



PROPOSTA DE APLICAÇÃO DA METODOLOGIA SALA DE AULA INVERTIDA PARA A DISCIPLINA MECÂNICA DOS CURSOS DE ENGENHARIA

PROPOSAL FOR THE APPLICATION OF THE FLIPPED CLASSROOM METHODOLOGY TO THE MECHANICAL DISCIPLINE OF ENGINEERING COURSES

Caio Guimarães Maioli¹, Leandro Marochio Fernandes²,
Edmundo Rodrigues Junior³, Márcio Colodete Sobroza⁴

DOI: 10.37702/REE2236-0158.v44p1-14.2025

RESUMO: A metodologia Sala de aula invertida demonstra grande potencial por envolver o aluno de forma ativa e participativa no processo de aprendizagem. Assim, este trabalho apresenta uma proposta de prática pedagógica sobre a Sala de aula invertida na disciplina de Mecânica para cursos de Engenharia, com o objetivo de incentivar os alunos a construir autonomia e responsabilidade nos estudos e a aumentar o interesse pela disciplina. Para tal, é elaborada uma sequência didática com cinco momentos, seguindo os princípios dessa metodologia. Cada um desses momentos se inicia com o professor disponibilizando material para que os alunos estudem em ambiente extraclasse e culminando em aulas presenciais, nas quais, inicialmente, ocorre uma breve discussão dos principais tópicos e, em seguida, os alunos resolvem exercícios em grupos, propostos pelo professor. O último momento será a aplicação de uma prova escrita individual. Espera-se que essa proposta possa ser aplicada em sala de aula com o objetivo de desenvolver o protagonismo estudantil, muitas vezes cerceado pelas metodologias conservadoras.

PALAVRAS-CHAVE: Sala de aula invertida; práticas pedagógicas; Mecânica estática; equilíbrio de corpos.

ABSTRACT: The flipped classroom methodology shows great potential for involving the student in an active and participatory way in the learning process. Thus, this work presents a proposal for a pedagogical practice on the flipped classroom in the discipline of Mechanics ministered on Engineering courses. The aim of this proposal is encouraging students to build autonomy and responsibility in their studies, and increase interest in the discipline. To this end, a didactic sequence with five moments is elaborated, following the principles of this methodology. Each of these moments begins with the teacher providing material for students to study in an extra-class environment, culminating in face-to-face classes in which, initially, there is a brief discussion of the main topics and then students will solve exercises in groups, proposed by the teacher. The last moment will be the application of an individual written test. It is hoped that this proposal can be applied in the classroom with the aim of developing student protagonism, often curtailed by conservative methodologies.

KEYWORDS: Flipped classroom; pedagogical practices; Static mechanics; equilibrium of bodies.

¹ Mestre em Engenharia Mecânica, Professor no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo (IFES), campus Cachoeiro de Itapemirim, caio.maioli@ifes.edu.br

² Doutor em Engenharia e Tecnologia Espaciais, Professor no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo (IFES), campus Cachoeiro de Itapemirim, leandro.mfernandes@ifes.edu.br

³ Doutor em Ciências Naturais, Professor no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo (IFES), campus Cachoeiro de Itapemirim, edmundor@ifes.edu.br

⁴ Doutor em Educação, Professor no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo (IFES), campus Cachoeiro de Itapemirim, marcio.sobroza@ifes.edu.br



INTRODUÇÃO

Segundo Hibbeler (2010), a mecânica é um ramo das Ciências Físicas que trata do estado de repouso ou movimento de corpos sujeitos à ação de forças, sendo, em geral, subdividida em três áreas: mecânica dos corpos rígidos, mecânica dos corpos deformáveis e mecânica dos fluidos. A primeira dessas subáreas, a mecânica dos corpos rígidos, divide-se em duas áreas: a estática, que trata do equilíbrio dos corpos, ou seja, aqueles que estão em repouso ou em movimento com velocidade constante; e a dinâmica, que se preocupa com o movimento acelerado dos corpos.

Os conceitos de equilíbrio são a base para os estudos sobre estruturas e máquinas e para a Mecânica dos Sólidos, sendo assim assuntos recorrentes em várias disciplinas dos cursos de Engenharia. Esses e outros conceitos têm sido abordados em cursos de Engenharia de maneira tradicional, sem a participação ativa dos alunos e com o professor sendo o centro do processo de ensino-aprendizagem. Assim, na “formação do engenheiro, ainda há o ensino tradicional que focaliza o conteúdo, em parte ‘propriedade’ do professor, que é o único especialista dentro da sala de aula, que transmite o conhecimento em ‘doses’ e sessões programadas em duração e local” (Palis Silva e Cecílio, 2007, p. 66)

Reconhecendo a importância de se mudar a metodologia de ensino nas engenharias e buscando um protagonismo estudantil, decidimos utilizar a metodologia ativa no processo de ensino-aprendizagem de mecânica. Nas metodologias ativas de ensino, o aluno exerce um papel ativo em sua aprendizagem, tornando-se o foco de tal processo. A sua aplicação na sala de aula foi estudada por diversos autores, como Pavanelo e Lima (2017), Oliveira *et al.* (2018), Freitas e Campos (2018) e Ferreira *et al.* (2018).

Nesses trabalhos, os autores aplicaram questionários (para colher a opinião dos alunos sobre a metodologia) e provas escritas. Além disso, foram solicitados aos alunos a construção de mapas conceituais e um relato da percepção dos professores sobre o comportamento e a postura dos alunos durante as atividades propostas.

Os resultados mostraram uma melhora na motivação dos alunos e em seus rendimentos no processo de aprendizagem com a utilização das metodologias ativas. Aprendizagem por projeto, Aprendizagem baseada em problemas, Estudo de caso, Arco de Maguerez, Aprendizagem por colegas (*Peer Instruction*) e Sala



de aula invertida são exemplos de algumas metodologias ativas que podem se aplicadas na sala de aula.

A Sala de aula invertida é um modelo pedagógico no qual os elementos típicos da aula e da lição de casa de um curso são invertidos (Educause, 2012). Na abordagem da Sala de aula invertida, o aluno estuda antes da aula, e a aula se torna o lugar de aprendizagem ativa, na qual há perguntas, discussões e atividades práticas (Valente, 2014). O professor trabalha as dificuldades dos alunos, ao invés de ministrar tradicionalmente o conteúdo da disciplina.

Buscando aumentar a participação e o interesse dos alunos, apresentamos uma proposta pedagógica utilizando a metodologia Sala de aula invertida, a ser aplicada no estudo de mecânica estática, conteúdo ministrado na disciplina Mecânica dos cursos de Engenharia. O estudo dos corpos em equilíbrio sob a ação de forças aparece em estruturas, pontes, prédios, mecanismos e máquinas.

REFERENCIAL TEÓRICO

As metodologias ativas de ensino têm ganhado cada vez mais destaque nas práticas educacionais ao redor do mundo. Essas metodologias são caracterizadas por envolver o aluno de forma ativa e participativa no processo de aprendizagem, em vez de apenas transmitir conhecimentos de forma passiva. De acordo com Valente (2018):

As metodologias ativas são entendidas como práticas pedagógicas alternativas ao ensino tradicional [...] na metodologia ativa, o aluno assume uma postura mais participativa, na qual ele resolve problemas, desenvolve projetos e, com isso, cria oportunidades para a construção de conhecimento (Valente, 2018, p. 26).

Diversas metodologias ativas vêm sendo desenvolvidas e utilizadas. Valente (2018) e Bottentuit Junior (2019) citam como exemplos: Aprendizagem baseada em problemas (*problem based learning*), Aprendizagem baseada em projetos (*project based learning*), Aprendizagem baseada em jogos (*game based learning*), Gamificação (*gamefication*), Aprendizagem em equipe (*team based learning*), Instrução por pares (*peer instruction*) e Sala de aula invertida (*flipped classroom*).

O crescente interesse pelas metodologias ativas de ensino e seus benefícios, como o maior engajamento dos alunos, a aprendizagem mais significativa e a promoção do desenvolvimento de habilidades e competências, tem levado diversos pesquisadores a realizar estudos com intervenções pedagógicas desse



tipo, nos mais variados campos da ciência e níveis de ensino. Pavanelo e Lima (2017) aplicaram a metodologia da Sala de aula invertida na disciplina Cálculo Diferencial e Integral I, de cursos de Engenharia do ITA (Instituto Tecnológico de Aeronáutica). Foram demonstradas as potencialidades desse método, que gerou interesse e engajamento por parte dos alunos, confirmando o interesse em se continuar com ele. Foram também identificadas as dificuldades enfrentadas para a sua aplicação, como a importância de ter um material de apoio consistente e a mudança de postura de professores e alunos.

Oliveira *et al.* (2018) descrevem em seu trabalho o planejamento, a implantação e o desenvolvimento de conteúdos sobre concepção e formação do ser humano e saúde reprodutiva utilizando a Aprendizagem em equipe como metodologia de ensino em um curso de Medicina. Foram observados benefícios nas competências dos alunos, como melhora nas habilidades de comunicação e argumentação, ampliação da gama de estratégias de resolução de problemas e troca colaborativa do conhecimento.

Freitas e Campos (2018) aplicaram em um minicurso a metodologia Estudo de caso, mediada pela Sala de aula invertida, para alunos de Licenciatura em Química e outros na Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Segundo os autores, os alunos puderam conhecer o potencial dessa metodologia em oferecer a oportunidade de direcionar sua própria aprendizagem, mostrando-se uma experiência enriquecedora.

Santos Jr. *et al.* (2018) apresentaram um projeto didático composto por duas metodologias ativas de aprendizagem aplicadas na disciplina Resistência dos Materiais I do curso de Engenharia Civil no Centro Universitário de Volta Redonda (UniFOA), que foram a Aprendizagem baseada em problemas e a Aprendizagem baseada em projetos. Os autores observaram um maior número de questionamentos relacionados aos assuntos estudados, uma maior responsabilidade do aluno com seu processo de aprendizagem e um aumento no desempenho dos alunos na prova aplicada.

O trabalho de Ferreira *et al.* (2018) apresentou uma pesquisa sobre a aplicação da metodologia ativa Sala de aula invertida em duas disciplinas de cursos de Engenharia (Cálculo II e Resistência dos Materiais). O intuito foi avaliar a reação dos alunos ao método e seu desempenho, comparando com turmas que não usavam metodologia ativa de ensino. Os resultados da pesquisa mostraram uma melhora na motivação dos alunos, um aumento no índice de frequência, uma redução da evasão dos cursos e uma melhora no índice de aprovação.



Entre as metodologias ativas de ensino, a Sala de aula invertida foi escolhida para ser utilizada na proposta de intervenção pedagógica apresentada neste trabalho, buscando incentivar o protagonismo, a autonomia e a motivação dos alunos. A proposta envolve aplicar essa metodologia na disciplina Mecânica de um curso de Engenharia, abordando os conceitos do equilíbrio dos corpos na mecânica estática.

Metodologia da Sala de aula invertida

A origem da metodologia ativa de ensino Sala de aula invertida (*flipped classroom*) é muitas vezes atribuída aos professores Jonathan Bergmann e Aaron Sams, que lecionavam aulas de Química em uma escola de Ensino Médio dos Estados Unidos. Ao tentarem desenvolver uma forma de alcançar todos os seus alunos, incluindo aqueles que faltavam às aulas por motivos como dificuldade de locomoção até a escola ou por terem outras tarefas extraclasse, os professores começaram a gravar suas aulas e disponibilizá-las aos alunos. Em certo momento, ocorreu-lhes o raciocínio de que o tempo que os alunos realmente precisavam deles presencialmente era quando tinham dúvidas, e que os alunos conseguiam receber conteúdo por si próprios. Conforme descrito em Bergmann e Sams (2012), a metodologia Sala de aula invertida nasceu quando eles decidiram gravar todas as suas aulas e orientaram os alunos a assisti-las como tarefa de casa, utilizando assim o tempo de sala de aula para ajudar os alunos com os conceitos sobre os quais tinham dúvidas.

Bergmann e Sams (2016) definem a concepção da Sala de aula invertida da seguinte forma: “o que tradicionalmente é feito em sala de aula, agora é executado em casa, e o que tradicionalmente é feito como trabalho de casa, agora é realizado em sala de aula”.

A metodologia Sala de aula invertida se enquadra na modalidade de ensino de *blended learning*, ou ensino híbrido, que, segundo Valente (2014), é uma modalidade que “combina atividades presenciais e atividades educacionais a distância, realizadas por meio das TDIC” (Valente, 2014, p. 79). A relação entre as Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC), o *blended learning* e a Sala de aula invertida é assim destacada por Valente (2014):

A integração das TDIC nas atividades da sala de aula tem proporcionado o que é conhecido como *blended learning* ou ensino híbrido, sendo que a “sala de aula invertida” (*flipped classroom*) é uma das modalidades que têm sido implantadas tanto no Ensino Básico quanto no Ensino Superior (Valente, 2014, p. 82).



Valente (2014) afirma ainda que na metodologia Sala de aula invertida:

o conteúdo e as instruções são estudados on-line antes de o aluno frequentar a sala de aula, que agora passa a ser o local para trabalhar os conteúdos já estudados, realizando atividades práticas como resolução de problemas e projetos, discussão em grupo, laboratórios etc (Valente, 2014, p. 85).

As características dessa metodologia requerem uma mudança de postura por parte tanto do professor quanto do aluno, como defende Schneiders (2018). O estudante se torna protagonista da sua própria aprendizagem, ao deixar de ser um espectador e passar a atuar ativamente, enquanto o professor deixa de atuar como palestrante e se posiciona mais próximo do aluno, auxiliando-o no processo de aprendizagem e atuando como tutor.

A Figura 1, retirada de Schneiders (2018), representa uma relação das ações sugeridas para cada momento e espaço, comparando os modelos tradicional e Sala de aula invertida.

Figura 1 – Comparativo entre os modelos tradicional e Sala de aula invertida

	 (Sala de aula)	 (Outros espaços)
 (Modelo Tradicional)	<ul style="list-style-type: none"> - Transmissão de informação e conhecimento - Professor palestrante - Estudante passivo 	<ul style="list-style-type: none"> - Exercícios - Projetos - Trabalhos - Solução de problemas
 (Sala de Aula Invertida)	<ul style="list-style-type: none"> - Debates - Projetos - Simulação - Trabalhos em grupos - Solução de problemas - Estudante ativo 	<ul style="list-style-type: none"> - Leituras - Vídeos - Pesquisas - Busca de materiais alternativos

Fonte: Schneiders (2018).

As ações indicadas na Figura 1 demonstram o conceito de inversão dos espaços de aprendizagem, característico da Sala de aula invertida. A transmissão de conhecimento é realizada em espaços fora da sala de aula, com leituras e vídeos, enquanto o espaço da sala de aula é reservado para discussões sobre os conteúdos, com debates, projetos e trabalhos em grupo.

Entre as vantagens e os benefícios do método sala de aula invertida citados por Bergmann e Sams (2012), estão: a maior proximidade com a linguagem tecnológica utilizada pelos jovens estudantes; o apoio a alunos com outras ocupações ou dificuldades de aprendizagem; a intensificação da interação entre



aluno e professor, bem como entre os próprios alunos; a ampliação do conhecimento dos professores sobre seus alunos; e a possibilidade de os estudantes assimilarem o conteúdo no próprio ritmo, com autonomia para pausar e revisar os vídeos conforme necessário.

Mecânica estática

Entre as Ciências Mecânicas, disciplina enfocada neste artigo estuda a chamada Mecânica estática, que trata do equilíbrio de corpos sob a ação de forças. Os conceitos de equilíbrio podem ser aplicados para corpos classificados como partículas ou corpos rígidos. Segundo Hibbeler (2010), uma partícula é um corpo que possui massa, mas um tamanho que pode ser desprezado. Isso ocorre quando as dimensões do corpo são desprezíveis frente ao tamanho do sistema no qual está inserido, como o planeta Terra comparado com sua órbita. Um corpo rígido pode ser considerado a combinação de um grande número de partículas que permanecem a uma distância fixa uma das outras.

Sobre a condição de equilíbrio de uma partícula, Beer, Johnston e Mazurek (2019) afirmam que “quando a resultante de todas as forças que atuam sobre uma partícula é igual a zero, a partícula está em equilíbrio”. Essa condição pode ser descrita algebricamente pela Equação 1.

$$\Sigma \vec{F} = 0 \quad \text{Eq. (1)}$$

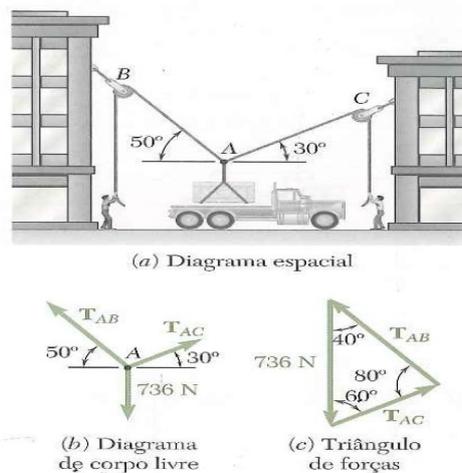
A Equação 1 estabelece que a somatória das forças atuando no corpo é igual a zero. Podemos decompor os vetores força em suas componentes retangulares nas direções x e y (no caso de problemas bidimensionais). Para que o equilíbrio seja respeitado nessas condições, a soma das componentes nos dois eixos também deve ser igual a zero, obtendo assim as Equações 2.

$$\Sigma F_x = 0 \quad \text{e} \quad \Sigma F_y = 0 \quad \text{Eq. (2)}$$

A Segunda Lei de Newton do movimento estabelece que a força resultante atuando sobre uma partícula é igual à multiplicação de sua massa pela sua aceleração, ou seja, $\Sigma \vec{F} = m \cdot \vec{a}$. Como o sistema de forças satisfaz a Equação 1, temos que $m \cdot \vec{a} = 0$. Como a massa não é igual a zero, a aceleração da partícula deve ser igual a zero e, conseqüentemente, a partícula se move com velocidade constante ou permanece em repouso.

Para a resolução de problemas de equilíbrio, deve-se avaliar as forças atuantes em um corpo de forma isolada do sistema no qual ele está inserido. A representação do corpo isolado de seu entorno, mostrando todas as forças atuantes sobre ele, recebe o nome de Diagrama de Corpo Livre (DCL). Um exemplo de DCL está representado na Figura 2. Após a criação do DCL, pode-se então aplicar as condições de equilíbrio descritas pela Equação 1 ou Equação 2.

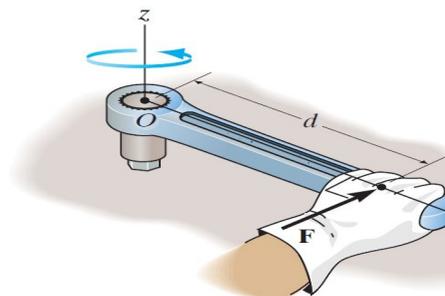
Figura 2 – Exemplo de Diagrama de Corpo Livre de uma partícula



Fonte: Beer, Johnston e Mazurek (2019).

Ao estudarmos o equilíbrio de corpos rígidos, devido ao fato de suas dimensões serem importantes e consideradas no problema, devemos não só avaliar as forças atuantes no corpo, mas também o momento gerado por essas forças. De acordo com Hibbeler (2010), o momento é a tendência de rotação do corpo em torno de um ponto causado por uma força. A Figura 3 mostra um exemplo de momento, em que a força aplicada no cabo da chave fará com que ela gire o parafuso em torno do ponto O.

Figura 3 – Exemplo de momento causado por uma força



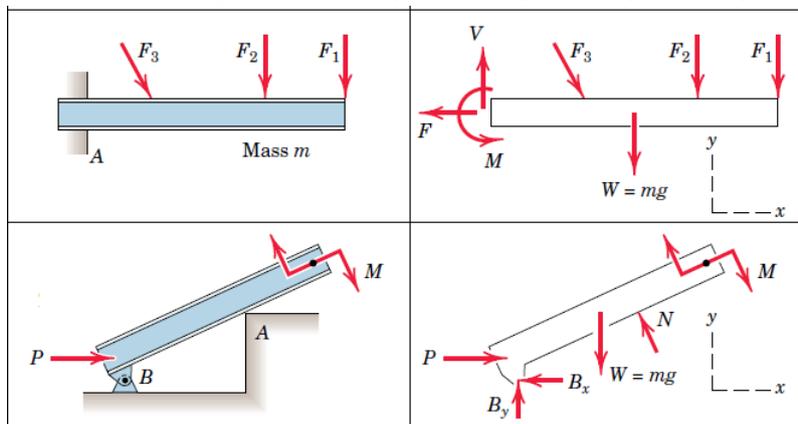
Fonte: Hibbeler (2010).

Dessa forma, para que um corpo rígido esteja em equilíbrio, tanto o somatório de forças atuantes sobre ele deve ser zero quanto o somatório dos momentos. As condições de equilíbrio para esse tipo de problema então se tornam:

$$\Sigma \vec{F} = 0 \quad \text{e} \quad \Sigma \vec{M} = 0 \quad \text{Eq. (3)}$$

O Diagrama de Corpo Livre de corpos rígidos deve ser feito isolando o corpo do seu entorno, delimitando seu contorno físico (geometria) e identificando todas as forças e momentos atuantes, inclusive as forças e momentos que surgem nos chamados apoios, que são os suportes necessários para manter o equilíbrio do corpo. Um exemplo é mostrado na Figura 4.

Figura 4 – Exemplo de Diagrama de Corpo Livre aplicado para corpos rígidos



Fonte: Meriam e Kraige (2009).

Para o desenvolvimento da prática pedagógica da Sala de aula invertida proposta neste trabalho, será utilizado o ambiente virtual de aprendizagem disponibilizado pelo IFES, o Moodle (*Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment*). Nele, o professor é capaz de compartilhar conteúdos com os alunos, como textos e vídeos, disponibilizar tarefas e realizar suas correções e *feedback*, criar fóruns de discussões entre outras funções. Essas características fazem do Moodle um excelente ambiente virtual para ensino híbrido, permitindo aos alunos estudar em horário extraclasse, fomentando sua autonomia.

No caso da proposta de Sala de aula invertida, os alunos terão como material disponibilizado para estudar antes das aulas presenciais *slides* de *PowerPoint*, vídeos de explicação sobre os conteúdos abordados e vídeos de resolução de exercícios.



METODOLOGIA

A proposta pedagógica deste trabalho foi pensada para alunos matriculados na disciplina Mecânica de cursos superiores de Engenharia. A utilização da sala de aula invertida pode contribuir para a mudança de postura desses estudantes em relação ao processo de ensino-aprendizagem, promovendo sua autonomia e protagonismo, e trazendo benefícios ao longo de toda a sua trajetória acadêmica.

Cada um dos quatro primeiros “momentos” apresentados abaixo seguem os princípios da aplicação da Sala de aula invertida. Assim, os alunos estudam os conteúdos por meio dos materiais disponibilizados pelo professor, em ambiente fora da sala de aula e antes dos encontros síncronos em sala. Essa primeira etapa é seguida dos encontros síncronos em sala de aula, nos quais o professor discute os principais pontos e propõe a resolução de exercícios, nesse caso em grupos de 3 ou 4 alunos, para fomentar a socialização, a troca de conhecimento e a consolidação dos tópicos estudados. O momento seguinte se refere à aplicação de uma avaliação escrita individual.

Para o compartilhamento de material didático com os alunos, será criada uma sala para a disciplina no *Moodle*, na qual o professor poderá inserir documentos e vídeos sobre os conteúdos, conforme exemplificado na Figura 5.

RESULTADO: A PROPOSTA DE PRÁTICA PEDAGÓGICA

A seguir, apresenta-se nossa proposta, com a descrição de cada momento.

Momento 1

Encontro presencial (4h): discussão inicial sobre os principais conceitos do tema estudado (forças, vetores e condições de equilíbrio), proposição de exercícios representativos com discussão da solução e resultados. Resolução de lista de exercícios.

Atividades assíncronas (4h): estudo do material disponibilizado pelo professor sobre os conceitos básicos de equilíbrio e sobre o equilíbrio de partículas em duas dimensões.

Bibliografia sugerida: Hibbeler (2010) e Beer, Johnston e Mazurek (2019).



Material disponibilizado: documentos sobre o tema abordado, conforme ilustrado na Figura 5, e videoaulas disponíveis nos links:

<https://drive.google.com/drive/folders/1EPBA49jSyNGe6Dod4BE2Jlpzwdn60Bqm?usp=sharing>

<https://drive.google.com/drive/folders/1EbhGLLUFdN2RoYqp6fdkXyQLYuc6DdeV?usp=sharing>

https://drive.google.com/drive/folders/1EF55tbN4hQOdT9QVB68wdcm_XwXGVvlz?usp=sharing

Momento 2

Encontro presencial (4h): discussão inicial sobre os principais conceitos do tema estudado (condições de equilíbrio para partículas em três dimensões), proposição de exercícios representativos com discussão da solução e resultados. Resolução de lista de exercícios.

Atividades assíncronas (4h): estudo do material disponibilizado pelo professor sobre o equilíbrio de partículas em três dimensões.

Bibliografia sugerida: Hibbeler (2010) e Beer, Johnston e Mazurek (2019).

Material disponibilizado: documento sobre o tema abordado, conforme ilustrado na Figura 5, e videoaulas disponíveis no link:

https://drive.google.com/drive/folders/1EF55tbN4hQOdT9QVB68wdcm_XwXGVvlz?usp=sharing

Momento 3

Encontro presencial (4h): discussão inicial sobre os principais conceitos do tema estudado (forças e vetores, momento, condições de equilíbrio de corpos rígidos), proposição de exercícios representativos com discussão da solução e resultados. Resolução de lista de exercícios.

Atividades assíncronas (4h): estudo do material disponibilizado pelo professor sobre o equilíbrio de corpos rígidos em duas dimensões.

Bibliografia sugerida: Hibbeler (2010) e Beer, Johnston e Mazurek (2019).

Material disponibilizado: documento sobre o tema abordado, conforme ilustrado na Figura 5, e videoaulas disponíveis no link:

https://drive.google.com/drive/folders/1Etmrgw3hmRC0pj42_20PqSxDsmlrHqU1?usp=sharing

Momento 4

Encontro presencial (4h): discussão inicial sobre os principais conceitos do tema estudado (condições de equilíbrio para corpos rígidos em três dimensões), proposição de exercícios representativos com discussão da solução e resultados. Resolução de lista de exercícios.



Atividades assíncronas (4h): Estudo do material disponibilizado pelo professor sobre o equilíbrio de corpos rígidos em três dimensões.

Bibliografia sugerida: Hibbeler (2010) e Beer, Johnston e Mazurek (2019).

Material disponibilizado: documento sobre o tema abordado, conforme ilustrado na Figura 5, e videoaulas disponíveis no link:

https://drive.google.com/drive/folders/1Etmrww3hmRC0pj42_20PaSxDsmlrHqU1?usp=sharing

Momento 5

Encontro presencial (2h): aplicação de avaliação individual. Prova escrita sobre os temas de equilíbrio abordados nas aulas.

Bibliografia sugerida: Hibbeler (2010) e Beer, Johnston e Mazurek (2019).

Material disponibilizado: documentos sobre os temas abordados (princípios da mecânica; forças e vetores; momentos; equilíbrio de partículas e equilíbrio de corpos rígidos), conforme ilustrado na Figura 5, e videoaulas disponíveis nos links citados acima.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho apresentou uma proposta de prática pedagógica utilizando a metodologia Sala de aula invertida, aplicada para a disciplina Mecânica. Nessa metodologia, invertem-se as atividades tradicionalmente realizadas em sala de aula, relacionadas à transmissão de conhecimentos, com aquelas usualmente designadas para serem realizadas em casa, como a resolução de problemas e o desenvolvimento de trabalhos em grupo. Com base nessa lógica, foi elaborada uma proposta composta por cinco momentos, que incluem atividades presenciais e assíncronas.

Para aumentar o envolvimento do estudante com a metodologia, é recomendável que o professor apresente previamente a dinâmica das aulas adotada na Sala de aula invertida. É importante dedicar atenção especial ao primeiro momento de discussão em sala, no qual o professor pode promover debates e aplicar pequenos testes para identificar a postura e as dificuldades dos alunos. Esses cuidados visam minimizar um dos principais riscos associados à aplicação da metodologia, conforme apontado por Oliveira, Araujo e Veit (2016): o fato de que alguns estudantes podem não realizar os estudos prévios fora da sala de aula.



Um questionário para coletar a opinião dos alunos sobre a metodologia pode ser aplicado aos estudantes para uma compreensão a respeito da visão deles sobre a Sala de aula invertida.

Espera-se que a proposta apresentada neste trabalho crie condições favoráveis para o aumento do engajamento, do interesse e do desempenho dos alunos na disciplina de Mecânica, uma vez que a metodologia adotada estimula o desenvolvimento da autonomia e o fortalecimento do senso de responsabilidade nos estudos.

REFERÊNCIAS

- BEER, F. P.; JOHNSTON, E. R.; MAZUREK, D. F. **Mecânica vetorial para engenheiros: estática**. São Paulo: McGraw Hill Brasil, 2019.
- BERGMANN, J.; SAMS, A. **Flip your classroom: reach every student in every class every day**. 1. ed. Colorado: ISTE; ASCD, 2012.
- BERGMANN, J.; SAMS, A. **Sala de aula invertida: uma metodologia ativa de aprendizagem**. Tradução de Afonso Celso da Cunha Serra. 1. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016.
- BOTTENTUIT JUNIOR, J. B. Sala de aula invertida: recomendações e tecnologias digitais para sua implementação na educação. **Renote**, v. 17, n. 2, p. 11-21, 2019.
- EDUCAUSE. **7 Things you should know about flipped classrooms**, 2012. Disponível em: <https://library.educase.edu/-/media/files/library/2012/2/eli7081-pdf.pdf>. Acesso em: 4 nov. 2022.
- FERREIRA, M. G. P. *et al.* Metodologias ativas de aprendizagem aplicadas no ensino da engenharia. **CIET: EnPED**, 2018.
- FREITAS, L. P. S. R.; CAMPOS, A. F. O. O método de estudo de caso de Harvard mediado pela sala de aula invertida na mobilização de conhecimentos no ensino-aprendizagem de química. **Educación Química**, v. 29, n. 3, p. 22-34, 2018.
- HIBBELER, R. C. **Estática: mecânica para engenharia**. 12. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.
- MERIAM, J. L.; KRAIGE, L. G. **Mecânica para engenharia: estática**. Rio de Janeiro: LTC, 2009.
- OLIVEIRA, T. E.; ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A. Sala de aula invertida (flipped classroom): inovando as aulas de física. **Física na Escola**, v. 14, n. 2, p. 4-13, 2016.
- OLIVEIRA, B. L. C. A. *et al.* Team-based learning como forma de aprendizagem colaborativa e sala de aula invertida com centralidade nos estudantes no processo ensino-aprendizagem. **Revista Brasileira de Educação Médica**, v. 42, n. 4, p. 86-95, 2018.
- PAVANELO, E.; LIMA, R. Sala de aula invertida: a análise de uma experiência na disciplina de Cálculo I. **Bolema**, Rio Claro (SP), v. 31, n. 58, p. 739-759, 2017.



- PALIS SILVA, L.; CECÍLIO, S. A mudança no modelo de ensino e de formação na engenharia. **Educação em Revista**, v. 45, p. 61-80, 2007.
- SANTOS JR., E. *et al.* Metodologias ativas aplicadas em Resistência dos Materiais para Engenharia Civil: projeto estrutural metálico simplificado usando recurso computacional. **Anais...** COBENGE, Salvador, 2018.
- SCHNEIDERS, L. A. **O método da sala de aula invertida (flipped classroom)**. 1. ed. Lajeado: Univates, 2018.
- VALENTE, J. A. Blended learning e as mudanças no ensino superior: a proposta da sala de aula invertida. **Educar em Revista**, n. 4, p. 79-97, 2014.
- VALENTE, J. A. A sala de aula invertida e a possibilidade do ensino personalizado: uma experiência com a graduação em midialogia. In: BACICH, L.; MORAN, J. (orgs.). **Metodologias ativas para uma educação inovadora**. Porto Alegre: Penso, 2018.