



## CIÊNCIAS HUMANAS

**Aprendizagem ativa por meio da prototipagem rápida em um Curso de Graduação em Engenharia de Energia*****Active Learning through Rapid Prototyping in an Undergraduate Energy Engineering Course***Cristiano Corrêa Ferreira<sup>1</sup>, Luiz Fernando Freitas-Gutierrez<sup>2</sup>**RESUMO**

Este trabalho discute o uso da prototipagem rápida no Curso de Graduação em Engenharia de Energia da Universidade Federal do Pampa, Campus Bagé. As atividades basearam-se na estratégia de aprendizagem ativa e foram desenvolvidas por meio de projetos em um componente curricular optativo do Curso. O desafio principal foi apresentar e fazer uso da prototipagem rápida para incentivar nos discentes a busca pela resolução de problemas de Engenharia. Desenvolveu-se um planejamento para a elaboração de projetos, almejando explorar a criatividade, a dinamicidade e o protagonismo dos discentes. Eles foram estimulados a planejar, projetar, fabricar e a acompanhar o processo de impressão 3D até o estágio final de desenvolvimento do projeto. Dentre os resultados, verificou-se a viabilidade de implantação da aprendizagem ativa no componente curricular do curso. Além disso, constatou-se que o amplo envolvimento dos discentes despertou interesse sobre prototipagem rápida também em colegas que não cursaram a disciplina.

**Palavras-chave:** Aprendizagem ativa; prototipagem rápida; Engenharia.

**ABSTRACT**

*This paper discusses the use of rapid prototyping in the Undergraduate Program in Energy Engineering at the Universidade Federal do Pampa, Campus Bagé. The activities were based on the active learning strategy and were developed through projects in an optional curricular component of the Course. The main challenge was to present and make use of rapid prototyping to encourage students to find solutions to engineering problems. A plan was developed for elaborating projects, aiming to explore the creativity, dynamism, and protagonism of the students. They were encouraged to plan, design, manufacture, and follow the 3D printing process through to the final stage of project development. Among the results, the feasibility of implementing active learning in the curricular component of the course was verified. In addition, it was found that the broad participation of students awakened interest in rapid prototyping in other peers who had not taken the course.*

**Keywords:** Active learning; rapid prototyping; Engineering.

<sup>1</sup> Fundação Universidade Federal do Pampa – UNIPAMPA, Bagé/RS – Brasil. E-mail: [cristiano.ferreira@unipampa.edu.br](mailto:cristiano.ferreira@unipampa.edu.br)

<sup>2</sup> Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, Santa Maria/RS – Brasil. E-mail: [luiz.gutierrez@ufsm.br](mailto:luiz.gutierrez@ufsm.br)



## 1. INTRODUÇÃO

Este trabalho teve como objeto utilizar a modelagem e a prototipagem rápida aliadas às metodologias ativas. O intuito foi de estimular o aprendizado, a cooperação, o trabalho em equipe e, principalmente, a motivação em discentes de um componente curricular optativo do Curso de Graduação em Engenharia de Energia da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), Campus Bagé.

Diversos pesquisadores têm discutido na literatura sobre os desafios de utilizar tecnologias sob o viés das metodologias ativas no contexto atual dos Cursos de Graduação em Engenharia. Alguns desses trabalhos, que são apontados e discutidos na sequência, vão ao encontro dos objetivos relatados neste artigo.

Nesse sentido, a integração de tecnologias com a rotina acadêmica nas Universidades é muito benéfica em termos de ensino-aprendizagem para todos os envolvidos. No entanto, é imprescindível destacar que oferecer, simplesmente, os recursos tecnológicos aos discentes para promoverem o aprendizado não é suficiente.

Para Brum, Purcidonio e Ferreira (2017), as Universidades em todo o mundo vêm enfrentando o desafio de adaptação às novas exigências de formação profissional e tecnológica que, dentre vários fatores, demandam por novas alternativas e estratégias de ensino-aprendizagem. Silva e Tonini (2018), por outro lado, destacam que há uma tendência crescente do uso de estratégias pedagógicas ativas. Para o Ensino Superior, os autores recomendam a conciliação entre conteúdos e competências durante o processo educativo, mesclando novas práticas ao percurso formativo dos discentes. Dessa maneira, promove-se uma aprendizagem mais reflexiva e efetiva no que tange ao desenvolvimento de saberes.

Já para Diesel, Baldez e Martins (2017), as transformações sociais, políticas, culturais e econômicas das últimas décadas têm causado alterações significativas na vida das pessoas. Mais do que isso, mudanças foram provocadas nas relações estabelecidas entre indivíduos no mundo do trabalho e, conseqüentemente, nas instituições de ensino, as quais sofrem um impacto maior em virtude da “solidez histórica” de sua estrutura. Para os autores, a solidez histórica é englobada pelas consolidadas e tradicionais experiências pedagógicas e conteudistas. Nesse sentido, contrapondo demandas sociais atuais que requerem do docente um perfil novo e o estabelecimento de uma nova relação entre o docente (enquanto condutor do processo) e o conhecimento. Diesel, Baldez e Martins (2017) consideram que se deve repensar a formação do professor, tendo a diversidade de saberes essenciais à sua prática como ponto inicial de estudo. Com isso, busca-se transpor a “racionalidade técnica de um fazer instrumental” para uma perspectiva de ressignificação via reflexão, investigação e crítica, “valorizando os saberes já construídos”. (DIESEL; BALDEZ; MARTINS, 2017, p.269).

Dentro do contexto discutido até o momento, Silva e Tonini (2018) acrescentam que:

O mundo contemporâneo, configurado como a era do conhecimento, apresenta um cenário de competição entre as organizações, pressionando-as a desenvolver e manter: acesso a recursos e tecnologias; domínio técnico para produzir com eficiência e qualidade;



bem como pessoal qualificado para desenvolver processos, produtos e serviços. (SILVA; TONINI, 2018, p.365).

Já para Pinto et al. (2015), a aprendizagem baseada em problemas é:

Uma abordagem que visa estudar e desenvolver alternativas de ensino que, no âmbito da Engenharia, atendam às exigências das empresas e de perfil dos futuros engenheiros. Além disso, ensinar ativamente por si só não é uma tarefa simples e torna-se mais complexa quando é preciso avaliar o conhecimento adquirido por meio desse método. (PINTO *et al.* 2015, p.671).

Durante um semestre, Loureiro *et al.* (2016) desenvolveram em conjunto com discentes dos Cursos de Engenharia da Universidade Virtual do Estado de São Paulo (UNIVESP), na modalidade Educação a Distância (EaD), um projeto colaborativo entre diferentes componentes curriculares. O objetivo desse projeto era sanar, antecipadamente, futuros problemas reais que os estudantes virão a vivenciar cotidianamente como engenheiros. Loureiro *et al.* (2016) relatam o desenvolvimento dos chamados “Projetos Integradores” (PIs) desde os primeiros semestres do curso e a evolução da aprendizagem dos educandos frente ao desafio de participar de um Curso de Graduação cujo modelo pedagógico os situa como protagonistas no processo educacional. Mais do que isso, os autores destacam que um segundo desafio advém da necessidade de trabalhar em grupo durante o desenvolvimento dos PIs. Nessas circunstâncias de estudo, os discentes estão envolvidos em três fases: “ouvir, criar e implementar” um problema para a elaboração de um produto e/ou protótipo final.

Ferreira *et al.* (2018) destacam que as metodologias ativas aplicadas à Educação não são uma novidade, a exemplo da aprendizagem baseada em problemas, que ocorre por meio da solução de problemas. Da mesma forma, como definido por Prince (2004), a aprendizagem ativa é um conceito amplo, incluindo qualquer estratégia capaz de promover o envolvimento dos estudantes no processo de ensino-aprendizagem. Contudo, Ferreira *et al.* (2018) assinalam que o significado da palavra “ativa” incentiva a uma reflexão sobre como o aluno pode aprender mais e melhor.

As reflexões apresentadas acima são necessárias para o andamento deste trabalho, visto que diversas publicações, como em Ribeiro (2005), apontam que, na sala de aula de grande parte dos Cursos de Graduação em Engenharia, prevalece geralmente o modelo tradicional de ensino. Em outras palavras, predomina o ensino centralizado na figura do docente; na transmissão e na recepção de conteúdos acadêmicos e tecnológicos (caminho de via única e estudantes majoritariamente passivos em sala de aula); e na linearização, sequenciamento e compartimentalização do conhecimento estudado ao longo do Curso de Graduação em Engenharia.

A partir das bases teóricas dos trabalhos citados e discutidos acima, entende-se que utilizar métodos de ensino estruturados em problemas (ou projetos) envolve, por parte do docente e do pesquisador, o planejamento e o acompanhamento em prol da obtenção de um melhor resultado das ações e práticas que serão desenvolvidas pelos discentes. Os problemas e projetos são capazes de aprimorar várias capacidades dos alunos, como iniciativa; maior envolvimento na pesquisa de dados; busca pela inovação; maior experiência com a formulação e com a resolução de problemas; diagnóstico e desenvolvimento de estratégias para solução e tomada de decisões.



Neste trabalho, relata-se uma abordagem por meio de métodos ativos para introduzir a prototipagem rápida em um componente curricular optativo do Curso de Graduação em Engenharia de Energia da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), Campus Bagé. Nas próximas seções, apresenta-se um embasamento teórico sobre metodologias ativas e prototipagem rápida, com ênfase em seus fundamentos e classificações. Na sequência, discute-se o plano de trabalho adotado no componente curricular. Por fim, os principais resultados e os protótipos desenvolvidos pelos discentes são detalhados.

## 2. DESENVOLVIMENTO

De acordo com De Souza e Martineli (2009), o pensamento filosófico de John Dewey é responsável pelo desencadeamento do movimento educacional por renovação de ideias e por novas práticas pedagógicas conhecido como “Escola Nova”. O apogeu desse movimento ocorreu em dois momentos distintos: o primeiro estágio foi marcado pelo significativo aspecto político das ideias de John Dewey no Brasil, por meio da atuação de Anísio Teixeira (1900-1971). No segundo momento, a teorização de John Dewey aparece atrelada à formação de professores, sobretudo a partir da noção de “Professor Reflexivo”. Mendonça e Adaid (2018) complementam essa observação ao expor que o legado deixado por John Dewey é bastante atual, mesmo que suas obras datem de mais de setenta anos. No contexto atual, há ainda um ganho de importância em relação à preocupação de John Dewey com a experiência docente e a sua influência na tentativa de uma ressignificação da associação entre o educador e o educando, almejando a construção de uma nova forma de Educação.

Nesse sentido, para Diesel, Baldez e Martins (2017), o método ativo é considerado um sinônimo de metodologias ativas porque possibilita a transferência da perspectiva do docente (ensino) para o estudante (aprendizagem). Fundamentado nesse contexto, é possível inferir que o método tradicional prioriza a transmissão de informações e tem a sua centralidade no docente. Por outro lado, os estudantes ocupam o centro das ações educativas e o conhecimento é construído de forma colaborativa no método ativo. Isso quer dizer que esse método objetiva estimular a autoaprendizagem e a curiosidade do estudante para pesquisar, refletir e analisar situações para tomadas de decisão.

Para Cararo e Behrens (2019), as relações entre alunos, professores, escola e metodologia de avaliação não estão focadas no conteúdo, mas na formação de indivíduos. O aluno resgata o seu conhecimento prévio e desenvolve suas múltiplas inteligências fundamentado na leitura, na pesquisa e no trabalho coletivo. Os professores participam em conjunto com os alunos de forma imparcial, ética e, também, de maneira crítica na busca de soluções para os problemas propostos, ou seja, desempenham um papel de orientadores. A escola deixa de ser, dessa maneira, um local dedicado unicamente ao acesso à informação e ao conhecimento. Nesse sentido, a escola torna-se um lugar de formação dialógica, reflexiva, crítica e transformadora. Para Cararo e Behrens (2019), a metodologia ativa exerce papel relevante no processo de ensino-aprendizagem para a obtenção das conexões com a realidade, em que o erro pode vir a ser um caminho para o acerto. Assim, a avaliação deve focar continuamente no processo de busca de soluções e de produção do



conhecimento. Sendo assim, a autoavaliação, a avaliação coletiva e a avaliação mútua entre os estudantes e professor colaboram para a reflexão, para a busca por um melhor desempenho e para a compreensão dos próprios meios de assimilação do conhecimento.

Com base nos apontamentos expostos acima, percebe-se que o propósito das metodologias ativas é desenvolver as múltiplas inteligências, a autonomia, a crítica, a análise e a proatividade nos indivíduos. Ademais, essas metodologias estão condicionadas à adoção de práticas pedagógicas contemporâneas que estejam alinhadas à problematização, à contextualização das informações, ao conhecimento construído de forma colaborativa, ao estímulo da autoaprendizagem e ao encorajamento do estudante para pesquisar, refletir e analisar situações que visem à tomada de decisão.

## 2.1. PRINCÍPIOS DA METODOLOGIA ATIVA

Segundo Diesel, Baldez e Martins (2017), a Figura 1 ilustra os princípios que constituem as metodologias ativas de ensino e que foram seguidos no contexto prático deste trabalho.

**Figura 1** – Princípios que constituem as metodologias ativas de ensino.



Fonte: Adaptada de Diesel, Baldez e Martins (2017).

a) Aluno como centro do processo de ensino-aprendizagem: em função das mudanças sociais verificadas nas últimas décadas, é evidente que os estudantes não se restringem mais a um mesmo lugar, ou seja, são globais, vivem conectados e imersos em uma quantidade significativa de dados e de informações. Isso traz uma reflexão a respeito do papel do aluno no processo de ensino-aprendizagem. Na metodologia ativa, o aprendizado dos estudantes se dá colocando-os no centro do processo, em contraponto à posição de expectadores.



De acordo com Souza, Iglesias e Pazin Filho (2014) *apud* Diesel, Baldez e Martins (2017), o aprendiz tem mais controle e participação ativa na sala de aula. Ações e construções mentais variadas são exigidas do aprendiz, como leitura, pesquisa, comparação, observação, imaginação, obtenção e organização dos dados, elaboração e confirmação de hipóteses, classificação, interpretação, crítica, busca de suposições, construção de sínteses e aplicação de fatos/princípios em novas situações, planejamento de projetos e pesquisas, análise e tomadas de decisões.

b) Autonomia: no desenvolvimento de práticas pedagógicas norteadas pelo método ativo, o estudante passa a assumir uma postura ativa. Segundo Diesel, Baldez e Martins (2017), o estudante exercita uma atitude crítica e construtiva que fará dele um profissional mais bem preparado.

c) Problematização da realidade e da reflexão: realidade e reflexão são indissociáveis, embora sejam classificadas como princípios distintos na Figura 1. Problematizar implica a necessidade do docente em instigar o desejo de aprender por parte do aluno a partir da problematização dos conteúdos. Para que isso ocorra, e de tal forma que o estudante possa interagir, é necessário oportunizar situações de aprendizagem envolvendo a problematização da realidade na qual o estudante está inserido, além de possuir papel ativo como protagonista deste aprendizado. Com isso, estará exercitando diferentes habilidades (como refletir, observar, comparar e inferir), e não apenas ocupando o papel de ouvinte em aulas expositivas, como discutem Diesel, Baldez e Martins (2017).

d) Trabalho em equipe: na metodologia ativa, o trabalho em equipe torna-se favorecido pela interação constante entre os estudantes. Nesse sentido, o contato contínuo entre colegas e o professor propicia que o estudante reflita mais e, em geral, emita opiniões em maior quantidade sobre as atividades que devem ser executadas.

e) Inovação: ela não ocorre apenas no simples uso de novos elementos tecnológicos. Em contrapartida, ocorre no uso de recursos como a hipermídia adaptativa e os jogos educacionais (KLOCK, 2017); no uso de grupos organizados em redes sociais como ferramenta didática na Engenharia (DA SILVA, SALGADO, 2016); no emprego de estratégias de ensino-aprendizagem de Bim, em Cursos de Graduação em Engenharia Civil, como salientado por Calsavara e Ribeiro (2018); entre outras possibilidades que representem novos formatos de entender o processo de ensino-aprendizagem. Em síntese, a metodologia ativa exige tanto do professor quanto dos estudantes a ousadia para inovar no âmbito educacional.

f) Professor mediador, facilitador e ativador: durante a execução da metodologia ativa, o docente deve ter uma postura investigativa da sua própria prática, no sentido de refletir sobre ela com a finalidade de reconhecer problemas e propor soluções. Do ponto de vista de Silva e Tonini (2018), essa abordagem comporta variadas formas de aplicação, mas há basicamente a construção e/ou reelaboração individual e coletiva de saberes. Isso ocorre a partir da experiência de resolução de problemas contextualizados e propostos pelo professor, escolhidos pelos estudantes ou, até mesmo, problemas imprevistos que possam surgir durante as aulas. Dessa maneira, é fundamental que o docente possua um perfil de mediador ou que desenvolva essa característica ao longo das experiências com problemas contextualizados.



## 2.2. CLASSIFICAÇÃO DAS METODOLOGIAS ATIVAS

As metodologias ativas classificam-se em Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP), aprendizagem baseada em problemas, “gamificação” e sala de aula invertida. No contexto deste trabalho, foi dada ênfase à aprendizagem baseada em projetos.

A metodologia fundamentada em projetos (ABP) é também conhecida como *Project Based Learning* (PBL), na sigla em inglês, e consiste em estimular os alunos a construir seus conhecimentos de forma colaborativa. Durante esse processo, dá-se ênfase à solução de problemas por meio de desafios propostos.

Para Garofalo (2018), essa aprendizagem exige que os alunos coloquem “a mão na massa” ao propor que eles investiguem como chegar à resolução do problema. A autora aponta que o professor pode trabalhar essa aprendizagem por meio de um estudo de caso ou de um projeto para que os alunos resolvam desafios de forma colaborativa. Da Silva (2016) ratifica que a ABP parte de uma situação-problema, exigindo fundamentação teórica, interação (aluno-aluno e professor-aluno), colaboração, cooperação e comunicação. O projeto necessita de instrumentos de avaliação para monitorar o processo global (o antes, o durante e o depois), requer pesquisa e coleta de informações e deve promover a interdisciplinaridade e a aprendizagem significativa. O professor deve, ainda, mediar os conflitos, as aprendizagens e fazer as intervenções necessárias.

Consoante Salve e Freire (2017), os fatores de sucesso para o projeto integrador em metodologias ativas são: conhecimento adequado para o mediador dos projetos; infraestrutura tecnológica suficiente para comunicação e integração; acompanhamento e avaliação permanentes; diretrizes da instituição de ensino e do Curso definidas e de amplo conhecimento dos atores acadêmicos; apoio institucional; integração entre ensino, pesquisa e extensão; e a presença de uma cultura de ensino-aprendizagem integrado, multidisciplinar e colaborativo. Para Salve e Freire (2017), integrar saberes de diferentes áreas provoca mudanças de paradigma na instituição, garantindo o envolvimento entre todos e estabelecendo trabalhos em equipe. Consequentemente, por meio da integração de saberes, é possível desenvolver habilidades e competências que serão demandadas dos futuros profissionais.

Sob outra perspectiva, de acordo com Masson *et al.* (2012), a aprendizagem por projetos favorece a relação entre diversos tópicos de estudo e, conseqüentemente, possibilita a assimilação de novos conhecimentos pelos alunos. Os autores destacam que, para buscar uma aprendizagem significativa, é imprescindível compreender, como ponto de partida, o que os estudantes já sabem. A partir disso, é possível estabelecer a construção e a ampliação desses conhecimentos. Mais do que isso, é possível tornar os estudantes conscientes de seu processo de aprendizagem, no sentido de aprender a aprender, bem como desenvolver as suas capacidades de escolha e de planejamento, ou seja, de assumir responsabilidades e de serem agentes de suas aprendizagens. Dessa maneira, o trabalho do professor é fundamental porque ele atua na organização e na interação dos processos de conhecimento.

Comparativamente, outra forma de metodologia ativa é a aprendizagem fundamentada em problemas, que difere da anterior por ser focada na resolução de casos. Esse método caracteriza-se por promover a interdisciplinaridade em que, em



geral, o aluno estuda um determinado assunto antes da aula para, posteriormente, promover um debate em sala de aula. De acordo com Da Silva (2016), este aprendizado ocorre por meio de problemas (abertos - podem admitir múltiplas respostas - ou fechados, possuem uma única resposta) que devem ser resolvidos pelos alunos e mediados pelo professor. Já Garofalo (2018) aponta que, neste tipo de aprendizagem, o docente tem o papel de mediar os trabalhos e projetos de modo a possibilitar a reflexão sobre os caminhos tomados para a construção do conhecimento.

Uma outra forma de trabalhar com ênfase em metodologias ativas é a “gamificação”, que se caracteriza por utilizar jogos e desafios em situações de sala de aula. Para Da Silva (2020), a “gamificação” contribui para o aprendizado dos alunos por meio de atividades lúdicas e interativas quando inserida na prática pedagógica. Essa dinâmica na rotina dos alunos colabora para torná-los mais participativos e ativos.

Para finalizar a classificação das metodologias ativas, há a sala de aula invertida. Valente (2018) coloca que essa metodologia se caracteriza pelos alunos lerem e estudarem o material sobre um determinado assunto antes da aula e, em posteriormente, os temas estudados são discutidos em conjunto. De acordo com o relatório analisado por Valente (2018), denominado *Flipped Classroom Field Guide* as regras básicas para inverter a sala de aula são: as atividades em sala de aula devem envolver uma quantidade significativa de questionamentos, de resoluções de problemas e de outras atividades com características de aprendizagem ativa, conduzindo o aluno a recuperar, a aplicar e a ampliar o material aprendido remotamente; os alunos devem receber *feedbacks* imediatamente após a realização das atividades presenciais; os alunos devem ainda ser incentivados a participar das atividades remotas e das presenciais, sendo que ambas são geralmente computadas na avaliação formal. Além disso, tanto o material a ser utilizado remotamente quanto os ambientes de aprendizagem em sala de aula devem ser altamente estruturados e bem planejados. (VALENTE, 2018).

### 2.3. PROTOTIPAGEM RÁPIDA

A prototipagem rápida constitui-se em um conjunto de tecnologias que são utilizadas para a fabricação e/ou construção de objetos físicos por meio de arquivos gerados digitalmente em programas de desenho assistido por computador, cujo o termo em inglês é *Computer Aided Design* (CAD). Deve-se destacar que a atividade de desenvolver modelos físicos era bastante trabalhosa até a popularização do uso da prototipagem rápida com uso de impressoras 3D. Segundo Aguiar (2016), a crescente disponibilidade da tecnologia de impressão 3D abriu oportunidades de explorações em novas áreas, como a Educação. Ademais, o autor acrescenta que, para realizar o uso dessa tecnologia, o professor deve planejar a construção de objetos levando em conta restrições técnicas das impressoras 3D, aprender a desenhar em *softwares* CAD, preparar o objeto para que o equipamento de prototipagem construa (etapa denominada fatiamento) e deve utilizar recursos informacionais para compartilhar e reutilizar modelos de instrumentos didáticos criados por outras pessoas. (AGUIAR, 2016).

Analisando o que foi apresentado nas seções anteriores, destaca-se que, de acordo com Dias e Volpato (2017), as estratégias de ensinar vêm sofrendo grande impacto da





sociedade, como também das diferentes tecnologias que estão inseridas no atual cotidiano das comunidades. Acompanhando essa evolução rápida e constante, os diferentes autores já citados anteriormente descrevem, por meio das teorias da aprendizagem, a necessidade de ter um olhar diferenciado no processo de ensino-aprendizagem. Isso deve atender aos anseios do docente, bem como tal qual preparar o estudante para corresponder às futuras demandas do mercado de trabalho.

Nesse sentido, Celani e Pupo (2008) apontam informam que a prototipagem rápida introduz novas técnicas, estabelece novos desafios e disponibiliza novas ferramentas na rotina dos profissionais de Engenharia e Arquitetura. Por isso, tornou-se possível utilizar modelos geométricos digitais diretamente para a produção de artefatos físicos. Além disso, um dos principais benefícios do uso crescente da prototipagem rápida é a opção de ter a visualização como grande colaboradora da compreensão espacial, bem como complemento e caminho para a confecção de modelos rapidamente prototipados.

Sob esse viés, Pertence, Santos e Jardim (2001) afirmam que cerca de 20% dos erros encontrados nos trabalhos realizados por estudantes de desenho mecânico relacionam-se com a falta de habilidades de inteligência espacial. A experiência dos autores mostra que esse número tem aumentado significativamente mesmo com inúmeros recursos produzidos no sentido de amenizar tal problema. No entanto, eles reconhecem que a ideia de elaboração e de uso de modelos didáticos com o conceito de prototipagem rápida pode gerar avanços significativos no desenvolvimento de habilidades e na capacidade de amenizar problemas relacionados à visualização espacial.

Recentemente, Junior e Castillo (2018) apresentaram um estudo no qual propuseram duas atividades que introduzem a prototipagem rápida em sala de aula com o propósito de desenvolver projetos. Segundo os autores, a parte prática dessas atividades detalha a metodologia aplicada em relação ao uso da ferramenta; discute e apresenta os resultados esperados/alcançados; e permite discutir as dificuldades encontradas no final dos experimentos. Em síntese, os autores detectam que a prototipagem rápida e/ou a impressão 3D demonstraram ser mais do que apenas um meio de representação de objetos em 3D. Ao contrário disso, são parte do raciocínio de novas práticas para se executar um projeto. Outro aspecto importante traçado pelos autores diz respeito à materialização de um produto através da impressora 3D, o que traz benefícios ao processo de planejamento e projeto, como a prevenção de erros ainda na etapa de concepção, que talvez não poderiam ser identificados na tela do computador ou no papel.

### **3. METODOLOGIA**

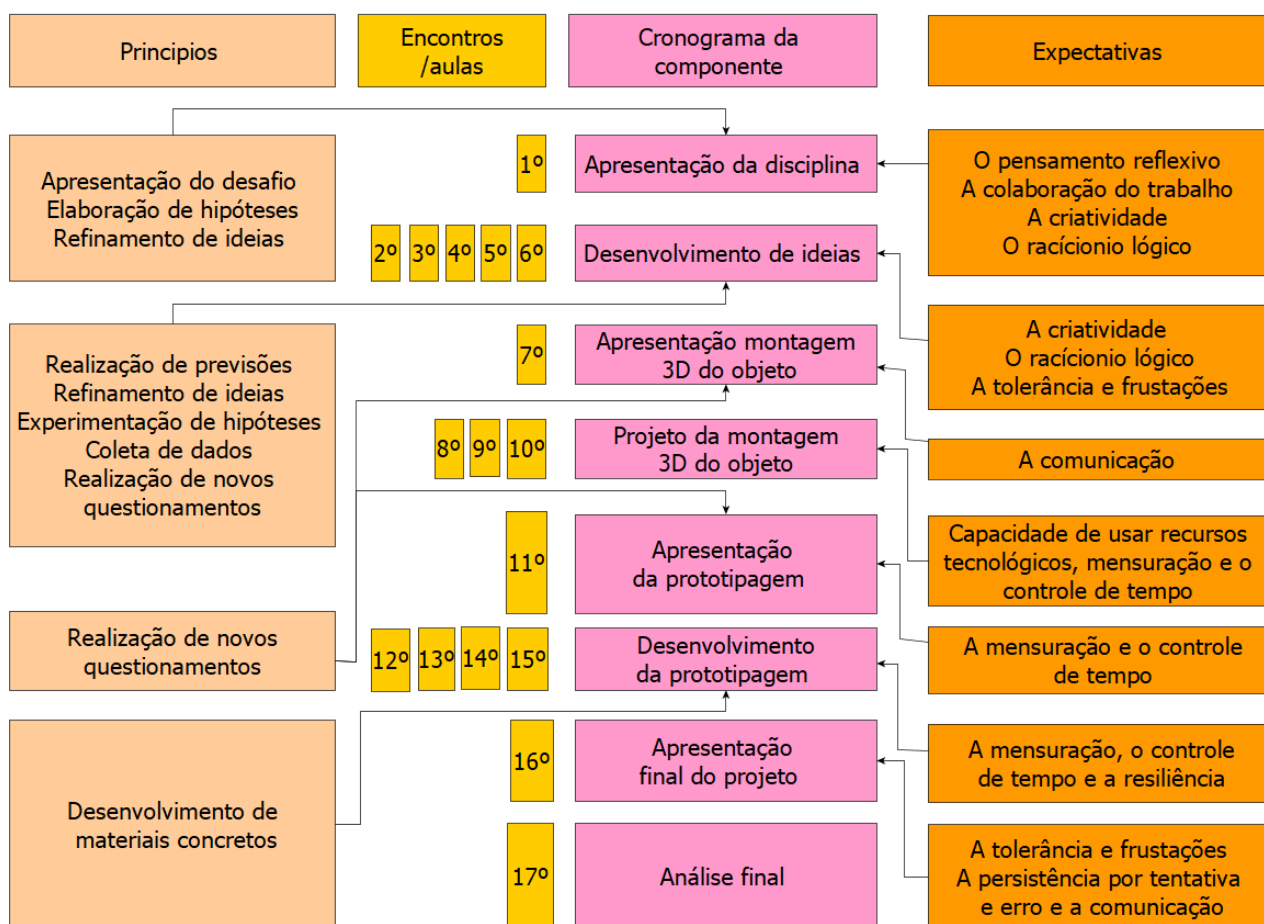
Durante o primeiro semestre de 2018, ofertou-se o componente curricular optativo denominado “Tópicos Especiais” para acadêmicos do Curso de Graduação em Engenharia de Energia que estavam estudando entre o quinto e o sétimo semestres letivos regulares da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), Campus Bagé. Esse componente curricular tem duas frentes de ações: em um primeiro momento, trabalhar com conceitos de modelagem 3D; em um segundo momento, executar a



prototipagem, que é considerada uma etapa de grande importância. A prototipagem depende totalmente da modelagem 3D, ou seja, não seria possível prototipar sem antes desenvolver um projeto em 3D. Inicialmente, matricularam-se quatro discentes no componente curricular, sendo que um deles acabou desistindo por motivos de saúde no segundo encontro letivo. Assim, três discentes participaram dessa iniciativa.

Na sequência, são descritas as etapas do cronograma do componente curricular de “Tópicos Especiais” com auxílio do fluxograma apresentado na Figura 2. Essa ilustração foi planejada para relacionar os princípios e expectativas preconizados por Pinto Oliveira (2019).

**Figura 2** - Fluxograma do plano de trabalho do componente curricular.



Fonte: Elaborada pelos autores.

A etapa do cronograma corresponde à apresentação do componente curricular que ocorreu no primeiro dia de aula (1º Encontro). Nesse primeiro encontro, procurou-se mostrar como seria ministrado o componente curricular, além do planejamento de atividades foi proposto. Em outras palavras, explicou-se que os discentes deveriam desenvolver um projeto de um equipamento vinculado à temática do Curso de Graduação em Engenharia de Energia no decorrer do semestre letivo regular. Além disso, os discentes necessitariam utilizar recursos de prototipagem rápida e, se possível, outros materiais oriundos de descarte, visando à sustentabilidade ambiental. Nesse mesmo encontro, discutiu-se também a respeito de como deveria ser a postura ideal do aluno, ou seja, destacou-se a proatividade e o trabalho em equipe no sentido



de que todos deveriam se ajudar na resolução dos problemas. Explanou-se que o professor atuaria de maneira presencial no apoio aos projetos durante os horários de aula, assim como por meio da comunicação via Skype, WhatsApp e Dropbox em horários alternativos.

Outro recurso adotado nesse componente curricular foi a figura do docente auxiliar, ou seja, aquele com conhecimentos profissionais e específicos sobre a Engenharia de Energia. Nesse sentido, cada discente convidaria um professor auxiliar, vinculado ao Curso de Graduação em Engenharia de Energia, para orientá-lo na construção e na elaboração do projeto juntamente ao professor titular do componente curricular de “Tópicos Especiais” (com experiência na área de Desenho Técnico). Esse formato de trabalho fez com que ocorresse uma maior integração entre docentes, favorecendo o compartilhamento de ideias e a identificação de soluções de maneira interdisciplinar. Em relação aos princípios que envolvem essas etapas, foi feita a apresentação do desafio, a elaboração de hipóteses e, ainda, o refinamento de ideias para não extrapolar em previsões relacionadas ao tempo requerido e ao superdimensionamento das tarefas do projeto.

Nesse sentido, no primeiro encontro, enfatizaram-se as expectativas em relação ao projeto, almejando incentivar o pensamento reflexivo, a colaboração, a criatividade e o raciocínio lógico.

O fato deste trabalho ser compartilhado com outros docentes do Curso de Graduação em Engenharia de Energia vem ao encontro do trabalho de Salve e Freire (2017), no qual os autores destacam que a integração, o acompanhamento e a avaliação permanente provocam mudanças de paradigma, geram trabalho em equipe e conseguem despertar habilidades e competências.

Como exemplo desse compartilhamento, destaca-se que o docente orientador sempre procurou estimular a participação do docente auxiliar nas diferentes etapas por meio da orientação técnica, de assessoramentos, da reflexão de ideias e da procura por novas soluções em conjunto com os discentes. Além disso, os docentes auxiliares fizeram parte da banca de apresentação dos trabalhos de seus orientandos durante as duas avaliações presenciais.

A segunda etapa ocorreu nos cinco encontros que sucederam ao primeiro (2º, 3º, 4º, 5º e 6º encontros), nos quais os alunos trouxeram ideias de equipamentos que poderiam ser desenvolvidos. Constatou-se que existiam muitas dúvidas, dificuldades e angústias, pois se observou claramente que foi a primeira vez que os alunos se depararam com uma metodologia ativa. Por esse motivo, foi necessário discutir formas de superação de frustrações durante esse período de desenvolvimento de ideias. Entre as formas utilizadas para superar desafios, detectou-se a necessidade de realizar *brainstorming* para auxiliar na definição do tema de projeto e foram feitas reflexões no sentido de encontrar linhas de interesse nas temáticas do Curso para estimular o aluno a desenvolver seu trabalho. Nesses encontros, os alunos tinham receio de estarem propondo algo muito simples ou muito complexo e, por isso, foram incentivados a procurar referências na Internet; trabalhos que já haviam sido executados em semestres anteriores; projetos de pesquisa, ensino e extensão; ou algum trabalho de alguma outra disciplina vigente que tivesse relação com o desenvolvimento de produtos.



Esse sentimento dos alunos em não saber exatamente o que fazer ratifica as informações passadas por Marin *et al.* (2010), que indicam que nem todos os estudantes estão preparados para definir e/ou fundamentarem um tema de projeto, ou seja, podem se sentir perdidos durante a busca por novos conhecimentos e soluções. Nesse sentido, foram feitas adequações e refinamentos de ideias nesta segunda etapa, de modo a viabilizar ao máximo a concretização dos projetos definidos pelos alunos em parceria com os professores titular e auxiliar. Ademais, foram feitas ainda previsões de tempo e de materiais, experimentação de hipóteses e coleta de dados.

A terceira etapa marcou o momento em que os discentes já tinham as definições do que poderiam fazer. Assim, precisavam esboçar a modelagem 3D de seus produtos. Nessa etapa, evidenciaram-se algumas dificuldades que são específicas de quem cursa Engenharia com esse tipo de dinâmica em sala de aula. Isso se traduz na transformação da ideia, do esboço e da proposta de produto em um equipamento composto por diferentes materiais, com inúmeras (ou não) conexões terminais, com adaptações das mais diversas formas, com diferentes detalhes construtivos e que funcione em sua plenitude. Durante a terceira etapa, percebeu-se que os discentes precisavam refletir bastante sobre o projeto e trabalhar em equipe em prol da troca de ideias e da busca pela inovação. Diante disso, os discentes apresentaram (no 7º encontro), ao docente titular e aos professores auxiliares de cada projeto os resultados preliminares de suas pesquisas e especificidades do desenvolvimento do produto final. Esse foi um momento muito interessante para todos, pois os alunos apresentaram as suas ideias de projeto, analisaram as suas expectativas até o momento e novos questionamentos foram feitos pelos professores titular e auxiliares. Em termos de avaliação, foi discutido de maneira individual se o projeto estava ou não atendendo as mínimas condições para avançar para a próxima etapa.

A quarta etapa (8º, 9º e 10º encontros) marcou o momento em que os discentes fizeram diversos ajustes em função das recomendações propostas pelos professores no período de arguição da apresentação do projeto. Os alunos precisaram planejar com cuidado as peças que imprimiriam via prototipagem em impressora 3D. Por ser uma etapa crucial, demandaram até a décima primeira aula para cumprir com os objetivos traçados, quer dizer, mais quatro semanas de trabalho, o que totalizou mais quatro encontros.

Durante a quarta etapa, foi necessário focar nos conceitos de Junior e Castillo (2018), os quais detectaram em seus estudos que a prototipagem rápida versa sobre detalhamento, raciocínio lógico, disciplina e comprometimento. Por isso, a representação dos diversos elementos projetuais foram revisadas diversas vezes de modo a evitar futuras readequações durante a sexta etapa, quando ocorreria a execução final do projeto.-

A quinta etapa (11º encontro) representou o momento em que o professor titular fez uma apresentação sobre prototipagem. Ministrou-se, também, uma aula sobre o uso da impressora 3D, com o intuito de dar mais autonomia à turma. Após essa abordagem em sala de aula, os discentes puderam operar e acompanhar, junto de um monitor do componente curricular, todas as etapas de impressão e preparação das peças. Nesse momento, os alunos fizeram muitos questionamentos em relação a essa



tecnologia. Ao iniciar a etapa prática, em que os alunos puderam visualizar a impressão de peças idealizadas por eles, observou-se uma grande satisfação e entusiasmo com o uso desse recurso tecnológico. Por tanto, esta etapa vem ao encontro do trabalho de Celani e Pupo (2008), no qual afirmam que, por meio da prototipagem rápida, é possível estabelecer novos desafios para a confecção de modelos que são rapidamente prototipados.

Na sexta etapa (12º, 13º, 14º e 15º encontros), os alunos estiveram envolvidos com práticas de projeto dos produtos finais e com as conexões via prototipagem. Pode-se afirmar que os alunos tiveram uma participação importante em termos de desenvolvimento, pois acompanharam diretamente a realização dos estágios de impressão. Em vários momentos, no sentido de obter uma maior resistência das peças, os discentes reimprimiram partes do produto com outros materiais. Isso demonstrou o alto grau de engajamento, uma vez que, em muitas situações, se percebeu que os estudantes chegavam ao laboratório de prototipagem antes e saíam depois do horário regular de aula, a fim de acompanhar a materialização do projeto. Nesse contexto, notou-se que vários princípios das metodologias ativas de ensino apresentados na Figura 1 foram seguidos na íntegra, como autonomia, problematização da realidade e da reflexão, trabalho em equipe e inovação.

A sétima etapa (16º encontro) correspondeu à apresentação final que ocorreu no último dia de aula, no final do semestre letivo regular. Os projetos finais foram apresentados para o docente orientador, docentes auxiliares e colegas de turma em forma de pôster, em conjunto com os protótipos. Nessa etapa, tanto os discentes quanto os docentes destacaram os aspectos positivos desse componente curricular. Além disso, o parecer final relativo a cada discente foi divulgado de maneira individual.

Por fim, a oitava etapa (17º Encontro) foi realizada em uma reunião da Comissão do Curso de Graduação em Engenharia de Energia. Nessa etapa, os alunos apresentaram os seus projetos para todos os docentes presentes. Deve-se enfatizar que, nessa atividade, os alunos foram convidados a apresentar os trabalhos de forma voluntária, ou seja, percebeu-se claramente, por parte deles, um sentimento de reconhecimento, motivação e valorização do que haviam produzido.

#### **4. RESULTADOS ALCANÇADOS**

A Figura 3 ilustra as ideias dos discentes que foram apresentadas no início do semestre, representando a terceira etapa referente ao conteúdo programático do fluxograma da Figura 2.

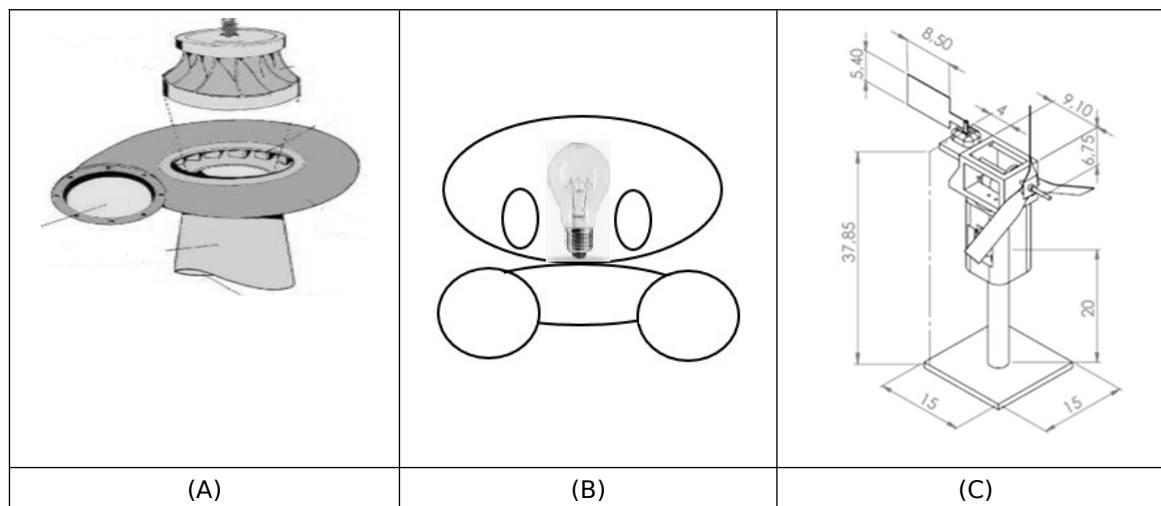
A Figura 3A ilustra o esboço de uma turbina Francis. O aluno responsável por esse projeto objetivava estudar as principais características construtivas da turbina. Ele tinha o intuito de investigar e testar esse equipamento em uma escala reduzida para minimizar os erros durante o processo de construção em uma escala maior.

A Figura 3B mostra o estudo preliminar de um boneco didático para uso em ações de ensino e de conscientização de estudantes do Ensino Infantil sobre eficiência energética. O principal objetivo desse projeto era o de confeccionar um boneco que



fosse visivelmente atrativo aos olhos de crianças e, ao mesmo tempo, tivesse em seu interior um medidor de consumo de energia elétrica e uma lâmpada.

**Figura 3** – Esboço dos projetos apresentados na etapa de modelagem 3D.



Fonte: Elaborada pelos autores.

Já a Figura 3C corresponde a um aerogerador de pequeno porte, que deveria ser construído com o uso de peças recicladas de outros equipamentos e de partes confeccionadas em madeira. O aerogerador foi projetado para ser capaz de carregar um conjunto de baterias que alimentariam uma carga e o mecanismo de giro da torre (sistema Yan).

A seguir, as Figuras 4 (A-N) apresentam as diferentes etapas da fabricação dos equipamentos com ênfase na prototipagem. Constata-se o quanto de realismo foi possível ser obtido com esse tipo de atividade. Vale destacar que esse tipo de resultado representa uma novidade para muitos docentes, alunos e servidores da Região da Campanha (Rio Grande do Sul).

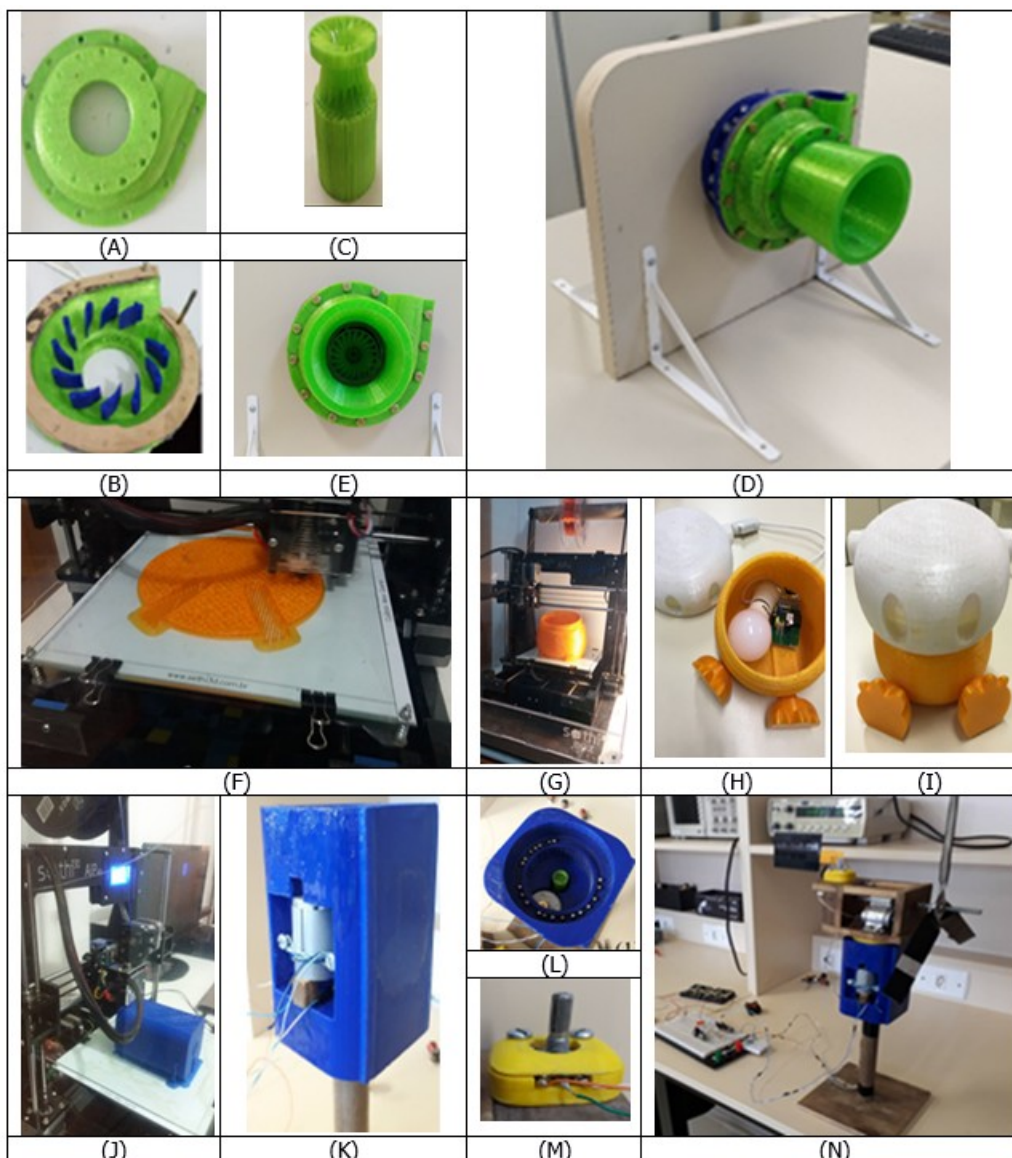
Em relação à Figura 4A, no decorrer do projeto e após discussões com o professor titular, auxiliar e outros colegas, o aluno responsável resolveu imprimir a peça denominada de “caixa espiral” em duas partes, ao contrário do que acontece na prática. Essa decisão facilitou a manutenção e a limpeza das pás distribuidoras ilustradas na Figura 4B. Outro detalhe importante desse projeto diz respeito ao eixo da turbina evidenciado na Figura 4C. Sem a prototipagem, dificilmente seria possível imprimir com tal nível de resolução e com baixo custo. As Figuras 4E e 4D, por sua vez, apresentam o objeto finalizado.

Outro ponto interessante desse trabalho é que o discente seguiu os princípios de Garofalo (2018), o qual que destaca a exigência de se colocar “a mão na massa”. Em muitos momentos desse trabalho, o aluno precisou, de forma espontânea, fazer estudos preliminares por meio de simulação, com o intuito de verificar se teria êxito nas etapas de prototipagem. Mesmo assim, e em função da complexidade que envolveu esse trabalho, principalmente para a construção da turbina, não foi possível fazer o teste prático, pois era necessário, após a montagem, fazer outros testes, além da vedação das conexões com colas especiais para impedir a passagem da água, o que não pode ser realizado. Atualmente, esse mesmo aluno prepara de forma mais



detalhada e aprofundada esse projeto, com o propósito de ser o tema do seu Trabalho de Conclusão de Curso (TCC).

**Figura 4** – Peças fabricadas na impressora 3D.



Fonte: Elaborada pelos autores.

As peças ilustradas nas Figuras 4F, 4G, 4H e 4I correspondem ao projeto de um boneco didático. Nesse trabalho, contou-se com o apoio de outros estudantes que não cursavam o componente curricular de “Tópicos Especiais”, mas aproveitaram a oportunidade para manipular e treinar ações de prototipagem. O aluno que propôs esse tema pensou em criar um elo com o trabalho que estava desenvolvendo em um projeto de extensão universitária. As ações extensionistas consistiam em encontros em sala de aula com alunos dos Ensinos Infantil, Fundamental e Médio, com o objetivo de estimular a eficiência energética e o uso consciente de energia elétrica. Esse equipamento poderá auxiliar em diversas alternativas pedagógicas e demonstrações lúdicas, principalmente em turmas do Ensino Infantil.



Esse trabalho ratifica as informações dadas por Cararo e Behrens (2019), os quais destacam o papel relevante da metodologia ativa no processo de ensino-aprendizagem para a obtenção das conexões com a realidade local. No ano de 2019, o boneco didático foi utilizado como estratégia de ensino em escolas de Bagé, cumprindo satisfatoriamente os objetivos almejados pelo projeto de extensão universitária mencionado acima.

As Figuras 4J-4N correspondem, por sua vez, ao projeto de um aerogerador de pequeno porte. A peça principal (veja a Figura 4K) foi impressa em material ABSplus, que, em um primeiro momento, imaginou-se ser o material mais resistente para essa aplicação. No entanto, formaram-se algumas fissuras durante a operação do aerogerador de pequeno porte. No final do semestre, constatou-se que as fissuras foram provocadas pela forma como a peça foi impressa.

Em relação ao projeto do gerador, observou-se que o aluno apresentou uma intensa relação com o desafio. Os princípios apresentados por Pinto Oliveira (2019), como elaboração de hipóteses, refinamento de ideias e coleta de dados, foram bem assimiladas pelo aluno e contribuíram para a obtenção do resultado final. Por exemplo, foram feitas várias experimentações de hipóteses e muita coleta de dados, o que, mesmo com os problemas de impressão apontados acima, proporcionou corrigir e verificar o pleno funcionamento do equipamento.

De acordo com Dias e Volpato (2017), o desenvolvimento de habilidades torna o educando melhor e mais preparado para atender a demandas profissionais no futuro. Acredita-se, dentro desse contexto, que essas competências são fundamentais para o desenvolvimento do educando como cidadão.

No decorrer do ano de 2019, o trabalho do aerogerador sofreu diversas melhorias e o aluno prepara, atualmente, o produto final para ser possivelmente o tema de seu TCC. Essa continuidade tem muitos benefícios para o aluno e para os demais envolvidos, já que permite que se explore o processo de fabricação, adaptação de mecanismos, escolha e definição de materiais, testes dos diferentes dispositivos do projeto de forma mais efetiva para o desenvolvimento de novos produtos. Em reforço a essa constatação, De Aguiar et al. (2005) destacam que um dos grandes desafios enfrentados pelas instituições de ensino é se aproximar do setor produtivo através do desenvolvimento de produtos, abrangendo o ciclo completo de concepção, projeto, protótipo e elaboração do produto.

Na UNIPAMPA, observa-se que um número significativo de projetos é finalizado ainda na fase de projeto, com importantes resultados publicados. Entretanto, nem todos os projetos atingem etapas de desenvolvimento de produto, algo que esta iniciativa obteve, além de incentivar os professores auxiliares e estudantes envolvidos.

Um outro importante aspecto desta iniciativa foi o fato de a avaliação ter sido desenvolvida por competências adquiridas, como capacidade de elaboração das hipóteses, capacidade de refinar ideias, capacidade de experimentar e/ou simular as hipóteses, de coletar dados, de interpretar e operar uma impressora 3D e de representar objetos 3D em *softwares* CAD. Assim, a nota final foi obtida a partir do desenvolvimento das competências citadas acima, levando em conta, ainda engajamento, envolvimento com o tema, trabalho em equipe, pontualidade nas





entregas, criatividade e comunicação. Para os alunos, isso foi um diferencial, visto que estavam acostumados a realizar provas, o que, de maneira geral, gera muita pressão e tensão para quem faz.

Concatenado a isso, Diesel, Baldez e Martins (2017) defendem a ideia de que a educação desenvolvida nas instituições educacionais precisa ser útil para a vida. Assim, os alunos devem articular o conhecimento construído com possibilidades reais de aplicação prática, ou seja, aprender com sentido e com significado contextualizado. Por conseguinte, Cararo e Behrens (2019) concluem que, na metodologia ativa, é necessário trabalhar lado a lado com o estudante para que ocorra uma mudança de paradigma. Isso tem o propósito de construir oportunidades de reflexão e de evolução, enfrentando o erro como caminho de acerto e orientando os discentes ao longo da produção e transformação do saber.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio deste trabalho, percebe-se que as metodologias ativas possibilitam ótimas oportunidades do ponto de vista da Educação. A inserção de tecnologias no processo de desenvolvimento de projetos propicia a formação de um elo de ligação com os anseios dos nossos alunos que estão começando a fazer uso delas. A familiaridade com essas ferramentas e mecanismos tornam as aulas mais interativas e participativas.

Ao final, os professores envolvidos evidenciaram que o processo de ensino-aprendizagem foi muito significativo, rendendo resultados qualitativamente positivos. Em função dessa experiência, os estudantes dedicaram-se completamente e reproduziram, de forma clara e objetiva, os modelos inicialmente idealizados por eles. Os projetos finais serviram e estão servindo como plataforma para ações de pesquisa científica, de ensino e de extensão universitária.

Deve-se ressaltar o pensamento de Cararo e Behrens (2019), os quais destacam que o enfrentamento da mudança paradigmática implica trabalhar lado a lado com a instituição, com os professores e com os alunos de maneira questionadora, crítica, inovadora, ética e democrática, criando oportunidades de reflexão e de evolução para a construção e reconstrução contínua e significativa do saber.

## 6. REFERÊNCIAS

- AGUIAR, L. C. D. **Um processo para utilizar a tecnologia de impressão 3D na construção de instrumentos didáticos para o Ensino de Ciências**. 2016. 226 f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Bauru, 2016.
- BRUM, K. F.; PURCIDONIO, P. M.; FERREIRA, M. L. A. Aprendizagem ativa no ensino de engenharia de métodos: uma experiência no CEFET/RJ. **Revista Produção Online**, v.17, n.3, p.956-973, 2017.



CALSAVARA, C. D. S.; RIBEIRO, S. E. C. O conceito e as práticas de BIM entre os discentes do curso de engenharia civil da UFMG. **Revista Construindo**, v.10, n.2, p.104-114, 2018.

CARARO, J. F. J.; BEHRENS, M. A. Metodologia ativa de aprendizagem fundamentada no pensamento complexo: uma vivência no curso de Arquitetura e Urbanismo. In: PROJETAR, 9., 2019, Curitiba. **Anais...** Curitiba: UFPR, 2019.

CELANI, M. G. C.; PUPO, R. T. Prototipagem rápida e fabricação digital para arquitetura e construção: definições e estado da arte no Brasil. **Cadernos de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo**, v.8, n.1, p.31-41, 2008.

DA SILVA, J. de O. A gamificação como fator de engajamento dos alunos nas aulas de geografia. **Revista Interdisciplinar Parcerias Digitais**, v.2, n.2, p.1-10, 2020.

DA SILVA, M. T. C.; SALGADO, P. F. P. Redes sociais, em especial o Facebook, na interpretação das possibilidades de ações das práticas docentes no ensino. Uma ferramenta capaz de agir diretamente no processo didático-pedagógico. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA, 3., ENCONTRO DE PESQUISADORES EM EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA, 3., 2016, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCar, 2016.

DA SILVA, W. **Metodologias Ativas de Aprendizagem**: relato de experiência com aprendizagem baseada em projetos. p.1-10. 2016. Disponível em: <https://silo.tips/download/metodologias-ativas-de-aprendizagem-relato-de-experiencia-com-aprendizagem-basea>. Acesso em: 2 fev. 2022.

DE AGUIAR, R. A. A.; DE SOUZA, C. G.; COSTA, H. R. Desenvolvimento de produtos e protótipos: o caso do projeto aerodesign do CEFET/RJ. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 33., 2005, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: UFCG, 2005.

DE SOUZA, R. A.; MARTINELLI, T. A. P. Considerações históricas sobre a influência de John Dewey no pensamento pedagógico brasileiro. **Revista Histedbr On-Line**, v.9, n.35, p.160-172, 2009.

DIAS, R. S.; VOLPATO, N. **Práticas inovadoras em metodologias ativas**. Florianópolis: Contexto Digital, 2017.

DIESEL, A.; BALDEZ, A. L. S.; MARTINS, S. N. Os princípios das metodologias ativas de ensino: uma abordagem teórica. **Revista Thema**, v.14, n.1, p.268-288, 2017.

FERREIRA, M.; DA SILVA, W. S.; BORGES, C. A.; LUZ, R. S. Metodologias ativas de aprendizagem aplicadas no ensino da engenharia. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO E TECNOLOGIAS, 2018, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCar, 2018.

GAROFALO, D. Como as metodologias ativas favorecem o aprendizado. **Revista Nova Escola**, p.1-5, 2018.

JUNIOR, N. C.; CASTILLO, L. Introdução da impressão 3D em experimentos voltados ao ensino de projetos de design. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 7., 2018, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Centro de Convenções do Hotel Oásis Atlântico, 2018.



KLOCK, A. C. T. **Análise da influência da gamificação na interação, na comunicação e no desempenho dos estudantes em um sistema de hiperídia adaptativo educacional**. 2017. 148 f. Dissertação (Mestrado em Computação Aplicada) – Universidade do Estado de Santa Catarina, Joinville, 2017.

LOUREIRO, A. C.; SIQUEIRA, B. R.; CAVALCANTI, C. C.; GARBIN, M. C. O design thinking como suporte a aprendizagem no curso de Engenharia da UNIVESP. In: CONGRESSO INTERNACIONAL PBL2016, 2016, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Escola Técnica Estadual Santa Ifigênia, 2016.

MARIN, M. J. S.; LIMA, E. F. G.; PAVIOTTI, A. B.; MATSUYAMA, D. T.; SILVA, L. K. D. D.; GONZALEZ, C.; ILIAS, M. Aspectos das fortalezas e fragilidades no uso das metodologias ativas de aprendizagem. **Revista Brasileira Educação Médica**, v.34, n.1, p.13-20, 2010.

MASSON, T. J.; MIRANDA, L. F.; MUNHOZ JR., A. H.; CASTANHEIRA, A. M. P. Metodologia de ensino: aprendizagem baseada em projetos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 40., 2012, Belém. **Anais...** Belém: ITEC/UFPA, 2012.

MENDONÇA, S.; ADAID, F. A. P. Experiência e educação no pensamento educacional de John Dewey: Teoria e prática em análise. **Prometeus Filosofia**, v.26, p.135-150, 2018.

PERTECE, A. E.; SANTOS, D. M.; JARDIM, H. V. Desenvolvimento de modelos didáticos para o ensino de desenho mecânico utilizando o conceito de prototipagem rápida. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 29., 2001, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: PUC-RS, 2001.

PINTO, C. P.; SCHEIDEGGER, A. P. G.; GAUDÊNCIO, J. H. D.; TURRIONI, J. B. Planejamento, condução e análise do método de avaliação de uma disciplina do curso de engenharia de produção fundamentada na aprendizagem baseada em problemas. **Revista Produção Online**, v.15, n.2, p.671-695, 2015.

PINTO, D. O. **Aprendizagem baseada em projetos**: tudo o que você precisa saber. 2019. Disponível em: <https://blog.lyceum.com.br/aprendizagem-baseada-em-projetos/>. Acesso em: 2 fev. 2022.

PRINCE, M. Does active learning work? A review of the research. **Journal of Engine**, v.3, n.3, p.223-231, 2004.

RIBEIRO, L. R. D. C. **A aprendizagem baseada em problemas (PBL)**: uma implementação na educação em engenharia na voz dos atores. 2005. 209 f. Tese (Programa de Pós-graduação em Educação) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2005.

SALVE, G. B.; FREIRE, D. M. M. Fatores de sucesso para a prática de projetos de aprendizagem. In: DIAS, S. R.; VOLPATO, A. N. (Org.). **Práticas inovadoras em metodologias ativas**. Florianópolis: Contexto Digital, 2017. p.119-142.

SILVA, J. C.; TONINI, A. M. O processo educativo baseado em problemas e a formação de competências do engenheiro. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v.11, n.3, p.366-385, 2018.



VALENTE, J. A. A sala de aula invertida e a possibilidade do ensino personalizado: uma experiência com a graduação em midialogia. In: BACICH, L.; MORAN, J. (Org.).

**Metodologias ativas para uma educação inovadora**: uma abordagem teórico-prática. Porto Alegre: Penso, 2018. p.26-44.

Submetido em: **03/12/2020**

Aceito em: **13/09/2022**