

# AJUSTE DE CURVA, LIMITE, DERIVADA E INTEGRAL UTILIZANDO METODOLOGIAS DE APRENDIZAGEM ATIVA NA DISCIPLINA FUNDAMENTOS DE ENGENHARIA

Felipe Paes Bekman <sup>1</sup>; Patricia Antonio de Menezes Freitas <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Aluno de Iniciação Científica da Escola de Engenharia Mauá (EEM/CEUN-IMT);

<sup>2</sup> Professora da Escola de Engenharia Mauá (EEM/CEUN-IMT).

**Resumo.** *Neste trabalho, analisamos algumas competências essenciais a serem desenvolvidas por estudantes ingressos nos cursos de engenharia e propomos a formulação de instrumentos de avaliação destas competências. Assim, foram criadas rubricas, tanto para avaliação de professores sobre os estudantes quanto para a autoavaliação dos próprios, que melhor determinem o nível de desenvolvimento do estudante nestas competências. Junto às rubricas, foi formulada uma atividade, usando o método de ensino PBL (Project Based Learning), para a verificação qualitativa da formação das competências definidas neste projeto.*

## Introdução

Com o avanço de tecnologias, ferramentas e mudanças socioambientais, a indústria e a sociedade demandam de engenheiros novas competências em sua formação. Para adequar à essa nova realidade o governo brasileiro, através do Ministério da Educação (MEC) a partir do trabalho de entidades como CNI (Confederação Nacional da Indústria), CONFEA (Conselho Federal de Engenharia) e ABENGE (Associação Brasileira de Educação em Engenharia) publicou novas diretrizes curriculares nacionais (DCNs) pela Resolução CNE/CES nº 2, de 24 de abril de 2019 para cursos de engenharia que entrarão em vigor no ano de 2022. A principal mudança presente nestas novas DCNs, reforçando o que já estava nas Diretrizes de 2002, é a mudança de foco de um ensino fundamentado em conteúdos a serem tratados para o enfoque em competências a serem desenvolvidas. Também, vale salientar o acréscimo das seguintes competências: cooperação e multidisciplinaridade, se espera de novos profissionais um comprometimento com o desenvolvimento sustentável e responsabilidade social. Por fim, as novas DCNs estimulam a todas as instituições de ensino superior a utilização de um sistema de ensino ativo e que aproximem os estudantes ao ambiente profissional, gerando uma interação entre a instituição e o campo de atuação dos egressos. Deste modo, o grande desafio atual para instituições de ensino de engenharia é o desenvolvimento de aulas e disciplinas que melhor desenvolvam competências.

Para iniciar qualquer mudança de algo tão fundamental quanto o sistema de ensino de uma instituição, é necessário um maior conhecimento sobre o que são competências, porém a ideia sobre competências não é bem definida na literatura (Le Deist & Winterton, 2005).

## Competências

Podemos definir competências pelo conhecimento coletivo de uma organização, ou seja, pelas habilidades produtivas e assimilação de novas tecnologias para o processo produtivo, dando à esta instituição uma vantagem sobre seus competidores (Pralhad & Hamel, 1990). Outra abordagem sobre a definição de competência consiste num conjunto de áreas funcionais, sociais e cognitivas de um indivíduo que levam este a ser melhor em seu trabalho. Esta segunda abordagem relaciona ideias de conhecimento (competências

funcionais), comportamento (competências sociais) e habilidades (competências cognitivas) na formação do indivíduo (Le Deist & Winterton, 2005).

Na educação, a definição mais abrangente é a de Perrenoud (1999) que afirma “*Competência é a capacidade de mobilizar conhecimentos na busca de solução de problemas complexos, sem se limitar a eles*”.

Por fim, competência que será tratada neste estudo será tudo aquilo que torna alguém competente, considerando todos os conhecimentos, habilidades, atitudes que tornam este indivíduo apto ao trabalho que fará em seu futuro profissional (Allen, et al., 2005).

## **Método de Ensino**

Assim, para o desenvolvimento de competências de estudantes de engenharia para uma formação profissional superior, é necessário a utilização de métodos ativos de ensino que estimulem um interesse pessoal do aluno na matéria estudada. Em 1959, John Dewey argumentou que para estimular este interesse do aluno é necessário engajá-los em problemas reais que “experts” da área enfrentam em seu cotidiano profissional, além de motivá-los com questões instigantes sobre o problema estudado (Krajcik & Shin, 2006).

Esta hipótese é a base do método de ensino ativo Project-Based Learning (PBL) que é formado a partir de quatro ideais de ensino: construção ativa, aprendizado contextualizado, interação social e ferramentas cognitivas (Bransford & Cocking, 1999).

Construção ativa mostra que para um aprendizado profundo sobre um assunto é necessário quando a pessoa que está aprendendo cria um significado para o assunto a partir de experiências próprias e interação com o mundo a sua volta (Krajcik & Shin, 2006).

Aprendizado contextualizado faz com que o ensino seja mais eficiente ao relacionar assuntos abordados com eventos reais e do cotidiano profissional, isto faz com que o estudante ao aprender este novo tema, relacione com conhecimentos e experiências passadas, compreendendo melhor o assunto devido a esta conexão que fez em sua mente (Blumenfeld, et al., 1991).

Interação social também se mostra de suma importância para o aprendizado pois ao trabalhar em conjunto em um evento contextualizado, um grupo de estudantes compartilham ideias, debatem e aprendem mais pontos de vistas sobre o mesmo assunto, além de fortalecer o interesse sobre o tema estudado (Blumenfeld, et al., 1996).

Por último, as ferramentas cognitivas ajudam a facilitar e expandir o que estudantes podem aprender, por exemplo, um gráfico pode demonstrar mais facilmente um padrão nos dados em que um indivíduo estuda (Krajcik & Shin, 2006).

## **Instrumento de Avaliação**

Torna-se, assim, de extrema importância o uso de instrumentos de avaliação do desenvolvimento destas competências para a medição da qualidade do ensino que os alunos estão recebendo para essas áreas formativas e para a adequação da instituição às demandas atuais da sociedade, governo e profissionais (Marinho-Araujo & Rabelo, 2015). Para isso, deve ser considerado procedimentos que possibilitem a observação de processos, estratégias e relações que alunos fazem entre os problemas contextualizados usando de diversos indicadores formativos como: conhecimentos, habilidades, atitudes, escolhas, entre outros (Marinho-Araujo & Rabelo, 2015).

Essas avaliações podem ser feitas diretamente ou indiretamente e sua escolha depende das competências que se espera medir. Avaliações diretas de conhecimento e habilidades oferecem uma maior facilidade em gerar informações comparáveis e podem ser controladas

de modo a gerar resultados confiáveis (Ewell, 1991). Portanto uma avaliação direta, como uma prova ou teste, é mais utilizada para avaliar competências cognitivas e/ou funcionais. Para medir o desenvolvimento de competências sociais, utiliza-se uma avaliação indireta do ensino. Esta consiste de autoavaliações do estudante e foca em como o aluno avalia o aprendizado e desenvolvimento que teve em competências de interesse e, portanto, deve ser feita através de questionários (Nusche, 2008).

Devido a avanços em estudos na área do ensino e cognição, além de mudanças sociais e do mercado de trabalho, há um grande aumento nas competências (habilidades, conhecimentos, atitudes etc.) exigidas para todos os engenheiros. Para atender essas demandas, é necessário a utilização do ensino ativo e a partir dele avaliar o desenvolvimento funcional, cognitivo e social do estudante para uma transição facilitada ao mercado de trabalho. Portanto é dever da instituição de ensino reformular sua matriz disciplinar a fim de atender essas exigências enumeradas nas novas DCNs instituídas pelo MEC.

## **Material e Métodos**

Na formulação de uma atividade contextualizada de ensino ativo com base em formação de competências é necessário primeiro definir uma metodologia para a estruturação e avaliação do conteúdo e competências a serem ensinadas. Para definições gerais sobre a avaliação serão utilizadas rubricas onde serão expostas as competências a serem desenvolvidas na aula, seus critérios de performance, a evidência a ser analisada e de acordo com a relação entre o critério e a evidência observada, a classificação do desempenho do estudante e atribuindo descritores para os níveis de proficiências atribuídos.

Para o início deste processo é preciso definir as competências a serem monitoradas ao longo desta atividade. Na área de engenharia, alguma das principais competências usadas por egressos são: Trabalho em Equipe, Pensamento Crítico, Comunicação e Compreensão Teórica (Passow, 2012).

Critérios de desempenho para Trabalho em Equipe podem ser definidos em dimensões que relacionam o sucesso de um grupo atingir o objetivo determinado durante sua formação, tendo como base o comportamento e interações de seus integrantes (Baker & Salas, 1992).

Critérios de Pensamento Crítico são fundamentados na relação que um indivíduo observa entre os dados e temas envolvidos em um problema, na criação de uma sequência lógica de passos a serem tomados para sua resolução e pela concordância entre a decisão tomada com a solução encontrada ao fim do processo anterior (Snyder, 2008).

Para a competência de Comunicação será utilizado o critério de Comunicação Assertiva. Este é observado a partir da habilidade do aluno de expressar seus conhecimentos com clareza e exatidão tanto por meio verbal quanto não-verbal. Deste modo este critério é evidenciado com o grau em que a mensagem que o aluno tenta descrever é recebida pelo professor.

Compreensão Teórica é determinada pela capacidade do estudante em identificar ferramentas matemáticas, relações e conceitos teóricos a serem utilizados em um determinado problema (Camarena & Trejo, 2011).

Para a formulação da atividade foi utilizado o método PBL, pois este desenvolve um ambiente de aprendizagem envolvente e desafiador ao estudante, devido à aprendizagem situada e contextualização dos fenômenos apresentados durante a atividade. Isto gera um desenvolvimento mais profundo e visível das competências cognitivas e funcionais dos estudantes (Krajcik & Shin, 2006).

## Resultados e Discussão

Durante o desenvolvimento deste trabalho, houve um grande aumento no escopo e importância do que seria trabalhado durante o ano. Também com o advento da pandemia do vírus Sars-CoV-2, foi gerado um ambiente de grandes incertezas e dificuldades para a execução de todos os passos necessários para o desenvolvimento da atividade para os estudantes da disciplina de Fundamentos de Engenharia.

Para um ensino que envolve uma grande mudança na forma de desenvolver atividades e avaliação dos estudantes, é necessário um conhecimento mais desenvolvido e amadurecido de todos os assuntos tratados anteriormente por todo o corpo docente envolvido na disciplina, além de um treinamento dos professores para esta mudança do modo de avaliar. Esses problemas acabaram impossibilitando a execução da atividade neste ano letivo. Assim a aula formulada durante este ano será utilizada como um projeto de aula para o ano letivo de 2021.

Além do projeto de aula, foram criadas sugestões de rubricas a serem utilizadas durante a atividade. Estas rubricas têm como intuito serem utilizadas tanto pelos professores em suas avaliações quanto pelos estudantes em suas autoavaliações. As rubricas foram formuladas de modo a conter a competência avaliada, seu critério e descrição e níveis de desenvolvimento com suas devidas descrições. As descrições são feitas de modo a ser facilmente entendidas e diferenciadas em cada nível.

Assim, as figuras abaixo indicam as rubricas criadas neste trabalho:

Figura 1 - Rubrica da competência Trabalho em Equipe, critério Cooperação.

	Insatisfatório	Em Desenvolvimento	Satisfatório	Exemplar
Trabalho em Equipe Cooperação				
Capacidade de interagir e cooperar com o grupo sobre passos a serem tomados na resolução de um problema	Não interagi com os integrantes do grupo	Participei passivamente das discussões do grupo (apenas respondi questionamentos dirigidos a mim)	Participei ativamente das discussões do grupo	Participei ativamente das discussões do grupo e tentei incentivar a participação dos outros integrantes

Figura 2 - Rubrica da competência Pensamento Crítico, critério Resolução de Problemas.

	Insatisfatório	Em Desenvolvimento	Satisfatório	Exemplar
Pensamento Crítico Resolução de Problemas				
Capacidade de determinar os conceitos e variáveis de um problema e criar um sequência lógica para a resolução do problema	Não consegui identificar as variáveis e conceitos do problema, nem determinar a sequência lógica para sua resolução	Conseguí identificar as variáveis e conceitos do problema, mas não consegui determinar a sequência lógica para sua resolução	Conseguí identificar as variáveis e conceitos do problema e determinei uma sequência lógica para a resolução do problema	Conseguí identificar as variáveis e conceitos do problema, determinei uma sequência lógica para a resolução do problema e expliquei os passos a serem tomados

Figura 3 - Rubrica da competência Pensamento Crítico, critério Tomada de Decisão.

	Insatisfatório	Em Desenvolvimento	Satisfatório	Exemplar
Pensamento Crítico Tomada de Decisão				
Capacidade de fazer escolhas coesas com os resultados obtidos e as necessidades da situação	Não tomei uma decisão condizente com os resultados obtidos e informações da atividade	Tomei uma decisão coesa, mas não consegui explicar logicamente minha escolha	Tomei uma decisão condizente com os resultados obtidos e informações da atividade e consegui explicar logicamente minha escolha	Tomei uma decisão correta com as informações presentes e expliquei claramente o porquê de minha escolha comparando com as possíveis escolhas alternativas

Figura 4 - Rubrica da competência Comunicação, critério Expressão.

	<b>Insatisfatório</b>	<b>Em Desenvolvimento</b>	<b>Satisfatório</b>	<b>Exemplar</b>
Comunicação Expressão	Não consegui me expressar com clareza	Consegui me expressar mas ainda demonstrei dificuldade	Consegui me expressar de maneira compreensível	Consegui me expressar com clareza, boa postura e com confiança
Capacidade de expor conhecimento e conceitos com clareza e exatidão (textualmente, oralmente e graficamente)				

Figura 5 - Rubrica da competência Compreensão Teórica, critério Conhecimento.

	<b>Insatisfatório</b>	<b>Em Desenvolvimento</b>	<b>Satisfatório</b>	<b>Exemplar</b>
Compreensão Teórica Conhecimento	Não consegui identificar conceitos e ferramentas matemáticas a serem utilizadas no problema	Identifiquei alguns conceitos e ferramentas matemáticas a serem utilizadas mas tive dificuldade em usá-las durante o problema	Identifiquei todos os conceitos e ferramentas matemáticas a serem utilizadas e consegui usá-las durante o problema sem dificuldade	Identifiquei, usei e justifiquei todos os conceitos e ferramentas matemáticas necessárias para a resolução do problema, mostrando todo o raciocínio lógico
Capacidade de identificar e utilizar ferramentas matemáticas e conceitos estudados previamente				

## Conclusões

Com as mudanças exigidas pelas novas DCNs, há uma necessidade para as instituições de ensino de modernizar e mudar o modo de ensino do tradicional, para um fundamentado no desenvolvimento de competências e atividades contextualizadas que melhor as desenvolvam. Esta área de pesquisa pedagógica ainda é relativamente recente e não muito estudada – principalmente no Brasil – quando comparada com outras grandes áreas, gerando uma grande incerteza em como desenvolver e aplicar essas mudanças. Assim este trabalho torna-se uma ferramenta de aprendizado e direcionamento para os docentes na iniciação dessas mudanças extremamente importantes para a instituição.

Para o desenvolvimento de futuras rubricas e métodos de avaliações é necessário um entendimento mais completo e profundo de quais competências e critérios são exigidos e desejados pela sociedade e principalmente pelo mercado de trabalho. Deste modo são necessárias pesquisas sobre a importância e necessidade que empregadores têm sobre cada competência e a formulação de cada critério que melhor demonstre o desenvolvimento nos estudantes.

Por fim, é necessário um maior desenvolvimento dos conceitos aqui abordados e um treinamento de todo o corpo docente sobre as mudanças ocorridas, gerando uma melhor transição das metodologias de ensino e avaliação necessárias para o alinhamento das DCNs.

## Referências Bibliográficas

- Allen, J., Ramaekers, G., & van der Velden, R. (2005). Measuring Competencies of Higher. *NEW DIRECTIONS FOR INSTITUTIONAL RESEARCH*, 126.
- Baker, D. P., & Salas, E. (1992). Principles for Measuring Teamwork Skills. *Human Factors*, pp. 469-475.
- Blumenfeld, P. C., Marx, R. W., Soloway, E., & Krajcik, J. (1996). Learning With Peers: From Small Group Cooperation to Collaborative Communities. *Educational Researcher*, 25, 37-40.

- Blumenfeld, P. C., Marx, R. W., Soloway, E., Krajcik, J., Guzdial, M., & Palincsar, A. (1991). Motivating Project-Based Learning: Sustaining the Doing, Supporting the Learning. *Educational Psychologist*, 26, 369-398.
- Bransford, J. D., & Cocking, R. R. (1999). *How People Learn: Brain, Mind, Experience, and School*. National Academies Press.
- Camarena, P. G., & Trejo, E. T. (2011). *La Matemática en el Contexto de las Ciencias y los invariantes operatorios*. Durango: REDIE.
- Ewell, P. T. (1991). To Capture the Ineffable: New Forms of Assessment in Higher Education. *Review of Research in Education*, 17, 75-125.
- Hoffmann, T. (1999). The meanings of competency. *Journal of European Industrial Training*, 23, 275-285.
- Krajcik, J., & Shin, N. (2006). *Project-Based Learning*.
- Le Deist, F. D., & Winterton, J. (2005). What Is Competence? *Human Resource Development International*, 8, 27-46.
- Marinho-Araujo, C. M., & Rabelo, M. L. (2015, Julho). Avaliação educacional: a abordagem por competências. *Revista da Avaliação da Educação Superior*, 20, 443-466.
- Nusche, D. (2008). *Assessment Of Learning Outcomes In Higher Education: A Comparative Review Of Selected Practices* . Organisation for Economic Co-operation and Development.
- Passow, H. J. (2012, Janeiro). Which ABET Competencies Do Engineering Graduates Find Most Important in their Work? *Journal of Engineering Education*, pp. 95-118.
- Perrenoud, P. (1999, Novembro). Construir competências é virar as costas aos saberes? *Pátio. Revista pedagógica*, pp. 15-19.
- Prahalad, C. K., & Hamel, G. (1990). *The Core Competence of Corporation* (Vol. 68).
- Snyder, L. G. (2008). Teaching Critical Thinking and Problem Solving Skills. *The Delta Pi Epsilon Journal*, pp. 90-99.