



**COBENGE**  
2021

XLIX Congresso Brasileiro  
de Educação em Engenharia  
e IV Simpósio Internacional  
de Educação em Engenharia  
da ABENGE

28 a 30 de SETEMBRO

Evento Online

"Formação em Engenharia:  
Tecnologia, Inovação e Sustentabilidade"

## USO DA SIMULAÇÃO PARA O ENSINO DE ENGENHARIA: APLICAÇÕES EM CURSOS DE GRADUAÇÃO BRASILEIROS

DOI: 10.37702/2175-957X.COBENGE.2021.3568

Fernanda Gobbi de Boer Garbin - fernanda.garbin@edu.pucrs.br

Unipampa

Av Barao do Triunfo 1721

96400-121 - Bagé - RS

Adriana Justin Cerveira Kampff - adriana.kampff@pucrs.br

PUCRS

Avenida João Obino 472

90470-150 - PORTO ALEGRE - RS

**Resumo:** *As novas Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Engenharia, publicadas em 2019, destacam o ensino por competências, as metodologias ativas e o uso de tecnologias nos processos de ensino e aprendizagem. Para adequar os currículos às demandas apresentadas no documento, discussões no meio acadêmico quanto à qualidade e inovação do ensino têm sido promovidas. Para contribuir com essas discussões, o presente estudo busca, por meio da revisão da literatura, caracterizar o uso da simulação para o ensino de engenharia, contribuindo para a adoção de tecnologias e desenvolvimento de competências. Como metodologia utilizou-se o Mapeamento do Estado de Conhecimento a partir da Revista de Ensino de Engenharia da Associação Brasileira de Educação em Engenharia. Nove artigos foram analisados, possibilitando observar os objetivos da simulação, competências desenvolvidas e outras metodologias de ensino utilizadas em conjunto à simulação.*

**Palavras-chave:** *tecnologia, simulação computacional, competência, ensino de engenharia*

Promoção:



Realização:



## USO DA SIMULAÇÃO PARA O ENSINO DE ENGENHARIA: APLICAÇÕES EM CURSOS DE GRADUAÇÃO BRASILEIROS

### 1 INTRODUÇÃO

As novas Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) para os Cursos de Engenharia têm incentivado discussões no meio acadêmico quanto à qualidade e inovação do ensino. O documento publicado em 2019 destaca o ensino por competências, as metodologias ativas e o uso de tecnologias nos processos de ensino e aprendizagem (BRASIL, 2019), com o objetivo de atender às demandas atuais na formação de engenheiros. Segundo Oliveira (2019), esses profissionais devem ter uma visão holística, habilidades para pesquisa, atuar de forma inovadora e empreendedora, atendendo às necessidades dos usuários de processos, produtos e serviços, além de preocuparem-se com a cidadania e a sustentabilidade.

Conforme Baal (2020) argumenta, os egressos dos cursos de engenharia devem ser capazes de desenvolver soluções utilizando tecnologias, competência que pode ser obtida pelo contato dos estudantes com as mesmas durante a graduação. Santos *et al.* (2020) descrevem que o uso de tecnologias por meio de metodologias ativas no ensino pode promover o aprendizado e melhorar o engajamento dos estudantes. Ainda, os autores exemplificam como oportunidade a simulação, para aproximar teoria e prática e auxiliar os estudantes na compreensão do conteúdo.

O uso da simulação no contexto educacional não é uma estratégia nova, porém tem crescido nas duas últimas décadas devido ao desenvolvimento tecnológico (SMAETANA e BELL, 2012). Segundo Pazin Filho e Scarpelini (2007), o uso de computadores ampliou as possibilidades a partir da simulação virtual, que tem se mostrado atrativa aos professores e estudantes. Considerando essas novas possibilidades, Smaetana e Bell (2012) definem a simulação computacional como a geração de modelos dinâmicos que representam sistemas reais e seus processos por meio de computadores. Segundo os autores, foi inicialmente concebida para fins de pesquisa, com o objetivo de apresentar conceitos teóricos ou simplificações de fenômenos, componentes e processos reais.

Magana e Jong (2018) argumentam que a simulação no contexto educacional pode ser utilizada para aprender a arte de modelar, seus princípios e linguagens; para adquirir conhecimento sobre um objeto ou sistema; e para aprender sobre um determinado tema a partir da interação com modelos. Portanto, reconhecendo as demandas apresentadas pelas novas DCNs para os Cursos de Engenharia e a potencial contribuição da simulação para atendê-las, busca-se, por meio da revisão da literatura, caracterizar o uso da simulação para o ensino de engenharia. Para esse fim, utilizou-se a metodologia de Mapeamento do Estado de Conhecimento, tendo como base de dados a Revista de Ensino de Engenharia da Associação Brasileira de Educação em Engenharia (ABENGE). Este estudo procura respostas para as seguintes questões: (i) Quais as finalidades do uso da simulação? (ii) Para o desenvolvimento de quais competências a simulação contribui? (iii) Quais outras metodologias de ensino são utilizadas em conjunto com a simulação? Espera-se, dessa forma, contribuir para o mapeamento do uso da simulação como estratégia de ensino nos cursos de Engenharia brasileiros.

Nas seções a seguir apresentam-se a metodologia utilizada para o desenvolvimento deste estudo e os resultados obtidos.

## 2 METODOLOGIA

Para obter o estado do conhecimento sobre um determinado tema de pesquisa, é preciso realizar uma busca ampla em diferentes fontes de divulgação do conhecimento, como banco de teses e dissertações, periódicos, entre outros (MOROSINI, 2014). Nesse sentido, Morosini e Nascimento (2017) sugerem as seguintes fases de pesquisa: identificação do *corpus* de análise; desenvolvimento da bibliografia anotada; desenvolvimento da bibliografia sistematizada e, por fim, o desenvolvimento da bibliografia categorizada.

Segundo Morosini e Nascimento (2017), a pergunta de pesquisa deve delinear o desenvolvimento do estado do conhecimento, influenciando na definição de palavras-chave e critérios para inclusão de estudos. Na fase seguinte, para construção do *corpus* de análise, recomenda-se buscar na literatura o tema abordado e sugestões de palavras-chave. Após, faz-se a identificação do *corpus* de análise a partir de critérios de inclusão e exclusão pré-definidos. Na sequência, tem-se a organização do *corpus* de análise pela elaboração da bibliografia anotada, para a qual utiliza-se uma tabela contendo os dados de identificação dos trabalhos contemplados. A seguir, realiza-se a coleta de dados pela bibliografia sistematizada, a partir da leitura completa dos trabalhos, buscando identificar seus objetivos e resultados. Por fim, na fase de construção da bibliografia categorizada, reorganiza-se o *corpus* de análise em blocos temáticos, utilizando categorias definidas a priori, ou criando novas categorias, a partir das informações obtidas pelas etapas anteriores.

## 3 DESENVOLVIMENTO

Nesta seção são apresentados os resultados a partir do desenvolvimento das etapas propostas para construção do Estado do Conhecimento.

### 3.1 Construção do *corpus* de análise

A base de dados considerada neste estudo foi a Revista de Ensino de Engenharia da Associação Brasileira de Educação em Engenharia (ABENGE). Justifica-se essa escolha pelo escopo e delimitação do presente estudo, que busca explorar o uso da simulação para o ensino em cursos de Engenharia no Brasil. Ainda, a ABENGE tem como missão contribuir para o desenvolvimento do ensino de graduação e pós-graduação em engenharia e tecnologia no país, e a revista que mantém destina-se à divulgação de trabalhos abordando aspectos didático-pedagógicos, científicos, tecnológicos, profissionais, políticos e administrativos quanto à educação em engenharia (ABENGE, 2021).

A busca de trabalhos para construção do *corpus* de análise foi realizada entre os dias 20 e 30 de março do ano 2021. Foram utilizados os termos “simulação” e “simulador”, sem restrição do período de publicação, resultando em quinze artigos. Na segunda etapa da pesquisa realizou-se uma análise mais profunda de títulos e resumos dos trabalhos, considerando os seguintes critérios de exclusão do conjunto de documentos: não utilizar simulação computacional e não ter como escopo a educação em engenharia. Por consequência, nove trabalhos foram selecionados para compor o *corpus* de análise.

### 3.2 Construção das Bibliografias anotada e sistematizada

Para a construção das bibliografias anotada e sistematizada, organiza-se um quadro com as seguintes informações: ano de publicação, título do trabalho, autor, resumo, objetivos do estudo e resultados obtidos. O Quadro 1 apresenta algumas dessas

informações para identificação dos artigos analisadas na presente pesquisa. Vale esclarecer que o trabalho de Siqueira e Fontes (2018) foi originalmente apresentado no Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, e posteriormente publicado na Revista de Ensino de Engenharia em uma edição especial.

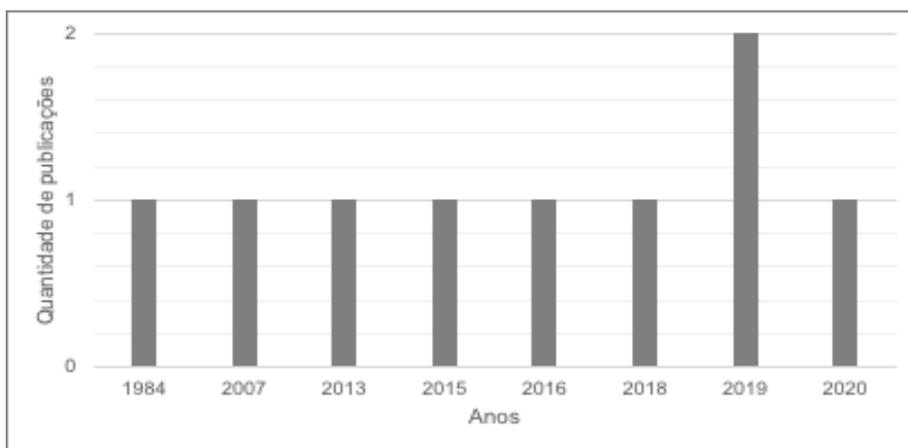
Quadro 1 - Artigos analisados

Ano	Título	Autores
1984	Sistemas Demonstrativos para Simulação de Redes Elétricas em Computador Digital	José Luiz da Costa Peron; Carlos Alberto Sotille; Sérgio Tsutomu Matsuda
2007	Simulação no Ensino de Engenharia: avaliando a aplicação do software SIMGERE sob o paradigma do "aprender a aprender"	Luciana Miyoto Massukado; Valdir Schalch
2013	Vantagens do uso de Simuladores Gráficos no Curso de Programação em CNC para alunos de Engenharia Mecânica	Israel Ferreira Alves; Juliano Schmiguel; Mauro Sérgio Teixeira Araújo
2015	Simulação como ferramenta de ensino de engenharia: problematização e promoção da vivência em processos produtivos	Rafael Alvise Alberti; João Carlos Furtado; Liliane Mahlmann Kipper
2016	Aprendizagem em Engenharia utilizando métodos analíticos e numéricos	Jovani Castelan; Alexandre Milanez; Daniel Fritzen
2018	Utilização de simulação numérica para auxílio do ensino de engenharia e apoio a projetos de TCC	Cesareo de La Rosa Siqueira; Carlos Eduardo Fontes
2019	Conceitos de Planejamento e Controle da Produção: ensino por meio da simulação	Murís Lage Júnior; Maria Laura Amin
2019	Planta Didática Termosolar para Estudo em Energia Renovável com Aplicações em: Modelagem, Simulação e Controle	Matheus Oliveira de Brito; Marcus Vinicius Americano; Iuri Muniz Pepe
2020	Tecnologias Educacionais utilizadas por monitores dos cursos de engenharia	Valquíria de França Abreu; Felipe Guilherme Melo

Fonte: Autoras (2021)

Foi possível observar um aumento de publicações sobre o tema nos últimos cinco anos, período em que foram encontrados sete estudos dos nove analisados. Uma possível causa para o aumento de pesquisas sobre o uso de simulação no ensino de engenharia é a ampliação das discussões sobre as novas DCNs para os Cursos de Engenharia, publicadas em 2019. Essas discussões tiveram início alguns anos antes da publicação, abrangendo temas como o uso de metodologias ativas e tecnologias no ensino. Também se observa que após a primeira publicação em 1984 há um período expressivo em que não foram publicados artigos com o escopo deste estudo até 2007, sendo uma possível causa o desenvolvimento tecnológico e o acesso a recursos como computador e internet nas Universidades. A Figura 1 apresenta um gráfico de barras com a distribuição de estudos ao longo do tempo.

Figura 1 - Publicações de artigos por ano



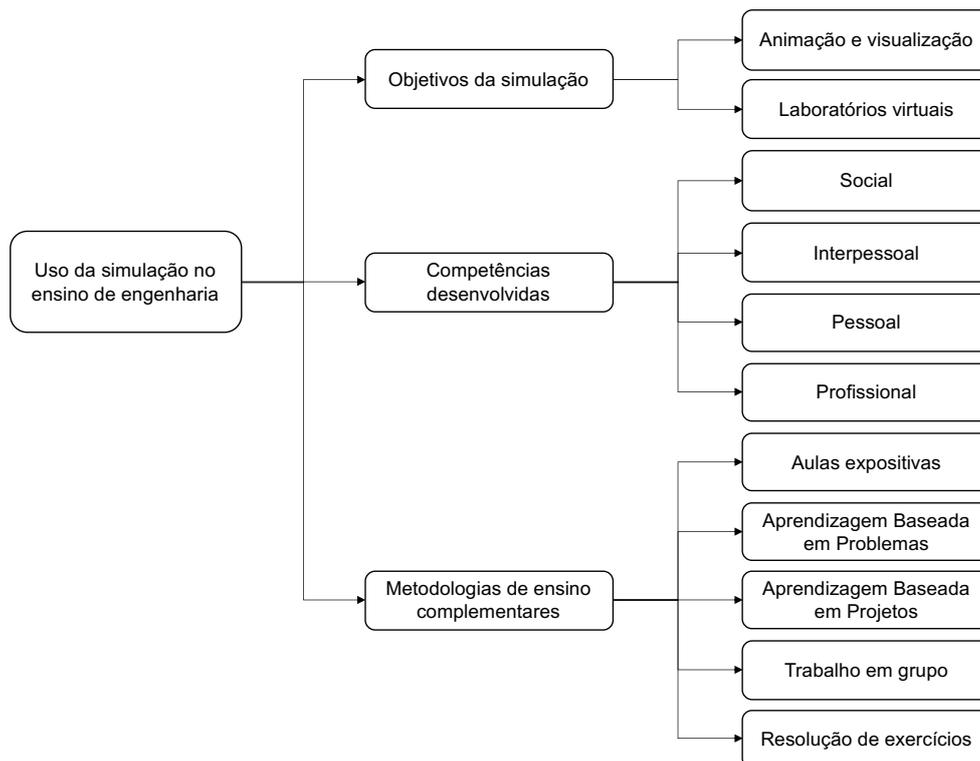
Fonte: Autoras (2021)

Na subseção a seguir apresenta-se a próxima fase da construção do estado de conhecimento.

### 3.3 Construção da bibliografia categorizada

Nesta subseção apresenta-se a análise e discussão sobre o *corpus* de análise. Para esta fase de construção do estado de conhecimento, os artigos que compõem o *corpus* de análise foram organizados em categorias definidas a partir das questões de pesquisa, sendo: objetivos da simulação, competências desenvolvidas e metodologias de ensino complementares à simulação. Também foram definidas subcategorias de acordo com a literatura e a leitura dos documentos. As categorias e subcategorias são apresentadas na Figura 2.

Figura 2 - Categorias e subcategorias de análise



Fonte: Autoras (2021)

Segundo Smaetana e Bell (2012), os recursos de simulação computacional podem ser utilizados com diferentes objetivos, sendo a visualização, a animação e os laboratórios interativos os mais comuns. Por meio da animação e da visualização busca-se demonstrar algum conceito apresentado aos estudantes. Já os laboratórios virtuais costumam ser utilizados para atividades de experimentação, substituindo ou complementando os laboratórios reais. Dessa forma, utilizou-se esses objetivos como subcategorias para classificação dos recursos tecnológicos citados nos estudos analisados. O Quadro 2 apresenta uma matriz que relaciona os estudos analisados aos objetivos da simulação.

Quadro 2 - Relação entre estudos e objetivos da simulação

Autores	Objetivos da Simulação (SMAETANA e BELL (2012))	
	Animação e visualização	Laboratórios virtuais
Peron, Sotille e Matsuda (1984)	x	
Massukado e Schalch (2007)	x	
Alves, Schmiguel e Araújo (2013)	x	
Alberti, Furtado, Kipper (2015)	x	
Castelan, Milanez e Fritzen (2016)		x
Siqueira e Fontes (2018)		x
Lage Júnior e Amin (2019)	x	
Brito, Americano e Pepe (2019)	x	
Abreu e Melo (2020)	x	

Fonte: Autoras (2021)

Softwares de animação e visualização foram citados por sete estudos. Massukado e Schalch (2007) apresentam o Singere, utilizado para compreensão de conceitos sobre Gestão de Resíduos Sólidos. Alves, Schmiguel e Araújo (2013) relatam o uso do Win Train CNC para animação dos fenômenos que acontecem durante o processo de usinagem de uma peça. Abreu e Melo (2020) mencionam o uso do uso do GeoGebra para entendimento de conceitos matemáticos. Peron, Sotille e Matsuda (1984) e Brito, Americano e Pepe (2019), abordam o desenvolvimento de plantas didáticas monitoradas por computadores. Alberti, Furtado e Kipper (2015) e Lage e Amin (2019) relatam a simulação de processos industriais com uso dos softwares Arena e Flexsim. Ainda, dois estudos relatam experiências em laboratórios virtuais utilizando softwares de Desenho Assistido por Computador (CAD – *Computer-Aided Design*) e de Engenharia Assistida por Computador (*Computer-Aided Engineering*) (CASTELAN, MILANEZ E FRITZEN, 2016; SIQUEIRA E FONTES, 2018).

Sete dos artigos contemplados neste estudo abordam o desenvolvimento de competência, principalmente no âmbito interpessoal, pessoal e profissional. Zabala e Arnau (2010) classificam as competências desenvolvidas nas instituições de ensino em dimensões, sendo: a social, contemplando àquelas que tornam as pessoas competentes para participar de transformações sociais, intervindo de maneira crítica, responsável, solidária e democrática; a interpessoal, que inclui as formas de relacionamento, comunicação e cooperação; a pessoal, na qual o indivíduo se torna competente para atuar de forma autônoma, criativa e livre; e a profissional, que compreende conhecimentos e habilidades específicos da profissão. O Quadro 3 apresenta uma matriz que relaciona os estudos analisados às competências de acordo com Zabala e Arnau (2010).

Quadro 3 - Relação entre estudos e competências

Autores	Competências (ZABALA e ARNAU, 2010)			
	Social	Interpessoal	Pessoal	Profissional
Massukado e Schalch (2007)		x	x	x
Alves, Schmiguel e Araújo (2013)		x		
Alberti, Furtado, Kipper (2015)		x	x	x
Castelan, Milanez e Fritzen (2016)		x		x
Siqueira e Fontes (2018)			x	x
Lage Júnior e Amin (2019)				x
Abreu e Melo (2020)		x		x

Fonte: Autoras (2021)

No que se refere às competências interpessoais, Massukado e Schalch (2007), Alves, Schmiguel e Araújo (2013), Alberti, Furtado e Kipper (2015) e Castelan, Milanez e Fritzen (2016) citam a capacidade de trabalhar em grupo, de forma colaborativa. Massukado e Schalch (2007) esclarecem que quando os alunos trabalham em grupo, têm a oportunidade de discutir os problemas estudados e os resultados encontrados. Além das interações que beneficiam o aprendizado, Alberti, Furtado e Kipper (2015) observam que os trabalhos desenvolvidos de forma colaborativa permitem aos alunos experimentar o convívio com os colegas de forma semelhante ao que ocorre nos ambientes profissionais. Outra forma de comunicação e interação é apresentada por Abreu e Melo (2020), que relatam as atividades de monitoria com o uso de tecnologias, as quais propiciaram o contato entre alunos mais experientes e os de início de curso, contribuindo para um maior comprometimento com as atividades acadêmicas e consequente aprendizado.

Quanto às competências pessoais, Massukado e Schalch (2007) e Alberti, Furtado e Kipper (2015) relatam que o uso da simulação e metodologias de ensino adequadas podem auxiliar os alunos a se tornarem mais autônomos no processo de aprendizagem. Massukado e Schalch (2007) argumentam que a simulação possibilita relacionar teoria e prática, de modo que os alunos possam explorar problemas complexos e construir significados, pressupostos de uma aprendizagem autônoma. Já Alberti, Furtado e Kipper (2015) argumentam que a autonomia provém de uma participação mais ativa por parte dos alunos, incentivada pelo interesse em tecnologias digitais. Ainda na dimensão pessoal, a criatividade é indicada por Siqueira e Fontes (2018) como uma habilidade gerada pelos alunos que utilizam a simulação para construção de soluções em seus trabalhos de conclusão de curso. Segundo os autores, a simulação permite a experimentação e visualização de diferentes soluções para os problemas estudados.

Já o desenvolvimento de competências profissionais é abordado pela maior parte dos trabalhos analisados. São destaques as competências de modelagem, análise e solução de problemas (MASSUKADO e SCHLCH, 2007; ALBERTI, FURTADO e KIPPER, 2015; SIQUEIRA e FONTES, 2018); condução de experimentos (LAGE JÚNIOR e AMIN, 2019; ABREU e MELO, 2020); visão espacial, coordenação motora e uso de computadores (CASTELAN, MILANEZ e FRITZEN, 2016). Siqueira e Fontes (2018) descrevem que para desenvolver os estudos de simulação, os alunos precisam observar, modelar, medir, propor e validar soluções, de modo que desenvolvem as habilidades e conhecimentos necessários para a modelagem, análise e solução de problemas. Os softwares de simulação também podem auxiliar no entendimento de conceitos e teorias, como o GeoGebra utilizado para explorar os conceitos de geometria e álgebra, de acordo com Lage e Amin (2019). Por fim, segundo Castelan, Milanez e Fritzen (2016), competências necessárias para o *design* gráfico - visão espacial, coordenação motora e uso de computadores - podem ser desenvolvidas com auxílio dos softwares CAD e CAE.

O desenvolvimento das competências mencionadas ocorre por processos de ensino e aprendizagem múltiplos, contínuos, híbridos, formais e informais, organizados e abertos, intencionais e não intencionais, de acordo com Moran (2018). Segundo o autor, nos processos formais, os professores podem utilizar diferentes metodologias de ensino para atingir os objetivos de aprendizagem. Quanto às metodologias de ensino empregadas nos estudos analisados, além da simulação, observa-se a associação de mais de uma estratégia, com destaque para as aulas expositivas, os trabalhos em grupo e as Aprendizagens Baseadas em Problemas e Projetos.

Ganzela (2018) esclarece que as aulas expositivas se aproximam de conferências, em que o professor transmite conhecimentos por meio de exposição. Porém, conforme argumenta Moran (2018), esta prática pode não ser suficiente para promover o aprendizado, recomendando o uso de metodologias ativas, as quais incentivam o envolvimento direto, participativo e reflexivo dos estudantes no processo de aprendizagem. Ainda de acordo com o autor, as Aprendizagem Baseadas em Problemas e Projetos são consideradas metodologias ativas: na primeira busca-se a solução de um problema, por meio do emprego de métodos científicos e integração de conteúdos; na segunda, busca-se o desenvolvimento de uma solução, incentivando o pensamento crítico e a criatividade. O Quadro 4 apresenta uma matriz que relaciona os estudos analisados às metodologias de ensino empregadas.

Quadro 4 - Relação entre estudos e metodologias de ensino relatadas

Autores	Metodologias de Ensino					
	Simulação	Aulas expositivas	Aprendizagem Baseada em Problemas	Aprendizagem Baseada em Projetos	Trabalho em grupo	Resolução de exercícios
Peron, Sotille e Matsuda (1984)	x	x				
Massukado e Schalch (2007)	x		x		x	
Alves, Schmiguel e Araújo (2013)	x	x	x		x	x
Alberti, Furtado, Kipper (2015)	x		x		x	
Castelan, Milanez e Fritzen (2016)	x	x		x	x	x
Siqueira e Fontes (2018)	x			x		
Lage Júnior e Amin (2019)	x	x				
Brito, Americano e Pepe (2019)	x			x		
Abreu e Melo (2020)	x					x

Fonte: Autoras (2021)

Aula expositiva com apoio da simulação para demonstração dos conceitos foi a abordagem relatada por Peron, Sotille e Matsuda (1984) e Lage e Amin (2019). Além da exposição, as Aprendizagens Baseadas em Problemas e Projetos são incorporadas como estratégias de ensino por Alves, Schmiguel e Araújo (2013) e Castelan, Milanez e Fritzen (2016), respectivamente, junto com o trabalho em grupo. Como resultados das novas estratégias incorporadas, os autores relatam maior participação e interesse dos estudantes nas aulas.

A Aprendizagem Baseada em Problemas e resolução de exercícios também são descritas por Massukado e Schalch (2007) e Alberti, Furtado e Kipper (2015), além de

Alves, Schmiguel e Araújo (2013). Os autores relatam que por meio desta metodologia os estudantes puderam colocar em prática os conceitos abordados, suscitando dúvidas e integrando conhecimentos de diferentes áreas. Como consequência, observam o desenvolvimento de competências importantes para os profissionais engenheiros. Já a Aprendizagem Baseada em Projetos consta nos trabalhos de Siqueira e Fontes (2018) e Brito, Americano e Pepe (2019), além de Castelan, Milanez e Fritzen (2016). Como resultado da abordagem, os autores enfatizam a aproximação dos estudantes com situações reais que irão vivenciar profissionalmente. Por fim, a resolução de exercícios é a estratégia relatada por Alves, Schmiguel e Araújo (2013), Castelan, Milanez e Fritzen (2016) e Abreu e Melo (2020), sendo que estes últimos autores também descrevem a abordagem de monitoria como mediação dos processos de aprendizagem.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No presente estudo realizou-se uma revisão da literatura em um dos principais periódicos brasileiros destinados à divulgação de pesquisas sobre o ensino de Engenharia. Para isso, utilizou-se o método de Mapeamento do Estado de Conhecimento, o qual mostrou-se adequado para atingir o objetivo de caracterizar o uso da simulação para o ensino de engenharia.

Por meio da análise de nove artigos, foi possível identificar que o principal objetivo da simulação é a visualização e animação, de forma a demonstrar conceitos e teorias, contribuindo para a compreensão e consequente aprendizado dos estudantes. Ainda, a simulação associada a outras metodologias de ensino propicia o desenvolvimento principalmente de competências profissionais, mas também de interpessoais e pessoais. Entre as outras metodologias de ensino utilizadas junto à simulação para o desenvolvimento de competências, destacam-se as aulas expositivas e os trabalhos em grupo, seguidos das Aprendizagens Baseadas em Problemas e Projetos e resolução de exercícios.

Entre as limitações do estudo, está a base de dados constituída de apenas um periódico da área. Dessa forma, sugere-se em estudos futuros ampliar a quantidade de periódicos contemplados. Trabalhos futuros também poderão contribuir na identificação e consolidação de metodologias e estratégias, mas, principalmente, no que se refere à avaliação do aprendizado.

#### Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

#### REFERÊNCIAS

- ABREU, Valquíria de França; MELO, Felipe Guilherme. Tecnologias Educacionais Utilizadas por Monitores dos Cursos de Engenharia. **Revista de Ensino de Engenharia**, São Paulo, v.39, p.170-182, 2020.
- ALBERTI, Rafael Alvisé; FURTADO, João Carlos; KIPPER, Liane Mahlmann. Simulação como Ferramenta no Ensino de Engenharia: problematização e promoção da vivência em processos produtivos. **Revista de Ensino de Engenharia**, São Paulo, v.34, n.1, p.73-83, 2015.
- ALVES, Israel Ferreira; SCHIMIGUEL, Juliano; ARAÚJO, Mauro Sérgio Teixeira de. Vantagens do Uso de Simuladores Gráficos no Curso de Programação em CNC para Alunos de Engenharia Mecânica. **Revista de Ensino de Engenharia**, São Paulo, v.32, n.1, p.31-42, 2013.

BAAL, Edson. Análises das novas Diretrizes Curriculares Nacionais com Aplicação em um Curso de Engenharia Mecânica. In: XLVIII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, 2020, Caxias do Sul. **Anais**. Caxias do Sul. Disponível em: [http://www.abenge.org.br/sis\\_artigos.php](http://www.abenge.org.br/sis_artigos.php). Acesso em 09 mai.2021.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parecer CNE/CES nº 2**, de 24 de Abril de 2019b. Dispõe sobre as Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos de Graduação em Engenharia. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br>. Acesso em: 30 set. 2019.

BRITO, Matheus Oliveira de; AMERICANO, Marcus Vinicius; PEPE, Iuri Muniz. Planta Didática Termosolar para Estudo em Energia Renovável com Aplicações em: modelagem, simulação e controle. **Revista de Ensino de Engenharia**, São Paulo, v.38, n.1, p.126-139, 2019.

CASTELAN, Jovani; MILANEZ, Alexandre; FRITZEN, Daniel. Aprendizagem em Engenharia Utilizando Métodos Analíticos e Numéricos. **Revista de Ensino de Engenharia**, São Paulo, v.35, n.2, p.37-43, 2016.

GANZELA, Marcelo. O Leitor como Protagonista: reflexões sobre metodologias ativas nas aulas de literatura. In: BACICH, Lilian; MORAN, José (Orgs.). **Metodologias Ativas para uma Educação Inovadora**. Porto Alegre: Penso, 2018.

LAGE JÚNIOR, Murís; AMIN, Maria Laura. Conceito de Planejamento e Controle da Produção (PCP): ensino por meio da simulação. **Revista de Ensino de Engenharia**, São Paulo, v.38, n.3, p.16-27, 2019.

MAGANA, Alejandra J.; JONG Ton de. Modeling and Simulation Practices in Engineering Education. **Computer Application in Engineering Education**, Honolulu, v.26, n.4, p. 731-738, 2018.

MASSUKADO, Luciana Miyoko; SCHALCH, Valdir. Simulação no Ensino de Engenharia: avaliando a aplicação do software SIMGERE sob o paradigma do "aprender a aprender". **Revista de Ensino de Engenharia**, São Paulo, v.26, n.2, p.40-46, 2007.

MORAN, José. Metodologias Ativas para uma Aprendizagem Mais Profunda. In: BACICH, Lilian; MORAN, José (Orgs.). **Metodologias Ativas para uma Educação Inovadora**. Porto Alegre: Penso, 2018.

MOROSINI, Marília Costa. Qualidade e Pesquisa em Educação Superior: algumas tendências. In: BULIN, E. M. M. P.; BERBEL, N. A. N. (Orgs.). **Pesquisa em Educação: inquietações e desafios**. Londrina: UEL, 2012. 487 – 412. 2014.

MOROSINI, Marília Costa; NASCIMENTO, Lorena Machado. Internacionalização da Educação Superior no Brasil: a produção recente em teses e dissertações. **Educação em Revista**, Belo Horizonte, v.33, n.1, p.1-27, 2017.

OLIVEIRA, Vanderli Fava. As Inovações nas Atuais Diretrizes para a Engenharia: estudo comparativo com as anteriores. In: OLIVEIRA, Vanderli Fava (Org.). **A Engenharia e as novas DCNs: oportunidades para formar mais e melhores engenheiros**. Rio de Janeiro: LTC, 2019.

PAZIN FILHO, Antonio; SCARPELINI, Sandro. Simulação: definição. **Medicina (Ribeirão Preto)**, Ribeirão Preto, v.40, n.2, p.162-166, 2007.

PERON, José Luiz da Costa; SOTILLE, Carlos Alberto; MATSUDA, Sérgio Tsutomo. Sistemas Demonstrativos para Simulação de Redes Elétricas em Computador Digital. **Revista de Ensino de Engenharia**, São Paulo, v.3, n.2, p.95-98, 1984.

SANTOS, Elio Molisani Ferreira *et al.* Aprendizagem Ativa como Principal Estratégia para Atendimento das Novas Diretrizes Curriculares Nacionais de Engenharia. In: XLVIII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, 2020, Caxias do Sul. **Anais**. Caxias do Sul. Disponível em: [http://www.abenge.org.br/sis\\_artigos.php](http://www.abenge.org.br/sis_artigos.php). Acesso em 09 mai.2021.

SIQUEIRA, Cesareo de La Rora; FONTES, Carlos Eduardo. Utilização da Simulação Numérica para Auxílio do Ensino de Engenharia e Apoio a Projetos de TCC. In: XLVI

Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, 2018, Salvador. **Anais**. Salvador. Disponível em: [http://www.abenge.org.br/sis\\_artigos.php](http://www.abenge.org.br/sis_artigos.php). Acesso em 09 mai.2021.

SMETANA, Lara Kathleen; BELL, Randy. Computer Simulation to Support Science Instruction and Learning: a critical review of the literature. **International Journal of Science Education**, Londres, v.39, n.9, p. 1337-1370, 2012.

ZABALA, Antoni; ARNAU, Laia. **Como aprender e ensinar competências**. Porto Alegre: Artmed. 2010.

## USE OF SIMULATION FOR ENGINEERING TEACHING: APPLICATIONS IN BRAZILIAN GRADUATION COURSES

**Abstract:** *The new National Curriculum Guidelines for Engineering Courses, published in 2019, highlight teaching by skills, active methodologies and the use of technologies in teaching and learning processes. In order to adapt the curricula to the demands presented in the document, discussions in the academic field regarding the quality and innovation of teaching have been promoted. To contribute to these discussions, the present study seeks, through a literature review, to characterize the use of simulation for teaching engineering, contributing to the adoption of technologies and development of skills. As a methodology, the State of Knowledge Mapping was used from the Revista de Ensino de Engenharia of the Brazilian Association of Education in Engineering. Nine articles were analyzed, making it possible to observe the objectives of the simulation, competences developed, and other teaching methodologies used with the simulation.*

**Keywords:** *technology, computer simulation, competence, engineering education.*