

ESTRATÉGIAS METODOLÓGICAS PARA MANTER OS ESTUDANTES ATIVOS NAS AULAS DE MODELAGEM E SIMULAÇÃO DO MUNDO FÍSICO - UM RELATO DOS PROFESSORES

Gezelda C. Moraes – gezelda.moraes@pucpr.br*
Vanessa T. Ales – vanessa.ales@pucpr.br*
Karla C. A. Vieira – karla.arsie@grupomarista.org.br*
Izabela P. Bastos – izabela.patricio@pucpr.br*
Salmo Pustilnick – salmo.pustilnick@pucpr.br*

Pontifícia Universidade Católica do Paraná*
Rua Imaculada Conceição, 1155 – Bairro Prado Velho *
CEP 80215-901 – Curitiba – Paraná*

Resumo: A Pontifícia Universidade Católica do Paraná está passando por uma reestruturação e inovação nos cursos de graduação em engenharia. O mapeamento por competências nas matrizes curriculares foi o primeiro passo, em seguida, os professores envolvidos, juntamente com os coordenadores dos cursos tiveram encontros para treinamento e para planejamento das disciplinas. Os professores da disciplina de Modelagem e Simulação do Mundo Físico – disciplina comum do primeiro período nas engenharias, contendo horas de aula teórica e horas de prática, envolvendo cálculo, física e programação – planejaram as aulas propondo diferentes metodologias. Nas aulas teóricas foram propostas atividades utilizando metodologias ativas como: Team Based Learning, Problem Based Learning, Resolução de exercícios, Flipped Classroom e jogos. Nas turmas, foram criadas equipes de forma estratégica, na qual os estudantes podem se auxiliar e obter um feedback imediato e frequente. Foram propostos problemas para aprendizagem, envolvendo vários conteúdos, no qual os estudantes precisam definir o que estudar e usar a criatividade na resolução. O Flipped Classroom permite que os estudantes pratiquem os conhecimentos durante as aulas, e o professor explique apenas os conceitos que os estudantes sintam dificuldades. O jogo Kahoot auxilia os estudantes de forma divertida e faz com que tanto professores quanto estudantes percebam o que ficou compreendido e quais conteúdos precisam ser retomados. Constatou-se que as metodologias ativas aumentam o desempenho dos estudantes na sala de aula e faz com que os estudantes desenvolvam habilidades de argumentação diante das diversas situações do cotidiano de um futuro engenheiro.

Palavras-chave: Inovação no ensino-aprendizagem. Estratégias pedagógicas. Metodologias ativas.

1 INTRODUÇÃO

A Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR) está passando por uma transformação na estruturação dos seus cursos de graduação. O mapeamento por competências nas matrizes curriculares foi o primeiro grande avanço desse processo. Para isso, a universidade investiu fortemente na capacitação dos professores para que estes realizem uma quebra de paradigma nas aulas de suas disciplinas. No primeiro semestre de 2018, essa nova estrutura está sendo implantada nos cursos de graduação da Escola Politécnica, que engloba os cursos de Engenharia e Computação.

Esse artigo propõe um relato da experiência dos autores que estão envolvidos nesse processo, ministrando as aulas teóricas da disciplina de Modelagem e Simulação do Mundo Físico para os estudantes calouros nos cursos de engenharia. Essa disciplina envolve o estudo de funções, limites e derivadas, relacionado com experimentos físicos em laboratório e utilizando programação em Python para obter os dados de forma computacional, ou seja, os estudantes modelam, por meio da matemática, alguns fenômenos físicos. Algumas estratégias metodológicas utilizadas nessa disciplina envolvem técnicas inovadoras, destacando-se o uso de metodologias que mantêm os estudantes ativos e engajados no processo de ensino aprendizagem.

2 DESCRIÇÃO DA PRÁTICA

Primeiramente, foram realizados encontros entre os professores que ministrariam as disciplinas para o primeiro semestre de 2018, coordenadores dos cursos e Núcleo de Excelência Pedagógica (NEP) da Escola Politécnica, com apoio do Centro de Ensino e Aprendizagem da PUCPR (CrEAre). Durante esses encontros foi realizado a planejamento da disciplina, organizando-a em aulas teóricas e aulas práticas. Além disso, foram definidas quais as estratégias que seriam utilizadas nas aulas e o cronograma comum para todas as turmas de engenharia.

Processos de inovação na educação não são sinônimos de exclusão de aulas expositivas tradicionais, mas sim, uma forma de adequar o jeito de ensinar tradicional com momentos mais dinâmicos com interação, valorizando a prática e a experiência do professor.

Nessa estruturação, as aulas expositivas tradicionais não foram excluídas, e sim intercaladas com atividades envolvendo metodologias ativas, nas quais os estudantes estudam os conceitos e aplicam as técnicas estudadas. Durante as aulas, as exposições do professor são realizadas em momentos diferentes, dependendo do objetivo de ensino aprendizagem de cada aula.

Segundo Mazur (2015), as aulas podem ser compostas em atividades de classe que serão utilizadas para ativar os estudantes. Estas atividades podem ser divididas em três categorias: compreensão, aplicação e avaliação do conhecimento.

As atividades de classe foram distribuídas em três momentos, conforme a tabela a seguir:

Tabela 1 – Atividades de classe

Momento de aprendizagem	Atividades
Pré-aula (disponibilizada em ambiente online)	<ul style="list-style-type: none"> - Vídeos do YouTube - Leituras teóricas elaboradas pelos professores - Leituras da bibliografia básica (essas leituras tinham caráter de serem realizadas de forma minuciosa e cautelosa)
Durante a aula	<ul style="list-style-type: none"> - Aplicação de um teste conceitual rápido para verificação de conceitos - Explicação sobre os tópicos que apresentaram maiores divergências - Resolução de tarefas individuais ou em equipes relacionadas com o tema da aula - Avaliação da aprendizagem através de um quiz ou um jogo
Pós-aula	<ul style="list-style-type: none"> - Exercícios complementares.

Fonte: Adaptado de Erik Mazur, pelos autores.

As principais atividades aplicadas na disciplina foram *Team Based Learning* (TBL), *Problem Based Learning* (PBL), resolução de exercícios, *Flipped Classroom* e jogos. Essas estratégias serão descritas a seguir.

2.1 Team Based Learning

O TBL é uma estratégia de ensino aprendizagem baseada em equipes, que cria oportunidades aos estudantes ensinarem e aprenderem com seus colegas, e ao mesmo tempo gera o benefício do trabalho em equipe. O TBL contém quatro pilares, sendo eles: equipes estrategicamente formadas, responsabilidade do estudante no trabalho individual e em equipe, *feedback* imediato e frequente, atividades que promovam aprendizagem e desenvolvimento das equipes.

Nesta disciplina, foram montadas as equipes baseando-se em um questionário que envolvia questões relacionadas à vida escolar dos estudantes, tempo ocioso, perfil de liderança, facilidade de trabalhar em equipes, entre outras. Cada equipe foi composta envolvendo diferentes perfis, para potencializar a aprendizagem.

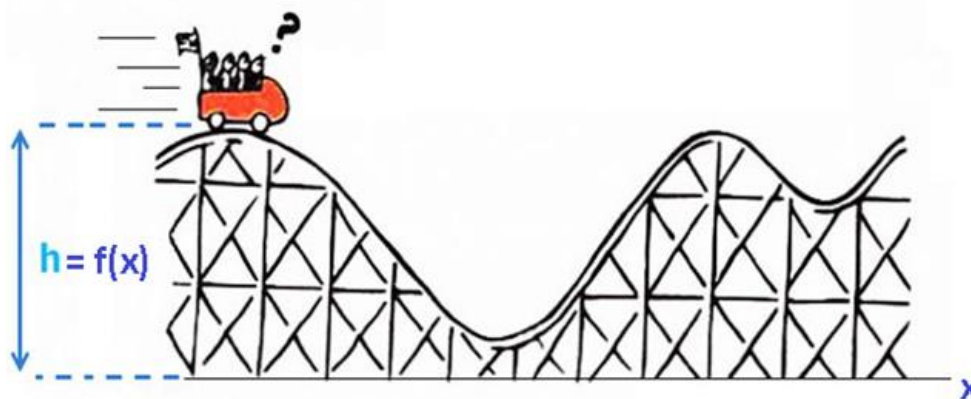
Nas aulas teóricas, os estudantes trabalham com suas equipes no processo de construção de conceitos e na resolução de exercícios teóricos e práticos aplicados.

2.2 Problem Based Learning

Segundo Spricigo (2014), o PBL normalmente abrange vários conteúdos e o estudante precisa definir o que é preciso estudar, não é necessário preparo prévio por parte do estudante, propõe-se a resolução de forma genérica, ou propõe-se questões abertas.

Durante esse semestre foram propostos dois problemas do tipo PBL: o primeiro envolvia os cortes de madeira de uma serralheria, que abordava a modelagem de funções matemáticas diferentes relacionadas com área e volume; o segundo problema proposto envolve a construção da trajetória de uma montanha russa, envolvendo diferentes funções, continuidade e diferenciabilidade.

Figura 1: PBL proposto da Montanha Russa



Atividade 01

Você é o engenheiro responsável para criar um projeto de montanha russa.

Devido ao fato de ser o seu primeiro projeto de montanha russa, ela será semelhante às primeiras montanhas russas desenvolvidas na França, composta de várias curvas, sem *loopings*. Além disso, precisa ter uma rampa para começar a descida da montanha e ser atrativa aos sedentos por emoções.

Fonte: Os autores (2018)

2.3 Resolução de exercícios

Segundo Pais (2002), quando o estudante se encontra em uma situação de pesquisa de solução de um problema, diversos procedimentos de raciocínio ocorrem sem o controle do professor. A riqueza das ideias provenientes do imaginário do estudante resume a busca de solução do problema.

Para a disciplina de Modelagem e Simulação do Mundo Físico, o processo de fixação de conceitos e propriedades é de extrema importância, pois trata-se de uma disciplina básica. Para isso, foram propostas resoluções de exercícios contextualizados e teóricos, individuais e em equipe.

Para tornar a resolução de exercícios uma atividade mais dinâmica, foram propostos momentos em que os estudantes tinham várias listas de exercícios, que formavam uma sequência de forma crescente no aprofundamento da aprendizagem. O processo consiste no seguinte: cada equipe recebe a primeira parte da lista, e quando termina essa parte tem um *feedback* do professor que indica incoerências no desenvolvimento e faz a correção dessa parte; em seguida, a equipe recebe a segunda parte da atividade, e quando termina essa parte, o professor faz um novo *feedback* e a equipe recebe a próxima parte; e assim sucessivamente até o término da atividade.

Figura 2: Exercícios propostos

PARTE 1 – Grandezas Vetoriais

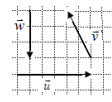
EXERCÍCIOS:

- Uma grandeza física vetorial fica perfeitamente definida quando se lhe conhecem:
 - valor numérico, direção e sentido;
 - valor numérico, unidade, direção;
 - módulo e direção;
 - módulo e sentido;
 - intensidade, direção e sentido.
- Em cada uma das frases seguintes, complete com (E) ou (V) se a palavra grifada corresponde a uma grandeza escalar ou vetorial.
 - O volume de uma caixa d'água é de 500 litros.
 - Um menino puxa uma corda com uma força horizontal, para a direita.
 - Um avião voa, com uma velocidade de 500 km/h, de leste para oeste.
 - A temperatura da sala de aula é de 25 °C.
 - A massa específica do mercúrio é de 13,6 g/cm³.

PARTE 3 – Operações com vetores geometricamente


EXERCÍCIOS

1) Dados os vetores \vec{u} , \vec{v} e \vec{w} , dispostos na figura a seguir:



Obter graficamente (ao lado):

- $\vec{u} + \vec{w}$
- $\vec{u} + \vec{v} + \vec{w}$
- $\vec{u} - \vec{w}$
- $\vec{w} - \vec{u}$
- $\vec{u} + \vec{v} - \vec{w}$



PARTE 2 – Definição e características dos vetores

EXERCÍCIOS

- Que características de um vetor é preciso conhecer para determiná-lo?
- O que são vetores iguais? E vetores opostos?
- A soma de dois vetores de módulo diferente pode ser nula? Explique.
- Quais as condições para que o módulo do vetor resultante de dois vetores, não nulos, seja igual a zero?
- Qual a diferença entre direção e sentido?

PARTE 4 – Operações com vetores analiticamente

EXERCÍCIOS

No plano:

- Dados os pontos A(-1,3), B(2,5) e C(3,-1), calcular $\overline{OA} - \overline{AB}$ e $3\overline{BA} - 4\overline{CB}$.
- Calcular os valores de a para que o vetor $\vec{u} = (a, -2)$ tenha módulo 4.

No espaço:

- Dados os pontos A(1,2,3), B(-6,-2,3) e C(1,2,1), determinar o versor do vetor $\vec{v} = 3\overline{BA} - 2\overline{BC}$.
- Seja o vetor $\vec{v} = (m + 7)\vec{i} + (m + 2)\vec{j} + 5\vec{k}$. Calcular m para que $|\vec{v}| = \sqrt{38}$.

Fonte: Os autores (2018)

2.4 Flipped Classroom

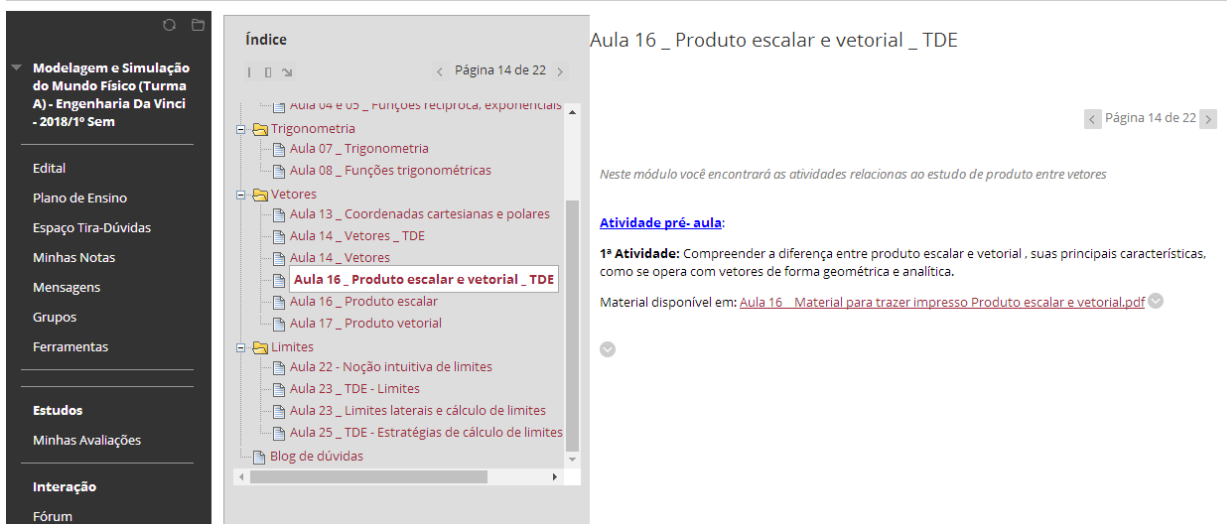
O *Flipped Classroom* – sala de aula invertida – é uma modalidade de *Blended Learning* pesquisada desde 1990, mas que ficou conhecida em 2007, com os professores Jonathan Bergman, Karl Fisch e Aaron Sams. Essa estratégia pedagógica facilita a aprendizagem dos estudantes ao otimizar os recursos presenciais e virtuais

Os estudantes receberam instruções *on-line* antes de frequentar as aulas, e durante as aulas, realizavam atividades práticas nas quais desenvolviam os conceitos estudados na pré-aula de forma mais aprofundada. Em equipes, os estudantes discutem a melhor maneira de

resolver os exercícios propostos e assim, ajudam os seus colegas no entendimento dos conceitos. Durante a aula, o professor pode abordar com mais ênfase as dificuldades apresentadas pelos estudantes, em vez de ficar apresentando os conteúdos.

As atividades de pré-aula foram propostas no ambiente virtual do Backboard, conforme pode ser observado na figura a seguir:

Figura 3: Sala de aula on-line



Fonte: Os autores (2018)

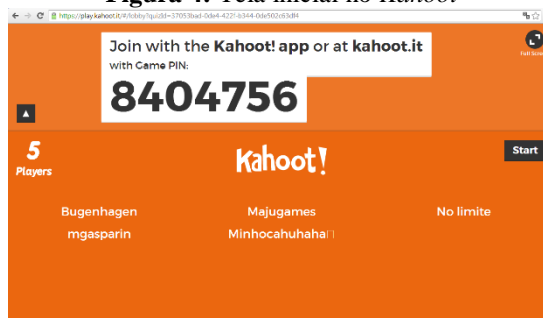
2.5 Jogos

A utilização de jogos em sala de aula tem sido cada vez mais comum, pois os estudantes da geração Z, são totalmente tecnológicos e isto deve ser valorizado, pois torna as aulas mais atraentes e motivadoras. O uso de recompensas também faz parte do estímulo aos estudantes.

Neste contexto, o Kahoot (www.kahoot.com) tem sido utilizado como forma de avaliação dos conteúdos, sendo realizado sempre ao final da aula para verificar a aprendizagem que ocorreu antes e durante a aula. Sempre ao término são apresentadas as estatísticas do mesmo apresentando como forma de *feedback* imediato o que ficou compreendido e em quais conteúdos eles ainda apresentam dificuldades.

A Figura 4 ilustra o código para entrar no jogo proposto, cada estudante ou equipe propõe um nome (*nickname*) para começar a jogar e para aparecer no placar:

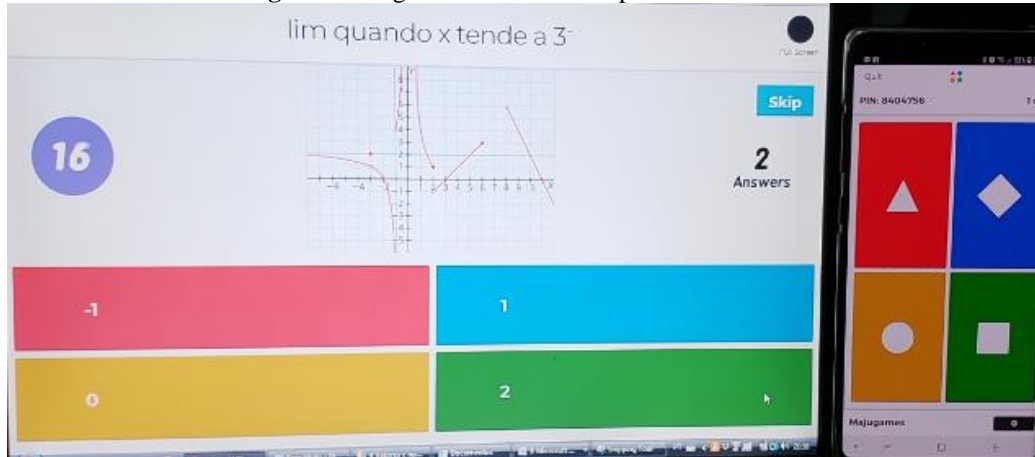
Figura 4: Tela inicial no Kahoot



Fonte: Os autores (2018)

Na Figura 5, tem-se o conjunto que forma o jogo: a tela do computador projetada para a sala, contendo a pergunta, e o celular mostrando os botões, opções de respostas. Cada estudante, ou equipe, resolve a pergunta e aperta o botão correspondente. Cada pergunta pode ter tempo de resposta específico. A pontuação é composta pelo acerto da resposta e pelo tempo para responder, quanto menor o tempo para responder, melhor é a pontuação.

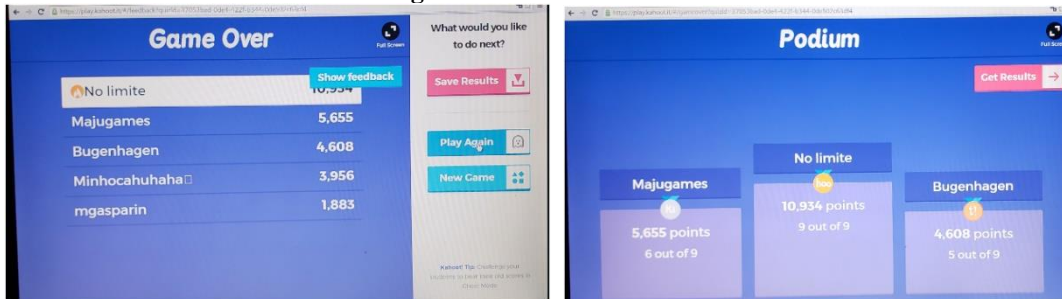
Figura 5: Perguntar e forma de respostas no Kahoot



Fonte: Os autores (2018)

Após a conclusão do jogo, o kahoot mostra os três primeiros colocados (Figura 6):

Figura 6: Scores no Kahoot



Fonte: Os autores (2018)

Além disso, é possível obter uma planilha contendo os acertos e erros dos estudantes, e assim, poder retomar os assuntos (Figura 7):

Figura 7: Controle para o professor das respostas no Kahoot

Limites interpretação gráfica		
Final Scores		
Rank	Players	Total Score (points)
1	No limite	10934
2	Majugames	5655
3	Bugenhagen	4608
4	Minhocahuhaha??	3956
5	mgasparin	1883

Switch tabs/pages to view other result breakdown

Fonte: Os autores (2018)

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As metodologias para aprendizagem ativas aumentam a performance dos estudantes na sala de aula, e isso é importante para que eles desenvolvam a habilidade de argumentação diante das diversas situações do cotidiano de um futuro engenheiro. O trabalho em equipe possibilita a troca de experiências entre os pares, e faz com que os estudantes investiguem juntos, discutam ideias e proponham a melhor solução para um problema aplicado ou até mesmo conceitual. Os jogos utilizados como forma de *assessment* (avaliação) proporcionam um *feedback* imediato tanto aos estudantes como aos professores.

Percebe-se que nestes três meses de aula, ocorreu um maior engajamento entre os estudantes: eles se sentem mais motivados e houve uma queda significativa da evasão. Além disso, nota-se que os professores dessa disciplina estão mais envolvidos e compartilhando conhecimentos e atividades, e conseqüentemente, potencializando o aprendizado de seus estudantes.

REFERÊNCIAS

DÍAZ, Patricia Pintor. **Gamificando com Kahoot na avaliação formativa**. Infancia, Educación y Aprendizaje (IEYA). Vol. 3, Nº 2, pp. 112-117. ISSN: 0719-6202. Disponível em: <http://revistas.uv.cl/index.php/IEYA/index>, acesso em 29 abr. 2018.

MAZUR, Erik. **Peer Instruction – A Revolução da Aprendizagem Ativa**. Porto Alegre: Editora Penso, 2015.

PAIS, Luiz Carlos. **Didática da Matemática: uma análise da influência francesa**; 2ª edição. Belo Horizonte: Autêntica, 2002.

SPRICIGO, Cinthia Bittencourt. **Estudo de caso como abordagem de ensino**. Disponível em: <https://www.pucpr.br/wp-content/uploads/2017/10/estudo-de-caso-como-abordagem-de-ensino.pdf>, acesso em 29 abr. 2018.

SPRICIGO, C. B.; OLIVEIRA, J.; MARTINS, V. **Mosaico de cinco cores: princípios orientadores para os processos de ensino e aprendizagem na educação superior**. Curitiba: PUCPress, 2016.

METHODOLOGICAL STRATEGIES TO KEEP ACTIVE STUDENTS IN THE MODELING AND SIMULATION OF THE PHYSICAL WORLD - A TEACHER'S REPORT

Abstract: *The Pontifical Catholic University of Paraná is undergoing a restructuring and innovation in its undergraduate engineering programs. Competency mapping in curriculum matrices was the first step, then the teachers, along with the department heads, had meetings for training and planning of the courses. The teachers of the course Modeling and Simulation of the Physical World – a common course of the first semester of the engineering programs, with theoretical and practice classes, involving mathematics, physics and programming – planned the classes proposing different methodologies. For the theoretical classes were proposed activities using active methodologies such as: Team Based Learning, Problem Based Learning, exercise resolution, Flipped Classroom and games. In the classes, teams have been strategically created, in which students can help each other and obtain immediate and frequent feedback. Problems have been proposed for learning, involving various subjects, in which students need to define what to study and use creativity in the resolution. The Flipped Classroom allows students to practice the knowledge during classes, and the teacher only explores concepts that students experience difficulties. The Kahoot game assists students in a fun way and makes both teachers and students realize what has been understood and what content needs to be retaken. It was found that active methodologies increase the performance of the students in the classroom and allow them to develop the ability to argue about different situations of the daily life of a future engineer.*

Key-words: *Innovation in teaching-learning. Pedagogical strategies. Active methodologies.*

Organização:



Realização:

