

APLICAÇÃO DE METODOLOGIA ATIVA DE APRENDIZADO EM COMBINAÇÃO COM A FERRAMENTA *MOODLE* NO ENSINO DE MECÂNICA DOS MATERIAIS DO CURSO DE ENGENHARIA AEROESPACIAL DA UFMG

APPLICATION OF ACTIVE LEARNING METHODOLOGY IN COMBINATION WITH THE MOODLE TOOL IN THE TEACHING OF MATERIALS MECHANICAL OF THE AEROSPACE ENGINEERING COURSE AT UFMG

Ernani Sales Palma¹

DOI: 10.37702/REE2236-0158.v39p26-38.2020

RESUMO

O uso de uma metodologia de ensino centrada no aluno é apresentado neste artigo por meio do estudo de caso observado na disciplina Mecânica dos Materiais do curso de Engenharia Aeroespacial da UFMG. O uso intensivo do *moodle* e a exigência de estudos prévios, anteriores ao momento da sala de aula, foram as condições usadas para se obter o envolvimento dos alunos. Todo o processo de planejamento, implantação e acompanhamento das alterações dessa disciplina foi mostrado através de exemplos de aplicação da metodologia usada no cotidiano da sala de aula. O ensino centrado nos alunos levou a uma participação ativa e criativa durante o andamento da disciplina.

Palavras-chave: metodologia ativa; ensino de Engenharia; moodle; envolvimento.

ABSTRACT

The use of a student-centered teaching methodology is presented in this paper through the case study observed in the discipline Materials Mechanical of the Aerospace Engineering Course at UFMG. The use of moodle and the requirement of previous studies, prior to the classroom, were conditions used to get the students involved. The process of planning, implementing and monitoring the changes of this discipline was shown through examples of application of the methodology used in the classroom. Student-centered teaching led to active and creative participation in this discipline.

Keywords: active methodology; Engineering teaching; moodle; involvement.

¹ Professor Titular da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

INTRODUÇÃO

Mecânica dos Materiais é uma disciplina obrigatória e é oferecida regularmente para os alunos do terceiro período do curso de Engenharia Aeroespacial da UFMG. Ela consiste no estudo das propriedades mecânicas, esforços atuantes e seleção e aplicações de materiais usados na Engenharia.

Tal disciplina vinha sendo oferecida há seis semestres usando-se a metodologia clássica de ensino, centrada no professor. As aulas eram apresentadas através de *slides* e da realização de exercícios em sala, ou como atividades extraclasse. Ao longo do curso, os alunos eram avaliados por intermédio da realização de três ou quatro provas.

Neste artigo pretende-se descrever o processo de planejamento e implementação de uma nova metodologia de ensino na disciplina Mecânica dos Materiais do curso de Engenharia Aeroespacial da UFMG e os principais resultados obtidos até o momento.

Apesar de o curso ter sido sempre bem avaliado pelos alunos, observou-se que a motivação e o envolvimento deles não estavam satisfatórios. As atividades desenvolvidas tornaram-se repetitivas e previsíveis, fazendo com que o entusiasmo se perdesse paulatinamente. Consequentemente, a relação professor-aluno se tornou cada vez mais fria com o passar do tempo. Os alunos chegavam para assistir às aulas sem saberem praticamente nada sobre o tema a ser visto. O professor apresentava o assunto, resolvia exemplos, propunha exercícios e tirava as dúvidas. Após o término das atividades, os alunos só estudariam aqueles tópicos vistos às vésperas das provas. O processo ensino-aprendizagem estava completamente deteriorado. O professor se dedicava ao máximo no planejamento das atividades, na seleção de materiais, textos, vídeos e exemplos. Os alunos também se dedicavam, uma vez que essa disciplina era (e continua sendo) o primeiro contato deles com os assuntos ligados diretamente ao curso. No entanto, aquele modelo tradicional de ensino centrado no professor provocava insatisfações

generalizadas. O prazer de ministrar as aulas transformou-se em frustrações semanais. A necessidade de mudanças era evidente, já que todos os atores envolvidos estavam insatisfeitos.

FUNDAMENTOS NECESSÁRIOS PARA ALTERAÇÃO DA METODOLOGIA DE ENSINO

Atualmente, em vários setores do ensino superior, existe uma tendência de mudança na forma de transmissão de conhecimento durante as aulas. As gerações atuais têm mais acesso às informações que as anteriores. Assim, não faz sentido reproduzir o mesmo método de ensino, no qual o professor explica o assunto e o aluno ouve passivamente. O professor engenheiro, ou engenheiro professor, deve incentivar e estimular o aprendizado, exigindo do docente posturas distintas daquelas clássicas (DANTAS, 2014).

Por intermédio dessa exigência de novas posturas deve-se, inclusive, analisar-se criticamente que tipo de engenheiro a sociedade necessita que seja formado. Mais que um solucionador de problemas, a característica essencial do engenheiro moderno é a da capacidade de inventividade técnica e da criatividade na proposição de soluções e alternativas às demandas tecnológicas (ARAVENA-REYES, 2014). A criatividade necessária ao enfrentamento das questões é incompatível com um modelo de ensino no qual o futuro engenheiro absorve o conhecimento passivamente. Assim, vários professores vêm propondo metodologias que venham de encontro a essas novas demandas do ensino de Engenharia.

Apesar de não tratar diretamente do uso de metodologias ativas de ensino, Pinto (2007) afirma que os alunos devem estar motivados para conseguirem os objetivos pretendidos e se sentirem verdadeiramente engenheiros. Para atingir tal grau de motivação, Bonaldo et al. (2018) propuseram uma alteração metodológica no ensino de equações

diferenciais no curso de Engenharia Civil da PUC-Minas. De acordo com esses autores, os estudantes passaram a desenvolver capacidades que vão muito além da memorização de conteúdos.

Freitas e Santos (2014) mostraram que o aprendizado dos alunos de Engenharia Civil foi superior ao das turmas anteriores após a introdução de uma metodologia denominada “Espiral de ensino”. Essa nova metodologia busca a participação dos discentes em todo o processo pedagógico e contempla a distribuição do conteúdo, avaliação, busca das causas e plano para melhorias das questões levantadas.

Segundo Lopes (2016), os métodos ativos de ensino são mais efetivos do que os métodos tradicionais de ensino, centrados nas exposições do professor para uma audiência passiva. Esse estudo mostrou a melhoria ocorrida em uma disciplina do curso de Física, após a introdução da metodologia “Instrução pelos colegas” (*peer instruction*) na Universidade Federal de Viçosa.

A utilização de metodologias ativas na disciplina de Pedologia do curso de Engenharia Ambiental do ICT-UNESP levou a um maior comprometimento dos alunos, tornando-os mais participativos durante as aulas, conforme um estudo de Bardini e Spalding (2017). Nesse trabalho, os autores mostraram a aplicação de dois métodos distintos: “*Team Based Learning*” (TBL) e “Dinâmica de grupo”: Batata quente, além de dois recursos tecnológicos: *Hot potatoes* e *Kahoot*. Os autores concluíram que a metodologia do TBL foi a que obteve melhores resultados e que o aprendizado em equipe foi mais efetivo do que o individual.

Todos os passos e fundamentações teóricas para a aplicação da metodologia TBL – ou “Aprendizagem Baseada em Equipes” (ABE) – foram demonstrados detalhadamente por Bollela et al. (2014). Segundo esses pesquisadores, tal metodologia pode ser usada parcialmente, complementando cursos expositivos ou que usem outras metodologias. Além disso, eles afirmam que a preparação individual prévia pelos discentes é um requisito essencial para o sucesso desse

método de ensino. Esse estudo preparatório para as aulas pode ser alcançado por meio do uso de Ambiente Virtuais de Aprendizado (AVA), principalmente através da utilização do *Moodle*.

Finalmente, pode-se concluir que, independente das metodologias usadas, os métodos ativos foram eficazes em estimular e em aumentar a eficiência do aprendizado pelos alunos. Vários autores mostraram resultados comprovando a melhoria no ensino de Engenharia (BATTESINI; MATEUS, 2018; AMORAS et al., 2018; PAZ; RUAS, 2019).

Vários professores vêm utilizando as ferramentas de ensino a distância para incentivar a participação dos alunos no processo de aprendizagem, tornando-os mais ativos e participativos. Lopes, Caritá e Afonso (2011) usaram o Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) *Moodle* para ministrarem as disciplinas Ciências dos Materiais e Instrumentação Industrial do curso de Engenharia Química e, também, as disciplinas Pesquisa Operacional e Ergonomia e Segurança no Trabalho do curso de Engenharia de Computação da Universidade de Ribeirão Preto (UNAERP). Foi constatado que o interesse e motivação dos alunos cresceram após a implementação dessa metodologia. Resultados semelhantes foram observados por Takeda et al. (2017) no uso do *Moodle* como ferramenta auxiliar de avaliação em cursos presenciais na Universidade Federal de São Carlos (UFSCar).

A aplicação de um ensino híbrido, presencial e a distância, na disciplina Física Geral I dos cursos da Escola de Engenharia da Universidade Presbiteriana Mackenzie, para os discentes que já a haviam cursado presencialmente e foram reprovados, foi apresentada por Masson et al. (2017). Esse trabalho mostrou que os alunos repentinos ficaram mais motivados, passando de ouvintes passivos a participantes ativos, reduzindo assim a evasão nos semestres iniciais dos cursos de Engenharia.

A partir dos estudos mostrados acima, parece evidente que uma mudança de postura do professor de Engenharia em relação ao processo didático pedagógico é necessária e

urgente. Os alunos das gerações atuais têm exigências distintas daqueles mais velhos. O avanço tecnológico deve ser acompanhado pela evolução de posturas e metodologias didáticas. Neste cenário atual, o professor deve ser responsável pela criação de um ambiente que permita o aluno “aprender a aprender” e, assim, a desenvolver as competências exigidas aos engenheiros modernos (CUNHA, 2016).

A METODOLOGIA PROPOSTA

A partir das insatisfações semanais e de reflexões constantes, a metodologia de ensino da disciplina Mecânica dos Materiais foi completamente reformulada no primeiro semestre de 2017. Baseando-se nos estudos e experiências de métodos ativos de aprendizagem, duas premissas básicas nortearam as mudanças realizadas: centrar o aprendizado no aluno e uso intensivo do *Moodle* nas atividades didáticas. Em vez de apenas transmitir seu conhecimento, o professor passou a ser o condutor do aprendizado e coordenador das atividades.

A reformulação da metodologia envolveu uma série de adequações pedagógicas, gerenciais e técnicas, buscando atender às novas tendências educacionais. Todo o processo didático-pedagógico, desde o

planejamento, passando pelas atividades iniciais e do cotidiano da sala de aula, até o fechamento da disciplina, foi alterado.

Atividades preliminares antes do início da disciplina

Como suporte às mudanças propostas, uma nova referência bibliográfica fundamental (MOURITZ, 2012) completamente identificada com o curso de Engenharia Aeroespacial foi incorporada à bibliografia básica. Esse livro texto, além de um bom aprofundamento teórico, apresenta aplicações e exemplos comuns ao cotidiano de um engenheiro aeroespacial. Os alunos tinham nesse livro um grande estímulo ao estudo em virtude da sua ligação com os assuntos de interesse do curso, ou seja, aeronaves e seus componentes.

No início do semestre, antes mesmo do começo efetivo das aulas, os alunos receberam via *Moodle* um cronograma detalhado com todas as atividades a serem realizadas (Tabela 1). Além das datas, este planejamento da disciplina indicava claramente os tópicos dos dois livros básicos que seriam estudados em cada data.

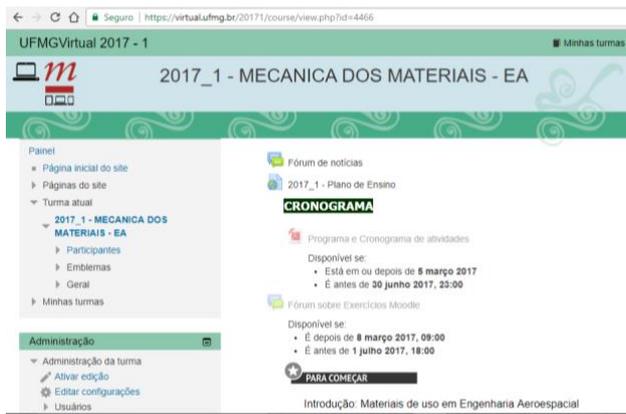
Tabela 1 – Parte do cronograma de atividades fornecido aos alunos

Agosto		
1	02	Apresentação do curso – Metodologia de Ensino – Atividades - Moodle
2	07	<i>Materiais de uso em Eng. Aeroespacial: Passado, presente e futuro. – Mouritz – Capít. 2</i> Esforços atuantes em Estruturas: Apostila Ernani
3	09	Esforços atuantes em Estruturas: Apostila Ernani
4	14	Esforços atuantes – Estudo dirigido on line
5	16	Propriedades Mecânicas dos Materiais: Capítulo 6: Ciência e Eng. de Mater.– Callister
6	21	Propriedades Mecânicas dos Materiais: Capítulo 6: Ciência e Eng. de Mater.– Callister
7	23	Propriedades Mecânicas dos Materiais: Capítulo 6: Ciência e Eng. de Mater.– Callister
8	28	Estrutura Atômica de sólidos Cristalinos:
9	30	Imperfeições da Estrutura Atômica:
10

Fonte: elaborada pelo autor.

Todas as tarefas que seriam desenvolvidas durante o curso foram hospedadas no *Moodle* (Figura 1). Assim, no primeiro dia de aula, toda a disciplina estava praticamente montada, requerendo apenas alguns ajustes ao longo das aulas.

Figura 1 – Visão geral da página da disciplina hospedada no Moodle



Fonte: acervo do autor.

Um extenso banco de dados contendo questões relativas aos diversos assuntos foi montado pelo professor usando esta plataforma *Moodle*. Questionários e lições *on-line* sobre todos os tópicos foram elaborados e disponibilizados na plataforma *on-line*. Um questionário teste foi colocado à disposição antes do início das aulas, com o objetivo de familiarização dos alunos com a ferramenta. Esse questionário ficou disponível até duas semanas após o início efetivo da disciplina.

Finalmente, um texto foi enviado via *Moodle* aos discentes matriculados, explicando a metodologia a ser adotada e a importância de estarem presentes no início do semestre letivo. Na primeira aula, a única expositiva na forma clássica em todo o semestre, o professor explicou detalhadamente todo o andamento da disciplina. Ao final, foi realizada uma tarefa teste para familiarização com algumas ferramentas que seriam utilizadas no futuro. O tema utilizado nessa tarefa é bastante básico, relacionado ao curso de Engenharia Aeroespacial e de conhecimento de todos os envolvidos. O único propósito era a introdução da metodologia e das tarefas que seriam realizadas ao longo do semestre.

Preparo individual pré-aula

Os alunos tinham instruções claras e precisas sobre os assuntos a serem estudados nas datas das aulas, disponíveis durante todo o curso. O Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) *Moodle* foi usado como ferramenta que facilitasse e propiciasse o estudo do tema da próxima aula. Os questionários previamente elaborados eram resolvidos única e exclusivamente *on-line* no *Moodle*, obedecendo-se um cronograma estabelecido, com data de início e fim de abertura das atividades pelos alunos. A data de encerramento dessas atividades era sempre no dia anterior à aula sobre os assuntos correlacionados. Com isso, os alunos tinham de estudar os tópicos indicados pelo professor e resolver questões a respeito do que tinham estudado. Além de perguntas básicas para testar a leitura, esses questionários continham questões mais elaboradas que exigiam outras leituras e/ou discussões aprofundadas. Em geral, os alunos tinham duas chances de resolver cada um desses questionários, ficando com a média aritmética das notas das duas tentativas. Eles eram informados da nota recebida em cada questionário *on-line* no *Moodle* imediatamente após a sua resolução. Após o término da aula, os alunos tinham acesso às respostas das questões e podiam verificar os seus acertos e erros e, assim, compará-los com as soluções do professor.

Os questionários são constituídos por questões de múltipla escolha, de respostas curtas, associativas e de questões com cálculos. Ao abrir o questionário, o aluno tinha um tempo pré-determinado para respondê-lo. As perguntas constituintes de cada questionário eram escolhidas aleatoriamente dentro do banco de dados de cada assunto. Assim, a probabilidade que dois alunos respondessem a mesma pergunta era muito pequena. Esses questionários foram elaborados de tal modo que, ao ser aberto, existiam questões sobre todos os tópicos do tema estudado.

As lições *on-line* também são utilizadas como suporte extra às atividades em sala de aula. Essas lições contêm questões (múltiplas

escolhas, abertas, cálculos etc.) distribuídas em várias páginas. Ao responder corretamente uma questão, o aluno é direcionado à questão seguinte. Caso responda incorretamente, ele é avisado do erro e deve seguir um roteiro distinto daquele que seguiria se tivesse acertado a resposta. Essa ferramenta possibilita orientar o estudo do aluno de maneira praticamente individual. As lições *on-line* são usadas para complementar o estudo de assuntos que não tiveram tempo de serem abordados adequadamente na sala de aula. Em geral essas lições têm prazos maiores que os questionários.

Fóruns de discussões foram criados para permitir a interação entre os alunos e o professor através do *Moodle*. Dúvidas, críticas, reclamações e apontamentos de erros eram constantemente postados. Os próprios alunos ajudavam os colegas em algumas dúvidas durante as discussões nestes fóruns. Na maioria das vezes estas discussões repercutiam na sala de aula.

O objetivo dos questionários era a obtenção de uma preparação prévia e fazer com o estudante chegasse às aulas conhecendo os assuntos a serem vistos. Para complementar os estudos prévios, no início de cada aula sempre havia uma atividade preparatória. Os alunos faziam uma ou mais das seguintes atividades: respondiam novas questões sobre o assunto previamente estudado e que seria visto a seguir, elaboravam resumos sobre tudo que haviam estudado, elaboravam questões sobre os tópicos vistos ou revisavam um texto apresentado.

Em algumas aulas, essas atividades preparatórias seguiam o roteiro proposto por Bollela et al. (2014): resolução individual da tarefa, formação de grupos, discussão das respostas individuais e respostas em grupo. Cada grupo só podia apresentar uma única resposta. Nessas aulas cada aluno recebia as questões e respectiva folha de respostas com as instruções, conforme Figura 2.

Atividades cotidianas na sala de aula

Figura 2 – Folha de respostas de atividade preparatória

Nome: _____ Equipe Nº.: _____ Data: 12/03/18 Assunto: **Esforços Atuantes**

Etapa 1: Estudo prévio em casa e responder questionário no Moodle.

Etapa 2: Garantia do preparo **individual** (*Individual Readness Assurance Test - IRAT*)

Instruções: Cada questão vale 4,0 pontos. Você deve assinalar 4,0 pontos em cada linha no quadro "**Individ**" correspondente a cada questão. Todos os 4,0 pontos podem ser colocados em uma única opção se você tiver certeza sobre a opção correta. Caso tenha dúvidas, estes pontos também podem ser distribuídos como você achar melhor (2+2, 3+1, 2+1+1, 1+1+1+1), desde que a soma em cada questão seja 4,0.

OBS.: Esta segunda etapa é individual e sem consulta.

Alternativa Questão	A		B		C		D		Total de pontos	
	Individ	Grupo	Individ	Grupo	Individ	Grupo	Individ	Grupo	Individ	Grupo
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
TOTAL DE PONTOS:										

Etapa 3: Garantia do preparo em **grupo** (*Group Readness Assurance Test - GRAT*)

- Após a discussão e decisão da equipe **por uma única resposta**, esta deve ser assinalada no espaço correspondente ao **grupo**.
- Após a marcação chame o professor que determinará se a resposta está certa ou errada. Se estiver correta: 4,0 pontos. Passem para a questão seguinte.
- Se a primeira opção estiver errada: Retornem a discussão e marque uma nova alternativa: Se estiver correta: 2,0 pontos. Passem para a questão seguinte.
- Se a segunda opção também for errada: Retornem a discussão e marque uma nova alternativa: Se estiver correta: 1,0 ponto. Passem para a questão seguinte.
- Se a terceira opção também estiver errada: 0,0 ponto. Passem para a questão seguinte.
- TODOS** os membros da equipe devem ter a **mesma resposta**.
- Não deixem os membros de outras equipes verem suas respostas e discussões.**

RECURSO (APELAÇÃO)

- Caso algum aluno ou grupo não concorde com a resposta do professor, pode e deve ser feita uma apelação. Se der tempo, faça-a oralmente na sala. Caso não haja tempo, use o fórum de discussão do moodle.

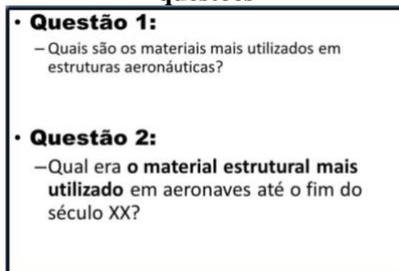
- Se o recurso for do grupo, apenas um aluno (escolhido pela equipe) deve fazer esta apelação (oralmente ou através do moodle), identificando claramente o número do grupo.

Fonte: acervo do autor.

Em algumas oportunidades essas atividades prévias eram corrigidas pelo professor e discutidas na mesma hora ou na aula seguinte. Na maioria das vezes, os próprios alunos corrigiam as atividades dos colegas e discutiam entre si os erros e acertos. O professor atuava como moderador e como juiz quando se chegava a um impasse.

A discussão do assunto pelo professor só se iniciava após o término das atividades preparatórias. Os *slides* dos assuntos a serem apresentados foram completamente remodelados. No contexto atual, em que os alunos já sabiam os assuntos a serem apresentados, não havia mais espaço para o professor ficar explanando o “já estudado”. O tema era apresentado sob a forma de perguntas, conforme se vê no exemplo da Figura 3.

Figura 3 – Exemplo de Slides com apresentação de questões



Fonte: acervo do autor.

Após a apresentação do tema a ser visto, cada aluno tinha um tempo para respondê-la por escrito em uma folha com as numerações das questões recebidas no início da aula (Figura 4). Um aluno era selecionado aleatoriamente para ler a sua resposta do tema levantado. Após essa leitura, um ou mais alunos eram questionados se concordavam ou não com a solução proposta pelo colega. Somente após o assunto ser completamente esgotado, passava-se para a questão seguinte. Em casos em que houvesse necessidade de aprofundamentos, o tema era explicado detalhadamente pelo professor.

Figura 4 – Folhas recebidas pelos alunos no início da aula para anotações

Mecânica dos Materiais	Data:
Assunto:	
Questão N ^o	
Questão N ^o	
Questão N ^o	

Fonte: acervo do autor.

Como já mencionado anteriormente, após o término da aula, os alunos tinham um novo acesso aos questionários realizados previamente no *Moodle* para ver todos os seus

acertos e erros. Nessas ocasiões, o fórum de discussões ficava em plena atividade. Os alunos questionavam várias respostas e até mesmo as questões elaboradas pelo professor.

Com isso, o banco de questões vem sendo atualizado e otimizado a cada semestre.

Avaliações

As avaliações da disciplina Mecânica dos Materiais também passaram por uma profunda reformulação após a mudança da metodologia de ensino. Não havia sentido em manter as provas tradicionais como avaliação de um processo que demandava estudos frequentes e uma profunda interação entre o professor e os alunos. Os alunos passaram a ser avaliados permanentemente por meio dos questionários *on-line*, nas atividades presenciais no início de cada aula e oralmente durante as aulas. Após o término de cada aula, o professor fazia anotações sobre cada aluno, apontando conceitos individuais a cada um dos participantes. Alunos que não eram pontuais eram claramente advertidos e formalmente penalizados. Os 100 pontos da disciplina foram divididos ao longo do semestre pelas várias atividades, como se vê na Tabela 2.

Tabela 2 – Distribuição de pontos nas avaliações

Tipo de avaliação	Valor (pontos)
Avaliações através de questionários <i>on-line</i> Moodle	30,0
Atividades preparatórias presenciais	30,0
Avaliações presenciais (escritas ou orais)	30,0
Trabalho de conclusão	10,0

Fonte: elaborada pelo autor.

Os alunos recebiam pontos por todas as atividades preparatórias presenciais. Ao longo do semestre são realizadas cerca de 20 avaliações desse tipo. Em várias atividades, os alunos fizeram uma autoavaliação e/ou avaliavam os colegas. O professor dava nota em todas as atividades. Estas avaliações eram sempre devolvidas aos alunos e suas notas eram discutidas coletivamente. Raramente as notas do professor foram inferiores aos dos alunos (autoavaliação ou avaliação aos colegas). Os estudantes sempre foram mais rigorosos consigo mesmo e com os colegas do que o professor.

Duas avaliações semelhantes às provas tradicionais foram mantidas. No entanto, essas avaliações presenciais constituíram-se em mais

uma ferramenta de aprendizagem. O principal objetivo era identificar os pontos a serem aperfeiçoados. A primeira, valendo 10 pontos, é realizada no meio do semestre e sua forma varia de semestre a semestre. Ela pode ser tanto do estilo convencional, com várias questões abertas, quanto pode ser solicitado um resumo das atividades desenvolvidas até aquele momento. Pode ser cobrado ainda que o aluno elabore questões, as quais serão respondidas pelos colegas. Em todos os casos, ao entregar essas atividades, os alunos fazem uma autoavaliação. Posteriormente, após corrigi-las, o professor faz a sua avaliação individual de cada discente. Em casos em que ocorrem grandes discrepâncias entre a nota conferida pelo professor e a autoavaliação, a atividade é devolvida e o aluno deve trabalhar em cima dos assuntos nos quais não foi bem avaliado. Nesses casos, o conceito final é aumentado, mas sem alcançar aqueles que não necessitaram dessa reconsideração.

A segunda prova ocorre ao final da disciplina. O professor faz avaliações qualitativas e separa os alunos em três grupos. O primeiro grupo é dispensado da atividade, desde que os alunos concordem com a nota dada pelo professor. O segundo grupo deve obrigatoriamente fazer essa última prova. Um grupo intermediário é constituído por alunos que devem convencer o professor da dispensa da realização dessa atividade avaliativa. Após o processo, integrantes do grupo intermediário são alocados no primeiro (dispensados) ou no segundo (não dispensados) grupo. O convencimento pode ser um memorial escrito e/ou discussões orais.

Em geral, no máximo 20% dos alunos matriculados são obrigados a fazerem essa última atividade avaliativa, a qual é realizada por meio de questões abertas ou por meio da avaliação oral. A escolha de um ou outro método pode ser feita pelos alunos na hora da prova. No caso de avaliação oral, o aluno elabora uma relação dos itens estudados na disciplina e entrega ao professor. A avaliação é realizada por intermédio da discussão em cima desse resumo.

A disciplina é finalizada com um trabalho de conclusão. O trabalho consta da seleção de materiais para aplicações aeronáuticas ou estudo de casos específicos. Em geral a sua realização é feita por duplas de alunos. O tema de cada dupla é único e é escolhido por sorteio. O trabalho é dividido em tarefas, as quais devem ser postadas no *Moodle* em datas pré-definidas. A realização de uma tarefa só é possível após a correção pelo professor da etapa anterior. A realização do trabalho de conclusão demora cerca de um mês. Ele consiste realmente na conclusão da disciplina, já que os alunos devem usar todos os assuntos vistos e empregá-los de maneira crítica.

ANÁLISE CRÍTICA

Apesar de larga experiência profissional, o professor da disciplina analisada não tem formação didático-pedagógica. Assim como uma grande parcela dos professores universitários, principalmente na Escola de Engenharia, o aprendizado da “arte de ensinar” ocorre na prática cotidiana (BARDINI; SPALDING, 2017). Apesar dessas deficiências, os fundamentos necessários às mudanças propostas foram encontrados na literatura disponível. A dissertação de mestrado realizada por Lopes (2016) foi um dos dois trabalhos usados como fundamento teórico de todo o processo de mudança. A metodologia “Aprendizagem Baseada em Equipe” (ABE) –

Team-Based Learning (TBL) – foi aplicada parcialmente, usando como referencial o artigo apresentado por Bollela et al. (2014). Embora não tenha seguido exclusivamente as metodologias analisadas, esses dois trabalhos nortearam todo o processo de mudança realizado.

As alterações implantadas na disciplina Mecânica dos Materiais tinham como objetivo fazer com que os alunos se envolvessem profundamente com os assuntos estudados. Envolvimento passou a ser a palavra chave durante todo o curso. O professor sempre enfatizava a necessidade de os alunos aprenderem o conteúdo lecionado. Não bastava ele ensinar tudo o que sabia, o

essencial seria fazer com que os alunos aprendessem o que era ensinado. O aproveitamento efetivo só seria realmente alcançado se os alunos tivessem uma postura ativa durante a aula.

Três condições são necessárias para que se tenha envolvimento e conseqüentemente uma postura ativa durante a aula: estudo prévio dos assuntos a serem vistos, pontualidade e atenção. Conforme o mostrado acima, o estudo prévio foi conseguido através da exigência de realização de questionários, cuja entrega era sempre no dia anterior à aula. Para consecução do objetivo, usou-se intensivamente a ferramenta *Moodle*. Segundo Santana e Encinas (2007), o uso dessa ferramenta foi bastante eficaz para motivar e incentivar os alunos no aprendizado na disciplina Metodologia de Pesquisa Florestal. Tal eficácia também foi verificada neste trabalho, referente à disciplina Mecânica dos Materiais.

A falta de pontualidade, apesar de ter diminuído no decorrer do curso, sempre foi motivo de discussão. No entanto, apenas 10% dos alunos tinham problemas de horário. Todas as vezes que um aluno chegava com atrasos superiores a 10 minutos, isso era formalmente escrito na lista de presença. Em avaliações realizadas durante a disciplina, alguns alunos comentaram que jamais tinham visto um professor tão “estressado com horário”.

A disputa pela atenção do aluno deve ser um ponto de reflexão. As pessoas da geração atual necessitam de estar conectadas às redes sociais durante todo o tempo em que estão acordadas. A metodologia que exige uma postura ativa do aluno inibe, em grande parte, o acesso ao *smartphone*, já que eles têm de participar ativamente durante toda a aula. Todas as vezes que o professor percebia um aluno “se distraído” nas redes sociais, ele era imediatamente questionado sobre o assunto em discussão. Em algumas oportunidades, aproveitava-se desse fato e o aluno era solicitado a fazer uma pesquisa rápida sobre o tema. Raramente foi necessária uma atitude mais enérgica do professor, exigindo atenção. O comportamento dos alunos nessa disciplina, após as mudanças realizadas, quando

comparado com o das turmas de semestres anteriores, demonstrou diferença bastante visível. Os alunos tornaram-se mais comprometidos e o envolvimento foi bastante acentuado.

Ao longo da disciplina, o método utilizado e o professor foram avaliados pelos alunos. Em geral, eles elogiaram bastante a metodologia usada e apresentaram críticas à postura rígida do professor em relação ao cumprimento de datas e horários. Entretanto, as maiores reclamações foram em relação ao volume dos assuntos a serem estudados em função da escassez de tempo. Outra característica destas gerações atuais é o número de atividades exercidas fora e/ou na própria universidade. Acrescente-se a isso o fato de os cursos de Engenharia terem grades curriculares pesadas, exigindo-se dos alunos a matrícula em muitas disciplinas por semestre. O professor sempre argumentava que tinha de cumprir a ementa do curso e que o volume de estudos estava adequado à carga horária. As reclamações diminuíram bastante ao longo do tempo, passando a não existir mais nos últimos meses de aula. No entanto, em uma pesquisa de satisfação realizada após o encerramento do semestre, todos os alunos pesquisados reafirmaram a carga excessiva de trabalho. Apesar das críticas, eles consideraram a metodologia usada excelente.

Após três semestres de implantação da nova metodologia, uma avaliação quantitativa das aulas pelos alunos foi introduzida. Após o término da maioria das aulas, os alunos preenchiam individualmente uma avaliação como mostrada na Figura 5.

Figura 5 – Ficha de avaliação quantitativa após cada aula

Avaliação da aula - 14/03/2018 – Esforços Atuantés – Atividades em sala - Cálculo

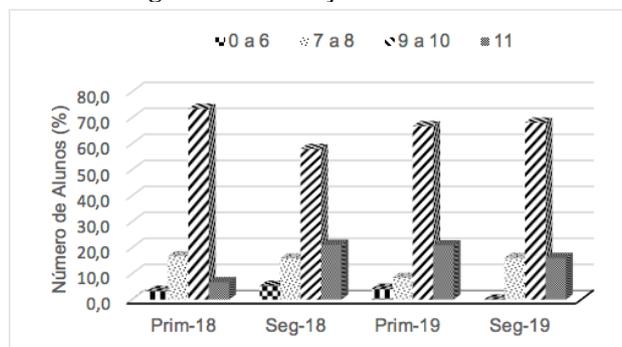
Assinale com um traço sua opinião sobre esta aula dentro das opções disponíveis. Leve consideração a sua participação, seu aprendizado e a atuação do professor.

0 a 6: Não gostou e Não recomenda esta aula	7-8: Gostou mas fica com o conhecimento para si mesmo.	9-10: Gostou muito e Recomenda esta aula	11: Muito graficar

Fonte: acervo do autor.

A partir dessa ficha de avaliação, as notas médias (em percentual) foram calculadas e os resultados estão mostrados na Figura 6. Pode-se observar que a grande maioria dos alunos considerou a disciplina como muito boa (notas 9 ou 10). Em três semestres, cerca de 2 a 3 alunos consideraram a disciplina muito ruim (notas entre 0 e 6). Ao longo desses semestres, 3 a 6 alunos avaliaram a disciplina como excelente (nota 11). Resumidamente, em todos os semestres, no mínimo 80% dos alunos avaliaram a disciplina como muito boa ou excelente (notas de 9 a 11).

Figura 6 – Avaliação dos alunos



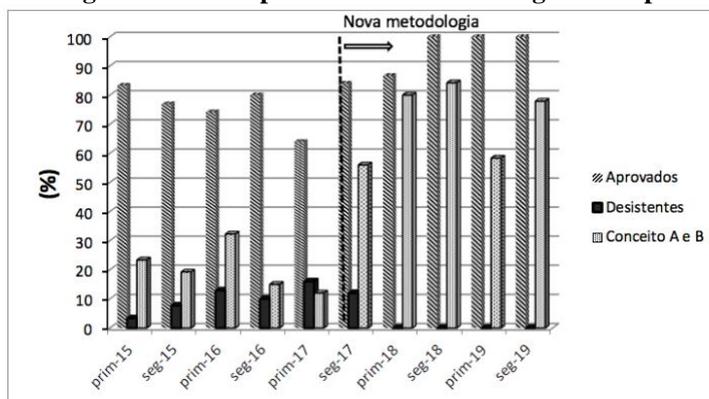
Fonte: elaborada pelo autor.

O desempenho obtido pelos alunos ao longo do tempo está mostrado na Figura 7. O índice de aprovação na disciplina vem se alterando com a mudança de metodologia de ensino. Na metodologia antiga, 72% a 82% dos alunos matriculados eram aprovados. Após o primeiro semestre de 2017 o índice vem crescendo gradativamente e atingiu 100% no segundo semestre de 2018. Além disso, pode-se observar que o percentual de alunos aprovados com conceitos A e B subiu após a introdução da nova metodologia. Esses números estão relacionados às diferenças existentes na forma como ocorreram as reprovações. No formato tradicional, todos os alunos matriculados frequentavam o curso até o final do semestre e faziam todas as provas. Mesmo aqueles alunos com aproveitamento muito baixo tentavam passar até o último momento. Após o uso de metodologias ativas, praticamente todos os alunos que ficaram até o final foram aprovados. A exigência de realizarem a última prova era uma forma de

preencher lacunas no aprendizado. Esses alunos foram avisados que eles já estavam aprovados e a nota obtida na última avaliação

serviria para a obtenção de conceitos mais elevados.

Figura 7 – Desempenho dos alunos ao longo do tempo



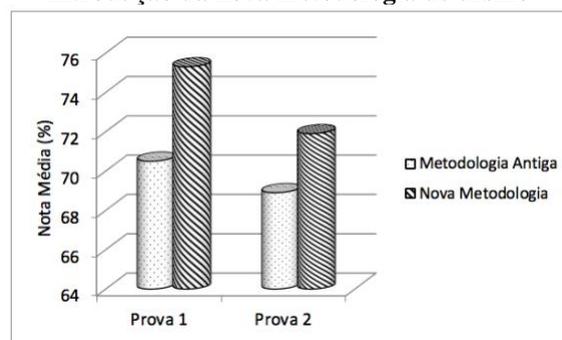
Fonte: elaborada pelo autor.

Inicialmente, no primeiro ano, o número de desistentes não se alterou significativamente com a utilização da metodologia ativa de ensino. Em geral, até a metade do semestre, cerca de 10% dos alunos desistiram de cursar a disciplina por não conseguirem efetuar as tarefas adequadamente. O professor conversou pessoalmente com cada um dos alunos desistentes. Com uma exceção, todos os demais argumentaram que estavam desistindo por não terem tempo para se dedicar adequadamente aos assuntos exigidos. Havia a percepção de que sem o envolvimento e a postura ativa exigida, não havia chance de aprovação na disciplina. Assim, eles preferiam se dedicar às outras disciplinas e voltar a cursar de maneira adequada no semestre seguinte. A partir do segundo ano de implementação da nova metodologia, tal situação mudou completamente, quando nenhum aluno desistiu de cursar a disciplina após ser matriculado.

Finalmente, uma comparação do aprendizado entre turmas anteriores e posteriores à alteração de metodologia de ensino foi realizada através da aplicação de provas idênticas. Para tanto, nas turmas do segundo semestre de 2018 e do primeiro e segundo semestres de 2019 foram aplicadas duas avaliações exatamente iguais às aplicadas anteriormente às duas turmas de 2016. Ao contrário da época da realização dessas provas em 2016, as turmas de 2018 e 2019 foram

avaliadas sem nenhum aviso prévio. Os valores das médias obtidas nas duas provas por essas turmas estão mostrados na Figura 8. Pode-se observar que o rendimento médio das turmas sob a nova metodologia foi superior ao das turmas anteriores. Resultados semelhantes foram relatados por Chinaglia e Santos (2018) devido à introdução de uma metodologia ativa de aprendizagem em turmas de Física Básica para cursos de Engenharia.

Figura 8 – Comparação de avaliações antes e após a introdução da nova metodologia de ensino



Fonte: elaborada pelo autor.

CONCLUSÕES

O uso de uma metodologia de ensino na disciplina Mecânica dos Materiais que exigiu uma postura ativa dos alunos alterou bastante o comportamento de todos os envolvidos no processo de ensino, inclusive do professor, na prática diária em sala de aula.

O professor teve que fazer uma reflexão sobre suas metodologias tradicionais e, em lugar de ser um mero transmissor do conteúdo, passou a ser o orientador do aprendizado. A sua função passou a ser de mediador e esclarecedor de dúvidas. Além disso, ele teve papel essencial na síntese dos assuntos estudados.

Os alunos ficaram mais motivados e as aulas tornaram-se vibrantes, com intensa participação individual e coletiva de toda a turma. Apesar do aumento da carga de trabalho, os resultados mostraram que este é o caminho a se seguir para que se tenha um processo de aprendizado efetivo.

REFERÊNCIAS

- AMORAS, R. C. et al. Aprendizagem ativa: uma revisão da literatura. **Revista do Ensino de Engenharia**, v.37, n.2, p.176-184, 2018.
- ARAVENA-REYS, J. A. A problematização como invenção: fundamentos para a educação de Engenharia. **Revista do Ensino de Engenharia**, v.33, n.2, p.65-71, 2014.
- BARDINI, V. S. S.; SPALDING, M. Aplicação de metodologias ativas de ensino-aprendizagem: experiência na área de Engenharia. **Revista do Ensino de Engenharia**, v.36, n.1, p.49-58, 2017.
- BATTESINI, M.; MATEUS, A. L. S. S. Aprendendo com aviões de papel: metodologias ativas no ensino de engenharia de produção. **Revista de Ensino de Engenharia**, v.37, n.3, p.81-94, 2018.
- BOLLELA, V. R. et al. Aprendizagem baseada em equipes: da teoria à prática. **Revista da Faculdade de Medicina (Ribeirão Preto)**; v.3, n.47, p.293-300, 2014.
- BONALDO, E. et al. Proposta metodológica para o ensino de equações diferenciais no curso de Engenharia Civil na PUC Minas – Barreiro. **Revista do Ensino de Engenharia**, v.37, n.2, p.98-109, 2018.
- CHINAGLIA, E. F.; SANTOS, R. B. B. Aprendizagem ativa para turmas grandes em salas de aula convencionais. **Revista do Ensino de Engenharia**, v.37, n.2, p.3-11, 2018.
- CUNHA, M. I. Docência na universidade, cultura e avaliação institucional: saberes silenciados em questão. **Revista Brasileira de Educação**, v. 11. n.32, p.258-271, 2006.
- DANTAS, C. M. M. Docentes engenheiros e sua preparação didático-pedagógica. **Revista de Ensino de Engenharia**, v.33, n.2, p.45-52, 2014.
- FREITAS, D. B.; SANTOS, V. Melhoria do ensino e da aprendizagem na disciplina “Concreto Protendido” do Curso de Engenharia Civil. **Revista de Ensino de Engenharia**, v.33, n.1, p.65-74, 2014.
- LOPES, A. M. **Combinando metodologia de ensino peer instruction com just-in-time teaching para o ensino de Física**. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2016.
- LOPES, C. S. G.; CARITÁ, E. C.; AFONSO, M. M. F. Uso da tecnologia de informação e comunicação em disciplinas de cursos de Engenharia Química e Engenharia de Computação. **Revista de Ensino de Engenharia**, v.30, n.1, p.15-23, 2011.
- MASSON, T. J. et al. Aprendizagem invertida: ensino híbrido em aulas de física geral dos cursos de engenharia. **Anais... COBENGE**, Joinville, SC, 2017, p.1-17.

MOURITZ, A. P. **Introduction to Aerospace Materials**. Woodhead Publishing Limited, 2012.

PAZ, G. L. G.; RUAS, S. R. C. Elaboração de modelos físicos para resistência dos materiais: uma experiência didática. **Revista de Ensino de Engenharia**, v.39, n.2, p.48-54, 2019.

PINTO, D. P., A disciplina eficiência energética: características e metodologias de ensino-aprendizagem. **Revista de Ensino de Engenharia**, v.26, n.1, p.43-51, 2007.

SANTANA, O. A.; ENCINAS, J. I. Pedagogia construtivista na disciplina Metodologia da Pesquisa Florestal, com a utilização do ambiente virtual de aprendizagem MOODLE. **Revista de Ensino de Engenharia**, v.26, n.2, p.8-14, 2007.

TAKEDA, M. C. et al. Cloze (resposta embutida): Utilização para elaboração de avaliação online no AVA moodle aplicada ao ensino de Engenharia presencial e à distância. **Anais... COBENGE**, Joinville, SC, 2017, p.1-10.

DADOS BIOGRÁFICOS DO AUTOR

Ernani Sales Palma possui graduação em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal de Minas Gerais (1981), mestrado em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal de Santa Catarina (1985) e doutorado em Engenharia Mecânica pela Universitat Karlsruhe (1994). Atualmente é Professor Titular da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). O Prof. Enani Palma Tem experiência na área de Engenharia Mecânica, com ênfase em Fadiga em Componentes Mecânicos, atuando principalmente nos seguintes temas: Fadiga, Análise de falhas, fratura e falhas de materiais e componentes mecânicos.