

## APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA: PROPOSTA DE UM *KIT* DIDÁTICO PARA PROCESSOS DE FABRICAÇÃO E MONTAGEM DE COMPONENTES MECÂNICOS

Maurício Lourenço Jorge, Ricardo Carrasco Carpio, Gláucia do Carmo Xavier

E-mail: mauricio.jorge@ifmg.edu.br

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais - Campus Avançado Arcos

DOI: 10.15628/rbept.2020.9836

Artigo submetido em abr./2020 e aceito em abr./2020

### RESUMO

O presente artigo teve por objetivo desenvolver um produto educacional, na forma de um *kit* didático, para aplicação de aulas práticas de tópicos em Gestão da Produção. O arcabouço teórico baseou-se na Teoria da Aprendizagem Significativa, de Ausubel, cuja principal condição para aplicação é a proposta de um material didático significativo. O estudo também tratou sobre teorias em tecnologias educacionais e Espaços *Maker*. Foi realizada pesquisa bibliográfica, a partir da qual adotou-se metodologia de design, em função do desenvolvimento de um produto técnico. Nos resultados, foram apresentadas atividades para realização em sala de aula ou laboratórios com a utilização do *kit*. Conclui-se que, pela utilização planejada do *kit* proposto, os temas abordados poderão ser entendidos de maneira significativa, propiciando melhor desenvolvimento dos estudantes.

**Palavras-Chave:** Produto educacional. Teoria da Aprendizagem Significativa. Gestão da Produção. Processo de ensino e aprendizagem.

## SIGNIFICANT LEARNING: PROPOSAL OF A DIDACTIC *KIT* FOR MANUFACTURING PROCESSES AND ASSEMBLY OF MECHANICAL COMPONENTS

### ABSTRACT

This paper aimed to develop an educational product, in the form of a didactic kit, to be used on practical classes on Production Management topics. The theoretical framework was based on Ausubel's Theory of Meaningful Learning, on which the main condition for application is the proposal of meaningful didactic material. The study also dealt with theories about educational technologies and Maker Spaces. Bibliographic research was carried out, from which the design methodology was adopted in order to develop a technical product. In the results, activities were presented to be carried out in the classroom or laboratories using the kit. It is concluded that, from planned application of the proposed kit, the covered topics can be meaningfully understood, providing better development of the students.

**Keywords:** Technical product. Theory of Meaningful Learning. Production Management.

## 1 INTRODUÇÃO

A aprendizagem deve ser mais do que a repetição de comandos. Para Tavares (2004) existe uma aceitação quase universal do enunciado de que o conhecimento é libertador das potencialidades das pessoas, referindo-se especificamente ao conhecimento que promove a articulação entre o ser humano e o seu ambiente, entre ele e seus semelhantes e consigo próprio. Segundo o autor, o conhecimento é que promove a autonomia e conecta o ser humano com o seu meio cultural, no que diz respeito a crenças, valores, sentimentos e atitudes. À medida que o indivíduo se torna autônomo, a partir de sua estrutura de conhecimentos, ele é capaz de captar e apreender outras circunstâncias de conhecimentos assemelhados e de se apropriar da informação, transformando-a em conhecimento.

O tema deste estudo aborda como a informação pode ser transformada em conhecimento, a partir do significado que lhe é atribuído. Cada área do conhecimento possui sua devida importância e o foco do presente artigo trata sobre a aprendizagem significativa, voltada para a área de Gestão da Produção, abordada na disciplina Processos de Fabricação I, ministrada no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – IFMG, em seu campus localizado na cidade de Arcos/MG.

A área de Gestão da Produção é multidisciplinar e pode ser abordada no meio acadêmico por meio de vários recursos didático-pedagógicos. Nesse sentido, este artigo possui como objetivo apresentar a proposta de um produto técnico, na forma de um *kit* didático, para o desenvolvimento de aulas práticas de Processos de Fabricação I. Especificamente, com a utilização do kit, é possível abranger temáticas como produtividade, segurança, ergonomia, arranjo físico, produção enxuta, listas de peças, documentação de processo, gestão da qualidade, Sistema Toyota de Produção e *Kanban*.

Com a competição internacional e alta velocidade das informações, a área de Produção e Processos inserida em uma empresa deve se pautar no aumento da produtividade, redução de custos e desperdícios, sem perder a qualidade final do produto e a consciência crítica dos sujeitos que participam desse processo de construção. Enquanto componente curricular na faculdade/universidade, a área de Produção e Processos deve, na medida do possível, possuir um caráter prático para facilitar a aprendizagem, já que o profissional exigido pelo mercado de trabalho atual não tem espaço para tomadas de decisões incorretas ou mal definidas; ele necessita relacionar habilidades, conhecimentos e atitudes, de forma a apresentar às organizações decisões consistentes. Assim, a abordagem prática é fundamental para que os discentes atribuam significado e importância ao conteúdo proposto pelo docente visando ao mundo do trabalho.

Segundo Pelizzari et al (2002, p. 37), a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de Ausubel propõe que “os conhecimentos prévios dos alunos sejam valorizados para que possam construir estruturas mentais utilizando, como meio, mapas conceituais que permitam descobrir e redescobrir outros conhecimentos, caracterizando, assim, uma aprendizagem prazerosa e eficaz”. Desta forma, a Aprendizagem Significativa, também denominada teoria da aprendizagem de Ausubel, relaciona-se diretamente com o tema Gestão da Produção, visto que o conteúdo prático é inerente à aprendizagem desse conteúdo.

Para atingir os objetivos propostos, este artigo foi dividido em cinco seções, sendo, esta Introdução apresenta a importância do tema investigado; a segunda seção abordou o conteúdo teórico sobre a aprendizagem significativa, bem como sobre a Gestão da Produção. Na terceira seção, encontra-se a Metodologia, com as devidas explicações de como o *kit* foi concebido. Os resultados e discussão serão apresentados na quarta seção, sendo expostas as atividades práticas propostas, a partir da utilização do *kit*/produto técnico desenvolvido. Por fim, têm-se as considerações finais, em que foi exposta a contribuição desta pesquisa no que tange à Aprendizagem Significativa para a área de estudo da Gestão da Produção.

## 2 A TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA – T.A.S.

Na década de 1960, David Ausubel (1980, 2003) propôs a sua Teoria da Aprendizagem Significativa, a qual enfatiza a aprendizagem de significados (conceitos) como a mais relevante para os seres humanos. Ele ressalta que a maior parte da aprendizagem acontece de forma receptiva e, desse modo, a humanidade tem-se valido dela para transmitir as informações ao longo das gerações. Uma das contribuições do pesquisador é marcar claramente a distinção entre aprendizagem significativa e a aprendizagem mecânica. (TAVARES, 2004).

Segundo Ausubel (2000), existem três requisitos essenciais para a aprendizagem significativa: a oferta de um novo conhecimento estruturado de maneira lógica; a existência de conhecimentos prévios na estrutura cognitiva que possibilitem a sua conexão com o novo conhecimento; e a atitude explícita de apreender e conectar o conhecimento existente com aquele que se pretende absorver. Esses conhecimentos prévios são também chamados de conceitos subsunçores ou conceitos âncora. Quando se dá a aprendizagem significativa, o aprendente transforma o significado lógico do material pedagógico em significado psicológico, à medida que esse conteúdo se insere de modo peculiar na sua estrutura cognitiva. Vale dizer que cada pessoa tem um modo específico de fazer essa inserção, o que torna essa atitude um processo idiossincrático. Quando duas pessoas aprendem significativamente

o mesmo conteúdo, elas partilham significados comuns sobre a essência desse conteúdo. No entanto, podem ter posições distintas sobre outros aspectos desse material, tendo em vista a construção peculiar deste conhecimento.

A aprendizagem é muito mais significativa à medida que o novo conteúdo é incorporado às estruturas de conhecimento de um aluno e adquire significado para ele, a partir da relação com seu conhecimento prévio. Caso contrário, ocorre o que Ausubel chama de aprendizagem mecânica, ou seja, quando o novo conteúdo passa a ser armazenado isoladamente ou por meio de associações arbitrárias na estrutura cognitiva, por ter havido menor incorporação e atribuição de significado (PELIZARRI *et al.*, 2002). Nesse viés, aprender, para Ausubel, é atribuir significados a novos conhecimentos e, para ele, isso só ocorre a partir da existência de conhecimentos especificamente relevantes, ou seja, o conhecimento prévio. Vale dizer que a Aprendizagem Significativa tem como característica principal a interação dos conhecimentos prévios (conhecimento especificamente relevante) com conhecimentos novos.

Nessa medida, entende-se que a aprendizagem significativa de um determinado *corpus* de conhecimento corresponde à construção mental de significados porque implica uma ação pessoal – e intencional – de relacionar a nova informação percebida com os significados já existentes na estrutura cognitiva. Quanto mais estável e organizada for a estrutura cognitiva do indivíduo, maior será sua capacidade de perceber novas informações, realizar novas aprendizagens e de agir com autonomia na sua realidade. (LEMOS, 2011).

Para Ausubel (2003), o termo subsunçor é algo imprescindível para o entendimento de sua teoria. Como subsunçor, podemos citar: conhecimento estabelecido na estrutura cognitiva do sujeito que aprende, conhecimento estabelecido que, por meio da interação, dá significado a novos conhecimentos; conhecimento prévio, conceito determinado ou conhecimento especificamente relevante. É importante ressaltar que um subsunçor não utilizado com frequência pode sofrer uma obliteração, ou seja, ficar pequeno, esquecido, distante. Assim, quando um conhecimento novo necessita resgatar um subsunçor esquecido, podemos chamar de assimilação obliteradora, quer dizer “uma continuidade natural da aprendizagem significativa”. (MOREIRA, 2011, p. 18).

Moreira (2011, p.18) utiliza um vocabulário simples e afirma que “nossa cabeça está cheia de subsunçores, uns já firmes e outros frágeis”. Porém, na linguagem de Ausubel (2003), podemos substituir cabeça por estrutura cognitiva ou conjunto hierárquico de subsunçores dinamicamente inter-relacionados ou, mesmo, por estrutura de subsunçores inter-relacionados e hierarquicamente organizados.

Ainda, segundo Ausubel (2000), quando a estrutura cognitiva do indivíduo não possui subsunçores diferenciados e estáveis para ancorar (subsumir) a nova informação, o indivíduo a armazenará de forma literal e não

substantiva, ou seja, realizará aprendizagem mecânica. O conhecimento aprendido mecanicamente pode ir paulatinamente sendo relacionado com novas ideias e reorganizado na estrutura cognitiva caso o sujeito continue interagindo com o novo conhecimento. É essa interação dinâmica que caracteriza a não dicotomia entre essas duas formas de aprendizagem e, como já foi dito, o seu caráter processual.

Ausubel, Novak e Hanesian (1980) destacaram que a aprendizagem significativa, assim como a aprendizagem mecânica, pode se dar por duas maneiras: por recepção e por descoberta. Entende-se a aprendizagem por recepção como aquela que ocorre quando todo o conteúdo a ser aprendido é apresentado ao estudante sob a forma final. Nesse sentido, o trabalho de aprendizagem não abrange nenhuma descoberta independente por parte do estudante. Por outro lado, na aprendizagem por descoberta, o aluno é incumbido a associar informações, integrá-las ao sistema cognitivo presente, recompor e modificar o ajuste integrado de jeito que forme o produto final almejado ou à descoberta de uma ligação entre meios e fins. Finalizada a aprendizagem por descoberta, a matéria descoberta transforma-se em significativa, do mesmo modo que a matéria se torna significativa na aprendizagem por recepção.

É importante ressaltar que tanto a aprendizagem por recepção como a aprendizagem por descoberta podem ser significativas ou mecânicas, subordinadas pela maneira como a recém informação é gravada no sistema cognitivo. Ainda segundo esses autores, a aprendizagem por recepção e a aprendizagem por descoberta podem ocorrer concomitantemente na mesma atividade de aprendizagem, situando-se ao longo de um *continuum*. (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980). E como foi citado anteriormente, a aprendizagem significativa não é o contrário da aprendizagem mecânica. Uma aprendizagem inicialmente mecânica pode se tornar uma aprendizagem significativa. (MOREIRA, 2011). Assim como uma aprendizagem por descoberta (aquela em que o aluno inicialmente descobre o que vai aprender) não é o contrário de aprendizagem receptiva (ocorre quando o aluno recebe a informação pronta).

Como foi visto nesta seção, Ausubel defende a teoria de Aprendizagem Significativa que ocorre

Quando novos conhecimentos (conceitos, ideias, proposições, modelos, fórmulas) passam a significar algo para o aprendiz, quando ele é capaz de explicar situações com suas próprias palavras, quando é capaz de resolver problemas novos, enfim, quando compreende. (MOREIRA, 2011, p. 60).

De acordo com Pelizarri et al, (2002), para haver aprendizagem significativa são necessárias duas condições. Em primeiro lugar, o aluno precisa ter disposição para aprender. Isso não tem relação com a boa vontade de o aluno ir para a escola, por exemplo. Predisposição para aprender representa, na teoria de Ausubel, o fato de a estrutura cognitiva possuir subsunçores nos quais o material possa interagir e se relacionar com novas aprendizagens. Em segundo plano, o conteúdo a ser aprendido tem que ser potencialmente significativo, quer dizer, ele deve ser lógica e psicologicamente significativo: o significado lógico depende somente da natureza do conteúdo, e o significado psicológico é uma experiência que cada indivíduo tem. Com isso, cada aprendiz faz uma filtragem dos conteúdos que têm significado ou não para si próprio.

A partir desses dois requisitos, as proposições de Ausubel consideram que os indivíduos apresentam uma organização cognitiva interna baseada em conhecimentos de caráter conceitual, sendo que a sua complexidade depende muito mais das relações que esses conceitos estabelecem em si que do número de conceitos presentes. Entende-se que essas relações têm um caráter hierárquico, de maneira que a estrutura cognitiva seja compreendida, fundamentalmente, como uma rede de conceitos organizados de modo hierárquico de acordo com o grau de abstração e de generalização.

Nesse viés, Lemos (2011) destaca que o significado de aprendizagem significativa aponta para os papéis do professor e do aluno no processo de ensino e aprendizagem. Ou seja, se a aprendizagem significativa de um determinado *corpus* de conhecimento instrumentaliza o indivíduo para intervir com autonomia na sua realidade, é essencial que o professor esteja comprometido com a aprendizagem do aluno e este, por sua vez, com sua própria aprendizagem.

Então, o professor deve sempre fazer uma sondagem inicial sobre o conhecimento prévio que o discente possui sobre determinado conteúdo. Portanto, não é a quantidade de informações que importa, mas a construção partilhada de conhecimentos, a partir do significado que eles representam para os sujeitos envolvidos. Para tanto, no contexto de uma sala de aula, é fundamental que o professor tenha clareza sobre quem são seus alunos e porque precisam aprender, para decidir o que ensinar e qual a melhor estratégia de ensino e de avaliação para este contexto e momento. (LEMOS, 2001).

Ainda sobre a primeira condição, organizar um material de ensino potencialmente significativo requer que a relação entre a natureza desses dois conhecimentos – a estrutura lógica do conhecimento em si e a estrutura psicológica do conhecimento do aluno – seja considerada. Isso implica que as aulas, o material, o livro, as experiências escolares devem ser coerentes aos conhecimentos prévios dos alunos. As duas condições não são excludentes; elas devem acontecer simultaneamente.

As ideias de Ausubel também se caracterizam por se basearem em uma reflexão específica sobre a aprendizagem escolar e o ensino, em vez de tentar somente generalizar e transferir à aprendizagem escolar conceitos ou princípios explicativos extraídos de outras situações ou contextos de aprendizagem. (PELIZARRI et al., 2002). Para a Teoria da Aprendizagem Significativa, o ensino não é a finalidade do processo educativo, mas o meio pelo qual a aprendizagem do aluno é favorecida. É o tipo de interação que professores, alunos e conhecimento estabelecem entre si que dará a identidade de cada situação de ensino.

Dessa forma, o planejamento tem como meta a construção do material potencialmente significativo que, como antecipado, depende de um bom diagnóstico sobre o contexto, o aluno e o *corpus* de conhecimento em questão. Já em um segundo momento, a situação de ensino propriamente dita deve garantir a negociação e o compartilhamento de significados. (LEMOS, 2011).

Os princípios programáticos propostos por Ausubel devem, para facilitar o processo de aprendizagem do aluno, permear todo o ensino. A organização sequencial deve ser pensada no planejamento e a diferenciação progressiva e reconciliação integrativa, princípios coerentes com o caráter recursivo da aprendizagem, devem ser oportunizadas em diferentes momentos e situações. A avaliação que, mesmo estando presente em todas as etapas que lhe antecedem, finaliza o processo indicando se o objetivo (aprendizagem significativa do aluno) foi alcançando e, também, se as estratégias e recursos adotados foram apropriados. (LEMOS, 2011).

Durante a situação de ensino, a aprendizagem dos alunos ainda é facilitada pela avaliação quando o professor formula e esclarece os objetivos e consequentes expectativas, elabora instrumentos de medida fidedignos e válidos para verificar se eles estão sendo alcançados. Nessa perspectiva, a discussão dos resultados do exame confirma ou corrige ideias, evidenciando o que deve ser mais estudado e a experiência de sofrer constantes avaliações externas leva o estudante a fazer uma autoavaliação do seu rendimento escolar. (LEMOS, 2011).

Partindo dessas premissas sobre a Teoria da Aprendizagem Significativa, o ensino dos tópicos em Gestão da Produção pode ser facilitado se o professor: a) diagnosticar o que o aluno já sabe sobre o tema; b) selecionar, organizar e elaborar o material educativo; c) verificar se os significados compartilhados correspondem aos aceitos no contexto da disciplina e d) rerepresentar os significados de uma nova maneira, caso o aluno não tenha ainda captado aqueles desejados. O aluno, por sua vez, tem a responsabilidade de: a) captar e negociar os novos significados e b) aprender significativamente.

## 2.1 TECNOLOGIAS EDUCACIONAIS, ATIVIDADES DE ENSINO EM GESTÃO DA PRODUÇÃO E ESPAÇOS *MAKER*

Como foi visto na seção anterior, os pressupostos da aprendizagem Significativa, de Ausubel, podem contribuir de forma efetiva no processo ensino-aprendizagem dos alunos. A proposta desta subseção é complementar o entendimento da Aprendizagem Significativa frente à chegada das Tecnologias Educacionais na sala de aula. Assim, essa subseção tratará das novas tecnologias para o âmbito escolar.

Entende-se por tecnologia educacional o conjunto de técnicas, processos e métodos que utilizam meios digitais e demais recursos como ferramentas de apoio aplicadas ao ensino, com a possibilidade de atuar de forma metódica entre quem ensina e quem aprende. (RAMOS, 2012). De modo a trazer essa tecnologia para os ambientes de ensino e aprendizagem, são necessários planejamento, investimento em infraestrutura e capacitação do corpo docente. Entretanto, vale dizer que, de acordo com Cysneiros (1999), o fato de se treinarem professores em cursos intensivos e de se colocarem equipamentos nas escolas não significa necessariamente que as novas tecnologias da educação serão usadas para melhoria da qualidade do ensino. A história da tecnologia educacional contém muitos exemplos de inovação conservadora, de ênfase no meio e não no conteúdo.

Cysneiros (1999) apresenta, como exemplos para inovação conservadora: uso de programas de projeção de tela de computadores, notadamente o *PowerPoint*, em que a inatividade (física e mental) do aprendiz é reforçada pelo ambiente da sala, geralmente a meia luz e com ar condicionado; quadro de pincel que produz na tela do computador do aluno aquilo que for escrito pelo professor, tornando desnecessário anotar o conteúdo, que chega pronto; *softwares* educativos que apenas “penduram” mapas *mundi* em um telão ou no vídeo de computadores onde alunos sentam de modo solitário, pouco diferindo de similares pendurados nas paredes da sala de aula; digitação de trabalhos escolares convencionais, dentro ou fora da sala de aula e sem a orientação do professor, facilitando ou dissimulando a cópia plagiadora (de trechos de enciclopédias, de páginas da *Internet*, de livros de texto e de materiais gráficos escaneados); e confecção de faixas e cartazes por programas monótonos de computadores.

Para Vieira Júnior, Rossi e Silva (2019), na prática, a Tecnologia Educacional é pouco utilizada na sala de aula e, quando é, por vezes, parte de uma perspectiva pouco científica e nem sempre planejada. Assim, as tecnologias, enquanto ferramentas adicionais para o aprimoramento da prática educacional, devem ser valorizadas, porém, devem também ser adequadamente utilizadas.

Conforme Ramos (2012), juntamente com as instituições educacionais, os professores precisam enfrentar o desafio de incorporar as novas tecnologias como conteúdo de ensino e aprendizagem, preparando o aluno para além de pesquisar, pensar, resolver os problemas e as mudanças que acontecem ao seu redor. Neste contexto, o dilema de associar a teoria à prática deve ser pautada pelas disciplinas, e para Processos de Fabricação I não é diferente, visto seu caráter potencialmente prático que ao estar detida a situações metodológicas que favoreçam os conceitos abstratos, fragmentados e descontextualizados, sem referência na singularidade das situações em que visam incidir, podem prejudicar na formação do profissional apto a solucionar problemas concretos.

Segundo Slack, Chambers e Johnston (2009, p. 32), a Administração da Produção (ou Operações) é a denominação usada para as tarefas, decisões e responsabilidades dos gerentes de produção. Vale ressaltar que diversos conteúdos estão inseridos na área de Produção, tais como o Plano de Produção, que estabelece a forma como o bem será produzido; o lançamento de um produto novo no mercado, que trata do resultado de um esforço que pode durar um tempo significativo e envolver quase todos os setores funcionais da empresa; projeto de processos produtivos que busca assegurar que o desempenho do projeto seja adequado ao que se está tentando alcançar; prototipagem; qualidade do produto; critérios de segurança; projetos de fábricas (arranjo físico, balanceamento das operações); gestão das operações; e mais uma ampla gama de conteúdo.

No âmbito da Engenharia de Produção, as atividades realizadas em laboratórios de ensino de conteúdo específicos têm recebido uma ênfase cada vez maior, representando um tema recorrente nas discussões do Grupo de Trabalho (GT) de Graduação durante os Encontros de Coordenadores (ENCEP) e os Encontros Nacionais (ENEGEP) da Associação Brasileira de Engenharia de Produção. (ABEPRO, 2012). Dentre outros benefícios didáticos, laboratórios de ensino de conteúdo específicos permitem simular processos, reproduzindo virtualmente algumas das situações reais do ambiente industrial. (SANTOS; GOHR; VIEIRA JUNIOR, 2013).

Ressalta-se, entretanto, que a aplicação pura e simples de atividades práticas, quando desvinculada de planejamento prévio, reduz as chances de consolidação da Aprendizagem Significativa. Esse planejamento deve abranger o conteúdo teórico envolvido na atividade prática almejada. Deve-se, portanto, organizar o conteúdo da disciplina de maneira que os alunos já tenham adquirido conhecimentos prévios relativos aos tópicos envolvidos nas atividades práticas. Esse conhecimento prévio (subsunçor), juntamente com os novos conhecimentos e experiências advindos da atividade prática, é que garantirão a ocorrência da Aprendizagem Significativa.

No que se refere ao ensino de Gestão da Produção, Lewis e Maylor (2007) citados por Santos, Gohr, Vieira Júnior (2013), lembram que os jogos e

as simulações práticas já são utilizados nessa área desde a década de 1960 e citam o *Beer Game*, o *Cuppa Manufacturing Game* e o *Training Factory*, dentre os jogos mais populares. Embora tenha tradição na área, a disseminação desse tipo de atividade didática ainda é modesta, o que revela a necessidade latente de desenvolvimento e aplicação de atividades interativas como estratégias de ensino-aprendizagem.

Dentre as modalidades de jogos e atividades lúdicas utilizadas no ensino de Gestão da Produção, destacam-se as simulações. Quando aplicadas como ferramentas didáticas, as simulações têm o objetivo de representar situações reais que dificilmente poderiam ser reproduzidas em sala de aula, motivando os estudantes a tomar decisões e a trabalhar em equipe para resolver problemas similares àqueles que encontrarão em sua vida profissional. (SANTOS; GOHR; VIEIRA JÚNIOR, 2013).

Os autores supracitados mencionaram alguns exemplos de atividades lúdicas que enfatizam a aprendizagem por meio da experiência apresentando trabalhos como de Ammar e Wright (1999). Eles apresentam oito atividades realizadas em sala de aula para o ensino de Gestão da Produção, dentre as quais são descritas simulações computacionais e atividades que utilizam recursos físicos como, por exemplo, bloquinhos de montagem de brinquedo (conhecidos comercialmente pela marca LEGO®). Tudo isso é utilizado para estudar conceitos de programação linear e balanceamento de linhas de montagem. Por meio da realização de tais atividades, uma vez que os alunos já tenham recebido conhecimentos anteriores em aulas anteriores (subsunçores), passa a ser possível a consolidação da Aprendizagem Significativa, uma vez que tais conhecimentos embasarão a construção do novo conteúdo, vivenciado nas atividades práticas.

Snider e Eliasson (2009), por sua vez, utilizaram os blocos LEGO® para tratar as diferenças entre a produção puxada e a produção empurrada, e ilustrar como o sistema *just-in-time* pode ser combinado com a filosofia de customização de massa. Seguindo a mesma linha, Depexe *et al.* (2006) utilizaram os bloquinhos LEGO® para simular a montagem de carrinhos de brinquedo, com o objetivo de ensinar os princípios básicos da produção enxuta. Com outra abordagem, Santos, Gohr e Vieira Júnior (2013) citando Smith-Daniels e Smith-Daniels (2008) aplicaram esses mesmos recursos didáticos para o ensino de conceitos essenciais de gerenciamento de projetos.

Além dos exemplos citados, também são descritas na literatura outras dinâmicas com processos simulados fisicamente. Por exemplo, Costa e Jungles (2005 *apud* SANTOS; GOHR; VIEIRA JÚNIOR, 2013), descreveram uma atividade didática feita com canetas esferográficas para o estudo do mapeamento do fluxo de valor. Já Lage Junior e Fernandes (2005) citados por Santos, Gohr, Vieira Júnior (2013), utilizaram protótipos de madeira para ensino do funcionamento do sistema kanban de duplo cartão. Có, Có e Meriguetti (2008 *apud* SANTOS; GOHR; VIEIRA JÚNIOR, 2013), por sua vez,

utilizaram cartas de baralho para desenvolver um jogo didático sobre o conceito de *heyjunka*, um dos pilares da filosofia de produção enxuta.

O que se nota é que o sucesso das metodologias baseadas em peças simples e brinquedos de montagem podem ser explicados por sua facilidade de aplicação e pelo interesse que eles despertam nos alunos. No ensino de Gestão da Produção, em particular, eles proporcionam a intercambiabilidade de peças e a facilidade de simular processos de produção em pequena escala (SANTOS; GOHR; VIEIRA JÚNIOR, 2013). Para exemplificar, nos últimos anos, uma nova forma de utilização da tecnologia em processos educativos emergiu a partir da popularização da cultura *maker*. *Maker* é um termo que remete geralmente a pessoas que costumam construir coisas (“faça você mesmo”), consertar objetos, compreender como estes funcionam, em especial os produtos industrializados. A reunião destas pessoas em comunidades passou a criar bases para o que veio a se chamar de Movimento *Maker*, que desenvolveu um conjunto de valores próprios e que tem chamado a atenção de educadores pelo potencial de engajar os estudantes em atividades de aprendizagem muito diferentes da educação tradicional (RAABE; GOMES, 2018).

Segundo Raabe e Gomes (2018), as atividades *maker* geralmente estão associadas a construção de objetos com uso de tecnologia. As atividades possuem propósitos diversos que incluem o uso de equipamentos de fabricação digital como impressoras 3D, cortadoras *laser* e também *kits* de robótica, programação, costura, marcenaria e outras técnicas. Assim, o *Maker* aborda a tecnologia de possibilitar que os estudantes se apropriem das técnicas que o permitam se tornar produtor de tecnologia e não apenas consumidor. Para isso, é fundamental uma abordagem interdisciplinar integrando conhecimentos e práticas de diferentes áreas do conhecimento.

Para os autores, outra importante iniciativa para evolução e difusão da cultura *maker* é o surgimento dos *FabLabs*. Esses espaços são equipados com máquinas de fabricação digital e equipamentos eletrônicos que permitem aos usuários criar seus protótipos de uma forma rápida e de baixo custo. O acesso à criação de protótipos de produtos eletrônicos de baixo custo, usando controladores como Arduíno e equipamentos como impressoras 3D ou máquinas CNC (Controle Numérico Computadorizado) possibilitaram atividades criativas que antes só eram possíveis no mundo corporativo.

A redução do custo de equipamentos como Impressoras 3D, kits robóticos, Fresadoras CNC e Cortadoras *Laser* tem permitido que estes equipamentos sejam utilizados em atividades de propósito educacional, criando novas configurações de exploração do uso de tecnologia e de informática na Educação (RAABE; GOMES, 2018). Portanto, a partir do que foi contextualizado, a proposta de um *kit* didático em MDF, cuja forma final depois de montado é a de um jipe, tem como proposição a criação de um material

educativo com as características previstas pela TAS de ser um material potencialmente significativo para os estudantes.

Com o objetivo de descrever a pesquisa empreendida, o próximo tópico abordou a Metodologia desta investigação, em que foram apresentados os materiais e métodos utilizados neste estudo.

### 3 METODOLOGIA

Esta terceira seção tratou da descrição dos percursos metodológicos adotados por esse trabalho. Vale dizer que a finalidade da pesquisa bibliográfica “é colocar o pesquisador em contato direto com tudo o que foi escrito, dito ou filmado sobre determinado assunto, inclusive conferências seguidas de debates que tenham sido transcritos por alguma forma, quer publicadas quer gravadas”. (MARCONI, LAKATOS, 2002, p. 71). Por considerar que a pesquisa bibliográfica possa abarcar a resolução de problemas sob um novo enfoque, indo além de uma mera repetição do que já se tem publicado, mas proporcionando uma possibilidade de reflexão sobre determinada temática necessária em um ambiente de pesquisa específico, essa técnica se faz necessária.

Manzo (1971, p. 32) afirma que a pesquisa bibliográfica “oferece meios para definir, resolver, não somente problemas já conhecidos, como também explorar novas áreas onde os problemas não se cristalizaram suficientemente”. Como o objetivo aqui, nessa pesquisa empreendida, foi o desenvolvimento de um produto educacional capaz de estimular a Aprendizagem Significativa, fundamentada em teorias de ensino e aprendizagem, considerou-se a pesquisa bibliográfica, também uma abordagem necessária.

Outra técnica metodológica adotada nessa investigação foi a pesquisa empírica com o objetivo de produzir e desenvolver um produto, denominado aqui como *kit* didático para a disciplina de Processos de Fabricação I, por meio de uma Metodologia de *Design*. Assim, abaixo, tem-se a descrição da relevância da produção de produtos como esse.

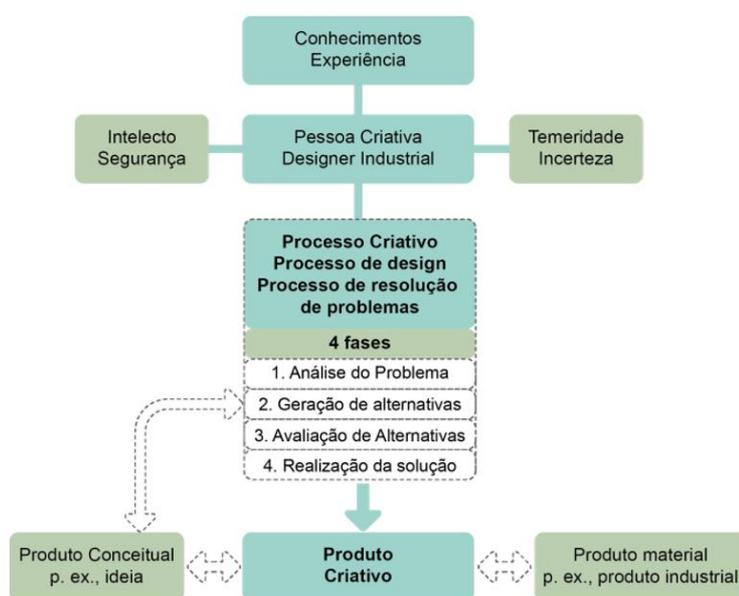
Segundo Cheng e Melo Filho (2007), há na literatura diversos modelos de Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP), os quais se diferenciam principalmente pela importância atribuída às diferentes etapas do ciclo de desenvolvimento, devido à origem e à atuação dos seus autores. Alguns, vindos da área de marketing, dão maior ênfase às primeiras e às últimas etapas do desenvolvimento, como o planejamento do produto e a elaboração do plano de marketing para o lançamento. Já outros, com atuação na área de engenharia, concentram-se mais no projeto do produto e do processo. Há ainda aqueles que visualizam o PDP sob a perspectiva do *design*, atividade de projeto menos tecnológica, porém possuindo dimensões de forma e função, e

não artística como *design* gráfico e de produto. Outro ponto de diferenciação entre os PDPs é a amplitude do ciclo de desenvolvimento contemplada. (CHENG; MELO FILHO, 2007).

Para Araújo e outros (2016), o desenvolvimento de projetos gerados a partir de uma abordagem metodológica não é nada incondicional nem definitivo, é algo mutável e pode ser alterado de acordo com diversos fatores, entre eles: quantidade de pessoas envolvidas no projeto, complexidade do projeto em si e contexto onde o projeto está inserido. Logo, o que segue é uma sugestão de etapas a serem adotadas para a produção de um *kit* didático para a disciplina de Processos de Fabricação I, inserido em uma circunstância de aprendizagem. Esse produto técnico foi desenvolvido a partir da compilação, adequação e contextualização de várias práticas, processos e métodos utilizados no mercado dentro de um cenário escolar.

Existem diversas definições para o termo Metodologia de *Design*, que revelam diferentes conceitos de variados e consagrados autores. Esta multiplicidade de tratamentos colabora para o avanço de técnicas metodológicas diferenciadas. Assim, a Metodologia de *Design* pode ser definida como um processo de desenvolvimento de projetos estruturado e fundado em etapas distintas baseadas em métodos, técnicas ou ferramentas, com o objetivo de auxiliar o *designer* e sua equipe, na concepção e desenvolvimento produtos, serviços ou soluções para um determinado problema. (ARAÚJO et al., 2016).

**FIGURA 1:** Modelo de processos de *design* formulado por Bürdek



Fonte: (ARAÚJO, 2016)

A partir do conhecimento técnico e experiências prévias dos autores deste artigo no mercado de trabalho, como engenheiros mecânicos, foi possível determinar os principais tópicos da disciplina Processos de Fabricação I e de que maneira são aplicados na prática em indústrias de manufatura, especialmente autopeças.

Em seguida, analisando o contexto acadêmico no qual os autores se encontram, como docentes em um curso de graduação em Engenharia Mecânica, foi possível perceber que a inexistência de atividades práticas em algumas disciplinas traz pouca contribuição na preparação dos alunos para o mercado de trabalho. Além disso, muitas das habilidades e competências trabalhadas em tais atividades práticas possivelmente poderiam trazer grandes contribuições à vida profissional dos mesmos, tais como trabalho em equipe, solução de problemas, criatividade, etc.

Dentre as possíveis alternativas para solucionar este problema, optou-se pelo desenvolvimento de um *kit* didático que permitisse simular situações reais de fábrica, tais como linhas de montagem, de modo a trazer o conteúdo da disciplina mais próximo à realidade dos alunos, aproveitando a infraestrutura disponível; no caso, o *campus* onde o trabalho foi desenvolvido possui um Espaço *Maker*, contendo uma cortadora a *laser* e uma impressora 3D.

A partir de levantamento feito com turmas anteriores da disciplina Processos de Fabricação I, ficou nítido que a maioria dos alunos do curso de Engenharia Mecânica possui conhecimentos prévios, ainda que intuitivos, a respeito de automóveis e linhas de montagem, mesmo antes de ter contato com o conteúdo teórico envolvido na disciplina. Dentre outros motivos, podem ser citados a presença maciça dos automóveis e demais veículos automotores no dia-a-dia e a notória importância da linha de montagem, difundida principalmente por Henry Ford, na década de 1920, para a sociedade atual.

Este conhecimento prévio, por parte dos estudantes, propicia maior familiaridade com o conteúdo teórico da disciplina abordada. Dessa forma, existe maior probabilidade de existência de subsunçores quando da aplicação das atividades práticas propostas no presente artigo. De acordo com a Teoria da Aprendizagem Significativa, esse é um dos dois requisitos para que o processo de aprendizagem ocorra de maneira significativa, complementado pela aplicação de material didático e abordagem potencialmente significativos.

Uma vez decidido pelo *kit* didático, passou-se então a se discutir propostas factíveis e cativantes, que despertassem o interesse dos alunos. A opção escolhida foi a criação de um automóvel, especificamente um jipe, cujo desenvolvimento é detalhado na próxima seção do presente artigo. Como premissa fundamental, está a flexibilização das atividades, favorecendo a abrangência de conteúdo e permitindo turmas com diferentes números de

integrantes. Já os componentes para montagem do *kit* foram projetados por meio do *software AutoCad Mechanical 2016* e fabricados a partir de chapas de MDF cru, com 6 mm de espessura, em máquina cortadora a *laser* com capacidade para chapas de até 1200 mm de comprimento por 900 mm de largura.

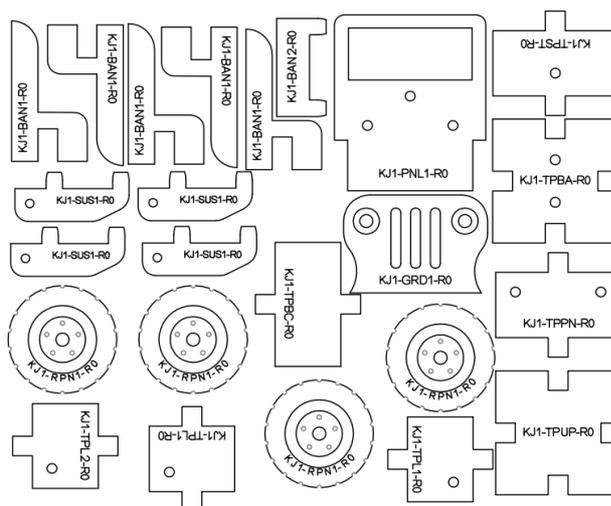
## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esta seção apresentou a estrutura do *kit* didático criado, assim como as atividades que poderão ser executadas com este produto técnico, junto a alunos da disciplina Processos de Fabricação I ou outras disciplinas que venham a abranger conceitos de Gestão da Produção.

### 4.1 KIT DIDÁTICO PROPOSTO

A Figura 2 apresenta os perfis obtidos (sem escala), com as seguintes partes do Jipe: rodas, bancos, painel, grade frontal, bandeja de suspensão e fechamento frontal.

Figura 2: Peças do Jipe



Fonte: desenvolvido pelos autores (2020).

A disciplina foco deste trabalho, Processos de Fabricação I, faz parte do quinto período da grade curricular do curso de Engenharia Mecânica do IFMG *Campus* Avançado Arcos. Tal disciplina tem sido ministrada de maneira estritamente teórica. Levantamentos feitos com turmas anteriores foram fundamentais para o direcionamento do conjunto didático proposto no presente artigo.

Muitos dos alunos das turmas anteriores manifestaram interesse e afinidade por grande parte dos tópicos da disciplina, notadamente aqueles relativos a linhas de montagem e otimização de processos produtivos. Por outro lado, demonstraram frustração pela inexistência de atividades práticas onde fosse possível vivenciar, ainda que de maneira simulada, a rotina de trabalho em linhas de montagem. Portanto, montadoras de automóveis e indústrias de autopeças são o cenário ideal para contextualizar os tópicos abordados na disciplina, ao mesmo tempo em que despertam o maior interesse por parte dos alunos do curso de Engenharia Mecânica.

Tal afinidade com veículos automotores, por parte dos alunos, abriu caminho para a escolha do tema do *kit* didático, foco do presente trabalho. Restringiu-se a escolha a veículos de natureza mais despojada, visando reduzir o número de componentes e simplificar a montagem dos conjuntos. Aliando enfoques práticos e estéticos, optou-se, como objeto deste trabalho, por veículos conhecidos como jipes, ainda presentes no dia-a-dia.

De modo a iniciar o projeto do *kit*, os autores pesquisaram fotos de modelos de jipes comercializados no Brasil, notadamente os modelos oferecidos no período pós-Segunda Guerra Mundial, por terem aspecto despojado e simples, além de serem vistos nas ruas ainda nos dias de hoje. Escolheu-se o Jipe Willys da década de 1950 como ponto de partida, após o que seus contornos laterais e frontais foram reproduzidos no *AutoCad*. Para fins de desenvolvimento do modelo, os pesquisadores discutiram e implementaram soluções construtivas que permitissem simplificar o processo de montagem, por meio da redução do número de componentes, ainda assim mantendo abertas as possibilidades de execução das atividades práticas propostas.

Foi criada, então, a primeira versão do jipe (V1), sendo em seguida fabricada pela cortadora a laser, a partir de chapas de 6 e 9 mm de espessura. Durante o corte das peças, constatou-se que a cortadora apresenta certa dificuldade de operação quando trabalha com chapas de 9 mm, fazendo com que fosse necessário ajustar o projeto das peças para que pudessem todas ser feitas a partir de chapas de 6 mm de espessura.

Para a segunda versão do jipe (V2), foram feitas modificações em diversas peças, de modo a solucionar problemas de montagem e encaixe detectados na Versão 1. Dentre as principais peças modificadas, estão: banco, chassi, fechamentos dianteiro e traseiro, painel/para-brisa, rodas/pneus e encaixe das rodas no chassi. Após fabricada e montada, foi percebida

necessidade de ajustes adicionais, gerando assim a terceira e última versão do *kit*.

Assim, para a terceira e última versão (V3), foram feitas alterações no diâmetro dos furos para permitir parafusamento dos componentes sem que houvesse folgas ou deterioração acelerada das peças, visto que os jipes serão montados e desmontados inúmeras vezes. Foram também implementados códigos em todas as peças, de modo a permitir atividades de elaboração de listas de materiais e MRP (*Manufacturing Resources Planning*). Para isso, gastaram-se cerca de 2 semanas entre o início do projeto e a montagem da versão final.

Com o objetivo da correta aplicação da metodologia, foi necessário também desenvolver um caderno de atividades, contextualizando seu uso por meio de breve embasamento teórico e, principalmente, detalhando o *kit* (lista e imagens das peças, sequência de montagem) e as atividades propostas (preparação, embasamento, materiais necessários, conteúdo abordado, etc.).

O conteúdo do *kit* foi composto por: um caderno impresso com informações gerais e roteiros de atividades; 30 *kits* de montagem de jipes, cada um deles contendo 36 peças cortadas em MDF cru de 6 mm de espessura, 2 parafusos de rosca soberba 4x20 mm, 14 parafusos de rosca soberba 4x,15 mm, 3 parafusos de rosca soberba (cabeça chata) 4x15 mm, 4 arruelas planas 5x10 mm e 4 arruelas planas 10x15 mm. A lista completa com as peças pode ser vista na Tabela 1.

**TABELA 1:** Lista de peças - Kit Jipe KJ1

Código	Quantidade		Descrição
	Unitário	Total 30 <i>kits</i>	
KJ1-BAN1-R0	5	150	Perfil do banco
KJ1-BAN2-R0	1	30	Travessa do banco
KJ1-RPN1-R0	5	150	Roda-pneu
KJ1-VLT1-R0	1	30	Volante
KJ1-TQE1-R0	1	30	Tanque reserva
KJ1-PNL1-R0	1	30	Painel e para-brisa
KJ1-GRD1-R0	1	30	Grade frontal
KJ1-SUS1-R0	4	120	Suporte suspensão
KJ1-LID1-R0	1	30	Lateral interna direita
KJ1-LIE1-R0	1	30	Lateral interna esquerda
KJ1-LED1-R0	1	30	Lateral externa direita
KJ1-LEE1-R0	1	30	Lateral externa esquerda
KJ1-CHA1-R0	1	30	Chassi base
KJ1-TPBA-R0	2	60	Tampa base

<b>KJ1-TPUP-R0</b>	2	60	Tampa topo
<b>KJ1-TPST-R0</b>	1	30	Tampa estepe
<b>KJ1-TPBC-R0</b>	1	30	Tampa banco
<b>KJ1-TPGR-R0</b>	1	30	Tampa grade
<b>KJ1-TPPN-R0</b>	1	30	Tampa painel
<b>KJ1-TPL1-R0</b>	2	60	Tampa lateral 1
<b>KJ1-TPL2-R0</b>	2	60	Tampa lateral 2
<b>KGE-PA20-S4</b>	4	120	Parafuso cabeça abaulada S4x20 mm
<b>KGE- PA15-S4</b>	14	420	Parafuso cabeça abaulada S4x15 mm
<b>KGE- PC15-S4</b>	3	90	Parafuso (cabeça chata) S4x15 mm
<b>KGE-AP10-15</b>	4	120	Arruela plana 10x15 mm
<b>KGE- AP05-10</b>	4	120	Arruela plana 5x10 mm
<b>Total de peças</b>	<b>65</b>	<b>1950</b>	

Fonte: Desenvolvido pelos autores (2020).

De modo a facilitar embalagem, armazenamento e transporte, o *kit* é fornecido com as peças em MDF ainda na matriz, ou seja, sem terem sido destacadas. Portanto, quando da primeira utilização dos *kits*, todas as peças em MDF devem ser manualmente destacadas de suas matrizes. Ao final, deve-se conferir se todas as peças estão devidamente prontas para uso, e armazená-las separadamente em caixas (não acompanham o *kit*). Sugere-se optar pela reutilização caixas plásticas ou de papelão, reduzindo assim a geração de resíduos. Identificar as caixas de maneira conveniente, para melhor organização das atividades.

O produto didático apresentado é composto, além do conjunto de peças mencionado, por um caderno de atividades, com breve contextualização e embasamento teórico sobre Aprendizagem Significativa. Este material encontra-se disponível no sítio eletrônico [https://drive.google.com/drive/folders/1B23S8O8kxxgV\\_hK4mdD3tAikeeNGHADQ](https://drive.google.com/drive/folders/1B23S8O8kxxgV_hK4mdD3tAikeeNGHADQ). Estão incluídos também os roteiros para dez atividades práticas, detalhando os procedimentos necessários, conhecimentos prévios desejados, tempo estimado para cada etapa e resultados esperados. Dessa forma, tem-se um produto educacional completo, composto pelas peças físicas e pelo conjunto de orientações para utilização das mesmas.

## 4.2 PLANO DE ATIVIDADES

Para realização das atividades propostas adiante, recomenda-se que o docente/instrutor estude previamente o conteúdo teórico da disciplina, correspondente à prática escolhida. Além disso, verificar detalhadamente o passo-a-passo de cada atividade, desde os materiais necessários, tempo estimado para realização, número de alunos, objetivos propostos, formas de avaliação, etc. Quanto maior o planejamento, menores as chances de não se alcançarem os objetivos. Fundamentalmente, o docente/instrutor deve organizar o conteúdo teórico de modo que, antes de cada atividade prática, o conteúdo teórico correspondente já tenha sido absorvido pelos alunos. Esse conhecimento prévio representa exatamente os subsunçores necessários à consolidação da Aprendizagem Significativa. Recomenda-se que o *kit* seja previamente apresentado aos alunos, antes do início das atividades, para que tenham o mínimo de familiaridade com as peças.

**FIGURA 3:** Quadro com plano de atividades propostas para uso do *kit*

Nº	Temas e conceitos envolvidos	Descrição resumida	Habilidades desenvolvidas	Observações
1	MRP; lista de peças (B.O.M); padronização; intercambiabilidade	Elaborar lista de materiais, baseado em montagem intuitiva do <i>kit</i> e imagens das peças	Estruturas de produtos; padronização, códigos; organização e trabalho em equipes	Individual ou em grupos de tamanhos variados; Cálculo tamanhos de lotes de peças/ embalagens (matéria-prima e produtos); extrapolar para outras montagens e submontagens
2	Qualidade; documentação de processo; padronização; tempo padrão; balanceamento de linha	Elaborar roteiro de fabricação, com passo a passo para montagem do <i>kit</i>	Criação e edição de documentos técnicos; poder de síntese; comunicação assertiva; organização e trabalho em equipes	Individual ou em grupos de tamanhos variados; Flexibilização em função do número de operações; extrapolar para outras montagens e submontagens
3	Qualidade - documentação de processo	Elaborar POPs das operações	Criação e edição de documentos técnicos; poder de síntese; comunicação assertiva; organização e trabalho em equipes	Individual ou em grupos de tamanhos variados; Flexibilização em função do número de operações; extrapolar para outras montagens e submontagens
04	Ergonomia; <i>Layout</i> (arranjo físico)	Montar os <i>kits</i> em diversas situações de arranjo físico, evidenciando a importância do projeto ergonômico do posto de trabalho	Normas Regulamentadoras (NR's); leitura e interpretação de documentação técnica; padronização; organização e trabalho em equipes	Para grupos de tamanhos variados; Desenvolvimento de acessórios para montagem (suportes, racks)
05	<i>Layout</i> (arranjo físico) - Fluxograma de processo	Montar os <i>kits</i> em diversas situações de arranjo físico, comparando os diferentes tipos de <i>layout</i> (linha, célula, misto); propor melhorias de <i>layout</i>	Criação e edição de documentos técnicos; poder de síntese; comunicação assertiva; organização e trabalho em equipes	Individual ou em grupos de tamanhos variados; Cálculo tamanhos de lotes de peças/ embalagens (matéria-prima e produtos); extrapolar para outras montagens e submontagens

		com base em critérios técnicos		
06	Qualidade - inspeções	Utilizar diferentes critérios de especificação para incluir operações de inspeção ao longo do processo, ou somente ao final; trabalhar com diferentes frequências de inspeção e medir a influência nos indicadores; Estudo de <i>Poka-Yokes</i> para eliminar inspeções	Criação e edição de documentos técnicos; poder de síntese; comunicação assertiva; organização e trabalho em equipes; gerenciamento de conflitos	Para grupos de tamanhos variados; Desenvolvimento de acessórios para montagem ( <i>racks</i> , gabaritos, calibradores) para agilizar as inspeções; incluir peças propositalmente defeituosas para simular lotes contaminados
07	Qualidade - inspeções	Elaborar planos de ação pela utilização de ferramentas da qualidade ( <i>brainstorm</i> , <i>Ishikawa</i> , 5 porquês, 5W2H)	Criação e edição de documentos técnicos; poder de síntese; comunicação assertiva; criatividade; organização e trabalho em equipes; gerenciamento de conflitos	Para grupos de tamanhos variados; incluir peças propositalmente defeituosas para simular lotes contaminados
08	Sistema Toyota de Produção - Mapeamento do Fluxo de Valor	Dividir os grupos em fornecedores de submontagens, com diferentes turnos e lotes; estimular solução conjunta de cliente e fornecedores	Criação e edição de documentos técnicos; poder de síntese; comunicação assertiva; organização e trabalho em equipes; gerenciamento de conflitos	Para grupos de tamanhos variados; incluir peças propositalmente defeituosas para simular lotes contaminados, ou lotes com peças faltantes
09	Sistema Toyota de Produção - <i>Kanban</i>	Elaboração de cartões <i>kanban</i> para matéria prima, subconjuntos e conjunto final; desenvolver <i>racks</i> , suportes e dispensadores de componentes	Criação e edição de documentos técnicos; poder de síntese; comunicação assertiva; criatividade; organização e trabalho em equipes	Individual ou em grupos de tamanhos variados; Cálculo tamanhos de lotes de peças/ embalagens (matéria-prima e produtos); extrapolar para outras montagens e submontagens
10	Tempos e métodos	Estudo dos movimentos e operações necessárias para montagem do <i>kit</i> em diferentes arranjos físicos	Normas Regulamentadoras (NR's); leitura e interpretação de documentação técnica; padronização; organização e trabalho em equipes	Para grupos de tamanhos variados; Desenvolvimento de acessórios para montagem (suportes, <i>racks</i> )

Fonte: desenvolvido pelos autores (2020).

As atividades propostas no Quadro 1 podem ser modificadas ou adequadas para diferentes situações, números de alunos ou grupos, nível de conhecimento prévio dos alunos, infraestrutura física disponível, etc. Além disso, diversas atividades práticas complementares podem ser desenvolvidas pelo docente/instrutor, como por exemplo projeto e desenvolvimento de dispositivos auxiliares de montagem (suportes de peças, dispositivos de

fixação das peças nas bancadas, dispositivos para embalagem e suportes de ferramentas) e inspeção (calibradores e gabaritos).

Vale ressaltar que, para o desenvolvimento do *kit*, foi imprescindível a existência de conhecimentos prévios em processos de fabricação e montagem, por parte dos autores. Da mesma forma, a aplicação da disciplina Processos de Fabricação I em turmas anteriores foi de fundamental importância para mapeamento dos subsunçores existentes nos alunos, que contribuíram para elaboração do *kit* e delineamento das atividades. Sem tais subsunçores, não teria sido possível abranger e dividir o conteúdo teórico nas atividades propostas, associando diferentes tópicos da disciplina de maneira prática e concreta. Ao final do processo, foi perceptível o ganho obtido em termos de domínio do conteúdo, o que é um forte indicador que a Aprendizagem Significativa pode se manifestar em todos os níveis envolvidos, desde os alunos aos docentes.

Dentre as principais contribuições deste trabalho, encontra-se a criação de um conjunto didático, embasado em teorias amplamente discutidas e consolidadas, composto por peças físicas e material de apoio; este material permitirá uma abordagem prática em disciplinas da área de Gestão da Produção, que costumam ser essencialmente teóricas e pouco cativantes. Adicionalmente, abrem-se inúmeras possibilidades para desenvolvimento de projetos complementares, tais como a criação de novos *kits*, abrangendo recursos tecnológicos como impressão 3D de peças e componentes. Tais projetos poderão fornecer subsídios para estudos adicionais, fomentando pesquisa e produção acadêmica na área da docência.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho relatou a criação de um produto técnico na forma de um *kit* didático voltado para aulas práticas de Processos de Fabricação I, baseada na metodologia de *design*. Nos últimos anos, tem-se entendido que a aprendizagem de conteúdo se mostra mais eficaz quando associada de significado pelo discente. A partir do *kit* proposto, os assuntos da Gestão da Produção poderão ser entendidos mais facilmente e de forma prática, bem como promover um melhor desenvolvimento dos estudantes visando a uma Aprendizagem Significativa.

Uma vez que o conteúdo teórico em Gestão da Produção é bastante extenso, uma abordagem tradicional, essencialmente expositiva, leva a considerável desinteresse por parte dos alunos, fazendo com que as aulas sejam maçantes e pouco atrativas. Quando da adoção de um planejamento didático voltado para a aplicação de atividades práticas, visando à Aprendizagem Significativa, tende-se a reduzir o número de aulas expositivas;

assim que os alunos começam a vivenciar as simulações de ambiente fabril, passa-se a gerar maior interesse pela disciplina.

Os métodos empregados no desenvolvimento do produto educacional proposto (*kit* didático para simulação de montagem de um jipe) podem ser extrapolados para outros temas, aproveitando-se das tecnologias educacionais existentes e acessíveis, tais como modelagem 3D, impressão 3D de peças e componentes, mecanização e automação através de circuitos controladores e utilização de aplicativos em dispositivos móveis – tais como smartphones e tablets. Essas tecnologias permitirão a construção de conjuntos funcionais com maior complexidade, aproximando ainda mais a prática educacional com as situações encontradas no mercado de trabalho pelos futuros técnicos e engenheiros.

Espera-se que o uso deste *kit* didático favoreça os processos de ensino e aprendizagem do conteúdo de Gestão da Produção e que, acima de tudo, permita uma aprendizagem significativa. Conclui-se que a partir da utilização deste *kit* didático ou produto técnico, qualquer profissional envolvido com a área de Produção Mecânica, sejam engenheiros, analistas, estudantes, instrutores, professores, mecânicos etc. poderão, por meio de atividades práticas estruturadas, auxiliar no ensino de tópicos relevantes da Gestão de Produção, de maneira lúdica e interativa. Entre tais tópicos, podem ser citados: Arranjo Físico (*Layout*); Produtividade; Modelo de Transformação; Células de montagem; Carga Máquina; Ergonomia/Segurança; Procedimento Operacional Padrão; Qualidade; Sistema Toyota de Produção; Dispositivos à prova de erros (*Poka-Yoke*); Listas de Peças; Padronização; Tempos e Métodos e Balanceamento de Linha.

Portanto, este produto educacional, sendo aplicado de maneira planejada e estruturada, fará com que a disciplina Processos de Fabricação I passe a despertar maior interesse por parte dos alunos, inclusive em relação a outros componentes curriculares e atividades que porventura envolvam tópicos de Gestão da Produção.

## REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, L. F. A.; SILVA, C. S. da; SILVA, A. P.; MACHADO, T. L. A. Metodologia de Desenvolvimento de Jogos Digitais para o Ensino Técnico de Nível Médio. *In*: SBGAMES, 16. 2016, SÃO PAULO – SP. **Anais...** São Paulo: SBGames, 2016. Disponível em: <http://www.sbgames.org/sbgames2016/downloads/anais/157290.pdf>. Acesso em: 26 fev. 2020.
- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J.; HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. Rio de Janeiro: Editora Interamericana, 1980.

AUSUBEL, D.P. **Aquisição e retenção de conhecimentos**: uma perspectiva cognitiva. Lisboa: Plátano Edições Técnicas. Tradução ao português de Lígia Teopisto, do original *The acquisition and retention of knowledge: a cognitive view*,

AUSUBEL, D.P. **The aquisition and retention of knowledge**: a cognitive view. Dordrecht: Kluwer Academic Pubishers, 2000.

CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A.; SILVA, R. da. **Metodologia científica**. 6. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

CHENG, Lin Chih; MELO FILHO, Leonel Del Rey de. **QFD**: desdobramento da função qualidade na gestão de desenvolvimento de produtos. Belo Horizonte: Edgard Blucher, 2007.

CYSNEIROS, P. G. Novas tecnologias na sala de aula: melhoria do ensino ou inovação conservadora? **Informática Educativa**, v. 12, n. 1, p. 11-24, 1999. Disponível em: [http://www.pucrs.br/ciencias/viali/doutorado/sat/textos/articles-106213\\_archivo.pdf](http://www.pucrs.br/ciencias/viali/doutorado/sat/textos/articles-106213_archivo.pdf). Acesso em: 27 fev. 2020.

LE MOS, E. dos S. Meaningful learning: facilitative strategies and evaluation. **Meaningful Learning Review**, v. 1, p. 25-35, 201. Disponível em: [https://www.arca.fiocruz.br/bitstream/icict/16653/2/evelyse2\\_lemos\\_IOC\\_2011.pdf](https://www.arca.fiocruz.br/bitstream/icict/16653/2/evelyse2_lemos_IOC_2011.pdf). Acesso em: 26 fev. 2020.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa**: teoria e textos complementares. São Paulo: Livraria da Física, 2011. 66 ed. Rio de Janeiro

MOREIRA, M. A. **Teorias de aprendizagem**. 2ª. Ed. São Paulo: EPU, 2011.

PELLIZARI, A.; KRIEGL, M. de L.; BARON, M. P.; FINCK, N. T. L.; DOROCINSKI, S. I. Teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel. **Rev. PEC**, Curitiba, v.2, n.1, p. 37-42, jul. 2001-jul. 2002. Disponível em: <http://files.gpecea-usp.webnode.com.br/200000393-74efd75e9b/MEQII-2013-%20TEXTOS%20COMPLEMENTARES-%20AULA%205.pdf>. Acesso em: 24 fev. 2020.

RAABE, A.; GOMES, E. B. *Maker*: uma nova abordagem para tecnologia na educação. **Revista Tecnologias na Educação**, v./n. 26, ano 10, 2018. Disponível em: <https://tecedu.pro.br/wp-content/uploads/2018/09/Art1-vol.26-EdicaoTematicaVIII-Setembro2018.pdf>. Acesso em 27 fev. 2020.

RAMOS, M. R. V. O uso de tecnologias em sala de aula. **Revista Eletrônica LENPES-PIBID de Ciências Sociais**, Londrina, v. 1, n. 2, p. 1-16, jul.-dez. 2012. Disponível em: <http://www.uel.br/revistas/lenpes-pibid/pages/arquivos/2%20Edicao/MARCIO%20RAMOS%20-%20ORIENT%20PROF%20ANGELA.pdf>. Acesso em: 27 fev. 2020.

SANTOS, L. C.; GOHR, C. F.; VIEIRA JUNIOR, M. Robocano: uma dinâmica alternativa para ensinar e aprender gestão da produção. **Revista Gestão Industrial**, Ponta Grossa – PR, v. 09, n. 01, p. 122-146, 2013. Disponível em:

<https://periodicos.utfpr.edu.br/revistagi/article/view/1186>. Acesso em: 27 fev. 2020.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração de Produção**. 3 ed. São Paulo, SP: Atlas, 2009.

TAVARES, R. Aprendizagem significativa. **Revista Conceitos**, João Pessoa, p. 55-60, Jun. 2003/Jul. 2004. Disponível em:  
<http://www.fisica.ufpb.br/~Romero/objetosaprendizagem/Rived/Artigos/2004-RevistaConceitos.pdf>. Acesso em: 24 fev. 2020.

VIEIRA JUNIOR, N.; ROSSI, C. M. S.; SILVA, J. R. da. **Pesquisador em Ciências da Educação: Tecnologias na Educação**. Arcos, MG: CEAD IFMG Arcos, 2019.