

CONSTRUÇÃO DE UM ACOPLAMENTO UNIVERSAL UTILIZANDO A APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS

Joélson V. Silva – joelson.silva@satc.edu.br
Daniel Fritzen – daniel.fritzen@satc.edu.br
Clauber R. M. Marques – clauber.marques@satc.edu.br
Jovani Castelan – Jovani.castelan@satc.edu.br
Anderson Daleffe – anderson.daleffe@satc.edu.br
Faculdade SATC
Rua Pascoal Meller, 73
88.805-380 – Criciúma – SC

Resumo: Este estudo aborda uma metodologia alternativa de abordagem dos temas discutidos na disciplina de Desenho Técnico do curso de Engenharia Mecatrônica. Com base no emprego da proposta pedagógica conhecida por ABP (Aprendizagem baseada em Problemas), foi proposta a apresentação de um projeto de acoplamento autoajustável para altos desalinhamentos objetivando a aplicação da interdisciplinaridade, implicando fundamentalmente na formação do educando. O acoplamento foi concebido de forma a seguir um modelo conceitual de modo que possa auxiliar não só aos alunos da graduação, mas também ao ensino técnico e em pesquisas e inovações no campo da mecatrônica. O mecanismo foi mensurado conforme o detalhamento técnico, aproveitamento de material e efetividade dos movimentos. Este artigo tem por objetivo descrever a elaboração do projeto, considerando as alternativas apresentadas pelos alunos e as características construtivas de cada modelo. Contemplando de maneira geral os resultados demonstrados, verificou-se que a experiência trouxe formas de consolidação dos assuntos estudados, permitindo que esses conhecimentos interdisciplinares conciliando teoria e prática fiquem bem sedimentados e sirvam para o desenvolvimento profissional do acadêmico.

Palavras-chave: ABP. Ensino de Graduação. Desenho Técnico.

1 INTRODUÇÃO

A disciplina de Desenho Técnico aborda as formas de expressão utilizando a linguagem gráfica, representando formas e dimensões de um objeto para a execução de um determinado projeto. A ementa contempla assuntos que capacitam o aluno a elaborar detalhadamente peças, estruturas e mecanismos industriais, além de orientações sobre as condições fabris que norteiam a fabricação de certos elementos.

As ferramentas de metodologias ativas vêm ganhando espaço como forma de aumentar o entusiasmo do educando e estímulo pela inovação. Dentre elas, destacamos a aprendizagem baseada em problemas (ABP), que permite ao aluno evoluir seu senso crítico e oportunidade de participar da resolução de um problema genuíno ou fictício, dentro de um cenário industrial. Essa ferramenta concede ainda, suporte aos assuntos discutidos tradicionalmente em sala de aula.

Diante dessas circunstâncias, o presente trabalho procura desenvolver uma análise da aplicação dessa metodologia na disciplina de Desenho técnico do curso de Engenharia Mecatrônica da Faculdade SATC.

Apoiado nessa suposição, foi proposto o desenvolvimento de um projeto que compreendesse os assuntos discutidos até então, juntamente com os demais que constam na ementa do curso, como acabamento superficial, tolerâncias dimensionais e simbologias se fosse o caso.

Este estudo abrange a construção e uma junta autoajustável, utilizado como meio de apresentar as etapas de concepção do projeto, dimensionamento e montagem. Esse mecanismo foi adotado em função de possuir elementos comerciais, como rolamento e parafusos, e exigir um ajuste criterioso entre as peças móveis. Esses elementos fizeram parte dos assuntos comentados em sala de aula durante a disciplina.

Os dispositivos confeccionados, futuramente poderão servir como ferramenta educacional para a elaboração de outras práticas de aprendizado, exemplificando uma forma de transmissão de movimento e torque, e demonstração da importância do controle metrológico.

Na seção 2, será apresentada a ABP e sua aplicabilidade na segunda fase da disciplina de Desenho Técnico do curso de Engenharia Mecatrônica da Faculdade SATC. Na seção 3, serão apresentados os acoplamentos propostos e os protótipos confeccionados. Na seção 4, os resultados obtidos com o modelo serão apresentados, na seção 5, as considerações finais e por fim, as referências bibliográficas.

2 APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS APLICADA A DISCIPLINA DE DESENHO TÉCNICO

A metodologia de ensino e aprendizagem ABP ou PBL (do inglês, *Problem Based Learning*) é uma ferramenta de ensino aprendizagem fundamentada na construção ativa do conhecimento por parte dos alunos. Esse método, no formato atual se originou e se desenvolveu a partir da experiência proposta por um grupo de professores do curso de Medicina, da Universidade de McMaster, no Canadá, em meados de 1960, após a verificação que a proximidade com problemas da realidade poderia contribuir para a formação médica (SAMPAIO e QUEIROZ, 2019).

A ABP é caracterizada por ser um método de ensino centralizado no aluno, onde ele é o agente encarregado de buscar conhecimento de forma ativa. Neste caso o professor deixa de ser o possuidor e transmissor do conhecimento, se tornando um facilitador/orientador nas pesquisas, análises e tomadas de decisões do estudante (ROCHA, et al. 2016).

A estruturação da ABP contempla os sete passos seguintes (BOROCHOVICIUS e TORTELLA, 2014):

1. Esclarecimento: leitura da situação problema esclarecendo frases e conceitos vagos na situação problema;
2. Definição do problema: deixar claro os fenômenos que devem ser esclarecidos e compreendidos;
3. Chuva de ideias (*Brainstorming*): nesta etapa o grupo faz uso de conhecimentos prévios e senso comum próprios, elaborando o máximo possível de explicações.
4. Detalhamento das explicações: neste momento os alunos reúnem os conhecimentos prévios do grupo, organizando as hipóteses levantadas e comparando as ideias para resumir a discussão;
5. Propostas de temas para aprendizagem: aqui os estudantes identificam os assuntos que deverão ser estudados para aprofundar os conhecimentos incompletos levantados durante a chuva de ideias;

6. Estudo individual: nessa fase, os alunos fazem uma análise individual, buscando informações sobre os temas levantados na etapa anterior;
7. Discussão em grupo: estágio em que são compartilhadas as próprias conclusões para resolver a problemática proposta, procurando uma explicação adequada dos fenômenos. Nesta etapa o professor deve estar presente, intervindo e auxiliando em caso de algum ponto duvidoso ou interpretação equivocada.

Como pode ser visto, essa metodologia tem uma base epistemológica construtivista, e possibilita ao estudante de ensino superior abordar problemas práticos, adquirindo conhecimentos especializados e trabalhando em grupos. Os educandos contam ainda com a supervisão de um tutor, que intervêm no aprendizado dinamizando os trabalhos, orientando e avaliando o processo educativo e das aprendizagens (GOMES et al. 2016).

A herança mais relevante da ABP, é a eficácia na absorção de conhecimentos, proporcionando ao aluno, competências, habilidades e atitudes que vão além da compreensão de novos assuntos, percepção de fenômenos físicos ou sociais. No século XXI, cresceu a exigência por trabalhos em grupo, proatividade, soluções criativas, naturalidade por admitir o desconhecimento em determinado assunto e a busca por sanar essa dificuldade, e ainda, estudar para aprender e não somente para a obter a nota para aprovação (CASTELAN, 2018).

Conforme pode ser observado na "Figura 1", as práticas pedagógicas possuem elementos vinculados que se inter-relacionam e são indissociáveis no espaço de aprendizado guiado pelo método ativo (DIESEL, 2016).

Figura 1: Características das metodologias ativas de ensino



Fonte: Diesel, 2016

A Faculdade SATC vem implantando gradativamente essa metodologia baseada em estudos que expõem a necessidade de uma mudança nas formas de ensino. A revolução digital alcança todos os setores da sociedade, e permite o acesso onipresente à todo tipo de informação, assim, a simples retransmissão de conhecimentos já não tem mais lugar no ambiente de aprendizagem. O conhecimento memorizado sai de cena e abre espaço para a formação do conhecimento para a solução dos problemas.

3 PRINCÍPIO DOS ACOPLAMENTOS

Os eixos de transmissão são elementos muito comuns em equipamentos industriais e automotivos, os acoplamentos estão presentes para que os movimentos de rotação e torque sejam transmitidos entre dois eixos posicionados de forma concêntrica e colinear entre si (MACHADO, 2017).

Não é raro encontrar ocasiões em que ocorre o desalinhamento dos eixos, seja por motivos de necessidade de ajuste dos eixos propositadamente ou por situações em que acontece os equipamentos sofrem algum tipo de deslocamento. Esse desalinhamento em grau elevado pode provocar desgaste prematuro dos mancais de rolamento, eixos, além de causar vibrações, aquecimento e conseqüentemente falhas e paradas na produção. Nesses casos as juntas universais são amplamente recomendadas (BOTELHO e CABRAL, 2017).

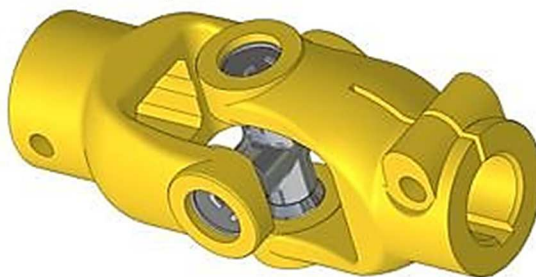
Existem uma variedade bastante grande de acoplamentos disponíveis comercialmente, como acoplamentos fixos, flexíveis, móveis e hidráulicos, entretanto, esse estudo foi concentrado apenas em juntas universais.

3.1 Acoplamento universal

A transmissão conhecida por cardan, foi criada no início do Século XX, e é muito utilizada em virtude da sua eficiência em transferir altas potências para o acionamento de máquinas. Essa transmissão é basicamente constituída de duas juntas universais unidas por um elemento de conexão formado por dois tubos, ou de um tubo e um eixo sólido. A transmissão ocorre através da chamada "junta universal", ou junta cardânica, composta por dois terminais acopladas a cada um dos eixos e unidas por uma cruzeta (CORRÊA, et al. 2016).

Na "Figura 2", podemos observar um tipo comum de junta universal, muito conhecida por eixo cardan.

Figura 2: Junta do cardan



Fonte: <http://www.aemco.com.br/conteudo/junta-universal-simples-e-dupla-para-cardans.html>
(Acessado em Onze de Mai. de 2019)

3.2 Acoplamentos de elo ou de Schmidt

Nesse tipo de transmissão, os dois eixos são conectados por meio de uma rede de elos que admitem o desalinhamento paralelo considerável, sem cargas radiais ou perdas de torque e sem golpes. Existem algumas versões que permitem pequeno desalinhamento angular. São muito utilizados quando há a necessidade de grandes ajustes paralelos ou movimentos dinâmicos entre eixos (NORTON, 2013).

Na "Figura 3" podemos observar esse tipo de acoplamento.

Figura 3: Acoplamento Schmidt



Fonte: <http://ihc2015.info/skin/zero-max-coupling.akp>
(Acessado em: 11 de Mai. De 2019)

4 DETALHAMENTO DE CONJUNTOS MECÂNICOS

O desenho técnico é considerado uma linguagem gráfica industrial, entretanto, para que essa linguagem seja entendida a nível mundial, deve-se respeitar as normas que regem essa atividade.

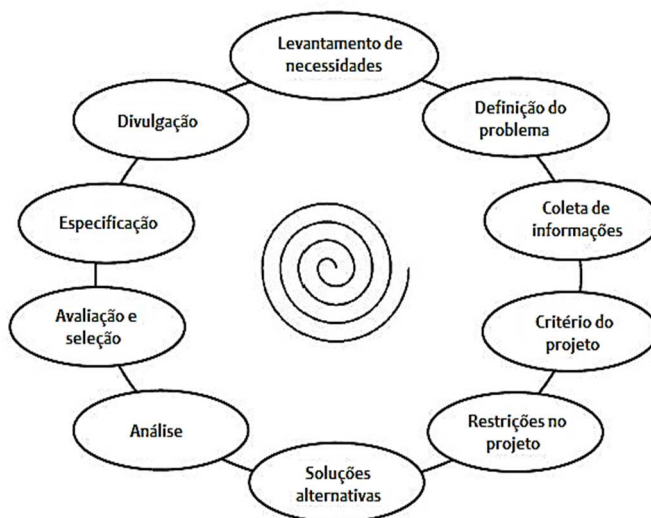
Além dos conceitos e técnicas básicas inerentes ao desenvolvimento dos desenhos de peças individuais, existem também certas premissas que devem ser seguidas para elaboração do desenho de conjunto. Nele deve ser exibido os componentes que se associam para formar o todo. Esse tipo de desenho é muito utilizado nas montagens, pois ajuda a identificar a posição de cada elemento que compõe o conjunto (ÁVILA et al. 2015).

O projeto mecânico pode ser definido como uma série de processos e tomada de decisões e práticas que são utilizados para formar não só a forma de um determinado produto, mas o componente, o sistema ou o processo a partir da aplicabilidade definida pelo cliente.

Elaborar um projeto, significa dimensionar e dar forma as peças (elementos de máquinas) e escolher os materiais e processos de manufatura adequados, de modo que o equipamento idealizado possa desempenhar a função pretendida (MARQUES et al. 2016).

Na "Figura 4" podemos observar a espiral do processo de projeto.

Figura 4: Fases do processo de projeto



Fonte: LEAKE, 2012

5 DESENVOLVIMENTO DOS ACOPLAMENTOS

A opção por desenvolver um acoplamento, deu-se pela variedade de opções de configuração, desempenho e aplicabilidade. Assim, com o desenvolvimento de um mecanismo relativamente simples, os alunos teriam a oportunidade de exercitar na prática os conceitos verificados na disciplina de desenho técnico. Esses conceitos foram essenciais principalmente na elaboração dos desenhos individuais, tolerâncias dimensionais, estado superficial e desenho de montagem.

O início do trabalho ocorreu definindo os grupos, que foram compostos por 4 integrantes, em uma turma com 15 alunos. Procedendo-se conforme a concepção das metodologias de ABP, foi proposto à turma a fabricação de um acoplamento universal que atendesse a condição de desalinhamento e vibração excessiva. O protótipo deveria ter a dimensão máxima de 400 mm, tanto no comprimento, como na largura e altura. Deixou-se claro ainda, que a facilidade de fabricação, e o menor custo possível, considerando matéria prima e usinagem, seriam critérios de avaliação. Em função dos alunos estarem ainda na fase inicial do curso, não foram solicitados os cálculos estruturais, tensões ou processos de fabricação, se restringindo apenas ao conteúdo de desenho técnico.

Como parte do procedimento, os alunos receberam um questionário que deveria ser preenchido indicando seus conhecimentos sobre o tema, quais informações seriam relevantes para resolvê-la, quais as fontes seriam necessárias para levantar as hipóteses e possíveis soluções para o problema, bem como um cronograma para acompanhamento das fases do projeto e lista de materiais.

O cronograma determinado determinou o final do semestre para apresentação dos projetos, o que deu aproximadamente 3 meses para o desenvolvimento do trabalho. O cronograma previu ainda a disponibilização das duas últimas semanas para eventuais melhorias ou correções.

O andamento dos trabalhos era acompanhado por toda a turma através das apresentações que expunham as dificuldades encontradas, debatendo com a classe com reflexões intermediadas pelo professor. Nessa fase, percebe-se a importância da troca de experiências e o estímulo ao uso de conhecimentos prévios dos alunos bem como a relevância das competências assimiladas nas demais disciplinas.

A etapa inicial ainda previu a abordagem de temas discutidos nas disciplinas de metrologia, software de CAD 3D e SolidWorks, que estabeleceram ligações que auxiliaram como ferramentas e como recursos para dar fundamentação às hipóteses levantadas para solucionar a problemática proposta.

O conhecimento prévio permitiu a integração da aprendizagem, e serviu como fundamento no confronto de novas concepções que permitiram a transferência do conhecimento gerado e que foram indispensáveis na elaboração do projeto. Esse processo interdisciplinar foi fundamental para o êxito da metodologia empregada.

Após o debate de ideias, os grupos fizeram uso da literatura disponível, delineando os primeiros traços para a estruturação do protótipo.

O dimensionamento do mecanismo, seguiu as seguintes etapas:

- Escolha do tipo de acoplamento
- Levantamento das condições de montagem e itens comerciais;
- Definição do estado superficial e tolerâncias dimensionais dos elementos do conjunto;
- Elaboração dos desenhos técnicos com possibilidade de utilização de softwares para simulação;
- Dimensionamento dos elementos mecânicos.

Como forma de auxiliar o desenvolvimento do trabalho e interação com outras disciplinas, os grupos utilizaram um software 3D para elaboração dos desenhos técnicos, simulação de

montagens e acessórios. Essa ferramenta permitiu um progresso significativo do detalhamento dos elementos do conjunto e realizar o corte laser no laboratório de prototipagem da Faculdade SATC, o PRONTO 3D, conforme podemos observar na “Figura 5”.

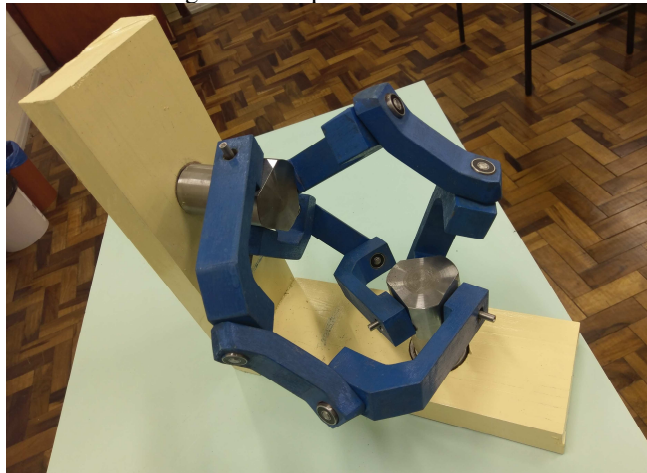
Figura 5: Acoplamento Schmidt



Fonte: Do autor (2018)

Em função da situação problema ser relativamente aberta para os conceitos de transmissão de torque e potência, as equipes usaram a criatividade e recursos digitais para encontrar soluções alternativas e conceituais. Mesmo com alguns mecanismos não tendo muita aplicabilidade na indústria moderna, algumas equipes apresentaram propostas que se enquadravam no critério de solução simples e de baixo custo, como pode ser observado na “Figura 6”.

Figura 6: Acoplamento esférico



Fonte: Do autor (2018)

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A metodologia de ensino ABP aplicada no ambiente de aprendizagem e preparando o acadêmico para situações e possíveis problemas que possam surgir durante sua carreira profissional, se mostrou de suma importância no ensino da disciplina de Desenho Técnico.

Os protótipos dos mecanismos apresentados, mesmo que de forma didática e conceitual, envolveram uma série de conceitos que, se somados aos conhecimentos prévios, permitiram

aos acadêmicos desenvolver, desde a fase de projeto, até a construção, de um dispositivo funcional, participando e discutindo as situações ocorridas com seus colegas.

Os estudantes se mostraram ainda muito motivados durante todas as etapas, e mesmo após os projetos estarem concluídos, surgiram correções e melhorias em alguns projetos, inclusive com análises de dispositivos comerciais que desempenham a mesma função dos modelos desenvolvidos.

Os modelos e os desenhos dos projetos apresentados ficaram a disposição, podendo ser utilizados para novos ABPs, simulação de transmissão mecânica, modelo de cálculos de tensões e apresentação aos demais cursos, tanto técnicos como de graduação.

Ainda como sugestão para futuros trabalhos, e como eventualmente para o desenvolvimento de uma nova atividade de ABP, foi proposta a ideia de simular os movimentos calculando os esforços presentes em cada elemento e identificar o mecanismo mais adequado para determinadas situações.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Faculdade SATC pelo apoio na elaboração do projeto e no envio do artigo ao Cobenge 2019.

REFERÊNCIAS

ÁVILA, Diego de. MORAIS, AMILTON Jr., Rogério de Moraes; SHAEFER, Eduardo. A importância do detalhamento e organização de desenhos técnicos para o gerenciamento de projetos. **Scientia Cum Indústria** (Sci. Cum Ind.), V. 3, N. 2, 73-76. 2015

BOTELHO, Douglas Cortes de Carvalho; CABRAL, Victor Rodrigues. **Estudo da influência da junta universal e do eixo cardan em trens de potência automotivos**. Trabalho de conclusão de curso. Curso superior de tecnologia em manutenção industrial. Instituto Federal Fluminense. 2017.

CASTELAN, Jovani.; BARD, Rosimere. Implementação das metodologias ativas de aprendizagem nos cursos presenciais de graduação. **Revista Vinci**, Criciúma, v.3, n.1, p. 2-22, 2018.

DIESEL, Aline; MARCHESAN, Michele R.; MARTINS, Silvana. N. Metodologias Ativas de Ensino na Sala De Aula: Um Olhar de Docentes da Educação Profissional Técnica de Nível Médio. **Revista Signos**. Lajeado, n. 1, p. 153-169, 2016.

GOMES, Rosa Maria; BRITO, Elisabeth; VARELA Ana. Intervenção na formação do ensino superior: A aprendizagem baseada em problemas (PBL). **Revista Interações**. No. 42. 44-57. 2016.

LEAKE, James M. **Manual de desenho técnico para Engenharia: Desenho, modelagem e visualização**. Rio de Janeiro: LTC, 309 p., 2012.

MACHADO, Jackson Assis. **Alinhamento de acoplamentos mecânicos**. Trabalho de conclusão de curso em Graduação em Engenharia Mecânica. 26p. Centro Universitário Anhanguera de Campo Grande. Campo Grande. 2017

MARQUES, Fernando Michelon et al. Desenvolvimento do projeto mecânico de uma máquina para teste de torção em eixos: Um caso prático. **Revista Ciência e Tecnologia**. v. 19, n. 35, p. 83-91. 2016 - ISSN: 2236-6733

NORTON, Robert L. **Projeto de Máquinas**: Uma abordagem integrada. 4ª. Ed. –Porto Alegre: Bookman 2013.

ROCHA, Juliana Schaia; DIAS, Gisele Fernandes; CAMPANHA, Nara Hellen; BALDANI, MÁRCIA Helena. **O uso da aprendizagem baseada em problemas na Odontologia: uma revisão crítica da literatura**. Revista da ABENO. 25-38. Salvador. 2016

SAMPAIO, Carla Oliveira; QUEIROZ, Anabela Silva. **Entre trilhos e trilhas: relato de experiência da utilização da Aprendizagem Baseada em Problemas em um curso de psicologia**. *Revista Psicologia, Diversidade e Saúde*, 8(1), 49-61. 2019. doi: 10.17267/2317-3394rpds.v8i1.2213

BUILDING A UNIVERSAL JOINT USING TRAINING BASED ON PROBLEMS

***Abstract:** This study approaches an alternative methodology to approach the topics discussed in the discipline of Technical Design of the Mechatronics Engineering course. Based on the use of the pedagogical proposal known as ABP (Problem-Based Learning), it was proposed the presentation of a self-adjusting coupling project for high misalignments aiming at the application of interdisciplinarity, implying fundamentally in the education of the student. The coupling was conceived to follow a conceptual model so that it could assist not only undergraduate students, but also technical education and research and innovations in the field of mechatronics. The mechanism was measured according to the technical detail, use of material and effectiveness of the movements. This article aims to describe the design of the project, considering the alternatives presented by the students and the constructive characteristics of each model. Considering in general the results demonstrated, it was verified that the experience brought forms of consolidation of the studied subjects, allowing that this interdisciplinary knowledge conciliating theory and practice are well sedimented and serve for the professional development of the academic.*

Key-words: PBL. Graduation Teaching. Technical drawing