais de um ensino mais flexível em tempo e espaço.

¹ A EAD cresce de forma acelerada no país, impulsionado por programas do governo com o objetivo principal de facilitar o acesso de alunos ao ensino superior. Esta é a modalidade de ensino que mais cresce no Brasil. Todo ano, milhares de novos cursos superiores são reconhecidos pelo MEC. As **matrículas** de bacharelado, licenciatura e cursos superiores tecnológicos **à distância** já somam **mais de um milhão**, de acordo com o último Censo da Educação Superior, divulgado em 2013.

Neste trabalho o ambiente escolhido foi o MOODLE, que é um software livre, que pode ser baixado e modificado por qualquer indivíduo ou instituição de acordo com sua necessidade.

O MOODLE tem como intuito auxiliar os processos de ensino e aprendizagem, proporcionando um ambiente que estimula a interação entre professor e aluno. Este ambiente tem sido utilizado não apenas como ambiente virtual de interação e colaboração nos cursos à distância, mas também como ferramenta de apoio ao ensino presencial. Nesta sistemática, os professores criam salas virtuais, onde inserem conteúdos e até mesmo atividades, de modo a dar continuidade ao trabalho feito em sala de aula.

O MOODLE nos permite estruturar e gerir um curso, ou o desenvolvimento de um conteúdo, em blocos ou áreas de gestão. Possui recursos como chat, fórum, questionário, aceita materiais como vídeos, arquivos em PDF, etc. Podem-se verificar os acessos dos alunos aos materiais, frequência do download de arquivos, dentre outros.

O presente trabalho teve como objetivo desenvolver e avaliar um material didático para os conteúdos de Movimento Relativo de Translação e Rotação (estudado na disciplina de FIS-14) e Oscilações Mecânicas (estudado na disciplina de FIS-26), para os alunos do primeiro ano dos Cursos de Engenharia do ITA, a partir do conceito de Aprendizado Híbrido (Blended Learning) e da plataforma Moodle

Os conteúdos teóricos, exercícios, problemas aplicados e todos os demais materiais que seriam trabalhados em sala de aula, foram disponibilizados no ambiente virtual MOODLE. Das quatro aulas que os alunos teriam durante as semanas de aplicação destes conteúdos, apenas duas foram realizadas presencialmente, para realização de discussões e sanar dúvidas pontuais existentes, as demais foram reservadas para que os alunos estudassem o material inserido na plataforma.

Torna-se importante destacar que o conteúdo de Movimento Relativo de Translação e Rotação da disciplina de FIS-14 foi desenvolvido em três semanas e o de Oscilações Mecânicas, na disciplina de FIS-26, em 4 semanas.

Os alunos desta instituição estudam em tempo integral e moram no próprio campus. Dados do último ENADE (2011)² mostram que 60% dos alunos se consideram brancos e 40% pardos. Em relação à renda familiar, 26% possuem renda entre 10 e 30 salários mínimos e 15%, acima de 30. Sobre a escolarização dos pais, os dados apontam que 44% possuem curso superior. E finalmente, 74% dos alunos cursaram o Ensino Médio em uma instituição

² Fonte: relatório ENADE 2011.

particular. Esses alunos já ingressam no primeiro ano do curso com uma boa base de Matemática básica.

No primeiro capítulo do trabalho é realizado um breve panorama sobre o Ensino de Física no Brasil e em Cursos de Engenharia, apontando alguns dos anseios dos professores e expectativas de aquisição do conhecimento. Este capítulo tem a finalidade de apresentar a necessidade de se buscar novas metodologias no ensino de Física.

Em seguida realizou-se uma explanação sobre o conceito de Aprendizado Híbrido (*Blended Learning*) e o ensino de Física, quais os parâmetros utilizados, o porquê da utilização desta metodologia e como se desenvolveu o processo no curso aplicado.

No próximo capítulo é analisado o conteúdo desenvolvido no curso, que são compreendidos dentro da disciplina de FIS-14 e FIS-26, das turmas do Curso Fundamental³. Os assuntos de Movimento Relativo, Rotação e Translação fazem parte do curso de FIS-14 e o assunto de Oscilações Mecânicas do curso de FIS-26, onde foram abordados, os tópicos de Movimento Harmônico Simples, Oscilador Acoplador, Oscilador Amortecido e Oscilador Forçado. O capítulo mostra os materiais elaborados em cada curso e o passo a passo da montagem destes na plataforma, bem como sua disponibilização na página.

A apresentação dos resultados e a discussão são realizadas no capítulo cinco, utilizando as notas obtidas pelos alunos nas avaliações realizadas pelo ambiente MOODLE e no desenvolvimento das atividades por parte dos alunos.

Finalmente, no último capítulo é apresentada a conclusão do trabalho, apontando que a metodologia satisfaz a necessidade educacional do aluno, podendo ser empregada em cursos semestrais, com a finalidade de desenvolver a organização pessoal do aluno. Este estudo foi bem produtivo apresentando os resultados significativos em relação ao potencial educacional dos alunos e autonomia na forma de ensinar.

³ Os Cursos de Engenharia do Instituto Tecnológico de Aeronáutica são ministrados em 5 anos. Os dois primeiros anos constituem o Curso Fundamental, comum a todas as especialidades. Os três anos seguintes constituem o Curso Profissional, que atualmente abre-se em seis especializações: Engenharia Aeronáutica, Aeroespacial, Eletrônica, Mecânica-Aeronáutica, Civil-Aeronáutica e Computação.

2 O ENSINO DE FÍSICA NO BRASIL E A PROPOSTA DA UTILIZAÇÃO DO CONCEITO DE APRENDIZADO HÍBRIDO NA APRENDIZAGEM DE CONCEITOS CIENTÍFICOS.

2.1 O Ensino de Física no Brasil

De acordo com Salem (2012) o crescimento das pesquisas que visam o Ensino de Ciências Brasil ampliou-se, principalmente, durante as últimas décadas.

Krasilchik (1992) aponta que o desenvolvimento explosivo nas inovações e tentativas de melhoramento teve lugar, principalmente, nos anos setenta e que o processo cujas consequências afetaram os currículos das disciplinas científicas nos anos 90, estava situado nos Estados Unidos,

sede dos chamados grandes projetos curriculares, mais conhecidos pelas suas siglas—o Biological Science Curriculum Study (BSCS); Physical Science Study Committee (PSSC); Chemical Study Group (CHEM); Chemical Bond Approach (CBA), entre outros (KRASILCHIK, 1992).

Observa-se nesse período um maior número de trabalhos publicados, criação de novos periódicos, participações em eventos específicos na área e expansão de programas de pós-graduação. Salem (2012) ainda ressalta o reconhecimento desse crescimento pela CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) da identidade dessas pesquisas, constituindo uma área específica.

Nardi (2004) destaca um estudo onde o autor buscou em registros elaborados nas últimas décadas, como: artigos, atas de eventos, relatórios de grupos de pesquisa e entrevistas realizadas com pesquisadores. Este trabalho permitiu que fossem recuperados detalhes dos caminhos traçados pela pesquisa em ensino de Física no Brasil.

Segundo o autor, a interpretação de certos efeitos de sentido atribuídos pelos entrevistados e outros contidos nos registros analisados, permite perceber a pluralidade dessa área de estudos, a diversidade de fatores considerados importantes para sua constituição e as características da pesquisa nessa área. Desse modo enfoca que ao se analisar os registros sobre o ensino de física consta-se que a “existência consolidada no país uma área de ensino de

Física (e de Ciências), a qual, por sua vez, tem uma história [...] desenvolveu características próprias e acumulou razoável capital científico [...]” (NARDI, 2004).

Atualmente, nas pesquisas em ensino de Física, observa-se um ponto de destaque: a utilização das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC). Mesmo oferecendo inúmeras possibilidades para o desenvolvimento do ensino de Física, ela ainda está restrita a determinados grupos de pessoas (MARTINS e GARCIA, 2012). No entanto, é importante perceber que cada vez a sociedade exige que as tecnologias da informação e comunicação ocupem um espaço maior no ensino.

Martins e Garcia (2012) realizaram uma análise da produção recente em cinco importantes periódicos da área de ensino de Ciências focando as pesquisas sobre o ensino de Física que apresentam como tema o uso de Novas Tecnologias de Informação e Comunicação no contexto do processo de ensino-aprendizagem, no período compreendido entre o primeiro semestre de 2000 e o primeiro semestre de 2010.

Os autores encontraram trinta e dois artigos⁴ que estabelecem uma relação entre o ensino de Física as NTIC e os classificaram em cinco categorias, de acordo com o foco de suas abordagens: a) Discussão sobre teorias da aprendizagem (16 artigos); b) Uso de softwares de animação, simulação e modelagem (16 artigos); c) Aquisição e análise de dados experimentais com computador (9 artigos); d) Ambiente virtual de aprendizagem (6 artigos); e, e) Uso da Internet no ensino-aprendizagem (2 artigos).

Observa-se neste trabalho que estudos de Ensino de Física relacionados ao uso de ambientes virtuais de aprendizagem ou internet resultam como uma minoria. Os autores apontam que:

os seis trabalhos que tratam do ambiente virtual de aprendizagem apresentam preocupação em fundamentar o uso deste recurso como uma forma de motivar e de possibilitar uma maior interação no processo de ensino-aprendizagem. Quatro apresentam suas propostas em termos da Educação à Distância, um faz o debate sobre o uso do ambiente em aulas presenciais e outro apresenta uma discussão nas duas modalidades, presencial e à distância. Sobre o público a quem era voltado o ambiente, quatro trabalhos falam do uso deste ambiente para a formação do professor (um sobre formação continuada e três sobre a formação inicial) e dois sobre a utilização no Ensino Médio. Por fim, os temas destacados nas discussões foram: apoio ao ensino de Física no sentido de “desburocratizar” o processo e aumentar virtualmente o tempo de aula; capacitação de professores em Física para o ensino fundamental; resolução de problemas de Física; dificuldades de interpretar conteúdos de astronomia na formação inicial; uso de fórum eletrônico para avaliar

⁴ As referências dos 32 artigos encontram-se ao final deste trabalho no anexo 8.1.

apropriação de conhecimentos; e, apresentação de minicurso sobre temas contemporâneos para a formação continuada (MARTINS e GARCIA, 2012).

No que se referem ao uso da internet nos processos de ensino e de aprendizagem, os autores mostram que,

os dois trabalhos foram classificados nesta categoria: um apresenta um debate sobre as possibilidades disponibilizadas na Internet para o ensino da Física Moderna, e o outro apresenta resultados obtidos a partir da utilização de um sítio desenvolvido pelos autores para abordar um tema de Mecânica.

Destaca-se a importância da contribuição do trabalho aqui apresentado, pois se entende que o seu desenvolvimento resultou em uma contribuição importante para uma área ainda pouco explorada, mas que apresenta grandes possibilidades para uma efetiva discussão para o Ensino de Física.

2.2 O Ensino de Física em Cursos de Graduação em Engenharia;

O processo de formação acadêmica nos cursos de Engenharia no Brasil vem passando por uma série de mudanças decorrentes das reformulações apresentadas junto às “novas” Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) publicadas no início desse século (BRASIL, 2002). E, em virtude dessas reformulações, percebeu-se a necessidade de promover modificações junto ao processo de ensino das disciplinas do chamado núcleo dos conteúdos básicos (Matemática, Física, Química, etc.) a fim de permitir ao ensino dessas disciplinas o desempenho de um novo e mais efetivo papel junto ao processo de formação acadêmica. Para promover o desempenho desse novo papel as DCNs dos cursos de Engenharia orientam para que as atividades dessas disciplinas não sejam norteadas apenas por seus objetivos específicos, voltados para o ensino de conteúdos e buscando a formação do acadêmico apenas no aspecto científico. Com as reformulações sofridas, as DCNs passaram a estender a todas as disciplinas do currículo dos cursos de Engenharia funções relacionadas à formação acadêmica tanto profissional (científica, técnica e tecnológica) quanto humanista (formação para a cidadania).

As resoluções expressas nas DCN dos Cursos de Engenharia representam uma preocupação não só com a quantidade de engenheiros que cada país forma anualmente, mas também com a qualidade da formação destes profissionais. Além de trabalhar para que se tenha um número maior de profissionais nas áreas tecnológicas, é preciso que a qualidade seja o grande foco na formação do futuro profissional.

Com a chegada da tecnologia percebem-se consideráveis mudanças no comportamento da sociedade. Em locais públicos, por exemplo, em escolas, no ambiente de trabalho, ônibus, Shoppings Centers e até mesmo andando na rua, as pessoas utilizam recursos que até pouco tempo eram privilégio de poucos. Tais tecnologias estão presentes em diversos campos do conhecimento humano.

De acordo com De Paula e Testoni (2013), na educação não é diferente, as TDIC avançaram significativamente, causando grandes modificações no processo de formação dos profissionais formados, especialmente aqui tratada, na formação dos engenheiros.

A velocidade com que as informações trafegam e as novidades que surgiram na nova era da informação e comunicação trouxeram certa insegurança para muitos professores que trabalham em cursos de Engenharia, pois a princípio, a ideia de aulas à distância, pesquisas on-line, bibliotecas virtuais, programas capazes de fazer simulações matemáticas, trouxeram a sensação de fragilidade. E, desse modo, esse setor da educação também sentiu os impactos da nova era tecnológica.

De Paula e Testoni (2013) apontam que atualmente se vivencia na prática docente o fato de alunos buscarem informações para seus trabalhos escolares de uma forma bastante diferente daquela utilizada há uma década. Os autores salientam que a busca por informações nas bibliotecas físicas não morreu, o que mudou é o fato de que hoje se podem buscar informações em plataformas virtuais, ou em acervos situados em locais distantes. Basta utilizar a internet, e ter no próprio computador acervos virtuais de universidades conceituadas do Brasil e do mundo.

É possível, até mesmo, manter contato com estudantes e pesquisadores que estão fisicamente localizados fora do nosso país, através de blogs, MSN, myspace, twitter, LinkedIn, páginas pessoais, Skype e Ambientes Virtuais de Aprendizagem, possibilitando uma maior velocidade de tráfego das informações, e conhecimentos.

Para De Paula e Testoni (2013) o ensino da Física nos cursos de Engenharia, particularmente, devido à diversidade e possibilidade de experimentação, possibilita ao docente a oportunidade de utilizar diferentes estratégias de ensino. Os autores defendem também que a Internet e os softwares educacionais devem ser encarados, nesses cursos, como aliados que precisam ser incorporados ao dia-a-dia dos profissionais da área do ensino, caso contrário existirá sempre um atrasado da instituição de ensino em relação aos alunos, que na maioria das vezes, são jovens conectados com as novidades tecnológicas. Tal fato prejudica a qualidade da formação do profissional de engenharia.

2.3 Sobre o Aprendizado Híbrido (Blended Learning)

Atualmente existem indicativos⁵ de que existe uma crescente necessidade da educação superior brasileira participar de maneira cada vez mais intensa da virtualização do ensino.

Nesse sentido, de acordo com Moran (2002), hoje se pode identificar três modalidades de educação; a Educação Presencial, a Semipresencial (parte presencial/parte a distância) e a Educação a Distância. Segundo o autor, a presencial é aquela dos cursos regulares, em que professores e alunos se reúnem em um mesmo local físico. A semipresencial é aquela que pode ocorrer parte na sala de aula e parte a distância, por meio de tecnologias. A educação a distância ocorre essencialmente com professores e alunos separados fisicamente no espaço e ou no tempo, mas podendo estar juntos por meio de tecnologias de comunicação.

Tori (2009) aponta a tendência crescente de se combinar atividades de aprendizagem presenciais (ou face a face), com atividades desenvolvidas a distância. Tal tendência vem sendo referida por meio de diversas denominações, das quais, segundo o autor, destacam-se os ‘cursos híbridos’ e os blended learning⁶. Tori também acrescenta que o termo blended learning vem se destacando, pois remete a um conceito de ‘mistura harmoniosa’ e é apontado⁷ como uma das dez maiores tendências em relação ao conhecimento.

Dessa maneira, para Tori os cursos híbridos são a combinação de

dois ambientes de aprendizagem que historicamente se desenvolveram de maneira separada: a tradicional sala de aula presencial e o moderno ambiente virtual de aprendizagem (AVA), que vêm se descobrindo mutuamente complementares (...) que procuram aproveitar o que há de vantajoso em cada modalidade, considerando contexto, custo, adequação pedagógica, objetivos educacionais e perfis dos alunos (TORI 2009, p. 122).

Atualmente, nos cursos superiores de graduação, os cursos híbridos, em geral, são compostos por disciplinas semipresenciais. Tais disciplinas foram autorizadas pelo Ministério da Educação pela Portaria 4.059, de 10 de dezembro de 2004⁸.

⁵ Por exemplo, em dezembro de 2005 com a criação da UAB (Universidade Aberta do Brasil) e o crescimento da EaD no Brasil.

⁶ *Blended Learning* – tradução: aprendizagem misturada.

⁷ Pela ASTD (American Society for Training e Development).

⁸ No Anexo 8.6 deste trabalho encontra-se a Portaria 4059, na íntegra.

Farias (2006) aponta que essa Portaria tem importância significativa na desburocratização do uso da Educação a Distância no Brasil, pois regulamenta a introdução de disciplinas de modo semipresencial em até 20% da carga horária dos cursos de graduação reconhecidos. O autor ressalta também que,

a 4.059 simplifica o processo de implantação de EaD nos cursos de graduação reconhecidos e torna clara a regra de aplicação do percentual máximo de atividade não presencial. Até então a legislação vigente deixava brechas para a interpretação sobre este limite, pairando sempre a questão: O limite de carga horária não presencial seria de 20% de cada disciplina ou 20% das disciplinas do curso? (FARIAS, 2006, p. 443).

A Portaria 4.059 é precisa em seu texto no que diz respeito à regra de distribuição de sua porcentagem, pois destaca que somente os cursos reconhecidos podem ofertar tais disciplinas e em até 20% da carga total prevista para todo o programa do curso, deixando cada instituição livre para realizar a distribuição das atividades não presenciais nas disciplinas. Farias (2006) ainda faz uso de um exemplo prático que demonstra a distribuição dos 20%: a distribuição de atividades não presenciais em um curso com 3.600 horas de carga horária deve estar contida em 720 horas.

Pode-se então encontrar disciplinas quase inteiramente desenvolvidas a distância, outras com diferentes percentuais de atividades não presenciais e outras que podem ser ministradas presencialmente.

Um detalhe importante é a determinação de que todas as avaliações dos alunos devem ser realizadas presencialmente. Farias (2006) coloca que, apesar de existirem atividades não presenciais que influenciem na nota final do aluno, a avaliação principal deve ser feita presencialmente.

A Portaria identifica como disciplinas semipresenciais aquelas que se caracterizam como atividade didático-pedagógica, com módulos de ensino e aprendizagem centrados na autoaprendizagem e com mediação de recursos didáticos organizados em diferentes suportes de informação que utilizem tecnologias de comunicação remota. Essa modalidade deve incluir métodos e práticas de ensino e aprendizagem que incorporem o uso integrado de tecnologias de informação e comunicação, para a realização dos objetivos pedagógicos, bem como encontros presenciais e atividades de tutoria.

Farias (2006) destaca que o termo semipresencial é utilizado em todo o texto do documento como objetivo de manter a coerência com uma das suas exigências: existência de

atividades de tutoria e de encontros presenciais no planejamento pedagógico da disciplina. Segundo ele,

os encontros presenciais devem estar presentes no planejamento de uma disciplina mesmo que todos os itens de sua ementa sejam abordados em atividades não presenciais. A importância de tais encontros é fundamental para o entrosamento dos alunos da disciplina, o que influencia em atividades realizadas sociointeracionais realizadas a distância e, conseqüentemente, na qualidade do aprendizado obtido na disciplina (FARIAS 2006, p. 444).

Essa leitura pode dar como pressuposto que encontros presenciais são “garantia” de qualidade ao curso.

O texto também determina que a tutoria dessas disciplinas, para ser considerada adequada, necessita de docentes preparados para a realização de atividades a distância, com carga horária definida tanto para o trabalho de tutoria, como para os encontros presenciais. O cumprimento dessa determinação sugere um corpo docente que tenha, além do conhecimento sobre as metodologias que envolvem a EAD, afinidade com o uso de recursos tecnológicos.

Assim, pode-se concluir que o êxito em desenvolver um curso de graduação híbrido (mesclando disciplinas presenciais e semipresenciais) está intrinsecamente ligado, além do atendimento das exigências legais, também a um planejamento pedagógico que vá ao encontro do ambiente educacional de cada curso.

Já em relação à formação do professor para trabalhar em disciplinas semipresenciais, a Portaria 4.059/04 aponta, em Parágrafo único, que os profissionais docentes sejam “qualificados em nível compatível ao previsto no projeto pedagógico do curso, com carga horária específica para os momentos presenciais e os momentos a distância”.

O documento, com o objetivo de preservar a qualidade da educação, sugere a utilização de modalidades de avaliação somativa e formativa, combinando uma variedade de instrumentos que possibilitem contemplar aspectos quantitativos e qualitativos, uma vez que a aquisição do conhecimento é um processo contínuo e complexo.

As atividades desenvolvidas durante o curso podem envolver, entre outros, exercícios práticos, estudos de caso, comentários de textos, e mesmo a realização de provas escritas. A avaliação pode contemplar também a participação em chats de discussão e fóruns.

O trabalho do professor frente ao desenvolvimento dessas disciplinas, bem como a avaliação da aprendizagem em rede, deve incluir provas presenciais, a utilização das

comunicações assíncronas e síncronas, juntamente com as demais ferramentas oferecidas pelo AVA (ambiente virtual de aprendizagem), como expresso no Art. 1º § 3º, da referida portaria.

No Brasil as experiências relatadas e publicadas com a utilização do b-Learning ainda são recentes e tímidas⁹, mas alguns países como Portugal e Estados Unidos, pode-se encontrar pesquisas importantes sobre o tema.

2.3.1 B -Learning como um novo paradigma educacional

De acordo com um estudo feito por Marques (2012) o Aprendizado Híbrido (*Blended Learning*) tanto descreve um ambiente que combina métodos de aprendizagem, ou métodos de distribuição, ou formatos de mídia ou uma mistura de todos. Segundo o autor, existe uma falta de acordo entre os estudiosos acerca da definição precisa desse modelo de ensino¹⁰, mas como ponto comum, todos se identificam com a ideia que existe nele uma combinação de diferentes componentes com o objetivo de melhorar os processos de ensino e de aprendizagem.

Marques também identificou no seu estudo vários autores concordam que o b-learning combina as melhores características da aprendizagem online com os melhores recursos da sala de aula, ou seja, o melhor dos dois mundos (Marques, p. 86, 2012). Torna-se importante destacar nesse estudo de Marques que no b-learning:

- a escolha das ferramentas a serem utilizadas deve levar em conta os alunos, o conteúdo, os aspectos financeiros e a infraestrutura existente na instituição;
- as teorias de aprendizagem são um fator importante a ser considerado no desenvolvimento das atividades que farão parte da disciplina (ou do curso);
- a duração e organização das etapas presenciais e das atividades online também devem ser decididas de acordo com a instituição.

Assim, o Aprendizado Híbrido (*Blended Learning*) deve ser visto como uma abordagem que combina a eficácia e as oportunidades de socialização da sala de aula, com as possibilidades de aprendizagem ativa¹¹ proporcionada pelas Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) em ambientes online.

⁹ Pode-se citar: Schneider (et al), 2014; Torres (et al),2014; dentre outros.

¹⁰ (Graham, 2006; Jones, 2007; Moebis & Weibelzahl, 2007; Rosset, Dougliis, & Frazee, 2003; Thompson & Kanuka, 2009; Yoon & Lim, 2007)

¹¹ Entende-se por aprendizagem ativa como um conjunto de práticas pedagógicas, que tem como pressuposto a educação em sala de aula de maneira interativa, em que o aluno não pode ser somente um receptor do conteúdo,

De acordo com Marques (2012) existem algumas razões que levam os professores, os alunos e instituições a optar pela modalidade de Aprendizado Híbrido (*Blended Learning*), sintetizada pelo autor em três grandes grupos: benefícios pedagógicos, benefícios logísticos e de acesso à aprendizagem e benefícios económicos. Apresenta-se a seguir os quadros em que o autor destaca cada um deles.

Pedagógicos	<ul style="list-style-type: none"> • Melhora a eficácia da aprendizagem (Singh & Reed, 2001); • Riqueza pedagógica (Dziuban et al., 2006; Osguthorpe & Graham, 2003); • Aumenta o envolvimento do aprendente (Aycock, Garnham, & Kaleta, 2002); • Fomenta a interacção (Dziuban et al., 2006; Osguthorpe & Graham, 2003; Ziob & Mosher, 2006); • Promove comunidades de aprendizagem/prática (Geer, 2009; Hofmann, 2006; Stacey & Gerbic, 2009; Ziob & Mosher, 2006); • Fomenta relações mais duradouras entre os aprendentes (Hofmann, 2006); • Favorece a aprendizagem ao longo da vida (Masie, 2006); • Permite que os aprendentes consigam alcançar uma vantagem competitiva a longo prazo (Gray, 2006); • Permite lidar com diferentes estilos de aprendizagem (Bielawski & Metcalf, 2003; Ziob & Mosher, 2006); • Melhora a retenção e o reforço através dos mecanismos de acompanhamento na Web (Ziob & Mosher, 2006); • Aumenta a literacia dos aprendentes (Dziuban et al., 2004); • Personalização (Osguthorpe & Graham, 2003; Ziob & Mosher, 2006); • Melhora o rendimento (Bersin & Associates, 2003); • Permite a obtenção de informação detalhada sobre o progresso do estudante através dos sistemas <i>online</i> (Ross & Gage, 2006). • Permite múltiplas perspectivas dos conteúdos (Masie, 2006); • Favorece ensaios cognitivos (Masie, 2006);
-------------	---

envolvendo-se ativamente no processo de aprendizagem. De acordo com Valente existem inúmeras metodologias para se desenvolver uma aprendizagem ativa: o PBL – Aprendizagem Baseada em Problemas; GBL – Ensino por meio de Jogos; Teaching Case – Discussão e Solução de Casos; TBL – Aprendizado em Equipe; PI – Aprendizado por Pares; Resolução de Problemas; Modelagem Matemática; Sala de Aula Invertida; dentre ou outras.

	<ul style="list-style-type: none"> • Permite incluir facilmente contextos (Masie, 2006); • Fornece um ambiente rico para ajudar os aprendentes a determinar os conteúdos com mais valor (Masie, 2006); • Beneficia a aprendizagem tácita e não estruturada (Masie, 2006); • É adequado a temáticas complexas (Bersin & Associates, 2003).
Logísticos e de acesso à aprendizagem	<ul style="list-style-type: none"> • Estende o alcance da aprendizagem (Bersin & Associates, 2003; Hofmann, 2006; Singh & Reed, 2001; Ross & Gage, 2006); • Acesso ao conhecimento (Osguthorpe & Graham, 2003); • Permite que os aprendentes possam aproveitar melhor o seu tempo (Wagner, 2006); • Reduz o tempo de formação (Bersin & Associates, 2003; Ross & Gage, 2006); • Permite centralizar o programa dos cursos em iniciativas de larga escala (Dennis et al., 2006); • Facilita a revisão (Dennis et al., 2006; Osguthorpe & Graham, 2003); • Melhora a eficiência das infra-estruturas do <i>campus</i> (Dziuban et al., 2004); • Reduz/optimiza o número de aprendentes em sala de aula (Dziuban et al., 2004; 2006); • Reduz a necessidade de lugares de estacionamento (Dziuban et al., 2004).
Económicos	<ul style="list-style-type: none"> • Reduz os custos (Bersin & Associates, 2003; Dziuban et al., 2004; 2006; Hofmann, 2006; Osguthorpe & Graham, 2003; Ziob & Mosher, 2006); • Optimiza os custos e tempos de desenvolvimento do programa de aprendizagem (Singh & Reed, 2001); • Optimiza os resultados de negócio (Singh & Reed, 2001).

Figura 1 – Razões destacadas por Marques para se desenvolver b-learning

Para Tori (2008), o Aprendizado Híbrido (*Blended Learning*) é a quebra a dicotomia da distância na Educação a Distância, a qual vai de um nível zero (atividade totalmente a distância) à máxima proximidade, em função das dimensões do espaço (real-virtual), tempo (síncrono-assíncrono) e interatividade (passivo-ativo) avaliadas sobre a relação professor/aluno, aluno/aluno e aluno/conteúdo.

Mas um ponto importante é recomendado por Moskal et al (2012, p. 9), segundo os autores a instituição deve oferecer as condições de infraestrutura para ofertar cursos on-line. Esses autores destacam também que o Aprendizado Híbrido (*Blended Learning*) nos força a reexaminar nossos conceitos de ensino e aprendizagem, sendo simultaneamente, perturbador e poderoso.

A tendência de misturar atividades presenciais e a distancia, tem como objetivo proporcionar um ambiente motivador e uma nova organização da disciplina, neste caso específico a disciplina de Física, que gere mais autonomia nos alunos diante desta prática. Desse modo, eles participam de um curso elaborado em uma plataforma para ensino à

distância, o MOODLE, no qual foi disponibilizado, tanto para o conteúdo de Movimento Relativo de Translação e Rotação (FIS-14), quanto para o conteúdo de Oscilações Mecânicas (FIS-26), um aparato a partir de várias mídias.

Dotar o ambiente com várias mídias tem finalidade auxiliar no processo de aprendizagem do aluno e apresenta inúmeras vantagens: promover o desenvolvimento de habilidade e formação de conceitos, possibilitar inúmeras modalidades de aprendizagem, aumentar a interatividade, facultar a individualidade, podendo o aluno administrar o seu tempo e proporcionar aos alunos maior compreensão dos conteúdos.

Foram inseridos no AVA: exercícios resolvidos, exercícios propostos, problemas desenvolvidos no software *Mathematica*®, aulas expositivas no PowerPoint em formato html5, simulações no software Interactive Physics e em flash e vídeo aulas ministradas pelo próprio professor responsável pela disciplina. Todos esses materiais objetivam viabilizar o processo de aprendizagem, contemplando diferentes perfis de aprendizes.

2.3.2 O Ensino de Física por meio do B-Learning

A Física vem sendo caracterizada pelas Universidades pela grande quantidade de conteúdos teóricos, o que faz com que as aulas sigam em um ritmo acelerado, ocasionando poucas possibilidades para que o aluno reflita, questione ou discuta. Esse fato, acompanhado pelo rigor na apresentação dos conceitos envolvidos e na resolução de imensas listas de exercícios de caráter físico e matemático, torna-se mecânico ao aluno, gerando pouca ou nenhuma discussão sobre a física envolvida na problemática. Questões como essa aliada, muitas vezes, á falta de uma base sólida em matemática básica, resultam em um baixo aprendizado e muitas vezes a altos índices de reprovações nas instituições de nível superior nesta disciplina.

Assim, verifica-se a importância de se analisar e implementar práticas e outras metodologias, que gerem discussão entre os alunos a cerca dos conteúdos ministrados. Aguçar a curiosidade e instigar a motivação por parte deste ao conhecimento de física vem sendo uma preocupação cada vez maior nesse meio. A ideia é que o aluno atue de forma pensante em problemas de física na área da engenharia, com a finalidade de solucionar e verificar problemas práticos de assuntos relativos à física.

Atuando como base aliada as novas tecnológicas, usa-se o Aprendizado Híbrido (*Blended Learning*) como ferramenta motivadora em disciplinas de física da parte

fundamental em cursos de graduação em engenharias no Instituto Tecnológico de Aeronáutica, como forma integrante de associar o ensino de física a práticas experimentais.

Utilizando de vários recursos como, simulações em *Flash* e no programa *Interactive Physics*¹², são ilustradas simulações físicas, mostrando problemas aplicados dos conteúdos de Rotação e Translação referentes à disciplina FIS-14 de Movimento Relativo, que se constitui um conteúdo fundamental para cursos de engenharia, pois trabalha com noções espaciais e técnicas de problemas estruturais.

Neste trabalho também se apresenta situações com simulações do conteúdo de Oscilações Mecânicas da disciplina de FIS-26, que apresentam abordagens sobre o Movimento Harmônico Simples, com problemas de pêndulos em geral, Oscilações Amortecidas, Oscilações Acopladas e Oscilações Forçadas.

Os problemas apresentadas neste trabalho são clássicos no estudo de Física, mas desenvolvidos aqui em um formato diferenciado e ilustrativo, pois com o auxílio de *softwares* educacionais, pode se perceber de maneira significativa como são os conceitos e como podem ser aplicado, o que em uma aula tradicional, muitas vezes não é possível.

¹² *Interactive Physics* é um *software* de simulação de sistemas mecânicos que foi utilizado como ferramenta de apoio ao professor dentro do ambiente da sala de aula. Esse *software* tem um grande potencial, pois permite a construção e modelagem de sistemas mecânicos, desde os mais simples até os muito sofisticados com um alto grau de interatividade e recursos de animação. Outro diferencial desse *software* é a facilidade de se criar os modelos mecânicos desejados, pois o mesmo é um *software* orientado a objetos.

3 METODOLOGIA DE PESQUISA

O presente trabalho teve como objetivo desenvolver e avaliar um material didático para os conteúdos de Movimento Relativo de Translação e Rotação (estudado na disciplina de FIS-14) e Oscilações Mecânicas (estudado na disciplina de FIS-26), para os alunos do primeiro ano dos Cursos de Engenharia do ITA, a partir do conceito de Aprendizado Híbrido (Blended Learning) e da plataforma Moodle.

3.1 Metodologia de coleta de dados

Os alunos que entram no vestibular do ITA estudam na instituição em tempo integral e moram no próprio campus. Dados do último ENADE (2011) ¹³ mostram que 60% dos alunos se consideram brancos e 40% pardos. Em relação à renda familiar, 26% possuem renda entre 10 e 30 salários mínimos e 15%, acima de 30. Sobre a escolarização dos pais, os dados apontam que 44% possuem curso superior. E finalmente, 74% dos alunos cursaram o Ensino Médio em uma instituição particular. Esses alunos já ingressam no primeiro ano do curso com uma boa base de Matemática básica.

Logo nos dois primeiros anos do curso os alunos cursam o que chamamos de Curso Fundamental, que funciona em regime seriado e semestral, todos os anos são formadas 4 turmas de ingressantes com 30 alunos cada uma. No curso fundamental, todos os alunos cursam as mesmas disciplinas nas seguintes áreas:

- Departamento de Matemática: Cálculo/Análise e Álgebra Linear.
- Departamento de Física: Mecânica, Eletricidade e Magnetismo, Ondas e Física Moderna.
- Departamento de Química: Teoria do Orbital Molecular, Estrutura cristalina, Termodinâmica Química e Eletroquímica.
- Departamento de Humanidades: Responsável por preparar o futuro engenheiro a se inteirar sobre questões histórico-políticas e sociais, com o objetivo de reconhecer inovações necessárias nos campos da economia e tecnologia e saber lidar com problemas de origem sócio-política, vinculados a sua empresa ou instituição.
- Divisão de Ciência da Computação: Introdução à Computação, Algoritmos e Estruturas de Dados, Matemática Computacional.
- Divisão de Eng. Mecânica: Desenho Técnico, Introdução à Engenharia, Mecânica dos Sólidos e Termodinâmica.

¹³ Fonte: relatório ENADE 2011.

Esses dados foram descritos com o objetivo de ilustrar que estamos desenvolvendo essa experiência no âmbito de uma instituição de Ensino Superior de Engenharia diferenciada da realidade da maioria do nosso país.

O curso de FIS-14

Este curso envolve os conteúdos relativos à **MECÂNICA I**, com 4h horas de aulas semanais, com os tópicos de: Forças. Estática. Equilíbrio de um corpo rígido. Cinemática da partícula em um plano. Movimento circular. Dinâmica da partícula. Conceito de referencial inercial. Leis de Newton. Princípio de conservação do momento linear. Atrito. Sistemas com massa variável. Dinâmica do movimento curvilíneo. Momento angular. Forças centrais. Movimento relativo. Transformações de Galileu. Referenciais não inerciais. Trabalho e energia. Forças conservativas e energia potencial. Movimento sob ação de forças conservativas. Curvas de potencial. Forças não conservativas. Dinâmica de um sistema de partículas: centro de massa, momento angular, energia cinética. Tópicos de teoria cinética dos gases. Colisões.

Sua bibliografia é: Hibbeler, R.C., Mecânica para Engenheiros, Vols 1 e 2, Pearson Education do Brasil, 10a.ed., São Paulo, 2005; Nussenzveig, H. M., Curso de Física Básica, Vol. 1, 2a.ed., Edgard Blücher, S. Paulo, 1993; Alonso, M. e Finn, E. J. Física - um curso universitário, Vol. 1, Edgard Blücher, São Paulo, 1972.

O curso de FIS-26

O curso de FIS-26 envolve os conteúdos relativos à **MECÂNICA II**, também com 4 aulas semanais, com os tópicos de: Dinâmica do corpo rígido: centro de massa, momento de inércia, energia, equação do movimento de rotação, rolamento, movimento giroscópico. Movimento oscilatório: dinâmica do movimento harmônico simples; pêndulos, osciladores acoplados, oscilações harmônicas, oscilações amortecidas, oscilações forçadas e ressonância. Movimento ondulatório: ondas em cordas, ondas estacionárias, ressonância, ondas sonoras, batimento, efeito Doppler. Gravitação. Introdução à Mecânica Analítica: trabalho virtual, equação de D'Alembert, equações de Lagrange, princípio de Hamilton e equações de Hamilton.

Sua bibliografia básica é: Hibbeler, R. C., Mecânica para Engenheiros, Vol 2, 10a.ed, Pearson Education do Brasil, São Paulo, 2005; Nussenzveig, H. M., Curso de Física Básica,

Vols 1 e 2, 2a. ed., Edgard Blücher, São Paulo, 1993; Arya, A. P., Introduction to Classical Mechanics, 2a.ed., Prentice Hall, New York, 1997.

Tais disciplinas, de maneira geral, são desenvolvidas a partir de uma metodologia tradicional, com aulas expositivas, de exercícios e avaliações presenciais. Esta pesquisa de deu com o acompanhamento de uma turma, em dois semestres diferentes, com turmas do mesmo professor.

3.2 Metodologia de análise de dados

Os dados foram coletados diretamente de três fontes principais: análise estatística das notas obtidas pelos alunos na avaliação final, dados sobre a participação dos alunos nas atividades e conteúdos postados no ambiente virtual Moodle e entrevista com o professor da disciplina.

A análise foi realizada a partir da triangulação entre esses dados para o estabelecimento das conclusões.

4 APRESENTAÇÃO DOS CONTEÚDOS DE FIS-14 e FIS-26

O ensino presencial tradicional, que pode ser caracterizado pelo uso de recursos como quadro e giz, precisa se atualizar e acompanhar as modificações devido ao rápido avanço tecnológico nos dias de hoje. Precisamos de um ensino mais dinâmico, para que o tempo em sala de aula possa, de alguma maneira ser otimizado e melhor aproveitado. Neste sentido o ensino presencial vem ganhando aliados na dinamização da aprendizagem, dentre eles pode-se citar os AVA (Ambientes Virtuais de Aprendizagem) que, cada vez mais flexíveis são utilizados como espaços para desenvolver novas práticas educacionais. Ao incorporar essa tecnologia de comunicação, tanto a instituição como o professor, modifica seus padrões educacionais, inovando os processos de ensino e de aprendizagem e, até mesmo, a relação professor e aluno.

Os conteúdos desenvolvidos neste trabalho dentro da plataforma MOODLE (que é um AVA) tiveram como objetivo principal, aplicar a metodologia do Aprendizado Híbrido (*Blended Learning*) em alguns capítulos específicos das disciplinas de FIS-14 e FIS-26.

Ao desenvolver e selecionar o material do curso procurou-se seguir algumas recomendações. Fahy (2004) apresenta algumas, dentre elas destacam-se:

- utilizar hipertexto;
- fazer uso de ferramentas audiovisuais quando possível;
- utilizar simulações e animações de forma a facilitar o ensino de conceitos abstratos e poucos conhecidos.

O uso de várias mídias em um ambiente virtual é algo recomendado. Desse modo, o uso de vídeo, áudio, gráfico e textos, segundo Fahy (2004), apresentam diversas vantagens, como:

- (a) promover o desenvolvimento de habilidades e a formação de conceitos;
- (b) possibilitar múltiplas modalidades de aprendizagem;
- (c) aumentar a interatividade;
- (d) facultar a individualidade - o estudante pode administrar seu tempo;
- (e) permite aos estudantes compreender melhor o conteúdo, pois utiliza gráficos, quadros e esquemas e não apenas textos, e;
- (f) facilitar a aprendizagem por meio das palavras utilizadas, simultaneamente, com os gráficos, as tabelas ou quadros.

4.1 Elaboração do Curso na Plataforma MOODLE

A plataforma MOODLE, (Modular Object-Oriented Dynamics Learning Environment) é um software prático e eficaz para utilização em ambiente educativo e colaborativo online. É um sistema que permite gerir cursos e aperfeiçoar o ensino a distância, apresenta uma funcionalidade de participação dos integrantes, com comunicação e colaboração entre corpo docente e aluno. O conceito *open source*, presente na concepção do MOODLE, com certeza contribuiu para que ele se tornasse o sistema mais utilizado no mundo inteiro para a oferta de EaD.

Além disso, o MOODLE foi escolhido como AVA deste trabalho pelas ferramentas disponibilizadas e pelas facilidades propiciadas, em suas especificações técnicas, que vinham de encontro com os objetivos didáticos do material selecionado para os tópicos que seriam estudados.

Outra facilidade bastante interessante deste ambiente é que ele pode ser utilizado como componente de avaliação, pois além de proporcionar ferramentas de gestão de todo um curso, pode-se fazer a avaliação dentro da plataforma. São oferecidas ferramentas de avaliação específicas de diversas atividades, nas quais o professor que faz a gestão do curso pode classificá-la de acordo com sua necessidade, através de atividades como fórum, trabalhos enviados em vários formatos (jpeg, pdf, etc.) ou trabalhos realizados online, lições com questões a cerca do assunto etc.

A ideia é que o curso elaborado dentro da plataforma MOODLE, supra as necessidades de conhecimento por parte dos alunos, sendo assim estes apresentem significativo entendimento do assunto apresentado por meio das várias ferramentas utilizadas.

Para tanto os alunos precisam percorrer todas as etapas inseridas na plataforma: material do assunto, exercícios resolvidos, exercícios propostos, simulações, vídeo aulas, etc. Concomitante ao material do curso *online*, o professor da disciplina ficará disponível em horário de aula para sanar eventuais dúvidas, utilizando, desse modo, todas as vantagens do B-learning que é tirar o maior proveito das formas presencial e à distância de ensino.

4.2 Os conteúdos do curso de FIS-14

O curso de FIS-14 engloba entre outros capítulos, o capítulo de Movimento Relativo de Translação e Rotação e é ministrado para alunos que estão cursando o 1º ano de engenharia do ITA.

O objetivo deste capítulo é que o aluno compreenda de maneira significativa esses tópicos e consiga interpretar e quantificar as forças de inércia nos referenciais acelerados bem como entender os efeitos inerciais que decorrem da rotação da Terra.

A elaboração da parte *online* do curso se iniciou com a seleção e elaboração de objetos educacionais digitais, onde foi disponibilizado na plataforma MOODLE uma série de objetos em html5, pdf, flash, vídeos entre outros.

A estrutura de navegação apresentada dentro da plataforma Moodle, objetiva um rápido entendimento do aluno e uma fácil navegabilidade, de forma que o usuário possa navegar dentro da página sem qualquer tipo de dificuldade.

As figuras 2, 3 e 4 ilustram as telas de entrada para o capítulo de Movimento Relativo dentro da estrutura da plataforma MOODLE até a escolha de opções de objetos educacionais digitais.



Figura 2: Tela de entrada do capítulo de Movimento Relativo



Figura 3: Tela de entrada para a escolha de Translação, Rotação ou Avaliação



Figura 4: Tela de entrada para escolha das opções de objetos educacionais digitais para o capítulo de Movimento Relativo de Translação

Na figura 5, apresentamos a tela de entrada da parte teórica do capítulo de Movimento Relativo de Translação, onde são apresentadas com todos os detalhes matemáticos as demonstrações das equações de movimento que envolve esse tópico.



Figura 5: Tela inicial da parte teórica de Movimento Relativo de Translação

Na figura 6, apresentados a tela inicial do vídeo aula construída pelo professor que ministrou o curso de FIS-14 no 2º semestre de 2015 para uma das 4 turmas dessa disciplina. A aula foi ministrada numa sala tradicional com lousa e giz e foi filmada através de uma filmadora não profissional. A estratégia escolhida para a construção desse vídeo aula foi a de escrever todo o conteúdo a priori na lousa e a seguir o professor realizou a explanação na forma de uma aula tradicional.

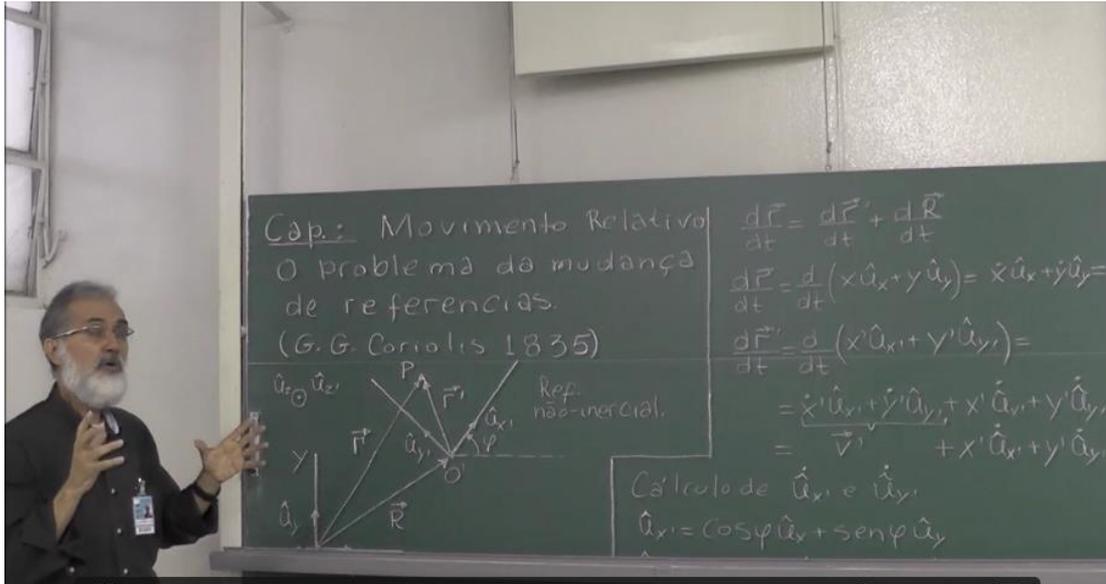


Figura 6: Vídeo aula sobre Movimento Relativo

Na figura 7, apresentados a tela inicial de um exemplo de exercício resolvido para o tópico de Movimento Relativo de Translação. Vale ressaltar, que esse exercício apresentado é somente um dos vários exercícios resolvidos que foram disponibilizados para os alunos. Os exercícios são resolvidos em detalhes com todas as passagens matemáticas importantes para o entendimento do problema.

Considere um sistema massa-mola que se encontra pendurado no teto de um elevador que está subindo acelerado. Calcule o período de oscilação do sistema massa-mola.

1 / 5 00:00 / 00:00

PREV NEXT

Figura 7: Exemplo de exercício resolvido de Movimento Relativo de Translação

Na figura 8, apresenta a tela de um exemplo de simulação realizada no software Interactive Physics. Esse é um dos exemplos de simulação disponível, que ilustra a simulação de um carro com um pêndulo acoplado onde ambos estão acelerados.

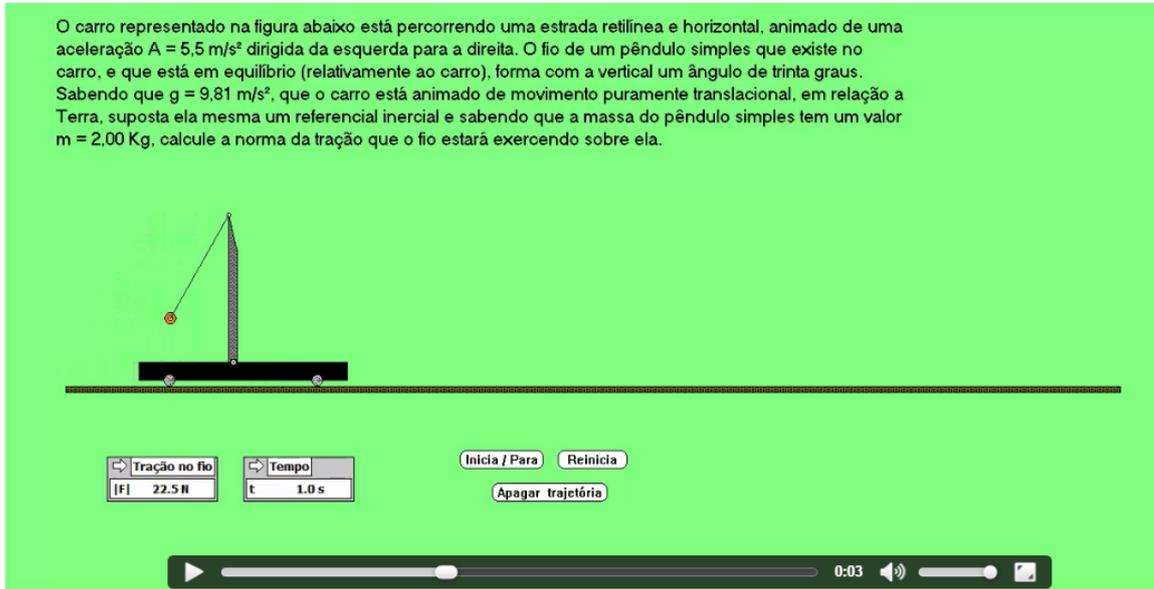


Figura 8: Exemplo de simulação no Interactive Physics

Na figura 9, apresentados a tela de um exemplo de exercício proposto para serem resolvidos pelos alunos durante seus estudos sobre esse capítulo.

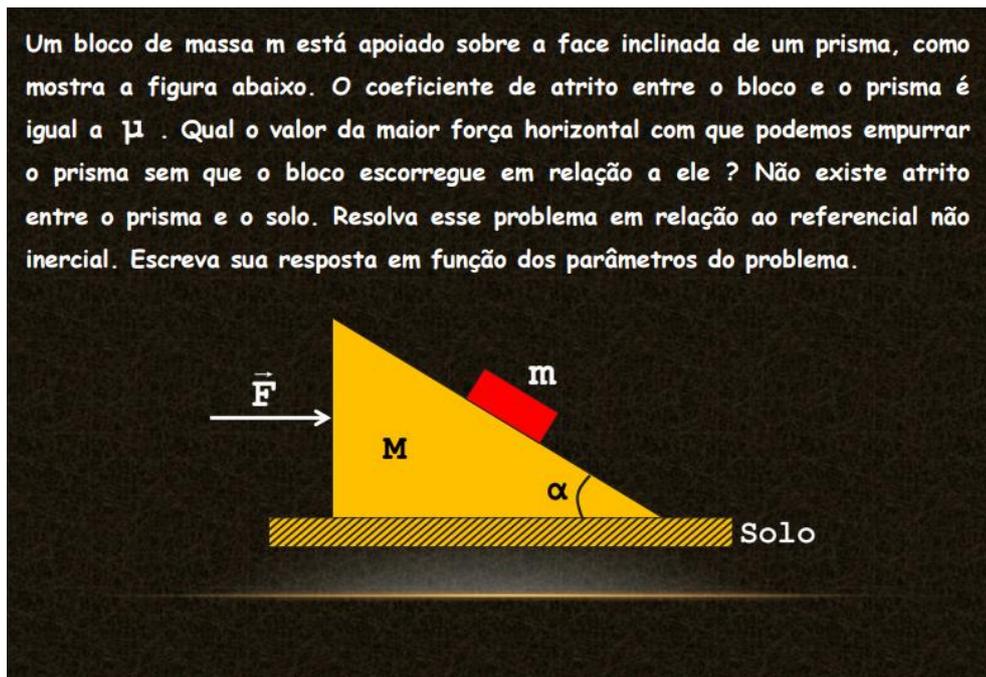


Figura 9: Exemplo de exercício proposto

A elaboração do tópico¹⁴ de Movimento Relativo de Rotação se deu de forma semelhante ao apresentado no Movimento Relativo de Translação.

A figura 10 apresenta a tela de entrada do material teórico inserido no ambiente MOODLE relativo ao Movimento Relativo de Rotação.

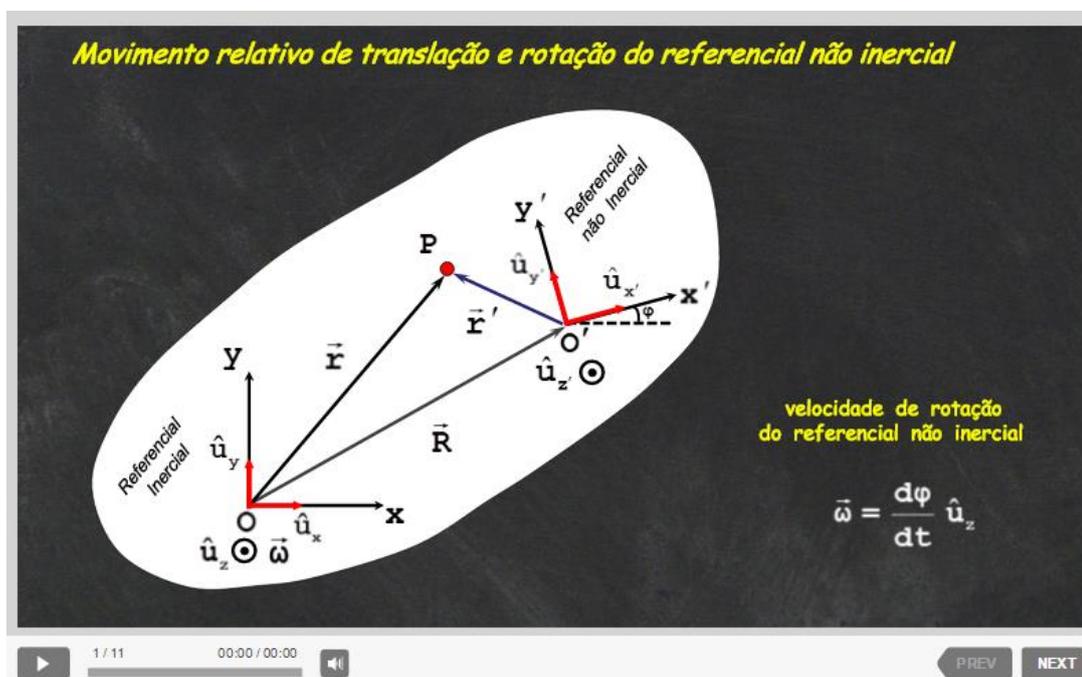


Figura 10: Tela de entrada para o material relativo a parte teórico do Movimento Relativo de Rotação

A figura 11 apresenta a tela de entrada da videoaula relativa a Movimento Relativo. Essa vídeo aula foi ministrada no 2º semestre de 2015 dentro da disciplina de FIS-14. O professor que apresentou e construiu essa vídeo aula optou por usar uma sala de aula tradicional, onde usou somente lousa e giz. O professor escreveu todo o conteúdo nas lousas e a seguir apresentou o material que foi registrado na forma de uma vídeo aula, sendo essa disponibilizada no ambiente MOODLE.

¹⁴ O layout das páginas principais de apresentação do tópico de Rotação é análogo ao do tópico de Translação.

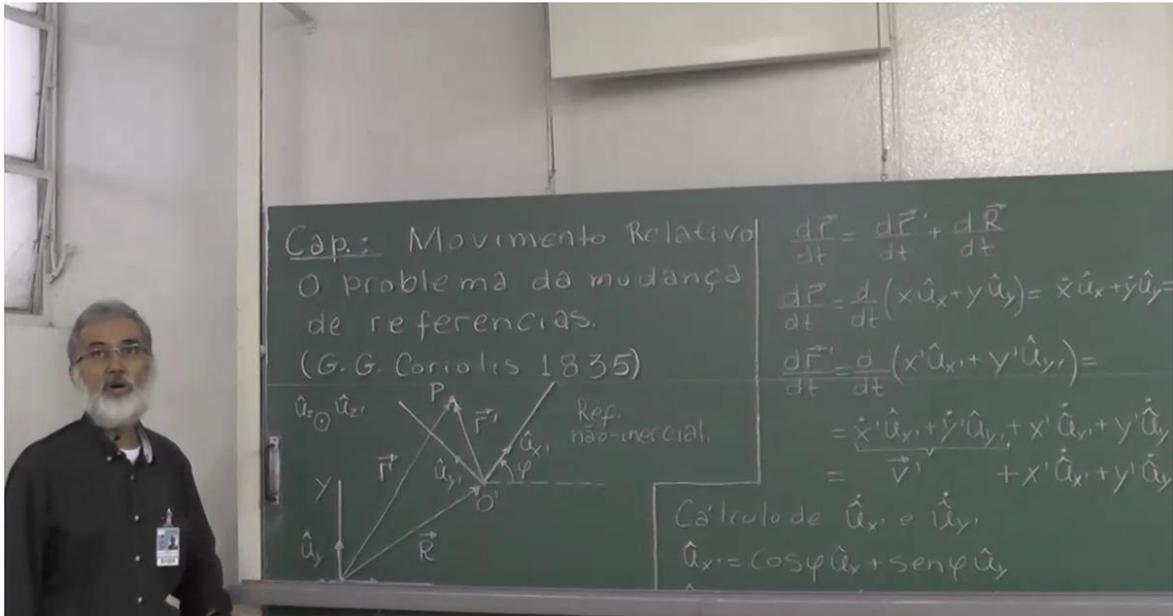


Figura 11: Tela inicial da vídeo aula sobre Movimento Relativo

A figura 12 apresenta a tela inicial de um dos exercícios resolvidos sobre Movimento Relativo de Rotação, que foi disponibilizado dentro da plataforma MOODLE para esse tópico. Todos os exercícios são resolvidos com todos os detalhes matemáticos com objetivo de facilitar o entendimento do conteúdo abordado.

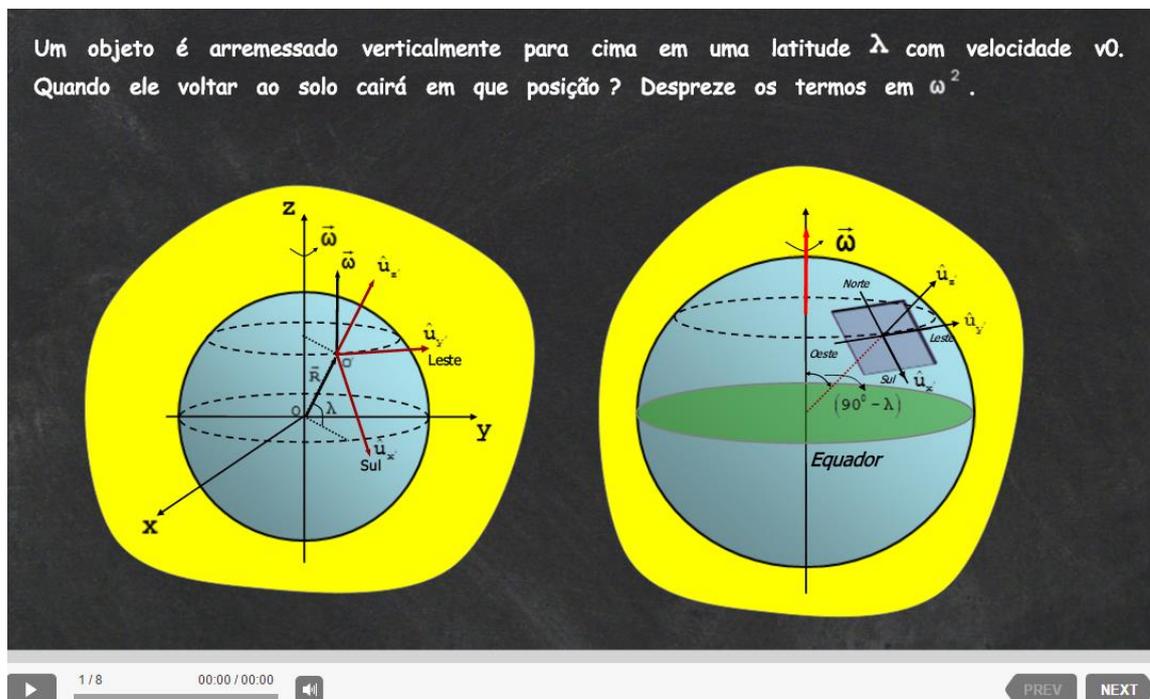


Figura 12: Exemplo de exercício resolvido sobre Movimento Relativo de Rotação

A figura 13 apresenta a tela de uma simulação desenvolvida no software Interactive Physics. Essa simulação ilustra os efeitos da força de Coriolis e da Força Centrífuga, onde uma partícula é lançada sem atrito sobre uma plataforma que gira com uma certa velocidade angular.

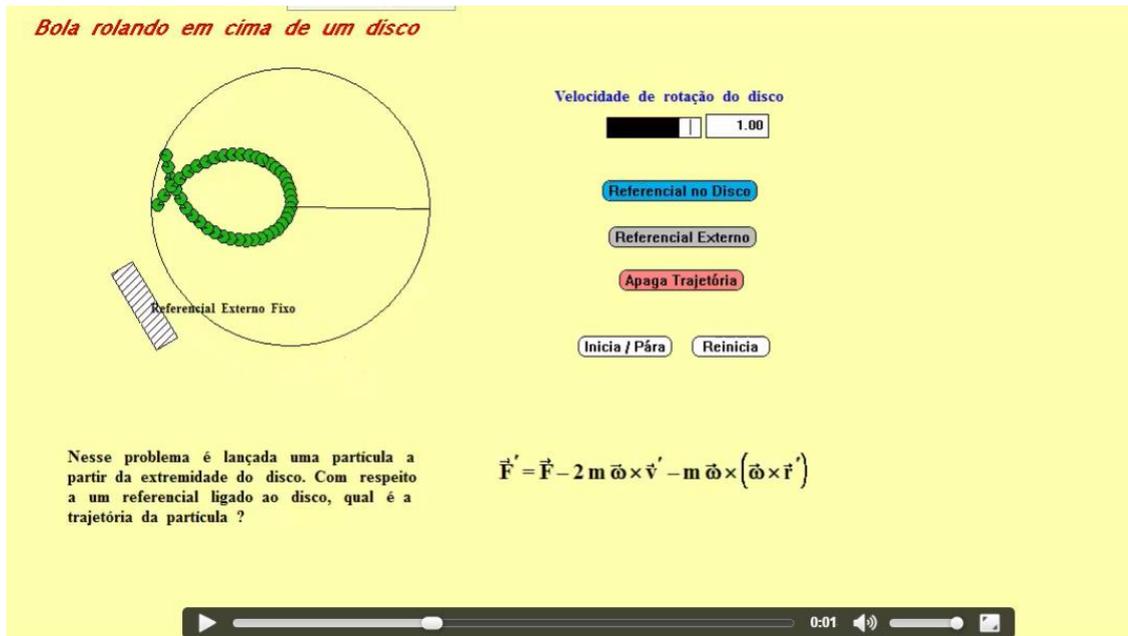


Figura 13: Exemplo de simulação sobre Movimento Relativo de Rotação

A figura 14 apresenta a tela inicial de um exercício proposto.

Uma partícula de massa m , é solta de uma certa altura h sobre a superfície da Terra que gira com uma velocidade angular $\vec{\omega}$ constante. Desprezando os termos em ω^2 , calcule a função que representa a trajetória dessa partícula até atingir a superfície da Terra.

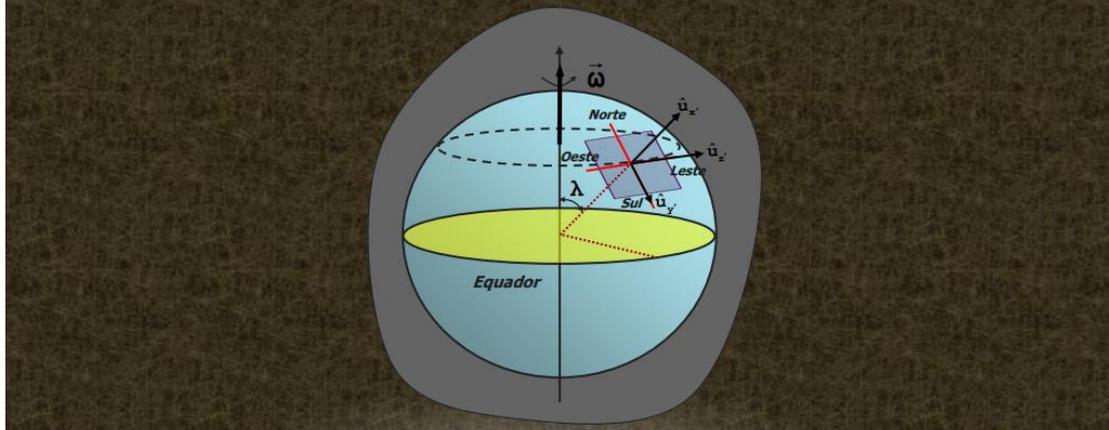


Figura 14: Exemplo de exercício proposto para Movimento Relativo de Rotação

Todos os conteúdos apresentados anteriormente foram disponibilizados dentro da plataforma MOODLE e foram montados a partir da ementa do curso FIS-14. Ao final da leitura e estudo de todo o material e a realização dos exercícios resolvidos e propostos, os alunos realizaram uma atividade avaliativa¹⁵. Essa prova foi disponibilizada na plataforma Moodle e realizada com um prazo determinado para ser entregue, podendo ser enviadas nos formatos jpeg ou pdf.

Outro instrumento de avaliação inserido para esse capítulo foi um questionário de sondagem¹⁶. Este questionário foi disponibilizado com objetivo de analisar se o alunos estavam satisfeitos com o metodologia b-learning e se eles conseguiram uma compreensão dos conceitos desenvolvidos a partir do material disponibilizado.

4.3 Os conteúdos do curso de FIS-26

O capítulo de oscilações mecânicas faz parte da ementa da disciplina de FIS-26 e discute os seguintes tópicos: Movimento Harmônico Simples, Pêndulos em Geral, Oscilador Amortecido, Oscilador Forçado e Oscilador Acoplado.

Nos materiais apresentados, aplicamos o formalismo matemático das equações de Lagrange em todos os problemas discutidos nesse capítulo.

A figura 15 ilustra a tela inicial para o capítulo de Oscilações Mecânicas.



Figura 15: Tela inicial do capítulo de Oscilações Mecânicas

¹⁵ A prova do conteúdo de Movimento Relativo encontra-se disponibilizada no anexo 8.4 ao final deste trabalho.

¹⁶ Disponibilizado no anexo 8.2 ao final deste trabalho.

A figura 16 apresenta a tela onde o usuário pode escolher o tópico a ser estudado dentro do capítulo de oscilações mecânicas. Uma vez clicando numa das opções dessa tela, o usuário terá acesso a uma série de objetos educacionais que servirão de base para desenvolver seus estudos.



Figura 16: Tela de opções de escolha para o tópicos a ser estudado

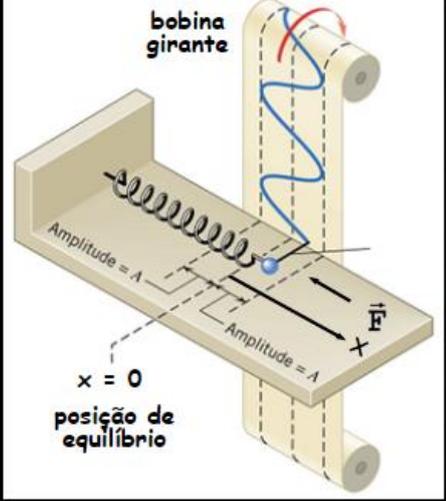
A figura 17 apresenta a tela de entrada para o tópico de Movimento Harmônico Simples. Nessa tela o usuário pode navegar por uma gama abrangente de objetos educacionais, onde podemos citar: A Teoria completa, com todas as demonstrações, sobre o assunto que está sendo apresentado, a uma série de Exercícios Resolvidos, a um conjunto de exercícios propostos, a soluções de exemplos com o software Mathematica, a algumas simulações em Flash e no software Interactive Physics e a uma vídeo aula completa com a presença de um professor na qual foi filmada num ambiente da sala de aula tradicional.

The image shows a web interface for the Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA). At the top, there is a dark blue header with the ITA logo and the text 'Instituto Tecnológico de Aeronáutica'. Below this is a light blue navigation bar with 'ITA - Digital', 'Português - Brasil (pt_br)', and 'Cursos'. A breadcrumb trail shows 'Painel' > 'Mi' > 'Fi' > 'Tópico 3'. The main content area is titled 'Fis26_Bonfim' and features a large yellow button labeled 'MOVIMENTO HARMÔNICO SIMPLES'. Below this are six blue buttons arranged in two rows: 'TEORIA', 'EXERCÍCIOS RESOLVIDOS', 'EXERCÍCIOS PROPOSTOS' in the first row; and 'MATHEMATICA', 'SIMULAÇÕES', 'VÍDEO AULA' in the second row. At the bottom left, there is a hand-drawn arrow pointing left with the word 'VOLTAR' written inside it.

Figura 17: Opções para Movimento Harmônico Simples

A figura 18 apresenta a tela de entrada da parte teórica relativa a Movimento Harmônico Simples. Nesse objeto educacional são apresentadas com uma farta ilustração, todas as equações que envolvem esse importante tópico do capítulo de oscilações mecânicas.

Movimento Harmônico Simples (MHS)



bobina girante

Amplitude = A

Amplitude = A

$x = 0$
posição de equilíbrio

\vec{F}

2ª Lei de Newton :

$$\vec{F} = m \vec{a}$$

$$k x (-\hat{u}_x) = m a (\hat{u}_x)$$

$$m a = -k x$$

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

Equação de Movimento

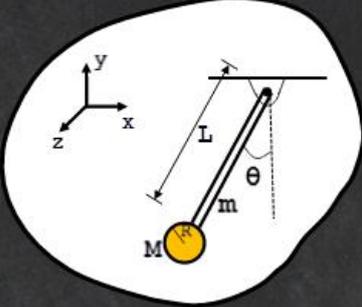
2 / 58 00:00 / 00:00 PREV NEXT

Figura 18: Tela de entrada da Teoria de Movimento Harmônico Simples

A figura 19 apresenta a tela inicial da solução de um problema relativamente complexo de Movimento Harmônico Simples, onde o objetivo é encontrar a equação diferencial ordinária que é a solução desse problema, calculando a partir desse instante o período de oscilação desse sistema.

O pêndulo da figura é formado por um disco uniforme de raio R e massa M preso a uma haste uniforme com comprimento L e massa m .

a) Calcule a inércia à rotação do pêndulo em torno do pivô.
 b) Calcule o período de oscilação do pêndulo.



1/5 00:00 / 00:00

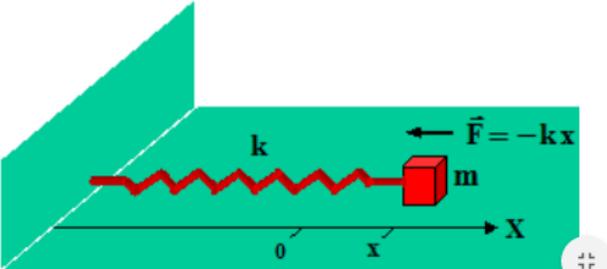
PREV NEXT

Figura 19: Exemplo de exercício resolvido de Movimento Harmônico Simples

A figura 20 apresenta a tela inicial da solução e animação de um problema de Movimento Harmônico Simples desenvolvida no software *Mathematica*®. Essa simulação ilustra o movimento de um sistema massa mola com todos os gráficos ilustrativos.

Movimento Harmônico Simples (MHS)

Esboço da situação física



Equações do MHS

Figura 20: Exemplo de exercício resolvido com o software *Mathematica*®

A figura 21 apresenta a tela inicial de uma simulação desenvolvida em Flash sobre a solução da equação diferencial que envolvem todos os problemas de oscilações mecânicas. Nesse simulação o usuário pode testar as soluções dos problemas de Movimento Harmônico Simples bem com das outras equações mais complexas.

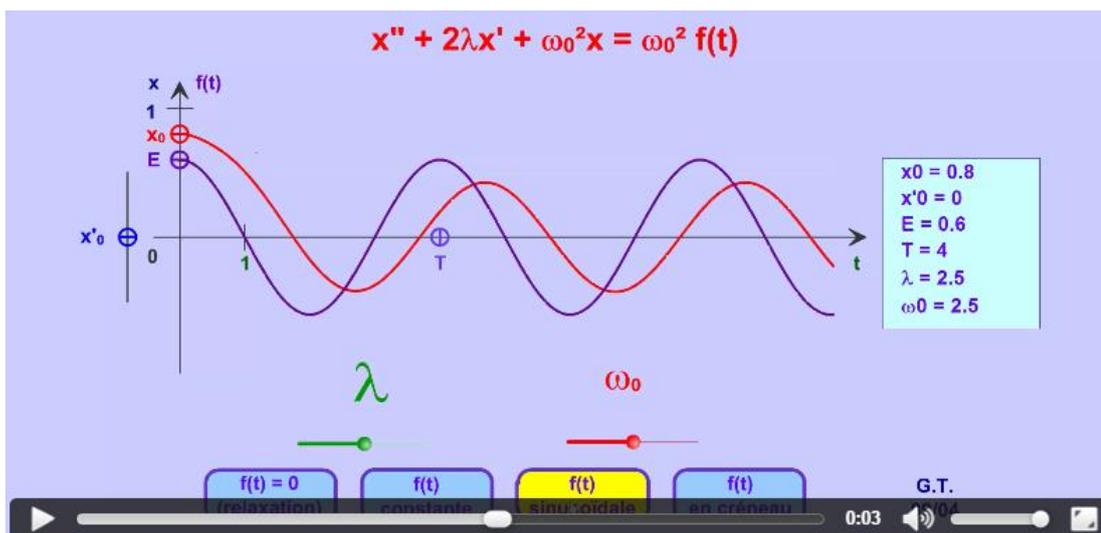


Figura 21: Exemplo de simulação realizada com o software Flash

A figura 22 apresenta a tela inicial que ilustra a vídeo aula sobre o tópico de Movimento Harmônico Simples. Essa vídeo aula foi construída no ambiente da sala de aula tradicional por um dos professores que ministrou a disciplina FIS-26.

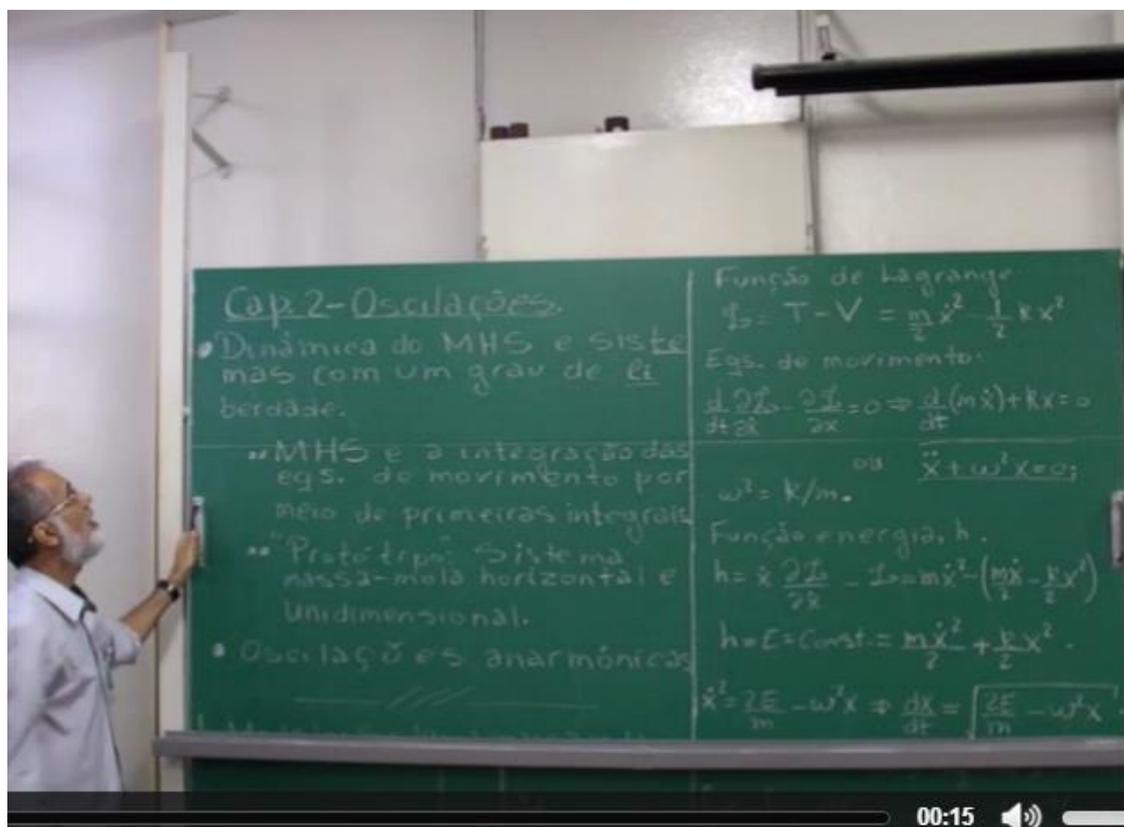


Figura 22: Vídeo aula sobre Movimento Harmônico Simples

A partir desse ponto, para os outros tópicos de Oscilações Mecânicas, Oscilador Amortecido, Oscilador Forçado e Oscilador Acoplado vamos mostrar somente algumas telas para que todo o processo não fique muito repetitivo. Dessa forma, vamos apresentar somente as telas sobre Teoria e Vídeo Aula para os tópicos supra citados. Vale ressaltar, que para esses tópicos também existe um conjunto abrangente de objetos educacionais digitais, nos mesmos moldes dos que foram apresentados anteriormente.

A figura 23 apresenta a tela com todas as opções disponíveis dentro do ambiente MOODLE para o tópico de Movimento Amortecido.

The image shows a web interface for the Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA). At the top, there is a dark blue header with the ITA logo and the text 'Instituto Tecnológico de Aeronáutica'. Below this is a light blue navigation bar with 'ITA - Digital', a language selector for 'Português - Brasil (pt_br)', and a 'Cursos' menu. A breadcrumb trail shows 'Painel' > 'Mi' > 'Fi' > 'Tópico 10'. The main content area is titled 'Fis26_Bonfim' and features a large yellow button labeled 'OSCILADOR AMORTECIDO'. Below this are six blue buttons arranged in two rows: 'TEORIA', 'EXERCÍCIOS RESOLVIDOS', 'EXERCÍCIOS PROPOSTOS' in the first row; and 'MATHEMATICA', 'SIMULAÇÕES', 'VÍDEO AULA' in the second row. At the bottom left, there is a hand-drawn arrow pointing left with the word 'VOLTAR' written inside it.

Figura 23: Opções para Oscilador Amortecido

A figura 24 apresenta a tela inicial sobre a teoria relativa a Oscilador Amortecido. Nesse tópico são desenvolvidas em detalhes a construção e solução das equações diferenciais de movimento que envolvem esse problema.

Movimento oscilatório com amortecimento

sistema com amortecimento



onde :

$$\vec{F}_{\text{mola}} = -kx \hat{u}_x$$

$$\vec{F}_{\text{atrito}} = -bv \hat{u}_x$$

2ª Lei de Newton : $\vec{F} = m \vec{a} = \vec{F}_{\text{mola}} + \vec{F}_{\text{atrito}}$

$$F = ma = -kx - bv \rightarrow m \frac{d^2 x}{dt^2} = -kx - b \frac{dx}{dt}$$

2 / 11 00:00 / 00:00 PREV NEXT

Figura 24: Teoria sobre Movimento Amortecido

A figura 25 apresenta a tela inicial que ilustra a vídeo aula sobre o tópico de Movimento Amortecido. Essa vídeo aula foi gravada no ambiente da sala de aula tradicional, onde o professor preencheu todas as lousas e a seguir realizou a explanação de todo o conteúdo.

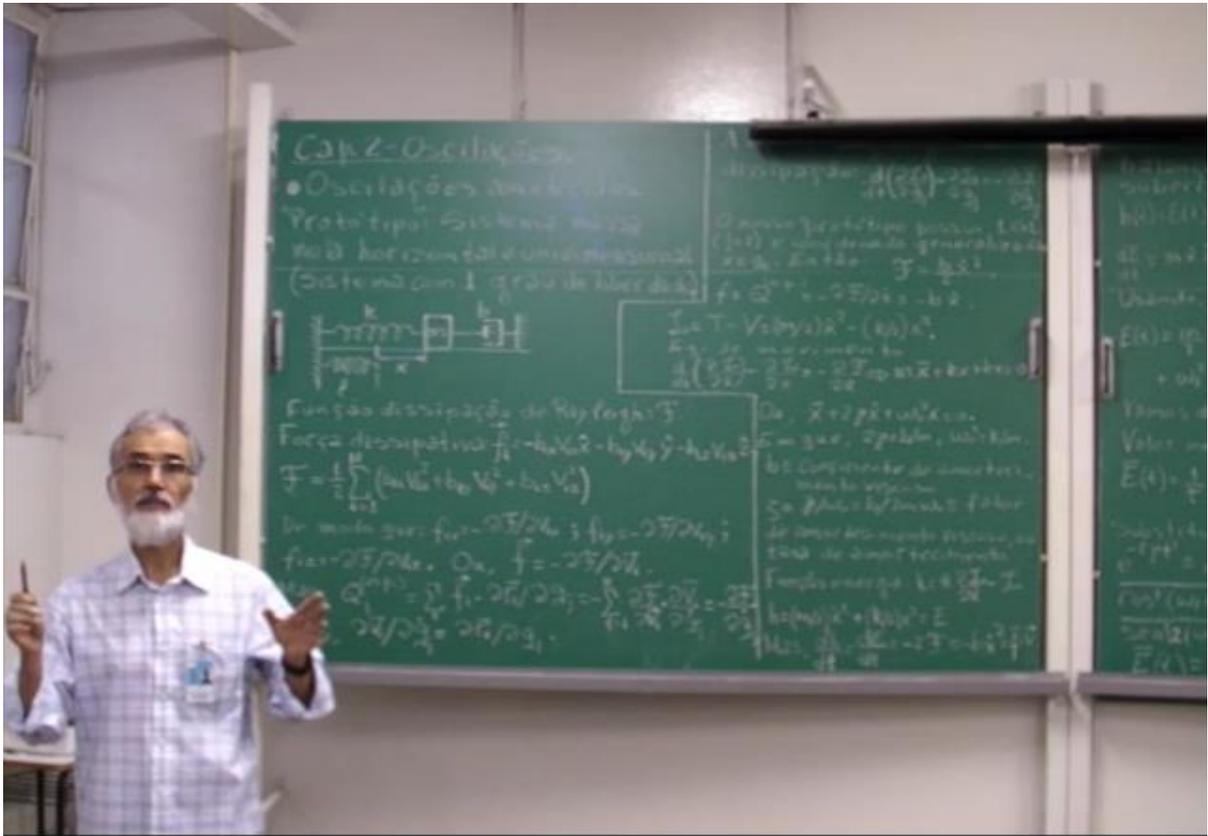


Figura 25: Vídeo aula de Movimento Amortecido

A figura 26 apresenta a tela inicial com todas as opções relativas ao Oscilador Forçado. Apresentamos para esse tópico somente a telas relativas a Teoria e Vídeo aula. A razão é devido a similaridade com a parte de Movimento Harmônico Simples onde mostramos todas as telas.

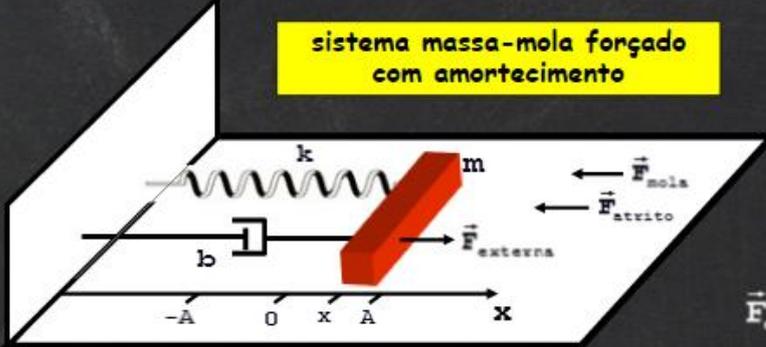
The image shows a web interface for the Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA). At the top, there is a dark blue header with the ITA logo and the text 'Instituto Tecnológico de Aeronáutica'. Below this is a light blue navigation bar with 'ITA - Digital', 'Português - Brasil (pt_br)', and 'Cursos'. A breadcrumb trail shows 'Painel' > 'Mi' > 'Fi' > 'Tópico 21'. The main content area is titled 'Fis26_Bonfim' and features a large yellow button labeled 'OSCILADOR FORÇADO'. Below this are six blue buttons arranged in two rows: 'TEORIA', 'EXERCÍCIOS RESOLVIDOS', 'EXERCÍCIOS PROPOSTOS' in the first row; and 'MATHEMATICA', 'SIMULAÇÕES', 'VÍDEO AULA' in the second row. At the bottom left, there is a white arrow pointing left with the word 'VOLTAR' written inside it.

Figura 26: Opções para Oscilador Forçado

A figura 27 apresenta a tela inicial sobre a teoria de Movimento Forçado. Nesse tópico são desenvolvidas em detalhes a construção e solução das equações diferenciais de movimento que envolvem esse problema.

Oscilação forçada com amortecimento

sistema massa-mola forçado com amortecimento



$$\vec{F}_{\text{mola}} = -kx \hat{u}_x$$

$$\vec{F}_{\text{atrito}} = -bv \hat{u}_x$$

$$\vec{F}_{\text{externa}} = F_0 \cos \omega t \hat{u}_x$$

2ª Lei de Newton: $\vec{F} = m\vec{a} = \vec{F}_{\text{mola}} + \vec{F}_{\text{atrito}} + \vec{F}_{\text{externa}}$

$$ma = -kx - bx' + F_0 \cos(\omega t)$$

$$m \frac{d^2x}{dt^2} + b \frac{dx}{dt} + kx = F_0 \cos(\omega t)$$

Figura 27: Tela inicial da teoria de Oscilador Forçado

A figura 28 apresenta a tela inicial que ilustra a vídeo aula sobre o tópico de Oscilador Forçado. Essa vídeo aula foi construída no ambiente da sala de aula tradicional por um dos professores que ministrou a disciplina de FIS-26.

26/04/2016

● Oscilações Forçadas

•• Protótipo:



Coordenada generalizada x .
 $O \equiv$ posição de equilíbrio.

Eq. de Lagrange:

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial \dot{x}} \right) - \frac{\partial \mathcal{L}}{\partial x} + \frac{\partial \mathcal{F}}{\partial x} = Q_x$$

$$\mathcal{L} = T - V = \frac{m}{2} \dot{x}^2 - \frac{k}{2} x^2$$

$$\mathcal{F} = \frac{b}{2} \dot{x}^2; \quad Q_x = F \cos(\omega t)$$

$$\therefore \frac{d}{dt} (m\dot{x}) - (-kx) + b\dot{x} = F \cos(\omega t)$$

$$\ddot{x} + \frac{b}{m} \dot{x} + \frac{k}{m} x = \frac{F}{m} \cos(\omega t)$$

ou, $\ddot{x} + 2\gamma \dot{x} + \omega_0^2 x = \frac{F}{m} \cos(\omega t)$
 Lembre: $2\gamma = b/m$; $\omega_0^2 = k/m$
 $\mu = 3\omega_0$.

•• Solução geral p/ sistemas subcríticos, $\mu < \omega_0$

$$x = A e^{\lambda_1 t} \cos(\omega t + \theta) + C e^{\lambda_2 t}$$

Sol. transiente Solução estacionária

$$\omega_1 = \sqrt{\omega_0^2 - \gamma^2} = \omega_0 \sqrt{1 - \zeta^2}$$

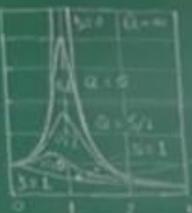
$$C = \frac{F_0/k}{\left[\left(1 - \frac{\omega^2}{\omega_0^2} \right)^2 + \left(2\zeta \frac{\omega}{\omega_0} \right)^2 \right]^{1/2}}$$

$$\phi = \tan^{-1} \left[\frac{2\zeta \omega / \omega_0}{1 - (\omega / \omega_0)^2} \right]$$

•• Fator de amplificação

$$M = \frac{C}{F_0/k} = \frac{1}{\left[\left(1 - \frac{\omega^2}{\omega_0^2} \right)^2 + \left(2\zeta \frac{\omega}{\omega_0} \right)^2 \right]^{1/2}}$$

M \leq 5
4
3
2
1
0



•• Ângulo de fase ϕ (rad)



03:56

Figura 28: Vídeo aula sobre Oscilador Forçado

A figura 29 apresenta a tela inicial sobre a teoria de Osciladores Acoplados. Nesse tópico são desenvolvidas em detalhes a construção e solução das equações diferenciais de movimento que envolvem esse problema.

The image shows a screenshot of the ITA Digital website interface. At the top, there is a dark blue header with the ITA logo and the text 'Instituto Tecnológico de Aeronáutica'. Below this, a light blue navigation bar contains 'ITA - Digital', 'Português - Brasil (pt_br)', and 'Cursos'. A breadcrumb trail below the navigation bar shows 'Painel' > 'Mi' > 'Fi' > 'Tópico 16'. The main content area is titled 'Fis26_Bonfim' and features a large yellow button with the text 'OSCILADOR ACOPLADO'. Below this, there are six blue buttons arranged in two rows: 'TEORIA', 'EXERCÍCIOS RESOLVIDOS', 'EXERCÍCIOS PROPOSTOS' in the first row; and 'MATHEMATICA', 'SIMULAÇÕES', 'VÍDEO AULA' in the second row. At the bottom left, there is a hand-drawn arrow pointing left with the word 'VOLTAR' written inside it.

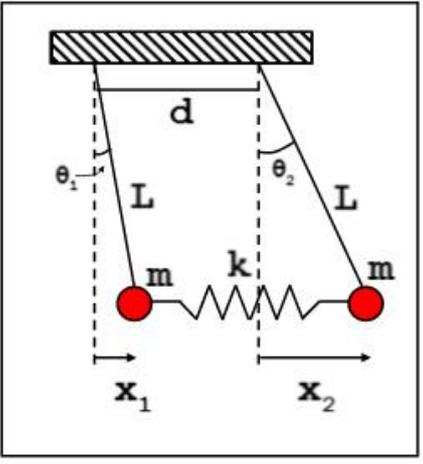
Figura 29: Opções para Oscilador Acoplado

A figura 30 apresenta a tela inicial sobre a teoria de Movimento Acoplado. Nesse tópico são desenvolvidas em detalhes a construção e solução das equações diferenciais de movimento que envolvem esse problema.

Pêndulos acoplados

Para iniciar o estudo em oscilações acopladas é prudente examinar um sistema mecânico simples com dois graus de liberdade.

Arranjo Experimental



Considere o sistema de dois pêndulos simples ligados por uma mola e sujeitos a oscilar com pequena amplitude no plano vertical, ver esquema:

1) Eqs. de movimento para pequenas oscilações em que $\theta \ll 1$ e $\text{sen}\theta \sim \theta$.

Sejam x_1 e x_2 os deslocamentos das duas partículas suspensas em relação à posição de equilíbrio.

Coordenadas generalizadas:

$x_1 = L \text{sen} \theta_1 \approx L\theta_1$
$x_2 = L \text{sen} \theta_2 \approx L\theta_2$

2 / 14 00:00 / 00:00 PREV NEXT

Figura 30: Teoria sobre Oscilador Acoplado

A figura 31 apresenta a tela inicial que ilustra a vídeo aula sobre o tópico de Oscilador Acoplado. Essa vídeo aula foi construída no ambiente da sala de aula tradicional por um dos professores que ministrou a disciplina de FIS-26.

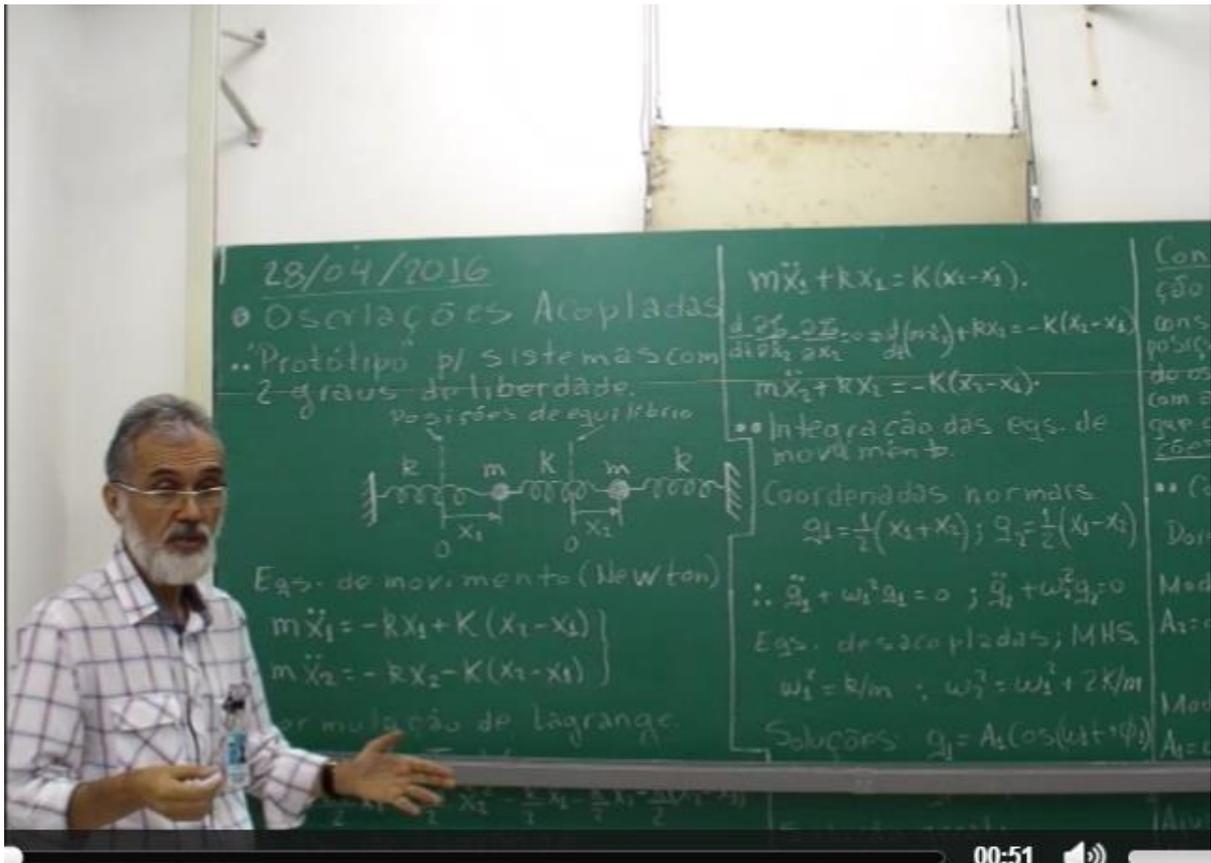


Figura 31: Vídeo aula sobre Oscilador Acoplado

Para a elaboração de um curso dessa natureza se faz necessário, como aponta Possari (2009), lembrar que o ciberespaço é um dispositivo de comunicação interativa e um instrumento de inteligência coletiva. Impõe-se, dessa, forma, a reflexão sobre o fato de permitir que todos os recursos didáticos – teorias, vídeos, simulações, atividades propostas – devem reunir-se numa única via de trabalho de cunho interativo, combinando sua multiplicidade, criando condições para que o aluno aprenda. As diferentes mídias interativas ampliam, então, as possibilidades para que esse o processo de aprendizagem ocorra.

5 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS

Neste capítulo apresentamos os dados obtidos durante o desenvolvimento da pesquisa, no que se refere à participação dos alunos mediado pela plataforma MOODLE, nos tópicos de Movimento Relativo, Translação e Rotação¹⁷ e Oscilações Mecânicas¹⁸, por meio da implementação da metodologia Aprendizado Híbrido (*Blended Learning*). Discutimos também os resultados das avaliações realizadas após a implementação dessa metodologia dentro da plataforma MOODLE.

As análises dos dados extraídos da plataforma MOODLE serão realizadas com base nas seguintes ações dos alunos:

- frequência de uso do material disponível;
- visualização dos materiais inseridos;
- realização das atividades inseridas;
- envio das atividades avaliativas;
- questionário de sondagem sobre a metodologia desenvolvida;
- Análise das notas dos alunos.

Na seção 5.1. serão apresentados os dados e as discussões sobre os tópicos de Movimento Relativo de Translação e Rotação, e na seção 5.2 as discussões sobre os tópicos de Oscilações Mecânicas. Para captura dos dados, será utilizada uma ferramenta da plataforma MOODLE que possibilita criar relatórios com dados relativos ao monitoramento de todo o processo de gestão de cada aluno individualmente.

5.1 Dados e Discussões sobre os capítulos de Movimento Relativo de Translação e Movimento Relativo de Rotação:

O capítulo de Movimento Relativo de Translação e Rotação foi ministrado entre os meses de Novembro e Dezembro do ano de 2015, no período de duas semanas de aulas com 4 horas de aula por semana. Esse foi o último capítulo ministrado no curso e acreditamos que esse fator é importante e precisa ser abordado nas discussões desse capítulo.

¹⁷ FIS-14: Movimento Relativo de Translação e Rotação. Ministrado no segundo semestre de 2015.

¹⁸ FIS-26: Movimento Harmônico Simples, Oscilador Forçado, Oscilador Amortecido, Oscilador Acoplado. Ministrado no primeiro semestre de 2016.

5.1.1 Movimento Relativo de Translação

Na Tabela 1, apresentamos os acessos dos alunos aos materiais referentes à: teoria, vídeo aula, exercícios resolvidos, simulações, exercícios proposto. O interesse no monitoramento do “log” dos alunos dentro da plataforma MOODLE, é relacionar esse item ao desempenho acadêmico das atividades desenvolvidas.

Tabela 1: Acesso¹⁹ dos alunos do capítulo de Movimento Relativo de Translação

	TEORIA	VÍDEO AULA	EXERCÍCIO RESOLVIDO	SIMULAÇÕES	EXERCÍCIO PROPOSTO
1	-	-	-	-	-
2	1	4	4	-	1
3	2	-	1	-	1
4	1	-	3	-	1
5	3	3	4	-	1
6	1	2	1	-	-
7	2	4	2	2	1
8	-	-	-	-	1
9	1	-	-	-	1
10	1	3	4	2	2
11	1	-	-	-	-
12	3	3	-	-	-
13	1	3	1	3	1
14	1	1	2	-	-
15	2	5	2	2	1
16	-	-	-	-	-
17	-	-	-	-	-
18	1	-	-	-	-
19	1	3	2	-	1
20	3	3	5	6	2
21	2	6	2	-	-
22	1	3	2	2	1
23	1	5	2	-	-
24	2	3	1	2	2
25	1	3	2	2	1
26	1	1	2	2	-
27	-	-	-	-	-
28	-	4	6	2	1
29	4	4	4	2	3
30	2	10	3	3	-
31	3	4	3	2	1
32	5	4	5	2	-
33	1	-	2	-	-
34	3	3	2	-	1
35	3	3	6	3	2

¹⁹ (-) não visualização da atividade;
(1,2 ou outro número) quantidade de acesso do aluno.

36	-	-	-	-	-
37	2	-	5	-	1
38	-	1	-	-	-
39	-	-	-	-	-
40	-	-	-	-	-
41	1	4	2	-	-
42	1	3	-	-	-
43	-	-	-	-	-
44	-	-	-	-	-
45	-	-	-	-	-

A partir dos dados da tabela acima, temos o seguinte resumo para o tópico de Movimento Relativo de Translação.

Resumo dos acessos em Movimento Relativo de Translação	
- Material relativo a teoria	72%
-Material relativo a vídeoaula	60%
-Material relativo a exercícios resolvidos	62%
-Material relativo a simulações	33%
-Material relativo a exercícios propostos	46%

Figura 38: Resumo dos acessos para Movimento Relativo de Translação

A partir da Figura acima, podemos observar que os materiais que foram mais acessados pelos alunos estão diretamente relacionados ao material teórico (teoria e vídeo aula) e exercícios resolvidos sobre esse tópico. Em análise, interpretamos que isso se deve a maior necessidade de aprender esse tópico devido à avaliação que seria realizada a final do capítulo. Outro ponto a ser observado é que para a solução dos exercícios propostos, o conteúdo teórico e os exercícios resolvidos serviram de subsídio para solução da lista.

5.1.2 Movimento Relativo de Rotação

Na Tabela 2, apresentamos os acessos dos alunos aos materiais referentes à: teoria, vídeo aula, exercícios resolvidos, simulações, exercícios proposto. O interesse no monitoramento do “log” dos alunos dentro da plataforma MOODLE, é relacionar esse item ao desempenho acadêmico das atividades desenvolvidas.

Tabela 2: Acesso dos alunos do capítulo de Movimento Relativo de Rotação

ALUNO	TEORIA	VÍDEO AULA	EXERCÍCIO RESOLVIDO	SIMULAÇÕES	EXERCÍCIO PROPOSTO
1	-	-	-	-	-
2	2	2	4	3	1
3	1	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-
5	2	-	2	-	-
6	1	-	-	-	-
7	2	-	8	-	2
8	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-
10	3	2	9	-	2
11	1	2	1	-	-
12	1	2	1	-	1
13	2	2	3	-	2
14	3	3	10	1	3
15	3	-	8	-	1
16	-	-	-	-	-
17	2	-	6	-	-
18	-	-	-	-	-
19	1	-	6	-	-
20	7	2	10	-	4
21	1	4	4	4	1
22	-	-	4	-	-
23	-	2	-	-	-
24	-	3	14	-	2
25	2	2	9	-	1
26	-	-	3	-	1
27	-	-	-	-	-
28	4	3	9	3	1
29	1	2	12	4	4
30	-	2	-	2	1
31	-	4	-	-	-
32	2	5	4	4	1
33	2	-	12	-	1
34	3	6	12	1	1
35	3	3	13	8	2
36	-	-	-	-	-
37	1	-	14	-	-
38	-	-	-	-	-
39	1	-	-	-	1
40	-	-	-	-	-
41	2	-	5	-	-
42	-	-	-	1	-
43	-	-	-	-	-
44	-	-	-	-	-
45	-	-	-	-	-

A partir dos dados da tabela acima, temos o seguinte resumo para o tópico de Movimento Relativo de Rotação.

Resumo dos acessos em Movimento Relativo de Rotação	
- Material relativo a teoria	55%
-Material relativo a vídeoaula	40%
-Material relativo a exercícios resolvidos	56%
-Material relativo a simulações	22%
-Material relativo a exercícios propostos	44%

Figura 39: Resumo dos acessos para Movimento Relativo de Rotação.

A partir da Figura acima, podemos observar que os materiais relativos ao Movimento de Rotação foram mais acessados que o material de Movimento de Translação. Nosso entendimento é que o tópico relacionado a Movimento de Rotação possui complexidade que o Movimento de Translação, e exige uma maior atenção por parte dos alunos com relação ao entendimento dos conceitos bem como uma maior dificuldade na solução dos problemas relacionados a esse tópico.

Resumidamente, apresentamos na Tabela 3, os dados relacionados à visualização dos alunos dos materiais relativos ao Movimento Relativo de Translação e Rotação.

Tabela 3: Tabela comparativa entre os conteúdos de movimento relativo de Translação e Rotação.

CONTEÚDO	TRANSLAÇÃO	ROTAÇÃO
Teoria	(72%)	(55%)
Vídeo aula	(60%)	(40%)
Exercício Resolvido	(62%)	(56%)
Simulação	(33%)	(22%)
Exercício Proposto	(46%)	(44%)

A Tabela 3 mostra que apesar dessa experiência de proposta desse tipo de abordagem ser uma coisa nova para os nossos alunos, obtivemos um resultado de acesso ao material

bastante expressivo, apesar das dificuldades encontradas para a criação de toda infraestrutura necessária para realizar esse tipo de abordagem.

5.1.3 Avaliação realizada do capítulo de Movimento Relativo de Translação e Rotação

Na tabela 4, apresentamos o resultado da avaliação dos alunos com relação aos tópicos discutidos acima. Essa avaliação foi realizada no ambiente do alojamento dos alunos e todos os grupos, após a solução dos problemas, digitalizaram os mesmos e fizeram um “*upload*” dentro da plataforma MOODLE.

Tabela 4: Notas dos alunos no capítulo de Movimento Relativo

Notação do ITA	Variação numérica	Percentual dos alunos
L	9,5-10,0	35%
MB	8,5-9,4	35%
B	7,5-8,4	24%
R	6,5-7,4	6%
I	5,0-6,4	0%
D	4,9-0	0%

O resultado da avaliação baseado no aprendizado híbrido foi positivo, quando comparado com resultados obtidos em anos anteriores para um processo de aula expositiva tradicional de lousa e giz, segundo relato do próprio professor que já ministrou essa disciplina nos últimos 15 anos. Outro ponto importante que vale a pena registrar, é que essa experiência foi realizada com somente uma das quatro turmas do curso de FIS-14 do semestre citado, isto é, todas as outras três turmas tiveram acesso a esse capítulo no formato tradicional dentro do ambiente da sala de aula com aulas totalmente expositivas sem qualquer intervenção de sistema de gestão do conhecimento como a plataforma MOODLE. Uma comparação das avaliações das quatro turmas para esse capítulo de Movimento Relativo de Translação e Rotação, mostra que a média obtida na turma onde foi realizada essa experiência, está ligeiramente acima das outras turmas, mostrando que a abordagem do aprendizado híbrido pode ser uma alternativa interessante de se aprofundar e estudar com mais cuidado.

Tabela 5: Média das turmas para o capítulo de Movimento Relativo de Translação e Rotação

TURMA	MÉDIA
MOODLE 2015	8,5
2	8,0
3	7,9
4	7,5

5.1.4 O questionário de sondagem dentro da plataforma MOODLE

Outro item importante na avaliação da implementação da metodologia de aprendizado híbrido no curso de FIS-14 do ITA, foi o questionário de sondagem inserido na plataforma Moodle, com objetivo de avaliar a percepção dos alunos com relação à metodologia usada, bem como a qualidade dos materiais de apoio que foram inseridos no curso.

Para esse capítulo de Movimento Relativo de Translação e Rotação, foram inseridas 8 questões, sendo que destas, 7 eram questões fechadas de múltipla escolha e uma de resposta aberta, para que o aluno pudesse manifestar suas opiniões acerca do trabalho desenvolvido.

O questionário tem também a finalidade de colher informação que possam ser usadas em edições futuras e adequá-lo as necessidades dos alunos no processo de ensino de Física do ITA. As tabelas a seguir mostram as questões proposta e sua respectiva análise estatística extraída diretamente da plataforma MOODLE.

Questão 1	Total do alunos respondentes: 48,8 %
<p>O material permite flexibilidade entre as unidades no estudo do módulo.</p> <p>a) Discordo b) Discordo parcialmente c) Concordo parcialmente d) Concordo</p>	
Item a)	9%
Item b)	9%
Item c)	14%
Item d)	68%

Figura 40: Questão 1 do questionário de sondagem

Questão 2	Total do alunos respondentes: 48,8 %
<p>As hipermídias (textos, sons, gráficos, imagens fixas, imagens em movimento) utilizadas são atrativas ao processo de aprendizagem.</p> <p>a) Discordo b) Discordo parcialmente c) Concordo parcialmente d) Concordo</p>	
Item a)	36%
Item b)	14%
Item c)	22%
Item d)	28%

Figura 41: Questão 2 do questionário de sondagem

Questão 3	Total do alunos respondentes: 48,8 %
Tendo em vista que interatividade consiste em oferecer variadas alternativas de aprendizagem para o aluno (realização de atividades, navegação na internet, estudo do conteúdo) o material apresentado satisfaz esse quesito	
a) Discordo	
b) Discordo parcialmente	
c) Concordo parcialmente	
d) Concordo	
Item a)	18%
Item b)	9%
Item c)	27%
Item d)	46%

Figura 42: Questão 3 do questionário de sondagem

Questão 4	Total do alunos respondentes: 48,8 %
A linguagem dialógica tem o propósito de envolver o leitor, estabelecendo um diálogo. O autor dá abertura para que aluno e professor possam interferir no texto. Esse material apresenta uma boa dialogicidade.	
a) Discordo	
b) Discordo parcialmente	
c) Concordo parcialmente	
d) Concordo	
Item a)	27%
Item b)	27%
Item c)	19%
Item d)	27%

Figura 43: Questão 4 do questionário de sondagem

Questão 5	Total do alunos respondentes: 48,8 %
<p>O material impresso tem uma abordagem específica para a área de Engenharia.</p> <p>a) Discordo b) Discordo parcialmente c) Concordo parcialmente d) Concordo</p>	
Item a)	9%
Item b)	22%
Item c)	40%
Item d)	29%

Figura 44: Questão 5 do questionário de sondagem

Questão 6	Total do alunos respondentes: 48,8 %
<p>O material proporciona interdisciplinaridade e contextualização dos conteúdos apresentados.</p> <p>a) Discordo b) Discordo parcialmente c) Concordo parcialmente d) Concordo</p>	
Item a)	18%
Item b)	27%
Item c)	18%
Item d)	37%

Figura 45: Questão 6 do questionário de sondagem

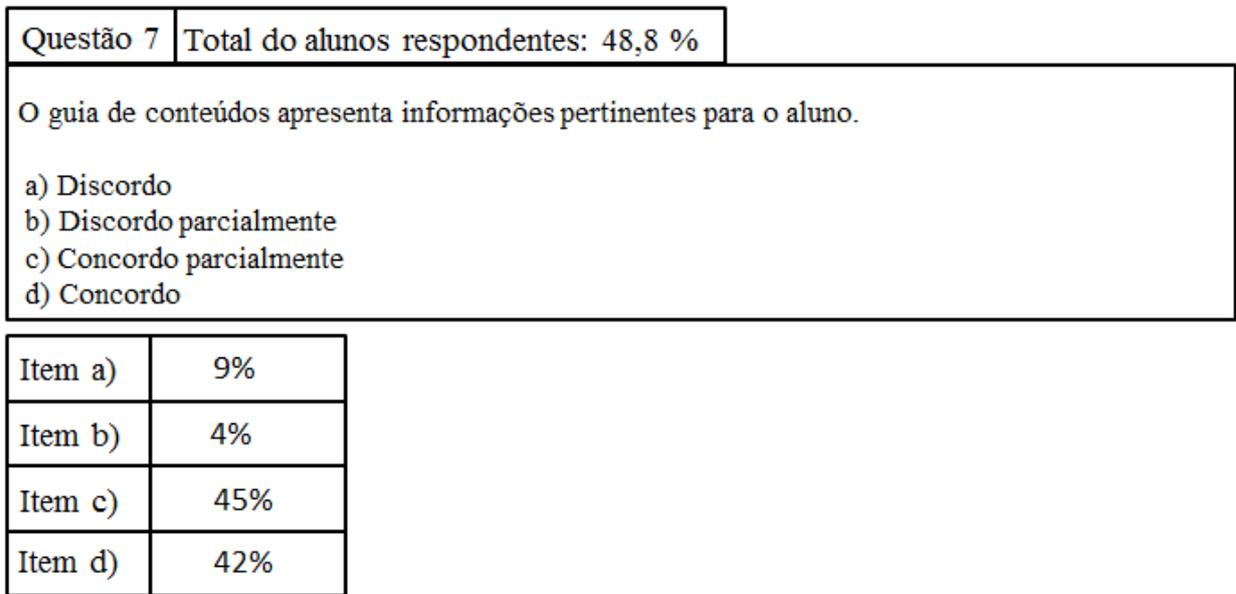


Figura 46: Questão 7 do questionário de sondagem

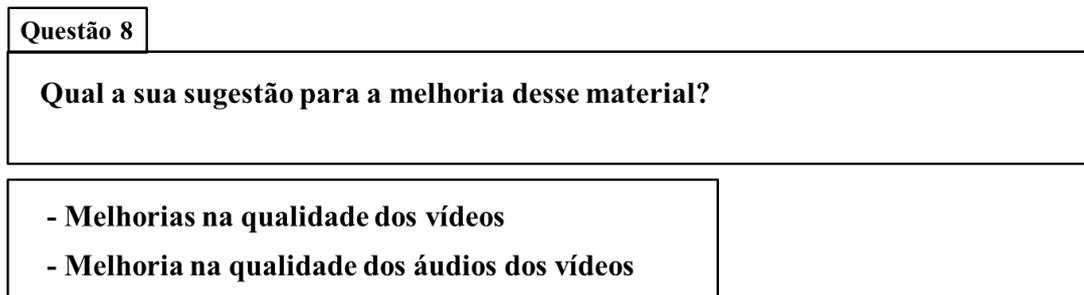


Figura 47: Questão 8 do questionário de sondagem

Os resultados apresentados nesse questionário mostram que os alunos tiveram uma boa impressão e se sentiram bem a vontade, com a introdução dessa tecnologia baseada no sistema de gestão do conhecimento denominado MOODLE. Podemos observar nas respostas, que as sugestões de melhoria estão na parte dos vídeos e áudios usados ao longo dessa experiência. É importante salientar que todo o material foi construído pelos professores e pela aluna de mestrado que está desenvolvendo essa pesquisa. A filmagem das vídeoaula foi feita de forma amadora com as condições existentes, sem o envolvimento de qualquer outro profissional que trabalha com mídias digitais. Acreditamos que com uma infraestrutura adequada, com apoio profissional, a qualidade do material pode ser muito melhorada, melhorando portanto o processo de ensino e aprendizagem do alunos. Com relação a flexibilidade que um curso nesse modelo pode proporcionar, e dos materiais inseridos na

plataforma MOODLE, os alunos mostram que os materiais são atrativos aos estudo e são satisfatórios na aprendizagem do conteúdo apresentado. Com relação a interatividade do material, os alunos mostraram-se satisfeitos com a mídias diversificadas na construção do curso.

5.2 Dados e Discussões sobre o capítulo de Oscilações Mecânicas

O capítulo de oscilações mecânicas, que é parte integrante da disciplina de FIS-26 (Mecânica II) do ITA, foi ministrado no primeiro semestre de 2016, com uma duração de 3 semanas com 4h aula por semana. O capítulo foi dividido nos seguintes itens: Movimento Harmônico Simples, Oscilador Amortecido, Oscilador Forçado e Oscilador Acoplado. Para cada um desses itens, foi disponibilizado na plataforma MOODLE os seguintes conteúdos para o acompanhamento dos alunos: Vídeo aulas, Material Teórico, Exercícios Resolvidos, Exercícios propostos, Exercícios resolvidos no *Mathematica*® e Simulações em *Flash* e no *Interactive Physics*.

5.2.1 Oscilações Mecânicas

Na Tabela 6, apresentamos os acessos dos alunos aos materiais referentes à: Movimento Harmônico Simples, Oscilador Amortecido, Oscilador Forçado e Oscilador Acoplado. O interesse no monitoramento do “log” dos alunos dentro da plataforma MOODLE, e relacionar esse item ao desempenho acadêmico das atividades desenvolvidas.

Tabela 6 - Dados²⁰ obtidos durante o capítulo de Oscilações

ALUNOS	ACESSOS	MOVIMENTO HARMÔNICO SIMPLES	OSCILADOR AMORTECIDO	OSCILADOR FORÇADO	OSCILADOR ACOPLADO
1	13	x	x	x	x
2	14	x	x	x	-
3	8	x	x	x	x
4	9	x	x	x	x
5	11	x	x	x	x
6	8	x	x	x	x
7	7	x	x	x	x
8	18	x	x	x	x
9	6	x	x	x	x

²⁰ (-) não visualização da atividade;
(x) Atividade visualizada.

10	4	x	x	x	x
11	2	x	-	-	-
12	3	-	x	x	x
13	2	x	-	x	x
14	6	x	x	x	x
15	8	x	x	x	x
16	3	x	x	x	x
17	3	x	x	x	x
18	6	x	x	x	x
19	5	x	x	x	x
20	9	x	x	x	x
21	4	x	x	x	x
22	5	x	x	x	x
23	6	x	x	x	x
24	8	-	x	x	x
25	4	x	x	-	x
26	3	x	x	x	x
27	7	x	x	x	x
28	6	x	x	x	x
29	5	x	x	x	x
30	3	x	x	x	x
31	4	x	x	x	x
32	7	x	x	x	x
33	9	x	x	x	x
34	14	x	x	x	x
35	6	x	x	x	x
36	4	x	-	-	x
37	4	x	x	x	x
38	4	x	x	x	x
39	3	x	x	x	x
40	4	x	x	x	x
41	10	x	x	x	x
42	11	x	x	x	x
43	7	x	x	x	x
44	5	x	x	x	x
45	5	x	x	x	x
46	11	x	x	x	x
48	2	x	-	-	x
49	4	x	x	x	x

A partir dos dados da tabela acima, temos o seguinte resumo para o capítulo de Oscilações Mecânicas.

Resumo dos acessos em Movimento Relativo de Translação	
- Movimento Harmônico Simples	94% dos alunos
-Oscilador Amortecido	90% dos alunos
-Oscilador Forçado	90% dos alunos
-Oscilador Acoplado	94% dos alunos

Figura 48: Resumo dos acessos para Oscilações Mecânicas

Com relação à visualização e interação dos alunos, dentro da plataforma MOODLE, aos materiais disponíveis no capítulo de Oscilações, os alunos passaram por todos os itens disponíveis, inclusive voltando várias vezes principalmente nas vídeoaulas. Vale salientar, que nesse capítulo o acesso foi maior que no capítulo anterior, pois acreditamos que os assuntos discutidos são bem mais complexos devido à matemática envolvida, exigindo, portanto, um esforço maior para o entendimento e aprendizado de todos os conceitos envolvidos. Com relação à metodologia utilizada para ministrar esse capítulo, isto é, o aprendizado híbrido dentro da plataforma de gestão MOODLE, o professor relatou em conversa pessoal com os alunos, que a maioria dos alunos se mostrou muito satisfeita, pois segundo eles, podem organizar seu tempo de uma melhor forma e também ter acesso a todos os materiais que precisam para estudar e a qualquer hora do dia ou da noite.

5.2.2 Avaliação realizada do capítulo de Oscilações Mecânicas

Na tabela 7, apresentamos o resultado da avaliação dos alunos com relação aos tópicos discutidos acima. Essa avaliação foi realizada por meio de uma prova, de modo presencial e ambiente da sala de aula tradicional. Os alunos tiveram o tempo de 2h para resolver as questões propostas pelo professor.

Tabela 7: Notas dos alunos do capítulo de Oscilações Mecânicas

Notação do ITA	Varição numérica	Percentual dos alunos
L	9,5-10,0	25%
MB	8,5-9,4	35%

B	7,5-8,4	24%
R	6,5-7,4	15%
I	5,0-6,4	1%
D	4,9-0	0%

O resultado dessa avaliação foi positivo, quando comparado com resultados obtidos em anos anteriores para um processo de aula expositiva tradicional de lousa e giz, segundo relato do próprio professor que já ministrou essa disciplina nos últimos 15 anos. Outro ponto importante que vale a pena registrar, é que essa experiência foi realizada com somente uma das quatro turmas do curso de FIS-26 do semestre citado, isto é, todas as outras três turmas tiveram acesso a esse capítulo no formato tradicional dentro do ambiente da sala de aula com aulas totalmente expositivas sem qualquer intervenção de sistema de gestão do conhecimento como a plataforma MOODLE. Uma comparação das avaliações das quatro turmas pode ser observada na tabela para esse capítulo de Oscilações Mecânicas, mostrando que a média obtida na turma onde foi realizada essa experiência, está dentro da normalidade das outras turmas, mostrando que a abordagem do aprendizado híbrido pode ser uma alternativa muito interessante, quando se trata de uma proposta para diminuir o tempo de aulas expositivas, que na maioria das vezes tem uma baixa eficiência dentro da perspectiva do processo de ensino e aprendizagem.

Tabela 8: Média das turmas para o capítulo de Oscilações Mecânicas

TURMA	MÉDIA
MOODLE 2016	8,7
2	8,0
3	8,2
4	7,7

5.2.3 O questionário de sondagem dentro da plataforma MOODLE

Ao término do capítulo, os alunos foram submetidos a responder um questionário²¹ de sondagem com relação à metodologia empregada. O questionário tem 12 questões, mescladas em questões com alternativas pré-definidas, questões com avaliação numérica e questões discursivas. Nas tabelas seguintes, apresentamos as questões e os resultados obtidos por intermédio de ferramentas de análise que existem dentro da plataforma de gestão MOODLE.

Questão 1	Total do alunos respondentes: 69,3 %
Dê uma nota de 0 a 10, sendo 0 muito ruim e 10 excelente, aos seguintes pontos sobre o desenvolvimento do conteúdo sobre oscilações do curso de FIS-26 a partir da metodologia Blended Learning:	
a) metodologia:	
b) organização da página do curso:	
c) vídeo	
Item a)	72% das notas entre 7 e 10
Item b)	70% das notas entre 7 e 10
Item c)	70% das notas entre 7 e 10

Figura 49: Questão 1 do questionário de sondagem para Oscilações Mecânicas

Questão 2	Total do alunos respondentes: 69,3 %
Quanto tempo, em média, você se dedicou para o estudo deste assunto na página do curso?	
1 à 5h	26%
6 à 12h	63%
Acima de 12h	11%

Figura 50: Questão 2 do questionário de sondagem para Oscilações Mecânicas

²¹ O questionário do capítulo de Oscilações encontra-se no anexo 8.3 ao término deste trabalho.

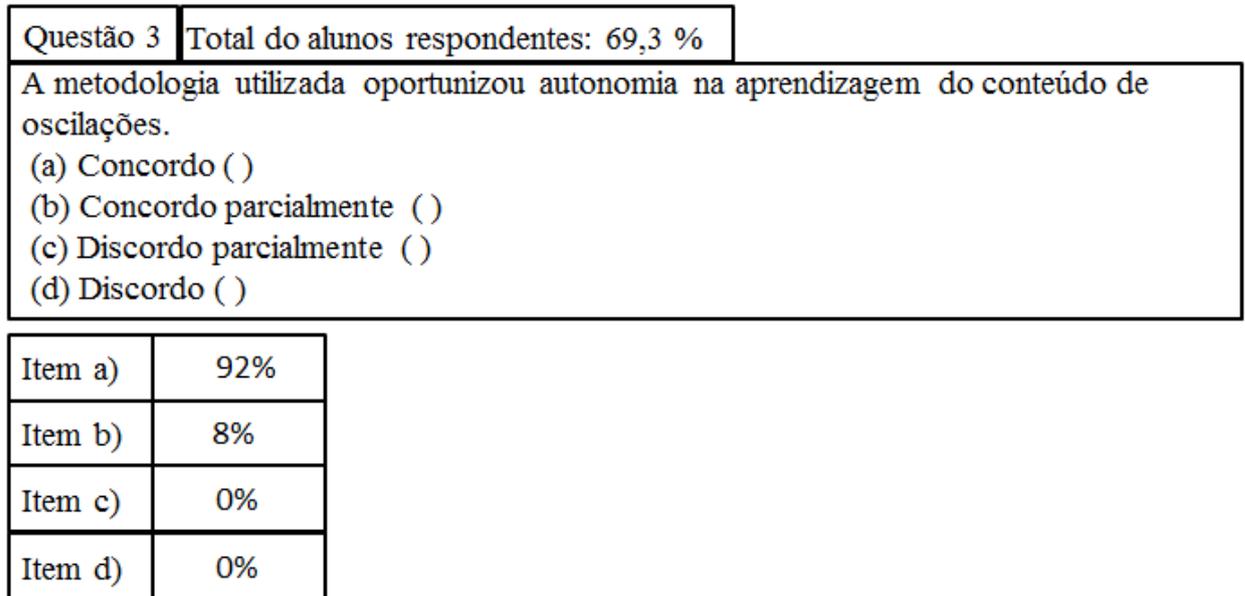


Figura 51: Questão 3 do questionário de sondagem para Oscilações Mecânicas

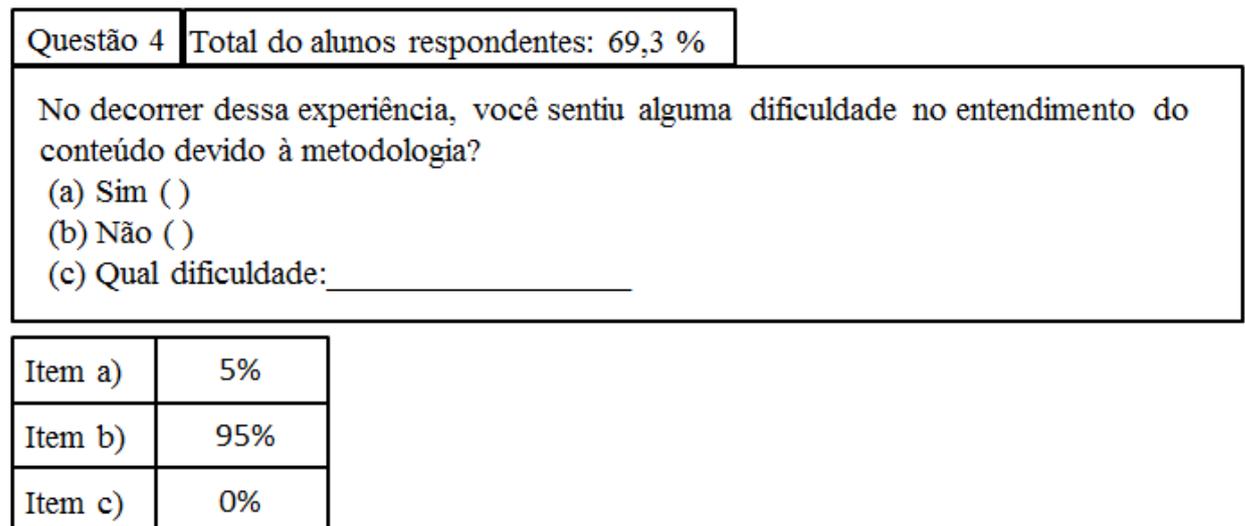


Figura 52: Questão 4 do questionário de sondagem para Oscilações Mecânicas

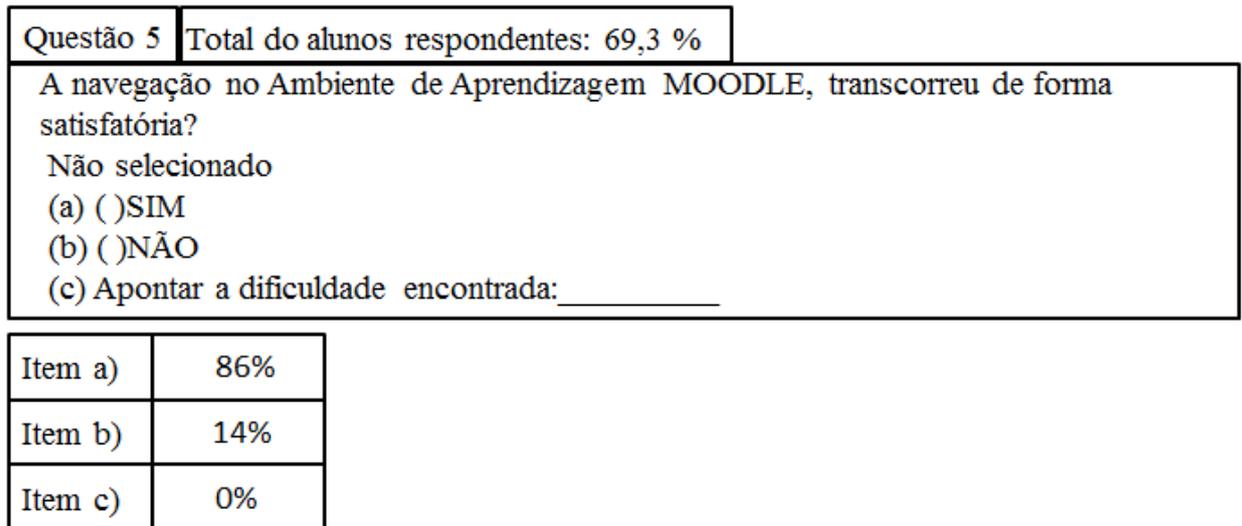


Figura 53: Questão 5 do questionário de sondagem para Oscilações Mecânicas

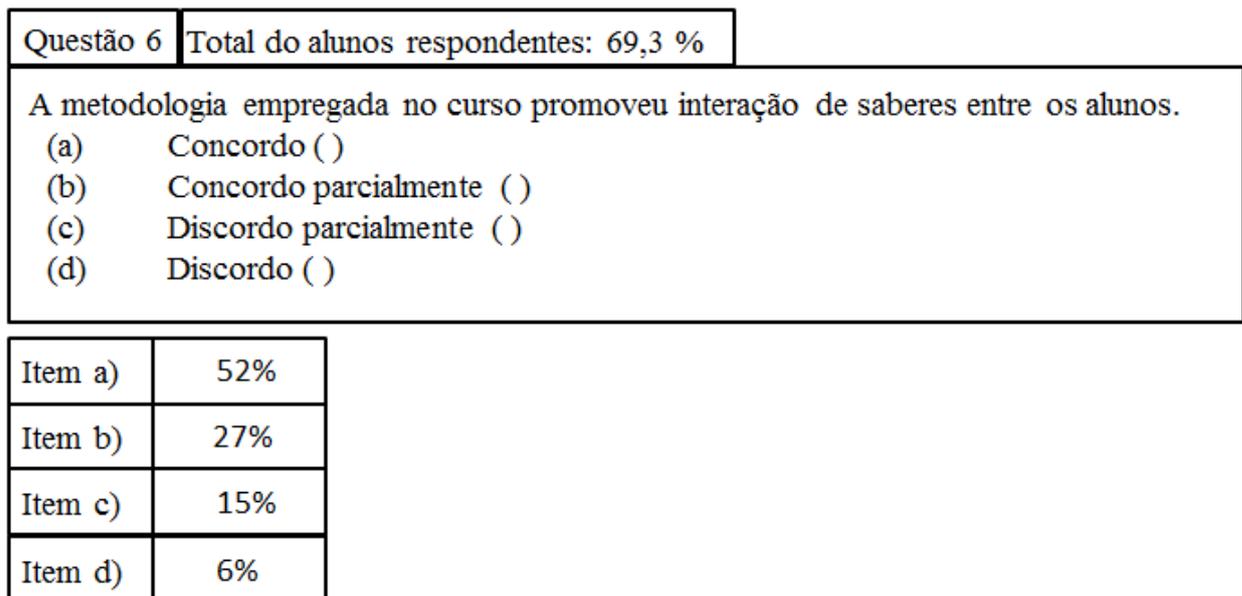


Figura 54: Questão 6 do questionário de sondagem para Oscilações Mecânicas

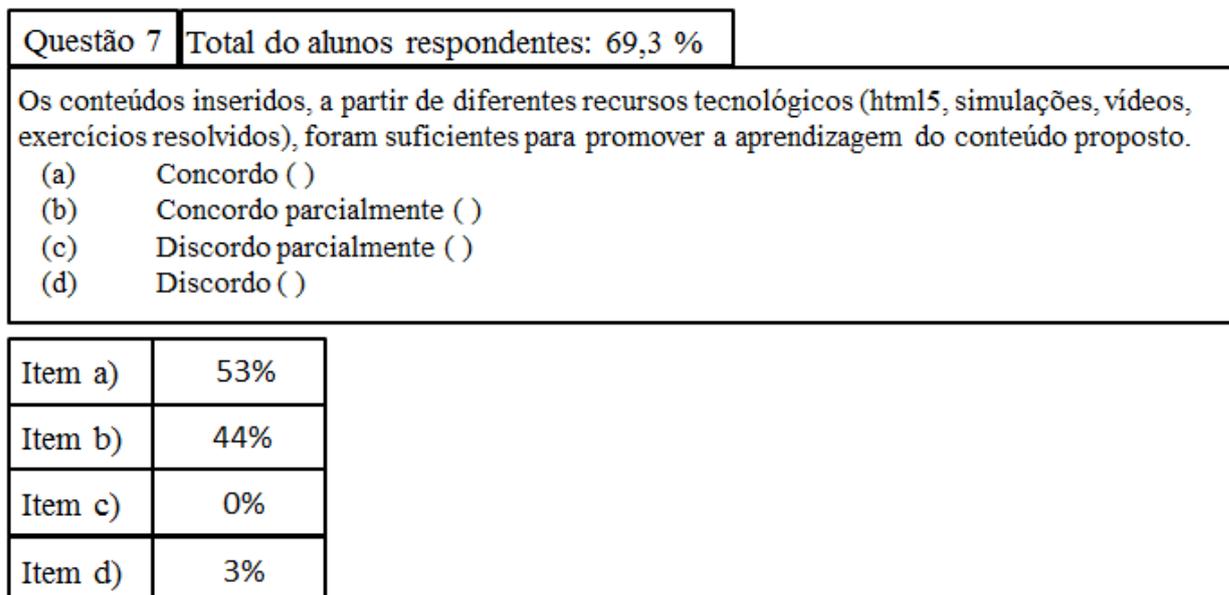


Figura 55: Questão 7 do questionário de sondagem para Oscilações Mecânicas

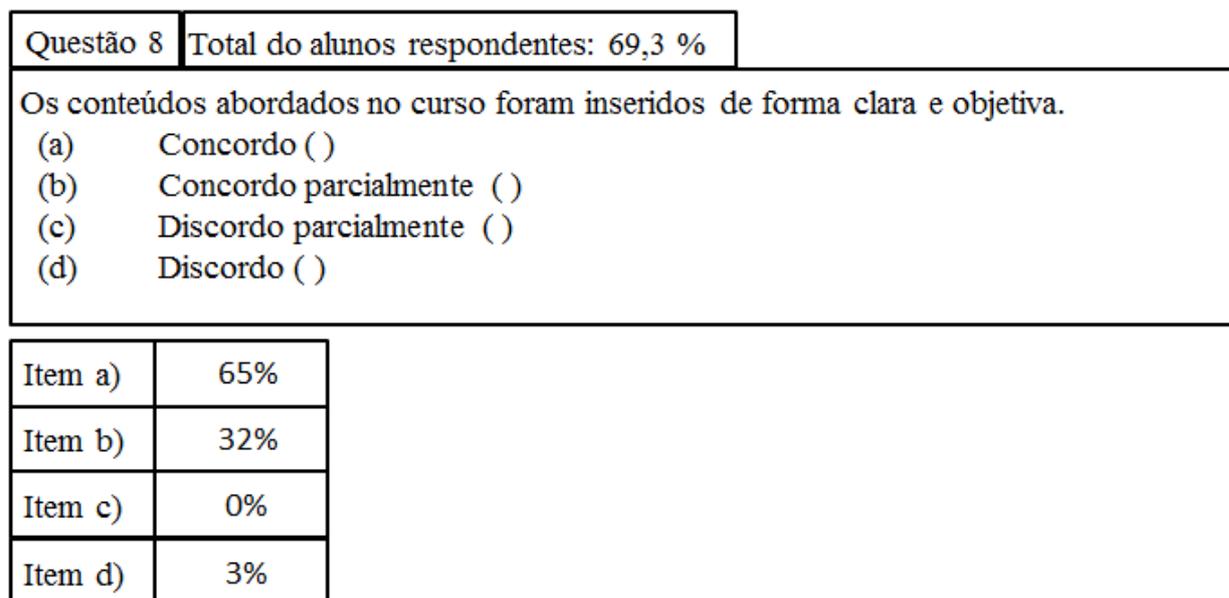


Figura 56: Questão 8 do questionário de sondagem para Oscilações Mecânicas

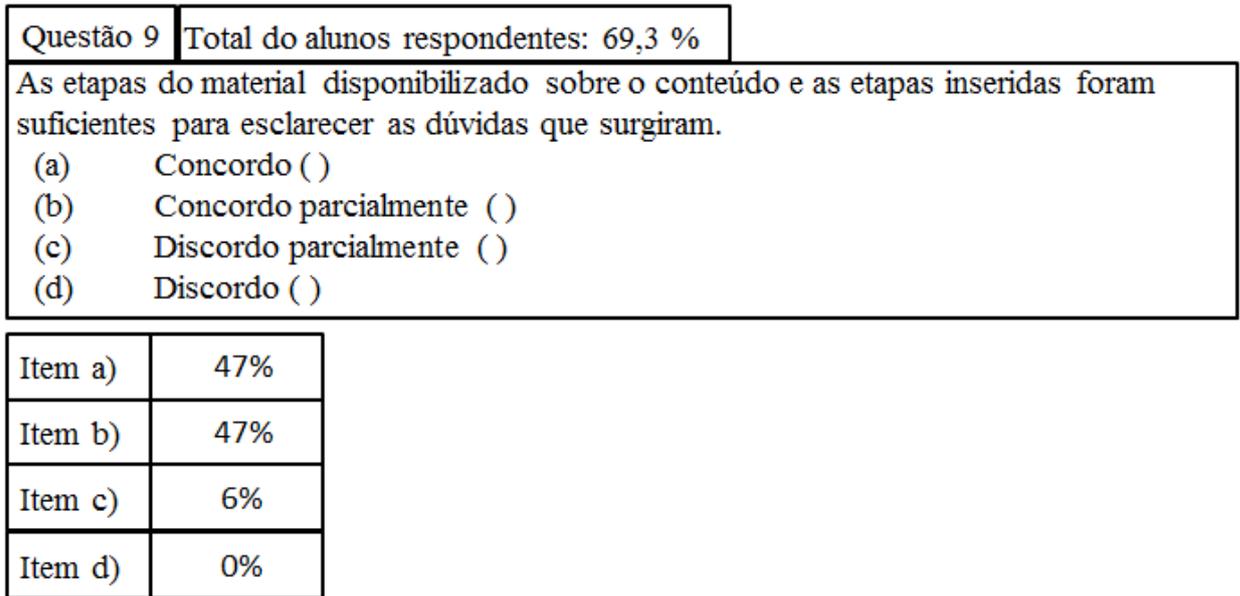


Figura 57: Questão 9 do questionário de sondagem para Oscilações Mecânicas

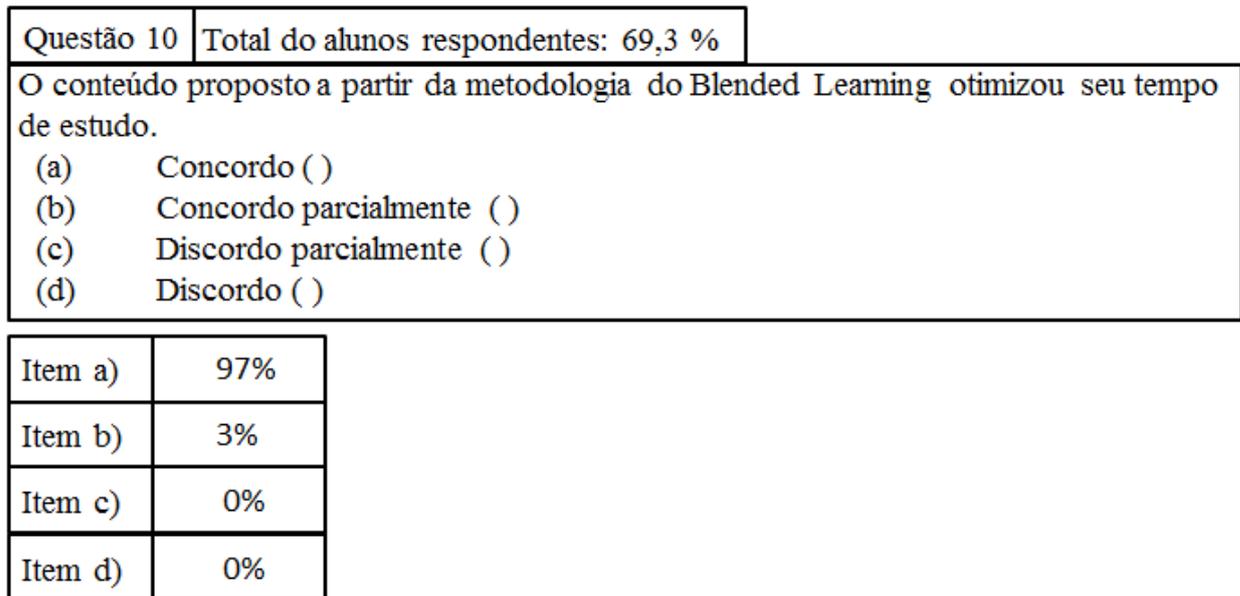


Figura 58: Questão 10 do questionário de sondagem para Oscilações Mecânicas

Questão 11	Total do alunos respondentes: 69,3 %
Seria interessante que outras disciplinas, ou conteúdos, fossem desenvolvidos a partir dessa metodologia.	
(a)	Concordo ()
(b)	Concordo parcialmente ()
(c)	Discordo parcialmente ()
(d)	Discordo ()

Item a)	94%
Item b)	6%
Item c)	0%
Item d)	0%

Figura 59: Questão 11 do questionário de sondagem para Oscilações Mecânicas

Questão 12	Total do alunos respondentes: 69,3 %
Por favor, aponte sugestões que poderiam melhorar este material e a proposta da metodologia (resposta dissertativa)	
<ul style="list-style-type: none"> -Introduzir uma avaliação feita através do próprio MOODLE, que se possa fazer em qualquer lugar; - Vídeos de experimentos a cerca do assunto; - Video de resolução de exercícios; -Aulas mais curtas; - Sugestões de leituras extras, para auxiliar o material; - Padronização do layout do curso; -Aulas mais dinâmicas; - Guia ou roteiro de estudo; - Estabelecer um cronograma da disciplina; - Carregar os videos no Youtube; - Metodologia permite que o aluno avance no próprio passo, não diminuindo o rendimento; - Curso direto e bem dividido; - Metodologia excelente; - Experiência boa para a autonomia do aluno; - Boa opção para estudar o conteúdo por meio do material destrinchado nos slides; - A metodologia respeita a velocidade do aprendizado do aluno (em sala de aula se depende do ritmo do professor). <p>Site que permite que os seus usuários carreguem e compartilhem videos em formato digital.</p>	

Figura 60: Questão 12 do questionário de sondagem para Oscilações Mecânicas

Os resultados apresentados acima mostra, que os alunos gostaram da experiência e acharam que a proposta de um aprendizado híbrido deve ter continuidade, com os aperfeiçoamentos necessários de qualquer experiência na área da educação. Podemos observar nas respostas da questão 12, que as sugestões de melhoria são inúmeras e com relativo grau de facilidade de implementação. É importante salientar que todo o material foi construído pelos professores e pela aluna de mestrado que está desenvolvendo essa pesquisa. A filmagem das vídeo aula foi feita de forma amadora com as condições existentes, sem o envolvimento de qualquer outro profissional que trabalha com mídias digitais. Acreditamos que com uma infraestrutura adequada, com apoio profissional, a qualidade do material pode ser melhorada, facilitando o entendimento dos assuntos e ampliando o processo de ensino e aprendizagem do alunos. Com relação a flexibilidade que um curso nesse modelo pode proporcionar, e dos materiais inseridos na plataforma MOODLE, os alunos mostram que os materiais são atrativos aos estudo e são satisfatórios na aprendizagem do conteúdo apresentado. Com relação a interatividade do material, os alunos mostraram-se satisfeitos com as mídias diversificadas na construção do capítulo.

6 CONCLUSÃO

O desafio de construir e implementar na prática do dia a dia, formas alternativas de melhorar e aperfeiçoar o ensino da disciplina de mecânica do curso fundamental do ITA, é o fator motivador para o desenvolvimento de novas práticas pedagógicas que podem melhorar o processo de ensino e aprendizagem no dia a dia da nossa instituição. Uma disciplina completa com as características da metodologia Aprendizado Híbrido (Blended Learning) requer um grande esforço no planejamento e na preparação e elaboração de todo o material de apoio a ser disponibilizado dentro da plataforma MOODLE que servirá de apoio na realização do processo de gestão do conhecimento a ser aplicado.

Nesse contexto, precisamos instigar tanto os alunos quanto os professores em novas formas de mediação do processo de ensino e aprendizagem, para que ambos os atores (professores e alunos) saiam das suas respectivas zonas de conforto do ensino tradicional, no qual o professor repassa o seu conhecimento utilizando, geralmente, apenas as mídias lousa e giz, e os alunos atuando apenas como expectadores deste “saber”.

Uma das condições para a utilização da metodologia de Aprendizado Híbrido, é que o aluno interaja mais com as disciplinas e também seja um protagonista mais ativo de todo o processo de ensino e aprendizagem, podendo refletir e descobrir novos conhecimentos e saberes, sentindo que está fazendo uma participação ativa na sua aprendizagem.

O trabalho apresentado nesse documento foi dividido em duas partes de implementação com a utilização da metodologia Aprendizado Híbrido: no primeiro momento, dentro da disciplina de FIS-14 no estudo do capítulo de Movimento Relativo de Translação e Rotação e num segundo momento, dentro da disciplina FIS-26 no estudo do capítulo de Oscilações Mecânicas.

Na disciplina de FIS-14, que foi realizada no 2º semestre de 2015, observamos que os alunos tiveram as dificuldades naturais em se familiarizar com essa nova metodologia, pois nunca tinham tido contato com esse tipo de abordagem e que por outro lado, exige uma grande transformação em seu comportamento sempre passivo com relação ao processo de ensino e aprendizagem. Desta forma, precisaram ter uma postura mais ativa no acesso à plataforma de gestão MOODLE e também uma melhor organização nos seus horários de estudo.

Na disciplina de FIS-26, que foi realizada no 1º semestre de 2016, observamos que os alunos já não tiveram qualquer dificuldade durante todo o processo de interação com o

ambiente, pois já estavam acostumados com a plataforma MOODLE e todo o processo transcorreu de forma tranquila sem qualquer contratempo.

Por outro lado, o professor que ministrou essa disciplina, teve alguma dificuldade de lidar com esse novo tipo de metodologia, pois precisou rever todos os conceitos de aula que estava acostumado durante toda a sua vida acadêmica, isto é, aulas expositivas tendo como mídias a lousa e o giz. Nesse contexto, surgiram inúmeras questões importantes a serem respondidas pelo professor e sua equipe de apoio: como construir uma vídeoaula de qualidade? Como construir objetos educacionais que atinjam determinado objetivo de aprendizagem? Como abordar o conteúdo dentro da perspectiva da internet como meio de comunicação? Como construir dentro da plataforma MOODLE uma interação adequada com os alunos? Enfim, uma série de questões importantes precisava ser respondida para que se pudesse alcançar o objetivo final com algum grau de sucesso. Toda essa construção foi realizada pela equipe que apoiou o professor, e apesar das dificuldades, o resultado foi bastante satisfatório como mostrado nas discussões apresentadas no capítulo 5 desse documento. A análise do próprio professor que ministrou e mediu todo o processo foi muito positiva tanto do seu ponto de vista quanto dos alunos, pois segundo ele: essa metodologia permite uma grande otimização do “tempo” em sala de aula (lembrando que o professor durante todo o processo, ficou ao longo desse estudo, uma hora em sala de aula todas as semanas) e os alunos tiveram toda a liberdade de realizar sua gestão de tempo para seus estudos. Com essa experiência realizada durante os dois semestres e em duas disciplinas diferentes, foi possível verificar a importância da metodologia Aprendizado Híbrido, e o próximo passo é desenvolver um disciplina por completo, com objetivo de testar e validar essa metodologia de forma mais ampla e abrangente. Vale ressaltar, que para aumentar a eficiência desse processo e ampliar a qualidade do estudo, é fundamental que o professor tenha um suporte de profissionais de outras áreas do conhecimento, tais como: técnico de informática com experiência em simulação, técnico em mídias digitais com experiência na gravação e edição de vídeos de qualidade. Todo o processo de construção dos conteúdos da disciplina, isto é, a escolha dos principais materiais, a resolução dos exercícios, a gravação das vídeo aulas para explanação do assunto, a escolha das simulações e plotagem dos problemas no Mathematica®, requer a experiência de uma equipe de apoio eficiente para dar suporte técnico ao professor.

Em relação ao aproveitamento dos alunos, foi considerado normal os acessos e visualizações dos conteúdos envolvidos como mostraram anteriormente por intermédio dos dados obtidos através da plataforma MOODLE. Outro fator de fundamental importância na

nossa conclusão é que a metodologia de Aprendizado Híbrido (Blended Learning) tem um grande potencial de aplicação no dia a dia das escolas, com relação diretamente proporcional a qualidade do material didático de apoio que é disponibilizado na plataforma MOODLE. Voltando ao questionamento apresentado na discussão inicial, nossas escolas necessitam urgente de novas concepções acerca de suas práticas educacionais. A maior parte das contribuições teóricas na área de educação se limita a meras metodologias que não fazem muito sentido no dia a dia da escola e do professor, sendo de pequenas contribuições e tornando-se vagas e entediantes com relação às práticas pedagógicas. Por isso, acreditamos que é necessário ousar um pouco mais e romper com os princípios da escola tradicional e apresentar formas alternativas a respeito da concepção de educação e do processo de ensino e aprendizagem. O professor deve refletir sobre a sua prática pedagógica, reorientando-a de forma a encontrar uma contínua formação, estreitando o vínculo a uma valorização do conhecimento científico e tecnológico que deve passar para seus alunos. Com este espírito de inovação é que o presente estudo buscou contribuir de forma direta e criativa, sugerindo novas formas de abordar os conceitos, que normalmente são vistos de forma fria, impregnada de termos estranhos e de difícil visualização. Acreditamos que a ensino física possa ser caracterizada como uma atividade humana, e assim, pode haver uma estreita relação com seus próprios ensinamentos. Dessa forma, conclui-se que todo esse estudo foi bem produtivo e apresentou um resultado que tem elevado potencial para ser ampliado e aplicado em outras disciplinas da nossa instituição.

7 REFERÊNCIAS

BOESING, I. J. et al. Desenvolvimento de competências na formação do engenheiro de produção: uma contribuição a partir do ensino de física. **Gepros: Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, v. 3, n. 4, p. 89, 2008. ISSN 1984-2430.

BOESING, J. I.; ROSA, A. J. Proposta para o Ensino de Física nas Engenharias. **In: XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção**. Rio de Janeiro. 2008.

BRASIL. CNE/CES 11, de 11 de março de 2002, que institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. Ministério da Educação, Brasília, 2002. Disponível em <http://www.abepro.org.br> . Acesso em 04 de junho de 2016.

BRASIL. Ministério da Educação. Portaria no 4059 de 10 de dezembro de 2004. Trata da oferta de disciplinas na modalidade semi-presencial em cursos superiores já reconhecidos. Diário Oficial da União de 13 de dezembro de 2004, Seção 1, p.34

BRITO, L. M. D. et al. Ambientes virtuais de aprendizagem como ferramentas de apoio em cursos presenciais e a distância. 2013. ISSN 1679-1916.

EUROPEAN UNIVERSITY, A. The EUA Lisbon Declaration–Europe’s Universities beyond 2010: Diversity with a Common Purpose. **EUA, Brussels, May**, 2007.

FAHY, Patrick J. Media characteristics and online learning technology. 2004. In: Terry ANDERSON, T. e ELIOUMI, F. Theory and Practice of Online Learning. Theory and Practice of Online Learning Athabasca: cde.athabascau.ca/online_book, 2004, 421p.

FARIAS, G. O tripé regulador da EaD no Brasil: LDB, Portaria dos 20% e decreto 5.622/2005. In: SILVA, M. (Org.) Educação online: teorias, práticas, legislação e formação corporativa. 2ed. São Paulo: Loyola, 2006, p. 441-448

KRASILCHIK, M. Avaliação do ensino. **Avaliação e Ensino**, 1992.

MACHADO, V.; PINHEIRO, N. A. M. Ensino de física por meio de problemas geradores de discussões: contribuições para a formação acadêmica em engenharia physics teaching through discussion generator problems: contributions to academic formation of the student in engineering. **VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Florianópolis. 2009.

MARQUES, C. G. Desenvolvimento e implementação de um modelo de blended-learning com objectos de aprendizagem no ensino superior. Tese. Doutorado em Ciências da Educação. Universidade do Minho. 2012.

MARQUES, R. M. E.; NETO, O. D. J.; JÚNIOR, M. E.; Aprendizagem Híbrida: O Uso do Moodle Como Apoio Didático a Cursos Presenciais. **In: 10th International Conference On Information Systems And Technology Management-CONTECSI**. São Paulo. 2013.

MARTINS, A. A.; GARCIA, N. M. D.; BRITO, G. S. O Ensino de Física e as Novas Tecnologias de Informação e Comunicação: uma análise da produção recente. **Simpósio Nacional de Ensino de Física**, v. 19, 2011.

Moodle.org. Moodle **statistics**. Moodle. 2011. Disponível em: <<http://moodle.org/stats/>>. Acesso em: 17 de Maio de 2016.

MORAN, J. M. O que é um bom curso a distância? 2002. Disponível em: <<http://www.ec.usp.br/prof/moran/textosead.htm>>. Acesso em 22 de Maio de 2016

NARDI, R. e ALMEIDA, M.J.P.M. Organization of the Science Education area: memories of researchers in Brazil. In: Congreso de Historia de las Ciencias y la Tecnología, Resúmenes.... 2004. Sociedad Latinoamericana de Historia de las Ciencias y la Tecnología. Buenos Aires, Argentina, 17 al 20 de marzo de 2004.

NEDER, M. L. C.; POSSARI, L. H. V. Material didático para a EaD: processo de produção. **Cuiabá: EdUFMT**, 2009.

PEREIRA, A. T. C.; SCHMITT, V.; DIAS, M. Ambientes virtuais de aprendizagem. **AVA-Ambientes Virtuais de Aprendizagem em Diferentes Contextos**. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltda, 2007.

SIEMENS, G.; TITTENBERGER, P. **Handbook of emerging technologies for learning**. University of Manitoba Manitoba,, Canada, 2009.

SOUZA, M. R.; KALHIL, J. B.; DE PONTES E SOUZA, G. O Ensino de Física nos Cursos de Engenharia: Uma abordagem de métodos mistos. **Latin-American Journal of Physics Education**, v. 9, 2015. ISSN 1870-9095.

SUPERIOR, D. M. S. E. Declaração mundial sobre Educação Superior no século XXI, visão e ação. Marco Referencial de ação Prioritária para a mudança e o desenvolvimento da educação superior. **Trad. Amós Nascimento. Piracicaba, ed. UNIMEP**, 1998

SZAJNBERG, M.; ZAKON, A. A ampliação e readequação do ensino da física para a engenharia do terceiro milênio. **ENCONTRO DE ENSINO DE ENGENHARIA**, v. 7, 2001.

TEIXEIRA FILHO, J. Gerenciando conhecimento: como a empresa pode usar a memória organizacional e a inteligência competitiva no desenvolvimento dos negócios. **Senac**, 2000. ISBN 858786405X.

TESTONI, L. A., PAULA, S. M.. A utilização de applets no Ensino de Física em cursos de Engenharia. **XLI Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (COBENGE)**. 23 a 25 de setembro, Gramado-RS, 2013.

TORI, Romero. Cursos híbridos ou blended learning. In: LITTO, Frederic M.; FORMIGA, Manuel M. (Orgs.) Educação à distância: o estado da arte. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2009.

VALENTINI, C. B.; SOARES, E. M. D. S. Aprendizagem em ambientes virtuais: compartilhando idéias e construindo cenários. **E-book-Aprendizagem em Ambientes Virtuais**, 2010.

8 ANEXO

8.1 Anexo 1 – Artigos selecionados para a análise por Martins e Garcia, publicados entre 2000 e 2010:

ANJOS, Antonio Jorge Sena dos. “As novas tecnologias e o uso dos recursos telemáticos na educação científica: a simulação computacional na educação em Física”. Caderno Brasileiro de Ensino de Física. Vol. 25, No. 03, dez, 2008, pp. 569-600.

ARAUJO, Ives S. VEIT, Eliane A. “Uma revisão da literatura sobre estudos relativos a tecnologias computacionais no ensino de Física”. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências. Vol. 04, No. 03, 2004.

ARAUJO, Ives S. VEIT, Eliane A. MOREIRA, Marco A. “Atividades de modelagem computacional no auxílio à interpretação de gráficos de cinemática”. Revista Brasileira de Ensino de Física. Vol. 26 No. 02, 2004, p. 179-184.

BARBOSA, Augusto César de Castro. CARVALHAES, Cláudio Gonçalves. COSTA, Marcus Vinicius Tovar. “A computação numérica como ferramenta para o professor de Física do ensino médio”. Revista Brasileira de Ensino de Física. Vol. 28, No. 02, 2006, pp. 249-254.

CAVALCANTE, Marisa Almeida. BONIZZIA, Amanda. GOMES, Leandro Cesar Pereira. “Aquisição de dados em laboratórios de física: um método simples, fácil e de baixo custo para experimentos em mecânica”. Revista Brasileira de Ensino de Física. Vol. 30, No. 02, 2008, pp. 2501.

CAVALCANTE, Marisa Almeida. BONIZZIA, Amanda. GOMES, Leandro Cesar Pereira. “O ensino e a aprendizagem de física no século XXI: sistema de aquisição de dados nas escolas brasileiras, uma possibilidade real”. Revista Brasileira de Ensino de Física. Vol. 31, No. 04, 2009, pp. 4501.

CAVALCANTE, Marisa Almeida. PIFFER, Anderson. NAKAMURA, Patrícia. “O uso da Internet na compreensão de temas de Física Moderna para o Ensino Médio”. Revista Brasileira de Ensino de Física. Vol. 23, No. 01, mar, 2001, pp. 108-112.

CAVALCANTE, Marisa Almeida. TAVOLARO, Cristiane R.C. “Projete você mesmo Experimentos assistidos por computador: Construindo sensores e analisando dados”. Revista Brasileira de Ensino de Física. Vol. 22, No. 03, set, 2000, pp. 421-425.

DAMÁSIO, Felipe. STEFFANI, Maria Helena. “A física nas séries iniciais (2^a a 5^a) do ensino fundamental: desenvolvimento e aplicação de um programa visando a qualificação de professores”. Revista Brasileira de Ensino de Física. Vol. 30, No. 04, 2008, pp. 4503.

DORNELES, Pedro F.T. ARAUJO, Ives S. VEIT, Eliane A. “Simulação e modelagem computacionais no auxílio à aprendizagem significativa de conceitos básicos de eletricidade. Parte I – Circuitos elétricos simples”. Revista Brasileira de Ensino de Física. Vol. 28, No. 04, 2006, pp. 487-496.

- DORNELES, Pedro F.T. ARAUJO, Ives S. VEIT, Eliane A. “Simulação e modelagem computacionais no auxílio à aprendizagem significativa de conceitos básicos de eletricidade. Parte II – Circuitos RLC”. Revista Brasileira de Ensino de Física. Vol. 30, No. 03, 2008, pp. 3308.
- FERRARI, Paulo Cesar. ANGOTTI, José André Peres. TRAGTENBERG, Marcelo Henrique. “Educação problematizadora a distancia para a inserção de temas contemporâneos na formação docente”. Ciência & Educação. Vol. 15, No. 01, 2009, pp. 85-104.
- FIGUEIRA, Jalves S. VEIT, Eliane A. “Usando o Excel para medidas de intervalo de tempo no laboratório”. Revista Brasileira de Ensino de Física. Vol. 26, No. 03, 2004, pp. 203-211.
- HECKLER, Valmir. SARAIVA, Maria de Fátima Oliveira. OLIVEIRA FILHO, Kepler de Souza. “Uso de simuladores, imagens e animações como ferramentas auxiliares no ensino/aprendizagem de óptica”. Revista Brasileira de Ensino de Física. Vol. 29, No. 02, 2007, pp. 267-273.
- MACHADO, Daniel Iria. SANTOS, Plácido L. V. Amorim da Costa. “Avaliação da hipermídia no processo de ensino e aprendizagem da física: o caso da gravitação”. Ciência & Educação. Vol. 10, No. 01, 2004, pp. 75-100.
- MACHADO. D.I., NARDI, R. “Construção de conceitos de física moderna e sobre a natureza da ciência com o suporte da hipermídia”. Revista Brasileira de Ensino de Física. Vol. 28, No. 04, 2006, pp. 473-485.
- MAGALHÃES, Mônica G. Menezes. SCHIEL, Dietrich. GUERRINI, Iria Muller. MAREGA JR. Euclides. “Utilizando tecnologia computacional na análise quantitativa de movimentos: uma atividade para alunos do Ensino Médio”. Revista Brasileira de Ensino de Física. Vol. 24, No. 02, jun, 2002, pp. 97-102.
- MEDEIROS, Alexandre. MEDEIROS, Cleide Farias de. “Possibilidades e limitações das simulações computacionais no ensino de Física”. Revista Brasileira de Ensino de Física. Vol. 24, No. 02, jun, 2002, pp. 77-86.
- MOREIRA, Adelson Fernandes. BORGES, Oto. “Ambiente de aprendizagem de Física mediado por animações”. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências. Vol. 07, No. 01, 2007.
- MOREIRA, Adelson Fernandes. PONTELO, Ivan. “Níveis de engajamento em uma atividade prática de Física com aquisição de dados”. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências. Vol. 09, No. 02, 2009.
- PAIVA, Ana Paula Sintra. “Utilizar as TIC para ensinar Física a alunos surdos – Estudo de caso sobre o tema ‘A luz e a visão’” Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências. Vol. 06, No. 03, 2006.
- PIRES, Marcelo Antonio. VEIT, Eliane Ângela. “Tecnologias de informação e comunicação para ampliar e motivar o aprendizado de Física no ensino médio”. Revista Brasileira de Ensino de Física. Vol. 28, No. 02, 2006, pp. 241-248.

RAMOS, Paula. STRUCHINER, Miriam. “Concepção de educação em pesquisas sobre materiais informatizados para o ensino de ciências e de saúde”. *Ciência & Educação*. Vol. 15, No. 03, 2009, pp. 659-679.

REZENDE, Flávia. “Desenvolvimento e avaliação de um sistema hipermídia para facilitar a reestruturação conceitual em mecânica básica”. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*. Vol. 18, No. 02, ago, 2001, pp. 197-213.

REZENDE, Flávia. BARROS, Suzana de Souza. “Discussão e reestruturação conceitual através da interação de estudantes com as visitas guiadas do sistema hipermídia ‘Força&Movimento’”. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*. Vol. 01, No. 02, 2001.

REZENDE, Flávia. GARCIA, Marco Antonio Cavalcanti. COLA, Cláudio dos Santos Dias. “Desenvolvimento e avaliação de um sistema hipermídia que integra conceitos básicos de mecânica, biomecânica e anatomia humana”. *Investigações em Ensino de Ciências*. Vol. 11, No. 02, 2006, pp. 239-259.

REZENDE, Flávia. QUEIROZ, Glória Regina Pessoa Campello. “Apropriação discursiva do tema ‘interdisciplinaridade’ por professores e licenciandos em fórum eletrônico”. *Ciência & Educação*. Vol. 15, No. 03, 2009, pp. 459-478.

SIAS, Denise Borges. RIBEIRO-TEIXEIRA, Rejane Maria. “Resfriamento de um corpo: a aquisição automática de dados propiciando discussões conceituais no laboratório didático de Física no ensino médio”. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*. Vol. 23, No. 03, dez, 2006, pp. 360-381.

SILVA, Tatiana da. “Ensino à distância e tecnologias na educação: o estudo de fenômenos astronômicos”. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*. Vol. 26, No. 03, dez, 2009, pp. 533-546.

SILVA, Wilton Pereira da. SILVA, Cleide M.D.P.S. SILVA, Diogo D.P.S. SILVA, Cleiton D.P.S. “Um software para experimentos sobre batimento de ondas sonoras”. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*. Vol. 21, No. 01, abr, 2004, pp. 103-110.

SISMANOGLU, B.N. GERMANO, J.S.E. AMORIM, J. “A utilização da filmadora digital para o estudo do movimento dos corpos”. *Revista Brasileira de Ensino de Física*. Vol. 31, No. 01, 2009, pp. 1501.

SOUZA, Carlos Alberto. BASTOS, Fábio da Purificação de. ANGOTTI, José André Peres. “Resolução de problemas de Física mediada por tecnologias”. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*. Vol. 25, No. 02, ago, 2008, pp. 310-339.

8.2 Anexo 2 – Questionário de Sondagem da metodologia B-learning do curso de Movimento Relativo

1)O material permite flexibilidade entre os tópicos de oscilações presentes no curso.

- Discordo:
- Discordo parcialmente:
- Concordo parcialmente:
- Concordo:

2)As hiperlinks (textos, sons, gráficos, imagens fixas, imagens em movimento) utilizadas são atrativas ao processo de aprendizagem.

- Discordo:
- Discordo parcialmente:
- Concordo parcialmente:
- Concordo:

3) Tendo em vista que a interatividade consiste em oferecer variadas alternativas de aprendizagem para o aluno (realização de atividades, navegação na internet, estudo do conteúdo) o material apresentado satisfaz esse quesito.

- Discordo:
- Discordo parcialmente:
- Concordo parcialmente:
- Concordo:

4) A linguagem dialógica tem como objetivo envolver o leitor, estabelecendo um diálogo onde o professor (autor do material) dá abertura para que aluno e professor possam interferir no texto e juntos construir discussões pertinentes ao tema. Esse material apresenta dialogicidade.

- Discordo:
- Discordo parcialmente:
- Concordo parcialmente:

- Concordo:

5) O material inserido no curso tem uma abordagem específica para a área de Engenharia.

- Discordo:

- Discordo parcialmente:

- Concordo parcialmente:

- Concordo:

6) O material proporciona interdisciplinaridade e contextualização dos conteúdos apresentados.

- Discordo:

- Discordo parcialmente:

- Concordo parcialmente:

- Concordo:

7) Os botões de interatividades apresentam informações relevantes ao aprendizado do aluno e consequente ajuda para a resolução de eventuais atividades avaliativas.

- Discordo:

- Discordo parcialmente:

- Concordo parcialmente:

- Concordo:

8) Qual a sua sugestão para a melhoria desse material?

8.3 Anexo 3 – Questionário de Sondagem da metodologia B-learning do curso de Oscilações Mecânicas

- 1) Dê uma nota de 0 a 10, sendo 0 muito ruim e 10 excelente, aos seguintes pontos sobre o desenvolvimento do conteúdo sobre oscilações do curso de Fis-26 a partir da metodologia Blended Learning: a) metodologia: b) organização da página do curso: c) vídeo
- 2) Quanto tempo, em média, você se dedicou para o estudo deste assunto na página do curso?
- 3) A metodologia utilizada oportunizou autonomia na aprendizagem do conteúdo de oscilações.
Não selecionado
(a) Concordo ()
(b) Concordo parcialmente ()
(c) Discordo parcialmente ()
(d) Discordo ()
- 4) No decorrer dessa experiência, você sentiu alguma dificuldade no entendimento do conteúdo devido à metodologia?
Não selecionado
(a) Sim ()
(b) Não ()
(c) Qual dificuldade: _____
- 5) No decorrer dessa experiência, você sentiu alguma dificuldade no entendimento do conteúdo devido à metodologia?
Não selecionado
(a) Sim ()
(b) Não ()
(c) Qual dificuldade: _____
- 6) No decorrer dessa experiência, você sentiu alguma dificuldade no entendimento do conteúdo devido à metodologia?
Não selecionado
(a) Sim ()
(b) Não ()
(c) Qual dificuldade: _____
- 7) No decorrer dessa experiência, você sentiu alguma dificuldade no entendimento do conteúdo devido à metodologia?
Não selecionado
(a) Sim ()
(b) Não ()
(c) Qual dificuldade: _____
- 8) No decorrer dessa experiência, você sentiu alguma dificuldade no entendimento do conteúdo devido à metodologia?
Não selecionado
(a) Sim ()
(b) Não ()
(c) Qual dificuldade: _____
- 9) No decorrer dessa experiência, você sentiu alguma dificuldade no entendimento do conteúdo devido à metodologia?
Não selecionado

- (a) Sim ()
(b) Não ()
(c) Qual dificuldade:_____
- 10) No decorrer dessa experiência, você sentiu alguma dificuldade no entendimento do conteúdo devido à metodologia?
Não selecionado
(a) Sim ()
(b) Não ()
(c) Qual dificuldade:_____
- 11) No decorrer dessa experiência, você sentiu alguma dificuldade no entendimento do conteúdo devido à metodologia?
Não selecionado
(a) Sim ()
(b) Não ()
(c) Qual dificuldade:_____
- 12) No decorrer dessa experiência, você sentiu alguma dificuldade no entendimento do conteúdo devido à metodologia?
Não selecionado
(a) Sim ()
(b) Não ()
(c) Qual dificuldade:_____

8.4 Anexo 4 – Avaliação do conteúdo da disciplina de Movimento Relativo FIS-14 em 2015.

Avaliação: Movimento Relativo. MECÂNICA-I (FIS14). DATA: nov/2015.

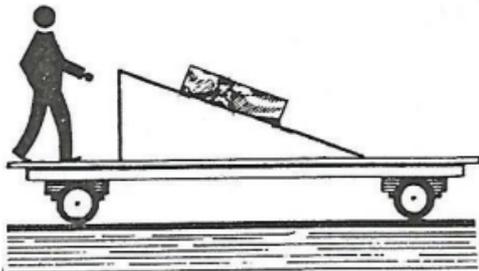
OBS.: Cuide da clareza do raciocínio e da organização dos cálculos. Sempre use esquemas para tornar mais claro o raciocínio.

QUESTÃO-1.

O capitão de um pequeno veleiro, impaciente pelo fato da calmaria tê-lo forçado a ficar parado em pleno mar, no equador terrestre, resolveu tentar movimentar o barco utilizando o seguinte expediente mecânico: elevar a âncora verticalmente da base até o topo do mastro cuja altura é h . Sabendo que a massa da âncora é igual a m e a do restante do barco é igual a M , e supondo irrelevante a resistência que o ar e a água oferecem ao movimento do barco, quando este está se movendo com pequena velocidade, pergunta-se **A)** existe respaldo teórico para o expediente do capitão? **B)** elevando a âncora, com velocidade constante, o capitão espera movimentar o barco para o leste ou para o oeste? **C)** qual será a velocidade do barco quando a âncora tiver atingido o topo do mastro? **D)** tem algum valor prático o expediente do capitão? Aqui use $m=200\text{ kg}$, $M=1000\text{ kg}$, $h=20\text{ m}$ e a velocidade angular da Terra $\omega = 7,3 \cdot 10^{-5}\text{ rad/s}$.

QUESTÃO-2.

O carro representado na figura abaixo pode se mover, da esquerda para a direita, numa estrada retilínea horizontal, com movimento uniformemente acelerado. Fixo ao carro existe um plano inclinado, de ângulo θ , e do qual uma reta de máximo declive pertence ao plano vertical que contém o eixo da estrada. Sobre o plano inclinado está apoiado um bloco, e se sabe que é igual a μ o coeficiente de atrito estático entre ele e o plano de apoio. Calcule qual a maior e a menor norma que poderá ter a aceleração do carro, relativa à Terra, suposta, ela mesma, um referencial inercial, sem que o bloco escorregue sobre o plano inclinado.



QUESTÃO-3.

Um projétil é disparado numa latitude norte λ , a partir da origem de um sistema de coordenadas local, com velocidade \vec{v}_0 voltada para o leste e fazendo um ângulo α com o plano do horizonte. **A) Escreva** inicialmente a 2ª. Lei de Newton incluindo todas as forças (inerciais e de interação) para o observador na origem do sistema local. **Simplifique essa equação** desprezando os termos em ω^2 e possíveis atrito, e considerando que a velocidade de rotação $\vec{\omega}$ da Terra é constante. **B)** Escreva os componentes escalares da **equação simplificada** obtida no item A. Usando **obrigatoriamente o método de aproximação sucessiva** mostre, com aproximação de primeira ordem em ω , que o projétil ao atingir o solo terá sofrido uma deflexão lateral dada por

$$d = \frac{4v_0^3}{g^2} \omega \sin \lambda \sin^2 \alpha \cos \alpha .$$

Especifique se a deflexão é para o norte ou para o sul.

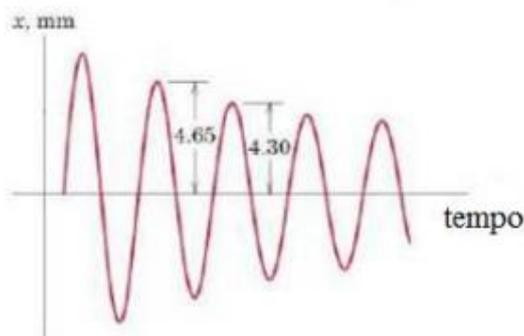
8.5 Anexo 5 – Avaliação do conteúdo da disciplina de Oscilações FIS-26 em 2016.

TESTE-III (FIS26) Capítulo: OSCILAÇÕES. 19/05/2016

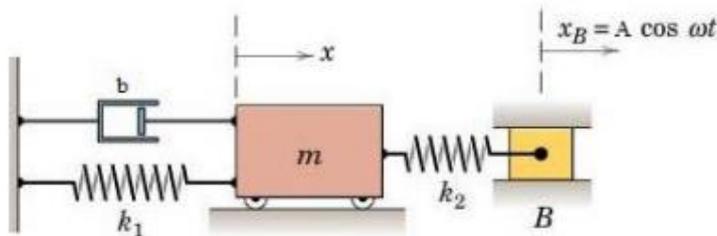
OBS.: *Cuide da clareza do raciocínio e da organização na apresentação dos cálculos.*

A) Determine a equação da trajetória no plano x - y do movimento resultante da superposição de dois movimentos harmônicos simples perpendiculares, cujas equações são: $x = 4 \text{ sen } \omega t$ e $y = 3 \text{ sen } (\omega t + \alpha)$, para $\alpha = \pi/2$ e π . Faça, em cada caso, o gráfico da trajetória e indique o sentido em que ela é descrita pela partícula. Se as frequências dos movimentos fossem diferentes que tipo de trajetória resultaria?

B) Um oscilador harmônico linear que possui de $1,10 \text{ kg}$ é colocado em movimento com um amortecimento viscoso. Se a frequência é de 10 Hz e se duas amplitudes sucessivas, separadas de um ciclo completo, são medidas e iguais a $4,65 \text{ mm}$ e $4,30 \text{ mm}$, conforme mostrado no esquema, calcule o coeficiente de amortecimento viscoso b .



C) A peça anexa B recebe um movimento horizontal $x_B = A \cos \omega t$. Desenvolva a equação do movimento para a massa m e determine a frequência crítica ω_c (ressonância de energia) para a qual as oscilações da massa tornam-se excessivamente grandes. Escreva também a expressão para a frequência de ressonância de amplitude.



8.6 Anexo 6 – PORTARIA Nº 4.059, DE 10 DE DEZEMBRO DE 2004 (DOU de 13/12/2004, Seção 1, p. 34)

O MINISTRO DE ESTADO DA EDUCAÇÃO, no uso de suas atribuições, considerando o disposto no art. 81 da Lei no 9.394, de 20 de dezembro de 1996, e no art. 1o do Decreto no 2.494, de 10 de fevereiro de 1998, resolve:

Art. 1o. As instituições de ensino superior poderão introduzir, na organização pedagógica e curricular de seus cursos superiores reconhecidos, a oferta de disciplinas integrantes do currículo que utilizem modalidade semipresencial, com base no art. 81 da Lei n. 9.394, de 1.996, e no disposto nesta Portaria.

§ 1o. Para fins desta Portaria, caracteriza-se a modalidade semipresencial como quaisquer atividades didáticas, módulos ou unidades de ensino-aprendizagem centradas na autoaprendizagem e com a mediação de recursos didáticos organizados em diferentes suportes de informação que utilizem tecnologias de comunicação remota.

§ 2o. Poderão ser ofertadas as disciplinas referidas no caput, integral ou parcialmente, desde que esta oferta não ultrapasse 20 % (vinte por cento) da carga horária total do curso.

§ 3o. As avaliações das disciplinas ofertadas na modalidade referida no caput serão presenciais.

§ 4o. A introdução opcional de disciplinas previstas no caput não desobriga a instituição de ensino superior do cumprimento do disposto no art. 47 da Lei no 9.394, de 1996, em cada curso superior reconhecido.

Art. 2o. A oferta das disciplinas previstas no artigo anterior deverá incluir métodos e práticas de ensino-aprendizagem que incorporem o uso integrado de tecnologias de informação e comunicação para a realização dos objetivos pedagógicos, bem como prever encontros presenciais e atividades de tutoria.

Parágrafo único. Para os fins desta Portaria, entende-se que a tutoria das disciplinas ofertadas na modalidade semipresencial implica na existência de docentes qualificados em nível compatível ao previsto no projeto pedagógico do curso, com carga horária específica para os momentos presenciais e os momentos a distância.

Art. 3o. As instituições de ensino superior deverão comunicar as modificações efetuadas em projetos pedagógicos à Secretaria de Educação Superior - SESu -, do Ministério da Educação - MEC -, bem como inserir na respectiva Pasta Eletrônica do Sistema SAPIEns, o plano de ensino de cada disciplina que utilize modalidade semipresencial.

Art. 4o. A oferta de disciplinas na modalidade semipresencial prevista nesta Portaria será avaliada e considerada nos procedimentos de reconhecimento e de renovação de reconhecimento dos cursos da instituição.

Art. 5o. Fica revogada a Portaria n. 2.253/2001, de 18 de outubro de 2001, publicada no Diário Oficial da União de 19 de outubro de 2001, Seção 1, páginas 18 e 19.

Art. 6o. Esta Portaria entra em vigor na data de sua publicação.

TARSO GENRO

FOLHA DE REGISTRO DO DOCUMENTO

^{1.} CLASSIFICAÇÃO/TIPO <p style="text-align: center;">DM</p>	^{2.} DATA <p style="text-align: center;">04 de agosto de 2016</p>	^{3.} REGISTRO N° <p style="text-align: center;">DCTA/ITA/DM-048/2016</p>	^{4.} N° DE PÁGINAS <p style="text-align: center;">92</p>
^{5.} TÍTULO E SUBTÍTULO: <p>Análise e implementação do aprendizado híbrido no ensino de física do ITA.</p>			
^{6.} AUTOR(ES): <p>Larissa Maciel do Nascimento</p>			
^{7.} INSTITUIÇÃO(ÕES)/ÓRGÃO(S) INTERNO(S)/DIVISÃO(ÕES): <p>Instituto Tecnológico de Aeronáutica – ITA</p>			
^{8.} PALAVRAS-CHAVE SUGERIDAS PELO AUTOR: <p>1. Ensino Híbrido 2. Tecnologia do ensino. 3. Física.</p>			
^{9.} PALAVRAS-CHAVE RESULTANTES DE INDEXAÇÃO: <p>Ensino a distância; Instrução assistida por computador; Física; Métodos educacionais; Engenharia; Educação.</p>			
^{10.} APRESENTAÇÃO: <div style="float: right; text-align: right;"> X Nacional Internacional </div> <p>ITA, São José dos Campos. Curso de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Física. Área de Física Atômica e Molecular. Orientador: Prof. Dr. José Silvério Edmundo Germano; coorientadora: Elisângela Pavanelo. Defesa em 29/07/2016. Publicada em 2016.</p>			
^{11.} RESUMO: <p>Indagações e discussões na comunidade científica acerca de como inovar o ensino de física, tornam-se cada vez mais evidente e necessária, mediante o atual cenário de transformações que as inovações tecnológicas e as mídias digitais interativas vêm proporcionando no cotidiano das pessoas e dos ambientes escolares. O ensino de física necessita de novas estratégias tanto no ambiente da sala de aula quanto nos baseados na internet, já que o público alvo que chega às escolas em todos os níveis vem com outras demandas e está sujeito a todo tempo e lugar a esse bombardeio de inovações que surgem a cada dia. É necessário, portanto, testar, validar novas metodologias e reorganizar conteúdos, bem como qualificar todos os “atores” que hoje trabalham no ensino e se preocupam com o processo de ensino e aprendizagem. Neste sentido, esse trabalho apresenta um estudo da aplicação da metodologia denominada Aprendizado Híbrido (<i>Blended Learning</i>) em cursos de graduação em engenharia do Instituto Tecnológico de Engenharia. As aplicações foram realizadas na disciplina FIS-14 no capítulo de movimento relativo de translação e rotação e na disciplina FIS-26 no capítulo relativo a oscilações mecânicas. Para o suporte tecnológico dessa pesquisa, usamos a plataforma de gestão MOODLE, que servirá de ambiente para organização de todo o conteúdo disponível, bem como, realizar uma análise estatística em todas as etapas do processo de ensino e aprendizagem.</p>			
^{12.} GRAU DE SIGILO: <p style="text-align: center;">(X) OSTENSIVO () RESERVADO () SECRETO</p>			