

## **AVALIANDO A INTERAÇÃO ENTRE APRENDIZADO BASEADO EM PROJETOS E APRENDIZAGEM TRANSFORMADORA EM UMA DISCIPLINA DE PROJETO MECÂNICO**

DOI: 10.37702/2175-957X.COBENGE.2023.4565

Helio Pekelman - helio.pekelman@mackenzie.br  
Universidade Presbiteriana Mackenzie

**Resumo:** *Este artigo apresenta uma experiência de aplicação do método de aprendizagem baseada em projetos (PBL) e a avaliação de resultados qualitativos utilizando as sete fases da teoria de Mezirow e os elementos essenciais para a aplicação de uma aprendizagem baseada em projetos. Este trabalho, desenvolveu-se no curso de graduação em Engenharia Mecânica da Universidade Presbiteriana Mackenzie, na disciplina de projeto e desenvolvimento de protótipos no sétimo semestre, esta disciplina tem um componente de internacionalização em conjunto com uma Universidade Americana que traz diferenciais nos resultados. Todas as etapas dos elementos essenciais da metodologia de aplicação de aprendizagem baseada em projetos são contempladas na disciplina validando sua correta aplicação. Três fases da teoria de Mezirow foram comentadas abrindo-se a oportunidade para continuidade do estudo com o uso de ferramentas para avaliação do aprendizado transformador.*

**Palavras-chave:** *Aprendizado Baseado em Projetos, Aprendizagem transformadora, Curso de Projeto Mecânico*

## AVALIANDO A INTERAÇÃO ENTRE APRENDIZADO BASEADO EM PROJETOS E APRENDIZAGEM TRANSFORMADORA EM UMA DISCIPLINA DE PROJETO MECÂNICO

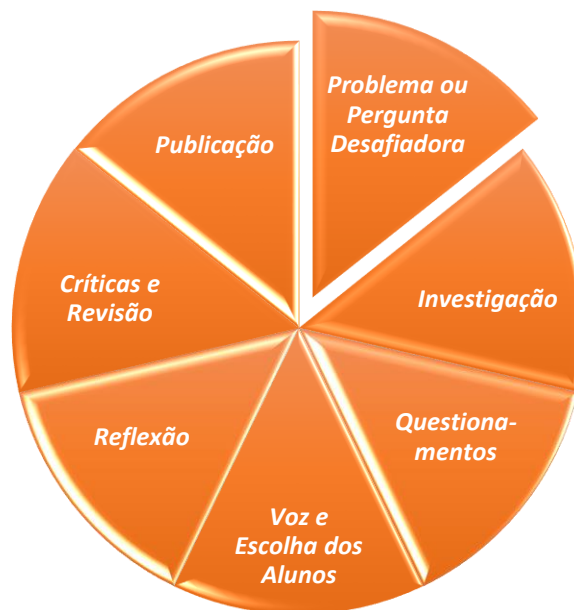
### 1 INTRODUÇÃO

O ensino de engenharia desempenha um papel crítico na preparação dos alunos para carreiras de sucesso em um cenário tecnológico em rápida mudança. Os métodos tradicionais de ensino baseados em aulas expositivas têm sido a norma no ensino de engenharia há décadas, mas podem não ser suficientes para preparar os alunos para os desafios nos locais de trabalho moderno.

A Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) é um método de ensino no qual os alunos aprendem engajando-se ativamente em projetos do mundo real e pessoalmente significativos. (Bucks, 2023)

A Figura 1 mostra os elementos essenciais de concepção do projeto para o desenvolvimento de uma ABP: (Buck, 2023)

Figura 1 – PBL Padrão Ouro



Fonte: Adaptado de (Bucks, 2023)

**Problema ou Pergunta Desafiadora** – O projeto é determinado por um problema significativo a ser resolvido ou uma pergunta a ser respondida, no nível apropriado de conhecimento.

**Investigação** - Os alunos se envolvem em um processo rigoroso e prolongado de fazer perguntas, encontrar recursos e buscar informações.

**Questionamentos** - O projeto se desenvolve no contexto do mundo real. Tarefas, ferramentas, padrões de qualidade e projeto mostram as preocupações, interesses e questões pessoais na vida dos alunos.

**Voz e Escolha dos Aluno** - Os alunos tomam algumas decisões sobre o projeto, incluindo como eles trabalham, como e o que eles criam. Expressam essas ideias com sua própria voz.

**Reflexão** – Os alunos e professores refletem sobre a aprendizagem, a efetividade de suas atividades de investigação e projeto, a qualidade do trabalho dos alunos, os obstáculos que surgem e as estratégias para superá-los.

**Crítica e Revisão** – Os alunos dão, recebem e aplicam *feedback* para melhorar seus processos e produtos.

**Público Product** - Os alunos tornam seu projeto público, compartilhando-o e explicando-o ou apresentando-o para pessoas além da sala de aula.

Este artigo explora também a interação entre a aprendizagem baseada em projetos e aprendizagem transformadora onde a teoria da aprendizagem transformadora sugere que os indivíduos podem mudar suas perspectivas, pressupostos e modos de pensar por meio da reflexão crítica e do questionamento de suas crenças. Esta teoria tem implicações significativas para a educação, particularmente na engenharia, onde a capacidade de se adaptar e evoluir é fundamental para o sucesso.

De acordo com a OCDE, 2019 para enfrentar os desafios do século 21, os estudantes precisam ser empoderados e sentir que podem almejar ajudar a moldar o mundo, o bem-estar e a sustentabilidade para o planeta, para si e para os outros. Essas competências transformadoras podem ser usadas em uma ampla gama de contextos e situações e são exclusivamente humanas. As competências transformadoras podem ser ensinadas e aprendidas nas escolas, incorporando-as aos currículos e à pedagogia existentes. Os alunos precisam adquirir três competências transformadoras para ajudar a moldar o futuro que queremos:

- criar novos valores;
- conciliar tensões e dilemas;
- assumir responsabilidades;

Os alunos mais bem preparados para o futuro são agentes de mudança. Eles podem ter um impacto positivo em seu entorno, influenciar o futuro, entender as intenções, ações e sentimentos dos outros e antecipar as consequências de curto e longo prazo do que fazem. (OCDE, 2019)

WGU, 2020 em seu texto, explica que a aprendizagem transformadora é uma teoria e seu fundador foi Jack Mezirow. Colocam no artigo a seguinte definição de aprendizagem transformadora: "uma orientação que sustenta que a maneira como os alunos interpretam e reinterpretem suas experiências sensoriais é central para criar significado e, portanto, aprender". Explicam que "A aprendizagem transformadora carrega a ideia de que os aprendizes que estão obtendo novas informações também estão avaliando suas ideias e entendimentos anteriores e estão mudando sua própria visão de mundo à medida que obtêm novas informações e por meio da reflexão crítica". Os aprendizes encontram sentido no que entendem e isso leva a uma nova perspectiva um entendimento, levantando questões sobre como utilizar esse conhecimento. O texto também comenta que "Muitos alunos e especialistas concordam que esse tipo de aprendizado leva à verdadeira liberdade de pensamento e compreensão".

WGU, 2020 também explica as sete fases da teoria de Mezirow, sendo elas:

- **Dilema desorientador** - é uma situação em que um aluno descobre que o que ele pensou ou acreditou no passado pode não ser preciso. Este pode ser um momento

“a-ha” em que um aluno ouve ou considera algo que talvez não tenha entendido antes;

- **Auto-exame** – os alunos vão pensar sobre suas experiências passadas e isso pode criar uma transformação de perspectiva, onde eles entendem que sua perspectiva pode não ser a única perspectiva;
- **Avaliação crítica das premissas** - Eles são capazes de aceitar que talvez algumas de suas suposições anteriores estivessem erradas e, portanto, estão mais abertos a novas informações e pensamentos. Isso cria uma transformação de perspectiva, pois eles são capazes de olhar com olhos mais imparciais para seu próprio passado.
- **Planejando um curso de ação** - agora, eles serão capazes de planejar um curso de ação. Eles são capazes de considerar que tipos de aprendizado precisarão agora para entender melhor um problema ou situação. Eles poderão ter uma estratégia para aprender coisas novas, ver novas perspectivas, conversar com novas pessoas e muito mais;
- **Aquisição de conhecimentos ou habilidades para realizar novo plano** - Eles realizam seus planos, avançam em seu aprendizado transformador. Eles podem ter que aprender coisas novas e considerar diferentes perspectivas para aprimorar totalmente seu aprendizado. É aqui que o verdadeiro aprendizado está acontecendo.
- **Explorar e experimentar novos papéis** - Como parte da aprendizagem transformadora, precisa-se agir, explorar e tentar entender as mudanças é a chave para o sucesso. Vai além de apenas aprender sobre algo, mas trabalhar ativamente para entender e experimentar coisas novas por si mesmo;
- **Construir autoeficácia em novos papéis e relacionamentos** - ser capaz de tomar as próprias decisões e ter suas próprias crenças, construir confiança e compreensão e continuar a praticar esse ciclo transformador.

## 2 ESTUDO DE CASO

A intenção deste estudo é mostrar como a união dessas duas metodologias, Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) e aprendizagem transformadora, tornam-se uma forma de aproximar cada vez mais os alunos de uma experiência real de atuação profissional.

O processo começa com a aplicação das metodologias em uma disciplina do curso, neste caso, a disciplina é projeto e desenvolvimento de protótipos no sétimo semestre de engenharia mecânica. Nesta disciplina aplica-se conceitos de construção de máquinas que vem sendo desenvolvidos desde o quarto semestre do curso com o objetivo de resolver um problema ou desafio, passando por experiências desde a elaboração do conceito até a fabricação e teste dos resultados.

As etapas de planejamento da disciplina ocorrem da seguinte forma:

- Aula com conceitos sobre elementos que compõem o processo de projeto do produto;
- Divisão dos alunos em grupos, os grupos são autoadministrados pelos alunos;
- Exposição do desafio, destacando as restrições de ambiente, material, tempo e comunicação;
- Aulas de atendimento para avaliar o andamento do projeto;
- Avaliações intermediárias para orientar o desenvolvimento do projeto;
- Apresentação final com o funcionamento do projeto.
- Compartilhamento do resultado e desenvolvimento através de vídeo.

A esse processo, devido à percepção da necessidade de internacionalização, soma-se uma adaptação do problema/desafio a uma instituição internacional de forma que:

- Elaboração do *briefing* do projeto é feito no idioma da instituição parceira, neste caso inglês;
- Discussão do projeto com o professor parceiro a fim de adequar as características da disciplina, cultura e tempo;
- Determinação das datas de aplicação e compartilhamento;
- Disponibilização dos dados de contato dos grupos de estudantes brasileiros pois começam o projeto mais cedo;

A questão da internacionalização se deu com a percepção da qualidade do curso ao comparar o currículo com instituições fora do Brasil, neste momento destacou-se também a existência de um conjunto de conhecimentos básicos no curso de engenharia que permeia todas as instituições independente do país de origem. Esse conjunto de conhecimentos básicos será chamado de "*linguagem de engenharia*" que, apesar das diferentes línguas ao redor do mundo, é de entendimento comum para os alunos, portanto, ao frequentarem conteúdos semelhantes, independentemente do nome da disciplina, eles podem trocar informações, experiências e práticas, pois estão vivenciando os mesmos conceitos de engenharia. Como exemplo desta linguagem de engenharia na área de engenharia mecânica, pode-se citar: cálculos de resistência dos materiais, aplicação de elementos de máquinas, tolerâncias, desenho entre outras.

Dos vários parceiros internacionais, um foi escolhido pelo representante de internacionalização por ter uma pessoa do seu conhecimento no quadro de pessoal da instituição com disponibilidade e entusiasmo para dividir algumas tarefas em comum

As disciplinas possuem uma similaridade de objetivos, onde a disciplina de projeto e desenvolvimento de protótipos ministrada no sétimo semestre do curso de engenharia mecânica aborda: compreender as etapas do design de produto, reconhecer a importância da criatividade no design de produto, identificar o papel do gerenciamento de projetos, analisar o papel das ferramentas computacionais no desenvolvimento de um protótipo, projetar e construir um protótipo. A disciplina de *Design* é oferecida em dois semestres consecutivos, sendo *Design I* no sétimo semestre e *Design II* do oitavo semestre no curso de engenharia mecânica. *Design I* aborda problemas de processo de projeto característicos da engenharia mecânica, considerando custo, otimização de projeto, códigos e normas e ética. A disciplina *Design II* da continuidade ao projeto de *Design I* com a confecção de um protótipo.

Os projetos propostos foram feitos em grupos, no Brasil os grupos tem em média 4 alunos. A avaliação também no Brasil foi dividida em três etapas, desenhos, execução do desafio e vídeo, sempre avaliados por meio das rubricas de avaliação. Esse processo de avaliação tem como foco as habilidades em engenharia. A avaliação do problema/desafio na instituição parceira é feita em uma *lecture*.

### 3 RESULTADO E DISCUSSÕES

Além dos ganhos nos processos de engenharia, muitas discussões ocorreram sobre os resultados obtidos com a metodologia ABP e aprendizagem transformadora. Os pontos levantados a seguir foram impactados positivamente pelo exercício conjunto e os relatos apresentados baseiam-se em uma análise qualitativa das ações dos alunos no decorrer da disciplina.

Avaliação da aplicação da metodologia de aprendizagem baseada em projeto conforme em Buck, 2023.



- **Problema ou Pergunta Desafiadora** – o processo com os alunos inicia com a apresentação de um briefing abordando um problema real ou um desafio para a execução de um mecanismo.
- **Investigação** – a próxima cobrança que é feita aos alunos é a apresentação da pesquisa do que existe e das tecnologias aplicáveis, é importante neste ponto a formalidade da apresentação bem como a informalidade dos grupos de *whatsapp* e uso dos celulares;
- **Questionamentos** – cabe ressaltar neste ponto a necessidade de não se fazer um briefing muito fechado permitindo dúvidas aos alunos. A apresentação oral da pesquisa é outro ponto que mostra como cada grupo, e mesmo individualmente dentro do grupo, os interesses e questionamentos são diferentes. A discussão na apresentação é incentivada.
- **Voz e Escolha dos Aluno** – muito interessante registrar que não é colocado nenhum limite a pesquisa do item anterior, porém os resultados têm grande diversidade e isto ocorre de forma autônoma. Próximo passo é de forma consensual, sem auxílio do professor, a escolha do projeto que irá avançar nos estudos;
- **Reflexão** – o processo de reflexão ocorre a cada avaliação preliminar onde levanta-se o processo utilizado os acertos e erros, mas a maior avaliação ocorre antes do teste final quando novamente são apresentados os erros, é feito um paralelo com a vida profissional e como deve ser a mudança de postura;
- **Crítica e Revisão** – o ponto mais forte com relação a mudanças ocorre na etapa de reflexão, as críticas ocorrem entre os elementos do grupo mas não são oficializadas e muitas vezes não são externalizadas;
- **Produto Público** – a publicação para comunidade externa é um ponto importante e aguardado pelos alunos, é feito um vídeo, em inglês, que fica disponível no *youtube* para que os participantes e a comunidade possam acompanhar os resultados.

Por ser um projeto com abertura para mais de um tipo de solução e também por incentivar a comunicação e discussão dos processos e projetos é interessante observar como ocorrem algumas fases do aprendizado transformador de Mezirow.

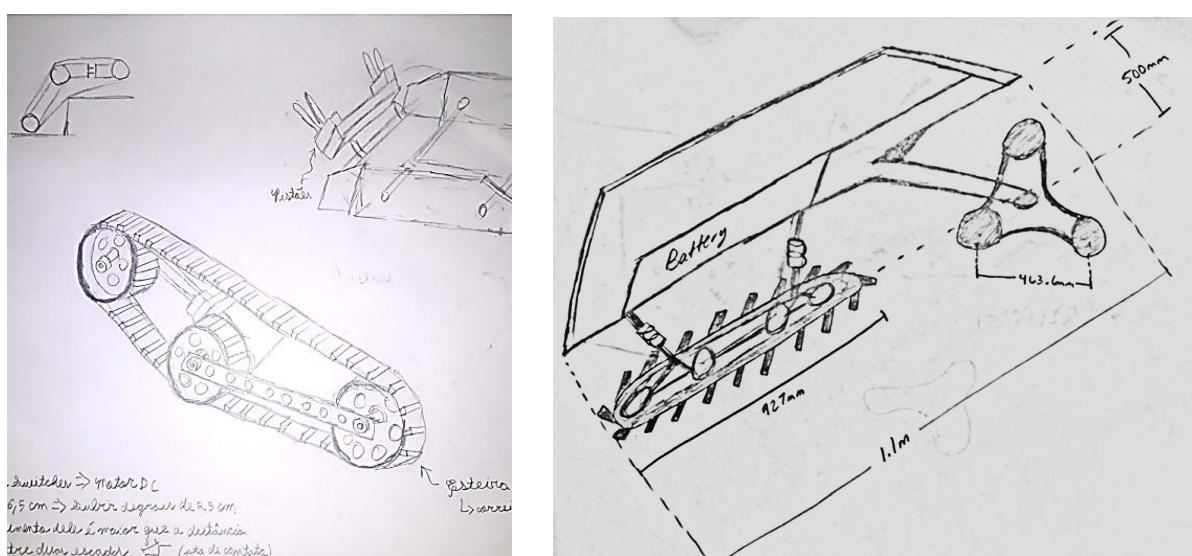
- **Dilema desorientador** – por possuir um aspecto aberto, incentivar a discussão e observar as ações dos projetos passados, observa-se no início um momento de desorientação onde ocorre o questionamento dos aprendizados passados;
- **Auto-exame** – existe o levantamento das experiências passadas, mas pouco se percebe sobre uma nova perspectiva;
- **Avaliação crítica das premissas** – ao final do projeto é clara a percepção de que alguns alunos mudaram a visão sobre como foram suas experiências em disciplinas passadas.
- **Planejando um curso de ação** – não foi utilizada nenhuma ferramenta formal para avaliação da aprendizagem transformadora, apenas a observação dos alunos assim não é possível tecer comentário sobre as três próximas fases;
- **Aquisição de conhecimentos ou habilidades para realizar novo plano** -
- **Explorar e experimentar novos papéis** -
- **Construir autoeficácia em novos papéis e relacionamentos** -

## 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Alguns pontos podem ser destacados a partir desse trabalho:

- O entendimento de que realmente existe uma "linguagem de engenharia" e que, apesar da distância geográfica e da diferença de linguagem, os resultados apresentados apresentaram semelhança tanto no processo de compreensão do desafio quanto nas ferramentas de engenharia utilizadas na solução. Figura 2 mostra o resultado em forma de croqui do mesmo desafio posto aqui e na escola americana;

Figura 2- exemplo de croqui de um desafio. A esquerda brasileiro, a direita americano



Fonte : o autor

- A língua inglesa não foi uma barreira para compreender o desafio, bem como apresentá-lo aos pares americanos, mostrando a importância do conhecimento de outro idioma no desenvolvimento profissional.
- Os alunos compreendem a qualidade do trabalho desenvolvido dentro de sua instituição de ensino: os alunos são capazes de ver que a gama de disciplinas oferecidas são de classe mundial e permitem o desenvolvimento de um profissional completo. Este e o próximo item estão relacionados com a primeira fase da aprendizagem transformadora, onde eles descobrem que o que pensavam ou acreditavam no passado pode não ser preciso.
- Os alunos compreendem a qualidade dos conteúdos desenvolvidos nas disciplinas do curso: os alunos percebem que os conteúdos das disciplinas estão alinhados com instituições internacionais e com as necessidades do mercado nacional e internacional.
- Incentivar o intercâmbio entre instituições: mostra a existência de instituições parceiras para intercâmbio e mostra que os conteúdos ministrados lhe dão a possibilidade de estudar disciplinas fora da instituição

- Mostrar aos demais professores a qualidade dos conteúdos desenvolvidos e a possibilidade de intercâmbio interdisciplinar: os docentes sentem-se estimulados a buscar novos parceiros para compartilhar experiências
- Permitir que o aluno se envolva em situações para a aplicação de softskills: o desenvolvimento de tarefas em grupo é incentivado principalmente utilizando a autoadministração onde o próprio grupo cria a dinâmica de interação envolvendo todos os seis pilares do programa de aprendizagem transformadora institucional, sendo eles, ética, capacidade de liderança e empreendedorismo, sustentabilidade e bem-estar coletivo, reflexão crítica e comunicação e competência cultural e global. Esta está em fase com duas últimas competências transformadoras da OCDE, conciliando tensões e assumindo responsabilidades.
- Permitir que o aluno se envolva em situações éticas: desenvolve a avaliação do trabalho em grupo. O plano de projeto permite mudanças entre grupos em caso de desentendimento. Essas softskills têm se destacado nos últimos períodos com o aumento de pedidos de afastamento de membros não ativos do grupo de trabalho.
- Permitir que os alunos comecem a ter uma melhor percepção de suas ações em um projeto de engenharia e do impacto de suas escolhas de engenheiro no meio ambiente e na sociedade. E começam a fazer perguntas sobre como esse exercício vai refletir em suas futuras relações profissionais, isso se conecta com as primeiras competências transformadoras da OCDE, criando novos valores e com a segunda fase da Teoria de Mezirow, quando os alunos farão um autoexame de suas crenças e entendimento

A partir desses pontos, é possível perceber o alinhamento com os desafios do século 21 da OCDE. Apesar de se observar alguns relatos relacionados à aprendizagem transformadora, uma pesquisa observando todas as sete fases pode trazer mais clareza em relação a esse aspecto das ações realizadas a partir da metodologia de aprendizado baseado em projetos.

## REFERÊNCIAS

BUCKS Institute for education (2023) What is PBL?. Available in <  
<https://www.pblworks.org/what-is-pbl>> access on 24/04/2023

NOVOA, Ruth; Vergana, Christian; Roa Efrain, (2022) Clase espejo como estrategia de enseñanza -aprendizaje colaborativo en asignaturas de especialidad en Ingeniería, utilizando tecnologías de Información y comunicación, Encuentro Internacional de Educacion en Ingenieria ACOFI. Doi: <https://doi.org/10.26507/paper.2703>

OECD (2019), Future of education and skills 2030. Available in  
[https://www.oecd.org/education/2030-project/teaching-and-learning/learning/transformative-competencies/Transformative Competencies for 2030 concept note.pdf](https://www.oecd.org/education/2030-project/teaching-and-learning/learning/transformative-competencies/Transformative%20Competencies%20for%202030%20concept%20note.pdf) access on 24/04/2023

WGU, Wester Governors University (2021). What is the transformative learning theory, available in <  
<https://www.wgu.edu/blog/what-transformative-learning-theory2007.html#close>> access on 24/04/2023



## EVALUATING THE INTERACTION BETWEEN PROJECT-BASED LEARNING AND TRANSFORMATIVE LEARNING IN A MECHANICAL DESIGN COURSE

**Abstract:** *This document presents an experience of applying the project-based learning (PBL) method with a qualitative evaluation using the seven phases of Mezirow's theory and the essential elements for the application of project-based learning. This work was developed in the undergraduate course in Mechanical Engineering at Universidade Presbiteriana Mackenzie, in the discipline of design and development of prototypes in the seventh semester, this discipline has an internationalization component in conjunction with an American University that brings differentials in the results. All stages of the essential elements of the project-based learning application methodology are covered in the discipline, validating its correct application. Three phases of Mezirow's theory were discussed, opening up the opportunity to continue the study with the use of tools for evaluating transformative learning.*

**Keywords:** *Project based learning, Transformative learning, Mechanical Design Course*