

## PROPOSTA DE UM MODELO PARA A AVALIAÇÃO DE PROJETO INTEGRADOR FUNDAMENTADO NA TEORIA DE PHASE GATES

**Daniele Carolina Lopes** – danielecalopes@hotmail.com

**Marcel Andreotti Musetti** – musetti@sc.usp.br

**Mateus Cecílio Gerolamo** – mateus.gerolamo@gmail.com

**Daniel Capaldo Amaral** – amaral@sc.usp.br

Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Produção  
Av. Trabalhador são-carlense, 400  
13566-590 - São Carlos - SP

**Resumo:** *Métodos de aprendizagens baseados em didáticas ativas se configuram como abordagens efetivas para buscar o aperfeiçoamento dos cursos de engenharia. Uma das formas de adotá-los é por meio de um Projeto Integrador de disciplinas, baseado no PjBL (Project-based Learning) com parceiros externos à Instituição de Ensino. Entre os desafios na implantação dessa alternativa, destaca-se a avaliação do processo de aprendizagem, pois ela deve contemplar conjuntamente, aspectos acadêmicos (objetivos didáticos-pedagógicos) com aspectos de mercado (objetivos dos parceiros externos). Este artigo descreve uma proposta elaborada para combinar tais aspectos em uma aplicação de aprendizagem baseada em projetos que envolve casos reais de organizações, empregando-se os conceitos teóricos de Phase Gates. Apresentam-se a teoria sobre o tema, a proposta e o resultado de três aplicações consecutivas, todas referentes aos sétimos períodos de um curso de Engenharia de Produção, nos anos de 2017, 2018 e 2019. Apesar do relato dos aprimoramentos sofridos pela dinâmica de Phase Gates ao longo de suas repetidas aplicações, percebe-se que ela ainda é passível de melhorias. No geral, os estudantes avaliaram a sistemática de gate como importante para a aprendizagem e como uma estratégia favorecedora para real alinhamento entre os diferentes stakeholders e direcionamento para o projeto.*

**Palavras-chave:** Projeto integrador. Avaliação. Teoria Phase Gate.

### 1 INTRODUÇÃO

A aplicação de metodologias ativa de ensino está deixando de ser uma opção no ensino de engenharia no Brasil; as novas diretrizes homologadas recentemente (Brasil, 2019) não apenas estimulam como colocam o uso destas práticas como elemento central, capaz de promover a trans e a interdisciplinaridade, bem como garantir a preparação dos estudantes para problemas reais. Tais metodologias de ensino permitem alcançar as competências almeçadas para os egressos em engenharia, garantindo a colocação de melhores profissionais no mercado de trabalho.

As experiências mais avançadas sobre o tema implementam a proposta de metodologia ativa em Engenharia por meio das denominadas disciplinas integradoras, sendo que os principais desafios são fornecer um método que integre aspectos de atuação prática e profissional (com contribuição dos principais *stakeholders*), permita reflexão e a aplicação crítica da teoria. Isso não é uma tarefa simples e mobiliza o esforço de toda a equipe de docentes e envolvidos. Combinar a avaliação de todos esses aspectos significa um complexo esforço de avaliação. Neste artigo, explora-se uma proposta de avaliação para uma aplicação da aprendizagem baseada em projetos (*Project-based learning*, PjBL) que envolve casos reais desenvolvidos em empresas, empregando-se os conceitos teóricos de *Phase Gates*.

## 2 DESAFIOS EM AVALIAÇÃO DE PJBL

Na Educação em Engenharia, práticas como a aprendizagem baseada em projetos ganharam força nos últimos anos por representarem um modelo que aproxima o estudante de sua futura atividade profissional ao envolverem aspectos práticos e problemas reais (Reis, Barbalho & Zanette, 2017). De acordo com Blumenfeld et. al (1991), a aprendizagem baseada em projetos baseia-se no engajamento dos estudantes na busca por soluções de problemas, tendo como principais norteadores a necessidade de uma questão ou problema para organizar e direcionar atividades e estas resultarem em um produto final.

Christie e Graaff (2016) revisaram os principais fundamentos filosóficos, pedagógicos e psicológicos que embasam os métodos de aprendizagem ativa e identificaram que o professor é uma figura de destaque para a efetividade do método por ter o papel de organizar condições de ensino para que o processo seja centrado no estudante e flexível às necessidades de cada um e com estratégias de avaliação tanto contínuas como acumulativas.

Em relação à avaliação na aprendizagem baseada em projetos, há muitos aspectos que ainda estão em discussão, dado o desafio do próprio modelo de aprendizagem que envolve desempenho individual e de equipe, e construção coletiva de uma solução para um problema real. No entanto, conforme descrevem Kokotsaki, Menzies e Wiggins (2016), a avaliação dos estudantes na aprendizagem baseada em projetos deve estar alinhada às características específicas do próprio método e contemplar a construção do conhecimento ao longo do tempo, permitindo, portanto, que os professores possam guiar e orientar todo o processo.

Entre os aspectos mencionados como relevantes na avaliação dos estudantes na aprendizagem baseada em projetos tem-se a importância de garantir várias oportunidades de avaliação formativa ao longo do projeto, contemplar a diversidade de produtos que podem ser avaliados (relatórios, apresentações, pôsteres, resumos etc.), permitir a autoavaliação (escala numérica, reflexiva), avaliação do grupo e de facilitadores/tutores e, por fim, o professor programar um sistema de avaliação ao final sobre a qualidade do produto/projeto (ERTMER, SIMONS, 2005; HELLE, TYNJÄLÄ, OLKINUOSA, 2006; KOKOTSAKI, MENZIES, WIGGINS, 2016). Além disso, há o uso de rubricas e portfólios como estratégias de avaliação dos estudantes para contemplar as diferentes etapas do projeto (BENDER, 2012).

A estratégia de avaliação de vários cursos de engenharia que utilizam aprendizagem baseada em projetos contempla a avaliação por pares, autoavaliação e ocorre em diferentes momentos e/ou fases do projeto (ALVES et al., 2016; BALVE, ALBERT, 2015; CHU et al., 2017; MONTEIRO et al., 2017; PEREIRA, BARRETO, PAZETI, 2017; RÍOS et al., 2010; RODRÍGUEZ et al., 2015; SOARES, et al., 2013). Sendo assim, considerando a importância de avaliar as diferentes fases de um projeto, propõe-se apresentar uma proposta de avaliação baseada na teoria de *Phase Gates*.

### 3 O PROCEDIMENTO DE REVISÃO DE FASES OU PHASE GATE

A conceituação do procedimento de revisão de fases foi proposta inicialmente por Cooper (1990; 2011) em um conjunto de trabalhos sobre gestão de desenvolvimento de produtos. O referido autor constatou os efeitos indesejados da ausência de um processo decisório bem estruturado e a elencou como uma das causas de problemas no desenvolvimento de produtos nas organizações industriais. Segundo Cooper (1990; 2011), esse problema era a causa para: índices aquém do esperado em termos de sucesso nos projetos de inovação, atrasos no cronograma, foco em soluções incrementais em detrimento de inovação, desperdícios de recursos humanos e materiais. A solução proposta por esses autores foi um modelo de processo de desenvolvimento de produtos conhecido como *Stage Gate* (Cooper, 1990), cujo diferencial foi um processo de decisão formal e estruturado, também denominado por outros autores como *Phase Gate*, *Gate* ou *Tool Gates*.

Tal processo foi descrito de forma sintética e didática por Rozenfeld et al. (2006) e segundo os autores, o procedimento de *gate* é constituído por um conjunto de atores, artefatos e atividades. Os atores envolvem a equipe de projeto, formada pelo gerente e membros interdisciplinares, e o Comitê de Avaliação de Produtos, que são os gestores responsáveis pela aprovação do portfólio de projetos. Como artefatos tem-se o Modelo de Referência de Processo que descreve fases (com critérios qualitativos que indicam se o projeto de desenvolvimento atingiu a maturidade necessária para ser aprovado) e atividades recomendadas para a equipe de projeto. E, por fim, a dimensão atividades indica todos os passos necessários e se inicia com a autoavaliação da equipe, que é uma preparação para o evento denominado *gate review*. Neste evento, a equipe apresenta um relatório técnico, o resumo do projeto, o planejado *versus* executado e a sua autoavaliação para o Time de Avaliação (ou Comitê de Aprovação de Produtos). A avaliação segue os critérios previstos para a fase, que são de conhecimento da equipe desde o início do projeto. Após a discussão, o Comitê de Aprovação de Produtos emite a decisão que é denominada “*go/no go*” e esta decisão classifica o projeto entre: Aprovado (sinal verde ou “*go*”), Aprovado com restrições (sinal amarelo) e Não aprovado (sinal vermelho, “*no go*” ou “*Kill*”).

O procedimento de avaliação de fases foi também integrado aos conceitos de gestão de portfólio (Cooper, 2001) e ampliado para outros tipos de projeto. O *gate* é um momento em que o Comitê de Aprovação do Portfólio, conjunto de profissionais que aprova o início dos projetos, avalia os projetos em cada fase de forma estratégica, verificando não apenas o desenvolvimento técnico específico, mas também as condições do ambiente e o conjunto de projetos que estão no portfólio.

O procedimento de *gates* foi legitimado na teoria de desenvolvimento de produtos e passou a constar dos modelos de processo desenvolvidos. Por exemplo, Kahn et al. (2005), Rozenfeld (2006) e Ulrich e Eppinger (1995) citam que a prática permanece até os dias atuais. Grönlund et al. (2010) expandiram esta teoria considerando parceiros externos e o paradigma da inovação aberta. Segundo tais autores, parte dos desafios quando se aplica a inovação aberta pode ser apoiado pelas revisões de fase. E os mesmos autores descreveram que este procedimento poder oferecer um processo sistemático de envolvimento dos parceiros externos no desenvolvimento, permitindo incluir *know-how* sobre a tecnologia, conhecimento sobre modelos e estratégias de negócio e avaliação contínua por parte de parceiros.

Considerando o contexto apresentado sobre a temática de desenvolvimento de produtos, pode-se estabelecer uma analogia entre o processo de avaliação de projetos de produto com a avaliação de disciplinas de projeto integrador. Contextualizada por esta analogia e pelos desafios da formatação do processo de avaliação de disciplinas de projeto integrador, surge a oportunidade de investigação ora apresentada.

#### 4 OBJETIVO

Descrever a estratégia de avaliação baseada em fases, adotada por uma disciplina de Projeto Integrador do curso de Engenharia de Produção e os principais resultados de três implementações em anos consecutivos, entre os anos de 2017 e 2019.

#### 5 MODELO DE GATE PARA A AVALIAÇÃO DE UM PROJETO INTEGRADOR

O conjunto de sete disciplinas do sétimo semestre do curso de Engenharia de Produção é denominado como Projeto Integrado (PI) de Melhoria. Cada uma dessas disciplinas (denominada como temáticas) tem carga de dois créditos aula, exceto a denominada projeto integrado que envolve créditos de trabalho fora da sala de aula (na organização externa), aulas de laboratório com encontro presencial de todas as equipes com os professores responsáveis e encontros semanais entre estudantes e tutores. As disciplinas temáticas oferecem apoio ao desenvolvimento do Projeto de Melhoria que é desenvolvido pelos estudantes por garantirem que conceitos e técnicas sejam abordados e possam ser aplicados de forma sistêmica.

A estrutura organizacional para condução do Projeto Integrado é composta por professores, tutores, estudantes e funcionários, que assumem papéis distintos. Resumidamente, os estudantes são agrupados em equipes de seis a oito participantes e cada uma desenvolve um projeto de melhoria em alguma organização externa (pública, privada ou filantrópica). Os critérios de composição das equipes são definidos pelos professores coordenadores da disciplina de Projeto integrado, logo no início do semestre. Além disto, os coordenadores também organizam e acompanham todo o desenvolvimento dos projetos, estabelecem o cronograma e realizam a comunicação com as organizações parceiras.

Os tutores são professores que atuam como mediadores na execução do projeto com o principal papel de garantir a aprendizagem de solução de problemas em equipe. Os professores das temáticas planejam os conhecimentos chaves definidos no mapa conceitual de cada disciplina, explorando tema e atividades relacionadas com os projetos de melhoria de das equipes. Por fim, a secretaria administrativa garante a infraestrutura e suporte para comunicação e resolução de problemas, sendo composta pelos professores coordenadores da disciplina do Projeto Integrado, dois representantes discentes indicados pela turma e um funcionário do Departamento de Engenharia de Produção.

Além de se adequar aos princípios de didática ativa, o sistema de avaliação foi inspirado na prática de gestão de projetos conhecida como Avaliação de Transição de Fases ou sistemática de *Gates*. O intuito é permitir aos estudantes uma experiência mais próxima do mundo profissional e desenvolver habilidades, inclusive, as de gerenciamento de projetos.

Cada ciclo de avaliação é composto por uma etapa de preparação e compreensão do problema; uma de desenvolvimento, execução e acompanhamento e, por fim, uma de apresentação dos resultados alcançados com posterior *feedback* dos tutores e professores. Cada ciclo termina com o *Gate*, que se constitui como o processo de avaliação dos estudantes e do próprio Projeto de Melhoria. O Projeto Integrado é formado por quatro ciclos: 1 - Definição do problema e escopo; 2 - Diagnóstico da Situação atual, 3 - Proposição da Situação Futura e 4 - Encerramento e quatro *Gates*.

Há três atores distintos no processo de *Gate*:

(a) Equipe de estudantes: com a responsabilidade de apresentar oralmente o projeto para a banca de avaliação; apresentar relatório técnico e participar ativamente da arguição. Além disso, os estudantes realizam autoavaliação e avaliação dos colegas da equipe.

(b) Banca de avaliação: formada pelos integrantes da organização parceira, ponto focal da parceria e *sponsor*, tutor, professores coordenadores, estudantes de pós-graduação e monitores

(estudantes de pós-graduação estagiários). A tarefa é oferecer *feedbacks* e o resultado final (Semáforo).

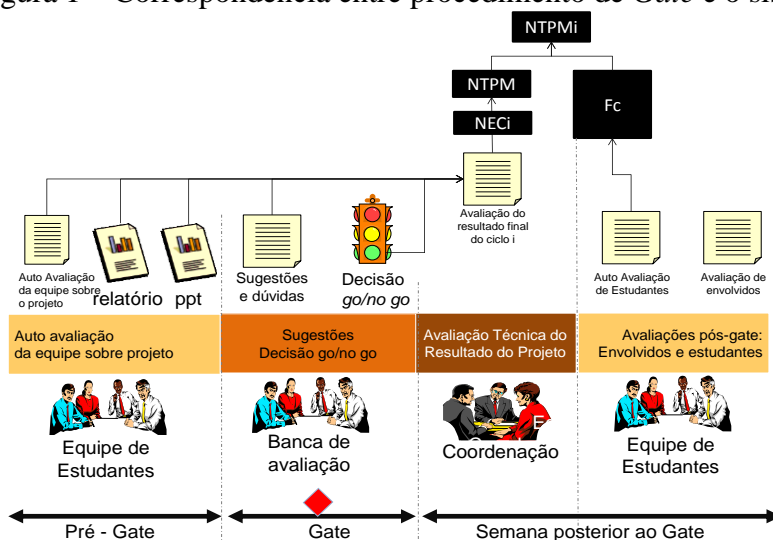
(c) Equipe coordenadora: composta pelos docentes coordenadores, uma psicóloga, uma auxiliar administrativa e monitores. A responsabilidade é compilar as informações de *feedback* e os resultados expressos no *Gate*. Ao término do *Gate*, a equipe coordenadora organiza, juntamente com a banca avaliadora, a decisão "go/no go", classificando o projeto em Aprovado (sinal verde ou "go"), Aprovado com restrições (sinal amarelo) e Não aprovado (sinal vermelho, "no go" ou "Kill"). Após tal decisão, os coordenadores atribuem a nota final conforme as informações apontadas, informa as notas aos estudantes e fornece *feedback* a todos envolvidos (tutores de equipe, docentes e parceiros).

O processo de avaliação é iniciado pela equipe de estudantes antes do *Gate* por meio da preparação do relatório do projeto e do material para a apresentação (arquivos *PowerPoint*, *banners*, protótipos, filmes) que é entregue, antecipadamente ao *Gate*, no ambiente virtual de aprendizagem (*Moodle*). No evento do *Gate*, os estudantes realizam uma apresentação formal para a banca de avaliação.

Nos dias após a realização do *Gate*, a equipe de estudantes realiza as avaliações adicionais compostas por avaliação do próprio desempenho e dos demais membros da equipe. Em seguida, avaliam o próprio Projeto Integrado. A coordenação compila os resultados das avaliações do conjunto de estudantes por equipe e entrega o relatório ao tutor, que deve promover a apresentação e discussão dos resultados com o grupo de estudantes.

Na semana seguinte ao *Gate*, a equipe de coordenadores avalia os resultados da equipe e publica no *Moodle* da disciplina a decisão "go/no go", as recomendações sugeridas pela banca de avaliação e a Nota Técnica do Projeto de Melhoria da equipe (NTPM). A relação entre essas etapas e a formação das notas é apresentada na Figura 1. O conjunto de avaliações nas etapas pré e durante *gate* resultam em uma nota técnica por equipe do Projeto de Melhoria (NC); o somatório de todas as entregas da equipe nos quatro *gates* com a ponderação de pesos resultam em uma nota técnica do Projeto de Melhoria (NTPM). O resultado da autoavaliação e das avaliações entre pares resultam no valor do Fator de correção (Fc) de cada estudante. E a nota técnica individual do Projeto de Melhoria (NTPMi) é o produto da multiplicação da NTPM pelo Fc.

Figura 1 – Correspondência entre procedimento de *Gate* e o sistema de notas.

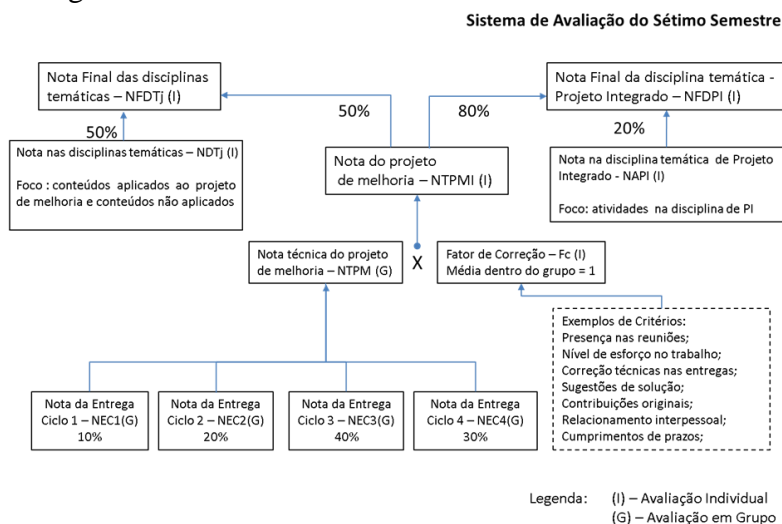


Legenda: NECi = Nota do grupo das entregas dos ciclos (*gates*)  $i=1, 2, 3$  e  $4$ ; NTPM = Nota técnica da equipe no Projeto de Melhoria, calculada em função das NECi, segundo ponderação de pesos proposta; Fc = Fator de correção atribuído a cada estudante; NTPMi = Nota técnica do Projeto de Melhoria individual como produto da multiplicação da NTPM pelo Fc.

Fonte: Universidade de São Paulo (2017)

O sistema de avaliação do sétimo semestre está apresentado esquematicamente na Figura 2. Ela contém a descrição de cada tipo de nota e os seus relacionamentos, com os devidos pesos. As notações das variáveis são utilizadas nos documentos e no *Moodle* da disciplina para facilitar a comunicação de professores e estudantes.

Figura 2 – Sistema de notas.



Fonte: Universidade de São Paulo (2017)

Portanto, como pode ser observado na Figura 2, o sistema de avaliação do estudante envolve todos os diferentes atores envolvidos durante todo o sétimo semestre e a nota final da disciplina projeto integrado do estudante é composta por: somatório das notas do Projeto de Melhoria em cada um dos quatro *Gates* (atribuídas pelos profissionais da empresa parceira e pelos professores-tutores), avaliação dos pares (membros da equipe com quem o estudante trabalhou), autoavaliação, nota das disciplinas temáticas e ainda um fator de correção atribuído a cada estudante, em função das autoavaliações e avaliações entre pares.

## 6 RESULTADOS DAS APLICAÇÕES

Resgatando a estrutura do processo avaliativo de *Gates* (Figura 1) e o papel dos principais atores do processo, apresenta-se a aplicação no curso de Engenharia de Produção da EESC/USP, discutindo-se os resultados obtidos e a evolução do processo ano a ano.

O processo avaliativo é composto por quatro *Gates* e o foco das análises são os *Gates* 2 e 3, que apresentam como objeto de avaliação: a apresentação oral dos projetos desenvolvidos para a banca avaliadora e a correção do relatório escrito, entregue para a equipe coordenadora. A análise dos resultados do processo avaliativo considerou o processo de estruturação do *gate*, o pós-*gate*, os principais *feedbacks* dos atores.

A primeira oferta do Projeto Integrado de Melhoria ocorreu em 2017 e teve como principais características:

- Tempo de apresentação oral das equipes de estudantes de 15 minutos;
- Parceiros externos com participação mínima de um representante, preferencialmente, o *sponsor* e/ou o facilitador, com tempo de arguição dez minutos;
- Equipe coordenadora com tempo de arguição de dez minutos;
- Participação de um professor tutor (um para duas equipes de estudantes) e/ou de disciplina temática na banca avaliadora com dez minutos de arguição;

No pós-gate em 2017, os dois professores coordenadores assumiram a correção de todos os relatórios de todos os grupos e depois realizaram uma síntese para avaliação comparativa e equilibrada. Para orientar a avaliação, foram adotados critérios e escalas comuns. Entre os principais *feedbacks* do processo de avaliação em 2017 estão: (a) tempo insuficiente para as apresentações orais; (b) avaliação realizada pelos coordenadores e tutores e/ou temáticas foram centradas em aspectos acadêmicos; (c) os coordenadores tiveram uma sobrecarga de trabalho em função da proposta de leitura dos relatórios de todas as equipes, gerando também, um atraso no retorno e na nota dos estudantes, após a realização das entregas dos *gates*.

Em 2018, a avaliação por *Gates* do Projeto Integrado manteve a maioria das características, porém ocorreram algumas alterações:

- Os professores coordenadores assumiram também o papel de tutoria das equipes;
- Presença de uma psicóloga na equipe coordenadora para colaborar com a formação das equipes de estudantes; conduzir um programa de desenvolvimento de habilidades sociais com os estudantes e promover e organizar os dados das avaliações dos estudantes;
- Participação de um professor-tutor na banca avaliadora com dez minutos de arguição.

No pós-gate em 2018, os professores coordenadores assumiram a correção dos relatórios das equipes que tutoraram e os critérios para a avaliação dos relatórios e das apresentações orais foram aperfeiçoados com o auxílio da psicóloga. Entre os principais *feedbacks* do processo de avaliação em 2018 foram registrados: (a) tempo insuficiente para as apresentações orais (novamente); (b) equipes de estudantes solicitaram um direcionamento (no aspecto acadêmico ou no problema do parceiro externo) para a apresentação do conteúdo do *Gate*; (c) estudantes solicitaram uma preparação prévia para o *gate* com a presença dos coordenadores e tutores; (d) como a responsabilidade dos *feedbacks* e da nota do *gate* (NECi) foram dos professores coordenadores, houve sobrecarga para atender todas as equipes e docentes, concomitantemente, às outras atividades do semestre.

Em 2019, o Projeto Integrado está em andamento, porém algumas alterações foram realizadas em função dos *feedbacks* anteriores. As principais características do processo de avaliação atual são:

- Tempo de apresentação oral das equipes de estudantes de 20 minutos;
- Tempo de arguição dos membros externos de 15 minutos;
- Presença de um professor específico como tutor para cada equipe;
- A avaliação dos relatórios técnicos passou a envolver os tutores, os monitores, além dos professores coordenadores. Os três atores leem e avaliam os relatórios;
- Permanência da psicóloga na equipe com o adicional de avaliar a apresentação oral;
- Etapa de pré-gate como momento para as equipes apresentarem seus projetos para os professores coordenadores e tutores antes do *Gate*;
- Está em andamento a revisão da autoavaliação e da avaliação por pares.

No ano de 2019, já foi realizado um levantamento com os estudantes a respeito da importância dos *Gates* para a aprendizagem e desenvolvimento do projeto por meio de um formulário de avaliação da disciplina Projeto Integrado. Dos 36 estudantes, 86% avaliaram que os *Gates* são importantes para a aprendizagem e os aspectos mais frequentemente citados em uma pergunta aberta sobre a importância para a aprendizagem e desenvolvimento do projeto foram: *permitir direcionamento do projeto; orientar planejamento do projeto; possibilidade de alinhar com os diferentes stakeholders (professores, tutores, empresa); treino para falar em público validação do projeto; similaridade com contexto real profissional; treino para organização de ideias em texto e oral; e consolidação do aprendizado.*

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta experiência ilustra uma nova possibilidade de avaliação em disciplinas de projeto integrador, destacando o quanto é importante que este processo seja abordado com *multistakeholders*, com a opinião de professores coordenadores, professores de disciplinas temáticas, tutores, psicólogos, estudantes de pós-graduação e profissionais de empresas parceiras. Com essa estratégia, o estudante pode ter acesso a um mundo mais próximo do real, com diversidade de opiniões (divergentes e complementares) e resoluções de problemas, permitindo, assim, inúmeras possibilidades de reflexão e, conseqüentemente, aprendizagem.

A inserção dos *Gates* no Projeto Integrador com PjBL permite o alinhamento com as habilidades declaradas no Projeto Político Pedagógico de cursos de Engenharia de Produção que seriam muito difíceis de serem alcançadas com a oferta de disciplinas baseadas em métodos tradicionais de ensino, tais como: ter visão sistêmica, gerenciar tempo, comunicar-se (escrita, oral e gráfica), solucionar problemas, ser criativo, trabalhar em equipes multidisciplinares, ser reflexivo, lidar com as tecnologias da informação, etc.

### *Agradecimentos*

Apoio financeiro da CAPES, do Departamento e Curso de Engenharia de Produção - EESC/USP e das Empresas parceiras. Um agradecimento especial ao apoio da Profa. Dra. Janaína Mascarenhas Hornos da Costa, com experiência em ergonomia, pelas discussões que auxiliaram na criação do procedimento.

## REFERÊNCIAS

- ALVES, A. C.; SOUSA, R. M.; MOREIRA, F.; CARVALHO, M. A.; CARDOSO, E.; PIMENTA, P.; FERNANDES, S.; MESQUITA, D. Managing PBL difficulties in an Industrial Engineering and Management program. **Journal of Industrial Engineering and Management**, v. 8, n. 3, p. 73-89, 2016.
- BALVE, P.; ALBERT, M. Project-based learning in production engineering at the Heilbronn Learning Factory. **Procedia CIRP**, v. 32, p.104-108, 2015.
- BRASIL. Ministério da Educação/Conselho Nacional de Educação/Câmara de Educação Superior. **Resolução nº 2, de 24 de abril de 2019**. Diário Oficial da União, edição 80, seção 1, página 43, 2019.
- BENDER, W. N. **Project-based learning: Differentiating instruction for the 21st Century**. Thousand Oaks, CA: Corwin, a SAGE Company, 2000.
- BLUMENFELD, P. C.; SOLOWAY, E.; MARX, R. W.; KRAJCIK, J. S.; GUZDIAL, M.; PALINCSAR, A. Motivating project-based learning: sustaining the doing, supporting the learning. **Educational Psychologist**, v. 26, n. 3-4, p. 369-398, 1991.
- CHRISTIE, M.; GRAAFF, E. The philosophical and pedagogical underpinnings of Active Learning in Engineering Education. **European Journal of Engineering Education**, v.42, n. 1, p. 5-16, 2017. DOI: 10.1080/03043797.2016.1254160
- CHU, S. K. W.; ZHANG, Y.; CHEN, K, CHAN, C.K.; LEE, C. W. Y.; ZOU, E.; LAU, W. The effectiveness of wikis for project-based learning in different disciplines in higher education. **Internet and Higher Education**, v. 33, p. 49-60, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2017.01.005>
- COOPER, R. G. Stage-gate systems: a new tool for managing new products. **Business horizons**, v. 33, n. 3, p. 44-54, 1990.
- COOPER, R. G. **Winning at new products: Creating value through innovation**. Basic Books, 2011.



COOPER, R. G.; EDGETT, S. J.; KLEINSCHMIDT, E. J. **Portfolio management for new products**. 2001. New York. Perseus Books.

ULRICH, K. T., EPPINGER, S. D. **Product design and development**. New York. McGrawHill, 1995.

ERTMER, P. A.; SIMONS, K. D. Scaffolding teachers' efforts to implement problem-based learning. **International Journal of Learning**, v. 12, p. 319–328, 2005.

GRIFFIN, A. PDMA research on new product development practices: Updating trends and benchmarking best practices. **Journal of Product Innovation Management: An International Publication of The Product Development & Management Association**, v. 14, n. 6, p. 429-458, 1997.

GRIFFIN, A.; LANGERAK, F.; ELING, K. The evolution, status and research agenda for the future of research in NPD cycle time. **Journal of Product Innovation Management**, v. 36, n. 3, 2019.

GRIFFIN, A.; PAGE, A. L. PDMA success measurement project: recommended measures for product development success and failure. **Journal of product innovation management**, v. 13, n. 6, p. 478-496, 1996.

GRIFFIN, A.; SOMERMEYER, S. (Ed.). **The PDMA toolbook 3 for new product development**. Hoboken, NJ: John Wiley, 2007.

GRÖNLUND, J.; SJÖDIN, D. R.; FRISHAMMAR, J. Open innovation and the stage-gate process: a revised model for new product development. **California management review**, v. 52, n. 3, p. 106-131, 2010.

HELLE, L.; TYNJÄLÄ, P.; OLKINUOSA, E. Project-based learning in post-secondary education: Theory, practice and rubber sling shots. **Higher Education**, v. 51, p. 287-314, 2006.

KAHN, K. B.; CASTELLION, G. GRIFFIN, A. (Ed.). **The PDMA handbook of new product development**. Hoboken, NJ: Wiley, 2005.

KOKOTSAKI, D.; MENZIES, V.; WIGGINS, A. Project-based learning: A review of the literature. **Improving Schools**, v. 19, n. 3, p. 267-277, 2016.

MONTEIRO, S. B. S.; REIS, A. C. B.; SILVA, J. M.; SOUZA, J. C. F. A Project-based Learning curricular approach in a Production Engineering Program. **Production**, v. 27(spe), p. 1-12, 2017.

PEREIRA, M. A. C.; BARRETO, M. A. M.; PAZETI, M. Application of Project-Based Learning in the first year of an Industrial Engineering Program: lessons learned and challenges. **Production**, v. 27(spe), p. 1-13, 2017. DOI: 10.1590/0103-6513.223816

REIS, A. C. B.; BARBALHO, S. C. M.; ZANETTE, A. C. D. A bibliometric and classification study of Project-based Learning in Engineering Education. **Production**, v. 27(spe), p. 1-16, 2017. <http://dx.doi.org/10.1590/0103-6513.225816>

RODRÍGUEZ, J.; LAVERÓN-SIMAVILHA, A.; CURA, J. M.; EXQUERRO, J. M.; LAPUERTA, V.; CORDERO-GRACIA, M. Project Based Learning experiences in the space engineering education at Technical University of Madrid. **Advances in Space Research**, v. 56, n. 7, p. 1319–1330, 2015.

ROZENFELD, H. et al. **Gestão de desenvolvimento de produtos: uma referência para a melhoria do processo**. São Paulo: Saraiva, 2006.

SOARES, F. O.; SEPÚLVEDA, M. J.; MONTEIRO, S.; LIMA, R. M.; DINIS-CARVALHO, J. An integrated project of entrepreneurship and innovation in engineering Education. **Mechatronics**, v. 23, n. 8, p. 987-996, 2013. <http://dx.doi.org/10.1016/j.mechatronics.2012.08.005>.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. **Manual do sétimo semestre - Projeto Integrado**. São Carlos: Engenharia de Produção, 2017.

## PROPOSAL OF AN EVALUATION MODEL FOR INTEGRATED PROJECT BASED ON PHASE GATES APPROACH

**Abstract:** *The active learning methods are one of the best strategy to improve the engineering courses. An usual alternative is to apply Project Based Learning combined with external partnerships. A barrier for this integrative approach is the complex assessment system required. The students evaluation must combine academic (didactic and content), business and technical (partnership and stakeholders goals) aspects. This article describes a multidimensional assessment structure, using Phase Gate approach, specially designed for a Project Based Learning course in Industrial Engineering. The article describes the theory of gates and the specific evaluation process design, including the results of three applications: 2017, 2018 and 2019. Whereas the improvements through the years, the process are still demanding new upgrades. In general, the students evaluated the gate procedure as an important leaning component, a tool capable to provide goal congruence between stakeholders, and source for a common vision with student team.*

**Key-words:** *Integrative learning, Assessment, Grade, Phase Gate.*