

DESENVOLVIMENTO DE AULAS DE DESENHO TÉCNICO UTILIZANDO O MÉTODO DE APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS E RECURSOS DE PROTOTIPAGEM RÁPIDA

*Jovani Castelan¹
Luiz Salomão Ribas Gomez²*

Resumo: O objetivo desta pesquisa é demonstrar a implementação de práticas inovadoras de ensino-aprendizagem na disciplina de Desenho Técnico, presente nos cursos de engenharia, destacando a Metodologia intitulada Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) e a materialização das soluções via recursos de prototipagem rápida, tais como impressora 3D, máquina de corte a laser, escâner 3D e fresadora *Router*. Os resultados obtidos apontam que os estudantes demonstram alto nível de interesse, participação, motivação, envolvimento com os colegas de turma e assimilação perene dos conteúdos. Com a aplicação destes recursos, habilidades requeridas pelo mercado de trabalho como trabalho em equipe, relacionamento, trabalho colaborativo, proatividade e criatividade também são aprimoradas.

Palavras-chave: Aprendizagem Baseada em Problemas, Desenho Técnico, Prototipagem Rápida, Aprendizagem.

Abstract: The aim of this paper is to demonstrate the implementation of innovative teaching-learning practices in the Technical Drawing Classes, present in the engineering courses, highlighting especially PBL – Problem Based Learning, and on the materialization of solutions via Rapid Prototyping devices such as 3D printers, Laser Cutting Machine, Router-type milling and 3D scanner. The obtained results show that the students demonstrate higher levels of interest, participation, involvement with classmates, motivation and content's perennial assimilation. With the application of these resources, skills required by job market, such as teamwork, relationship, collaboration, proactivity and creativity also are developed.

Keywords: Problem Based Learning, Technical Drawing, Rapid Prototyping, Learning.

¹ Prof. Dr. da Faculdade SATC. Contato: jovani.castelan@satc.edu.br.

² Prof. Dr. do Depto. de Expressão Gráfica da UFSC. Contato: salodesigner@gmail.com.

1 Introdução

A incorporação das Metodologias Ativas de Aprendizagem nas escolas vem promovendo o crescimento das habilidades cognitivas e práticas dos estudantes, o estudo colaborativo, o trabalho em equipe, a criatividade e a proatividade para resolver problemas e encarar desafios dentro da sala de aula. Por outro lado, a utilização de recursos de Prototipagem Rápida (PR) vem sendo sistematicamente ampliada nas escolas e universidades, democratizando o acesso e facilitando a materialização de ideias e soluções.

A implementação de práticas inovadoras baseada na resolução de problemas e o uso de tecnologias de Prototipagem Rápida apresentam três importantes desafios. Primeiro, é necessário quebrar o modelo de aula tradicional, baseado na aula expositiva, seguidora de uma linearidade, fala unidirecional (professor fala, alunos escutam) e, fundamentalmente, o preceito de que a teoria precede a prática. Este modelo secular de ensino-aprendizagem está consolidado nas universidades brasileiras, nas quais os próprios professores de hoje foram formados. Assim, para quebrar este modelo tradicional, é necessário aceitar uma nova abordagem, o qual requer argumentação científica, justificativas contundentes e exemplificação constante.

O segundo desafio consiste no domínio dos recursos tecnológicos utilizados para “dar vida” às soluções dos alunos. O uso de recursos de PR exige treinamento operacional, planejamento de aula, regras de segurança, planejamento da produção, manutenção, recuperação ou substituição de peças e disponibilidade de matéria-prima. Neste aspecto, muitos professores que se sentem confortáveis e seguros com suas práticas baseadas no estilo palestra, apresentam resistência para mudá-las, pois durante sua formação de professor³ não tiveram a oportunidade de vivenciar práticas ativas de aprendizagem. Portanto, eles não conseguem perceber o potencial destas novas tecnologias no aprimoramento do processo de ensino-aprendizagem. O uso da Aprendizagem Baseada em Problemas combinado com a Prototipagem Rápida requer

³ Nos cursos de licenciatura. Entretanto, sabemos que a maior parte dos professores não é oriunda das licenciaturas e sim de cursos profissionalizantes.

aulas bem planejadas, desde a concepção do problema até a manufatura do produto final.

O terceiro desafio está no fato de que as soluções encontradas pelos alunos podem transcender o conteúdo de domínio do professor, produzindo diferentes e até improváveis resultados, pois não há um controle estanque e onipresente do desenvolvimento do trabalho dentro de cada grupo. Neste ponto, o professor precisará da ajuda de seus pares dominantes de outras áreas, situação desconfortável para muitos docentes.

Estes são desafios que o professor do século 21 precisa estar preparado para superar e, conseqüentemente, contribuir para a produção de conhecimento, promovendo uma educação transformadora que quebra a estrutura conceitual da pedagogia tradicional. O cenário muda: de um ambiente sólido e centralizador para um cenário acadêmico fluido, onde o professor não é mais o detentor do conhecimento, mas sim um articulador de ideias e condutor do desenvolvimento (PAULA, 2016).

2 A Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP)

Dentro da abordagem das Metodologias Ativas de Aprendizagem (tratadas daqui para diante com o acrônimo M2A), A Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), também conhecida e citada em inglês como *Problem Based Learning* (PBL) - é uma das mais utilizadas em importantes universidades, tais como o MIT e Harvard. Como princípio básico, a ABP oferece, antes de tudo, um problema para que os estudantes o resolvam; assim que as dificuldades surgirem – falta de conhecimento para alcançar uma solução – o professor pode prover acesso a fontes de pesquisa diversas e indicar possíveis soluções em curtas seções expositivas, para um ou mais grupos. Pode ainda, provocar discussões entre os estudantes, compartilhamento de informações e promover o trabalho em equipe (SOUZA e DOURADO, 2015).

A ABP tem suas raízes no princípio da aprendizagem autônoma e da utilização de problemas como ponto de partida, desenvolvido pelo filósofo John Dewey. O primeiro registro importante de sua aplicação de forma sistêmica foi na Escola de Medicina da Universidade McMaster (Canadá) no final dos anos 1960. Sua aplicação decorreu do

fato de que seus formandos, até então, estavam deixando o curso com muitos conceitos (conhecimento), mas com poucas habilidades e nenhuma atitude. Dependendo do seu grau de desenvolvimento, a ABP pode atingir, de acordo com a classificação sugerida por Hadgraft & Pric, quatro níveis⁴. O nível 4 é o que demanda maior tempo de execução devido à sua complexidade, podendo o problema proposto ocupar todo o semestre letivo para sua resolução. Já no nível 1, por exemplo, um problema pode ser resolvido em 2 ou 3 semanas. Além disso, no nível 4 há grande interação entre áreas do conhecimento, trabalhos em equipe desenvolvidos fora da escola e do horário de aula, avaliação por pares e mínima oferta de conteúdo pelo professor (RIBEIRO, 2008).

A ABP revela, além de um problema inicial, outras características como a de desenvolver a capacidade de iniciativa por parte do aluno ou da equipe de alunos, a obtenção de um produto ou serviço final, com uma duração variável e o papel dos professores como facilitadores do processo de ensino e aprendizagem, durante todas as fases do projeto – concepção, desenvolvimento e conclusão (FERNANDES, 2010).

Pereira et al (2007) apresentam os elementos fundamentais de um currículo ABP:

- Módulos, onde acontecem os encontros dos grupos tutoriais, durante o semestre de maneira sequencial, porém com conteúdos independentes;
- Atividade prática de integração com o público que irá atuar na sua formação desde sua entrada à instituição;
- Desenvolvimento de habilidades e atitudes através de laboratórios especializados;
- Atividade de integração visando proporcionar a sociabilização do estudante, propondo temas para discussões, orientações sobre conduta, ética e outros.

⁴ Nível 1: ABP focada em um tópico específico de uma disciplina com o professor no papel de mediador; Nível 2: situações profissionais de baixa ou média complexidade que exige integração de conceitos de uma disciplina e resgate de conhecimentos adquiridos em outras. Papel do professor: Mentor; Nível 3: Resolução de problemas que abordam situações complexas que exigem integração de conhecimentos de duas ou mais disciplinas concomitantes ou pré-requisitos e que extrapolam o espaço-tempo da sala de aula. Papel do professor: Consultor. Nível 4: Situações reais onde a ABP é desenvolvida e aplicada, gerando resultados mensuráveis em termos qualitativos e quantitativos; ABPs fornecidas pela comunidade; interdisciplinaridade, espaço-tempo com grande parte fora da sala de aula. Papel do professor: orientador.

3 A Aprendizagem por pares

O método de Aprendizagem por Pares – amplamente divulgado pelo termo em inglês *Peer Instruction* - foi idealizado pelo Prof. Eric Mazur, da Universidade de Harvard (EUA), no início da década de 1990, tendo se difundido rapidamente nos Estados Unidos, Canadá e Austrália. Baseia-se no estudo prévio do aluno e na interação com seus colegas de classe, através de discussões sobre questões conceituais mediadas pelo professor. Atualmente a Aprendizagem por Pares é aplicada com o auxílio de recursos tecnológicos que permitem a interação em tempo real entre alunos e professor. Para verificar e entendimento da aprendizagem o professor pode, por exemplo, enviar perguntas sobre o conteúdo aos seus alunos que, utilizando um aplicativo⁵, retornam ao professor as respostas. Dependendo da quantidade de acertos, o professor pode revisar o conteúdo ou então seguir para um novo. É, portanto, um importante recurso de feedback instantâneo. A Figura 1, apresentada na dissertação de Diniz (DINIZ, 2015) mostra o fluxograma da aula baseada na Aprendizagem por Pares.

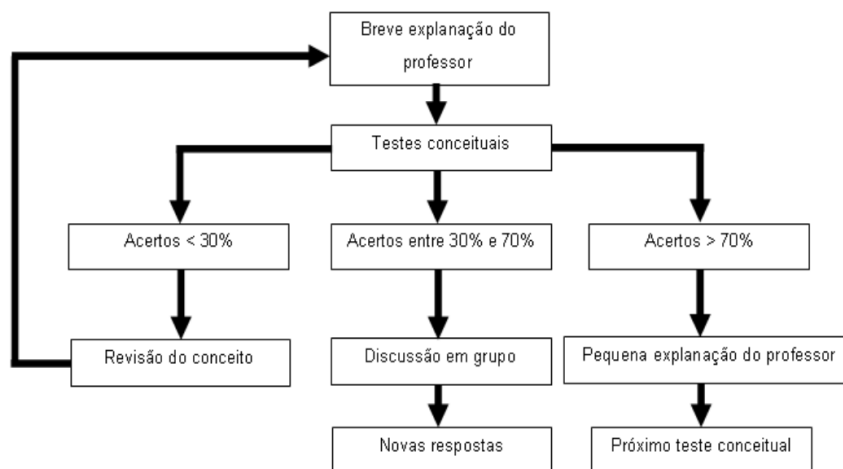


Figura 1 - Fluxograma da Aprendizagem por Pares (Diniz, 2015)

⁵ O SurveyMonkey é um app gratuito e bastante popular e que pode ser utilizado neste método. Entretanto, muitos professores já usam o Whatsapp, embora ele não forneça dados estatísticos sobre o percentual de erros e acertos.

A curta explanação do professor (entre 7 e 10 minutos) se atém aos tópicos nos quais os alunos não compreenderam direito, ou então de um tópico de compreensão mais difícil. Em seguida, iniciam-se os testes conceituais, que giram em torno de 2 a 4 minutos para a emissão da resposta. Caso o índice de acertos seja inferior a 30%, é necessária uma nova intervenção expositiva do professor sobre o conteúdo; caso o índice de acertos seja maior que 70%, significa que a maioria entendeu os conceitos, permitindo ao professor seguir para o próximo conteúdo, podendo fazer algum trabalho complementar expositivo junto aos restantes 30% que não obtiveram êxito na compreensão do conteúdo. Durante o processo de resposta, os alunos se organizam em grupos (geralmente duplas, mas podendo ter um número maior de membros, dependendo da complexidade das questões). Essas discussões em grupo ajudam a desenvolver habilidades de comunicação e comportamento colaborativo (DINIZ, 2015).

4 Planejamento das aulas utilizando aprendizagem ativa

Para iniciar a implementação das M2A nos cursos de graduação da Faculdade SATC, Instituição de Ensino Superior privada filantrópica e sem fins lucrativos sediada em Criciúma/SC, foi criado o Grupo de Pesquisa em Práticas Ativas de Aprendizagem (GPA) – composto por professores de diversas áreas (exatas e humanas). O objetivo do grupo é o de compartilhar experiências de aprendizagem, indicando aspectos positivos e negativos, apresentando planos de aula, recursos tecnológicos utilizados e ferramentas computacionais, além da aplicação/modificação/adaptação de M2A, destacando-se a ABP e a Aprendizagem por Pares. Durante os encontros, além dos relatos docentes, são apresentados artigos científicos, organizados Workshops conduzidos por professores de outras IES. Como parte do projeto do GPA, foi apresentado um relatório de visita feito ao MIT – Massachusetts Institute of Technology (Figura 2) e ao Olin College, ambos situados na região de Boston/EUA, durante o mês de novembro de 2016.

Participando do GPA, os professores foram orientados a documentar suas aulas por meio de fotografias, vídeos e notas escritas, possibilitando a documentação da aula visando publicações futuras. Houve relatos que indicaram excelentes resultados, a respeito do aprimoramento e perenidade da aprendizagem, do desenvolvimento da

criatividade, do trabalho em equipe, do trabalho colaborativo e proatividade. Entretanto, houve também efeitos reversos: em algumas disciplinas, a média das notas diminuiu (Figura 3), causando descontentamento e questionamentos sobre as M2A por parte dos alunos. Além disso, alguns estudantes relataram que não se sentiam confortáveis tendo que trabalhar em grupo. Este fato demonstra que não apenas os professores estão despreparados para trabalhar em um contexto ativo de aprendizagem, mas também os alunos.



Figura 2 - Visita ao MIT ocorrida em 02 de novembro de 2016.
Fonte: Relatório GPA (GPA, 2016).

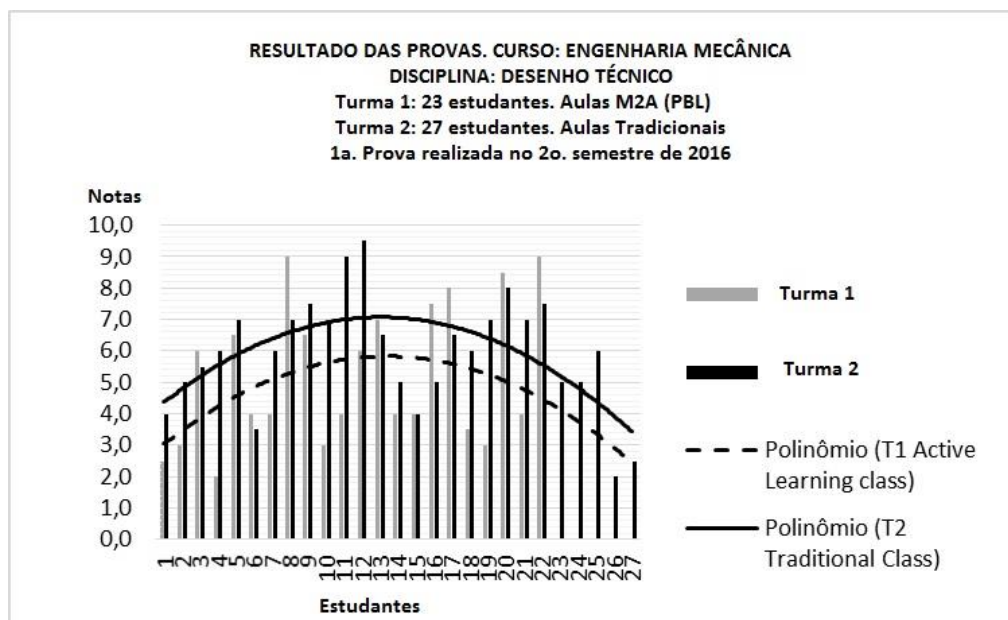


Figura 3 - Resultados das provas com e sem aplicação de M2A

5 Utilização da Prototipagem Rápida na aprendizagem ativa

Ferraz (2010) cita em sua pesquisa as categorias do pensamento cognitivo, baseado na pirâmide de aprendizagem (Figura 4) – uma representação visual da taxonomia de Bloom, idealizada em 1952. Nesta pirâmide, é possível observar a variação de níveis de pensamento cognitivo, indo do menos eficiente (pensamento inferior - lembrar) ao mais eficiente (pensamento superior - criar). Baseado nesta pirâmide, não é suficiente, para que de fato os estudantes *aprendam*, o exercício isolado da lembrança dos conteúdos. Por outro lado, a criação, desenho e manufatura de um novo produto ou serviço, exige a utilização de uma gama de níveis cognitivos de pensamento, em especial os de nível superior.

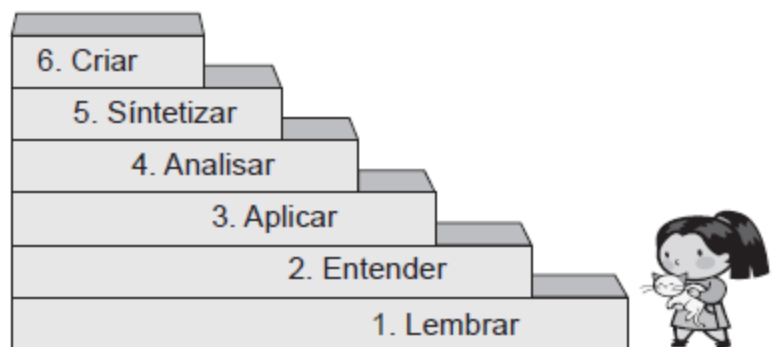


Figura 4 - Categorização atual da Taxonomia de Bloom proposta por Anderson, Krathwohl e Airasian, no ano de 2001, *apud* (Ferraz, 2010)

Neste ponto a utilização dos recursos de Prototipagem Rápida proporciona aos alunos a aplicação de suas habilidades e competências, permitindo a manipulação, análise e validação da solução de um problema, perfazendo a síntese do processo de ensino-aprendizagem. Com a essência de ampliar os limites da aprendizagem e possibilitar a nucleação e ampliação de redes de pesquisa interdisciplinares, foi criada a rede PRONTO 3D – Laboratório de Prototipação e Fabricação Digital Orientado ao 3D. O PRONTO 3D (Figura 5) é uma rede de laboratórios destinada a professores, estudantes, pesquisadores e à comunidade em geral que possibilita o projeto e fabricação de artefatos físicos. De caráter multidisciplinar, tem a missão de

compartilhar conhecimentos e experiências acadêmicas. Cada unidade PRONTO 3D é vinculada a uma universidade e é coordenado por um professor, que comanda as atividades de outros professores, alunos e bolsistas. É composto por impressoras 3D, fresadora *Router*, máquina de corte a laser, computadores e softwares de modelagem e manufatura. Com estes equipamentos, é possível materializar modelos, protótipos de produtos, maquetes e produtos finais, atendendo as áreas de design, arquitetura e engenharia.



Figura 5 - Equipamentos do PRONTO 3D instalados na unidade de Criciúma/SC.

6 Relatos de aulas baseadas na ABP

A seguir são apresentados dois relatos de aulas de Desenho Técnico preparadas dentro do conceito de aprendizagem ativa, utilizado a metodologia ABP. O primeiro relato refere-se ao mês de novembro de 2016; o segundo relato ocorreu nos meses de fevereiro/março de 2017.

6.1 Primeiro relato de aula ABP: Desenho e fabricação de mecanismos

Este projeto foi realizado em quatro encontros semanais (um mês). O objetivo do projeto era o de criar protótipos educacionais para facilitar a compreensão do funcionamento de mecanismos, tais como braços robóticos, engrenagens, elementos de transmissão de movimento e motores. Foram organizadas equipes de quatro alunos. O leiaute da sala foi alterado: ao invés da forma tradicional – filas de mesas individuais alinhadas – os móveis foram agrupados de forma a dar melhor rendimento ao trabalho em equipe. Inicialmente cada grupo debateu e definiu qual mecanismo iriam construir e, a partir de pesquisas na internet e alguns livros, realizaram *sketches* do mecanismo; o próximo passo seria o de definir dimensões e materiais necessários para a fabricação. Para todos os grupos foram disponibilizadas ferramentas manuais (alicates, estiletes, tesouras, chaves de aperto), matéria-prima (chapa de madeira de espessura 6mm), ambiente da oficina mecânica e a máquina de corte a laser do PRONTO 3D. Aos alunos foram requisitados parafusos, cola líquida e outros insumos para auxiliar a prototipagem. Durante o período de execução do projeto, a mesa onde normalmente o professor fica sentado praticamente não foi usada: a dinâmica da ABP e a postura de monitoria contínua aos grupos exige que o professor permaneça próximo a estes (em destaque na Figura 6) e não no seu posto tradicional de trabalho. É uma das características marcantes da ABP e que configura um vínculo e comprometimento entre professor e alunos, tornando-os cúmplices do resultado final.

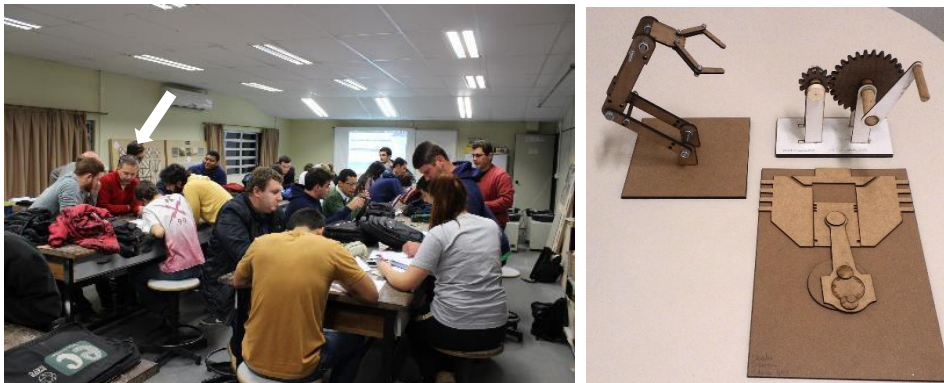


Figura 6 - Desenvolvimento das aulas de Desenho Técnico utilizando o método ABP. Na figura à esquerda, a seta destaca o professor e o seu nível de envolvimento com os grupos de trabalho; à direita, os protótipos criados ao final do projeto.

6.2 Segundo relato de aula ABP: Mini Baja

Nos primeiros encontros de 2017, ocorridos na disciplina de Desenho Técnico, em uma turma de calouros do curso de Engenharia Mecânica, foram desenvolvidos protótipos de uma gaiola de competição, conhecida popularmente como Baja. O tema foi inspirado na competição Baja, que é uma realização da SAE Brasil em parceria com a Petrobrás. Trata-se de uma iniciativa que tem como objetivo o fomento da especialização técnica da engenharia da mobilidade brasileira, reunindo todos os anos, diversas equipes de estudantes e professores das principais escolas de engenharia do país. Os alunos têm como objetivo o desenvolvimento do projeto e a busca de recursos para a construção de um protótipo, através da simulação de um caso real de desenvolvimento de projeto, com todas as atividades que envolvem o mesmo, desde a aplicação da teoria vista na sala de aula até estratégias de marketing. O resultado desse trabalho é um veículo *off-road* chamado Baja SAE. Para estimular a criatividade e o desenvolvimento da categoria, todas as equipes utilizam o mesmo motor. Dessa forma, a performance do veículo fica ligada diretamente aos demais itens de projeto, tais como suspensão, transmissão, freios, direção, entre outros. Cada protótipo é avaliado em três etapas: avaliação estática – em que se discute a idealização e construção do protótipo; avaliação dinâmica – quando o veículo é testado dinamicamente; enduro de resistência – o momento em que o veículo é submetido a condições severas, e avaliado a durabilidade dos componentes do protótipo.

No caso da disciplina de Desenho Técnico, o objetivo era a criação de um protótipo em miniatura, na escala 1/10, fabricado a partir de espetos de madeira – os famosos “espetinhos de gato” – peças de brinquedos e pequenos objetos (bonecos, rodas, eixos, molas e tubos de caneta, arruelas, parafusos) além de peças especiais feitas na máquina de corte a laser e na impressora 3D. Muito diferente do projeto Baja SAE, cujo produto final era um veículo funcional “de verdade”, fabricado em tamanho natural e disposto com todos os componentes mecânicos (motor, eixo, transmissão, rodas, direção, rolamentos, buchas, estrutura metálica tubular, soldas), a proposta do projeto Mini Baja era a de criar um protótipo básico, semelhante a um brinquedo, sem componentes industriais e nenhum tipo de acionamento elétrico ou mecânico (controle

remoto, luzes, motor, direção etc.), feito a partir de uma estrutura de madeira – barras redondas de 4mm de diâmetro e 300mm de comprimento. Mesmo sob estas considerações, foi importante expor, por meio de uma estrutura de mapa mental (Figura 7), para a contextualização da importância do projeto, os elementos projetuais que constituiriam um projeto real, do qual os alunos terão contato nas fases futuras do curso.

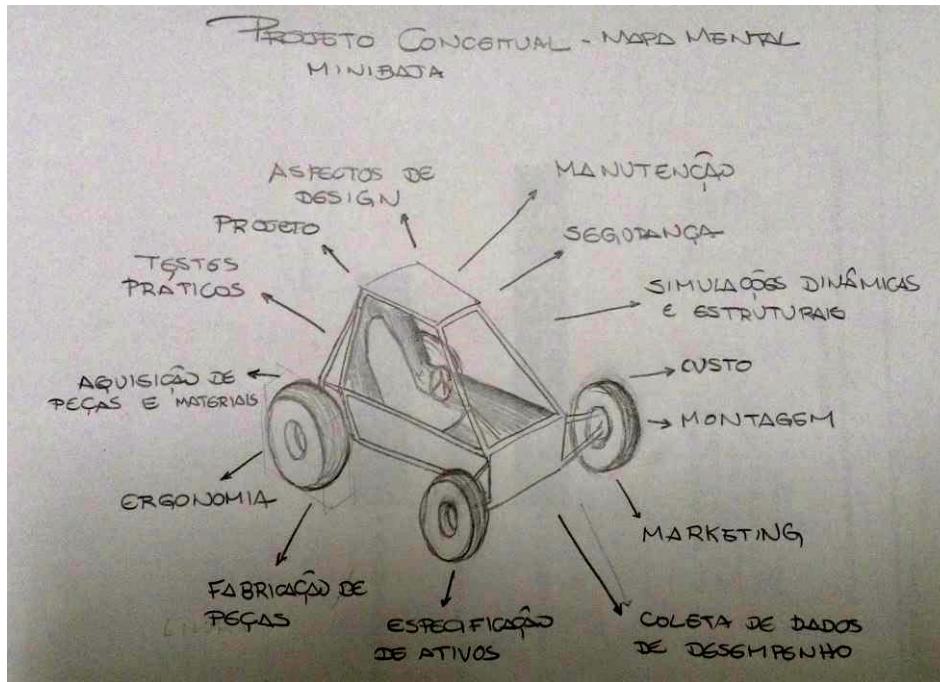


Figura 7 - Mapa mental projetual do Mini Baja.

Os tópicos da Tabela 1 descrevem o plano de aula para este projeto, e o cronograma de execução está apresentado na Tabela 2.

7 Avaliação da aprendizagem

As funções clássicas do processo avaliativo se constituem em três pilares: diagnóstica, formativa e somativa. Importante destacar que, no formato ABP, a avaliação diagnóstica fica, em grande parte, sob a responsabilidade dos pares, ou seja, dos colegas de grupo que acabam por realizar o trabalho de detecção da presença ou ausência de habilidades e pré-requisitos e, dependendo da coesão do grupo, o processo de aprendizagem ocorre para os dois lados: tanto para quem fala (ou

“ensina”, desenvolvendo a aprendizagem de mais alto nível, de acordo com a Figura 4) quanto para quem escuta e tem a chance de discutir e ser ouvido (PDI, 2016).

Tabela 1 – Plano de aula da disciplina de Desenho Técnico incluindo o projeto ABP Mini Baja.

Nome do Projeto	Mini Baja
Descrição da Atividade	Fabricação de um protótipo, em escala reduzida, baseado nas dimensões do veículo SAE Baja.
Objetivo geral do projeto:	Definir as características conceituais e técnicas básicas de um veículo <i>off-road</i> de competição: design, dimensões, proporções, formas geométricas e estrutura física.
Objetivos de aprendizagem	<i>Geral:</i> fazer com que o aluno seja capaz de confeccionar desenhos técnicos e, a partir destes, fabricar um protótipo, em escala reduzida, a partir de um modelo apresentado em dimensões reais.
Objetivos Específicos	Obter as medidas do desenho considerando a escala de redução (desenho e protótipo devem estar na escala 1/20, ou seja, vinte vezes menor do que as dimensões do SAE Baja; Criar modelos conceituais (sketches a mão livre) personalizados; Desenvolver as projeções básicas (vistas ortográficas) do modelo (Vista de frente, de cima e de lado); Identificar a posição relativa dos elementos (retas) que compõem a estrutura (gaiola de proteção); Determinar o comprimento dos elementos estruturais (retas) da gaiola, fazendo uso, quando necessário, dos recursos de Verdadeira Grandeza (VG).
Competências a serem adquiridos neste projeto:	<i>Conhecimentos</i> (Saber o que precisa ser feito): projeções ortogonais básicas, escalas de redução, rotação de reta para obter VG; Projeções planas (planos projetivos); dimensionamento básico; identificação de tipos de retas conforme posição relativa em relação aos planos projetivos de referência.
	<i>Habilidades</i> (Saber fazer): realizar esboços à mão livre (sketches); manipular instrumentos de desenho para obtenção de formas geométricas conhecidas e identificadas; construir desenhos com instrumentos em escala 1/20 a partir de um sketch; manipulação de ferramentas manuais e materiais de maquetaria para a fabricação das peças e montagem do protótipo.
	<i>Atitudes</i> (Querer fazer): trabalhar em equipe; escutar; sugerir; discutir; compartilhar; co-criar; comprometer-se.
O que precisa ser entregue?:	Desenho técnico em papel (folha A3 fornecida pelo professor). Nesta folha deve constar: Vistas com cotas básicas – frontal, superior e lateral Tabela de elementos estruturais com medidas de comprimento. Maquete física do projeto

Tabela 2 – Cronograma de execução das atividades de ABP

Etapa	Descrição	Encontro	Responsável
1	Divisão das equipes	1º	Professor
2	Identificação do problema/necessidades do projeto (rever objetivo do projeto)	1º	Equipe e Professor
3	Levantamento dos pontos de aprendizagem (conhecimentos básicos necessários)	1º	Professor
4	Definição do conceito de design do produto (público alvo, características estético-formais, nome, usos, mkt)	1º	Equipe
5	Desenvolvimento de sketches do produto	1º	Individual
6	Socialização e discussão dos sketches	1º	Equipe
7	Definição do formato e dimensões	2º	Equipe
8	Levantamento dos pontos de aprendizagem (complemento)	2º	Professor
9	Execução dos Desenhos Técnicos (Vistas Ortogonais e vista de perspectiva isométrica)	2º	Divisão de tarefas: Aluno 1: desenho das vistas; Aluno 2: desenho da perspectiva isométrica; Aluno 3: seleção de materiais e ferramentas.
10	Construção do protótipo e montagem	3º	Equipe
11	Apresentação pública (defesa) do projeto	4º	Um membro sorteado na hora para a apresentação

Em relação ao primeiro relato de aula em ABP, descrito no item 7.1, a avaliação processual (formativa), ocorreu durante as monitorias de grupo e foram realizadas pelo professor e espontaneamente por alunos de outros grupos, durante as migrações intergrupais. Percebeu-se importante grau de heterogeneidade de saberes, competências e habilidades individuais, devido à processos formativos diferentes ocorridos no ensino médio e também pelo fato de que não há uma relação candidato/vaga para o ingresso no curso superior que proporcione uma pré-seleção de habilidades mínimas.

Na avaliação somativa (tradicional), foram realizadas duas provas escritas, individuais e com consulta. As provas foram realizadas no 2º. encontro subsequente ao encontro que definiu a conclusão dos projetos 2 e 4. No 1º. encontro após a conclusão dos projetos 2 e 4, foi realizado o *warm-up*, que é uma aula específica para o resgate e avaliação formativa de competências e habilidades. Nesta oportunidade, foram utilizados princípios do *Peer Instruction*, com a formação de duplas e a

exposição de perguntas e problemas para serem resolvidos e respondidos. Para o envio e averiguação das respostas foi utilizado o *Whatsapp*.

Como já exposto na Figura 3, a média das notas obtidas na disciplina via ABP foi menor do que as da disciplina transcorrida na forma tradicional. As médias das aulas relacionadas ao 7.2 também foram comparadas. Independentemente do resultado, a ênfase neste ponto deve ser dada à avaliação formativa e não à somativa. Os projetos realizados via ABP apresentam pesos diferenciados e constituem uma única nota, ao final do semestre. A Tabela 3 apresenta o peso de cada projeto que compõe a média final para a disciplina de Desenho Técnico. A reação dos alunos quando percebem os pesos atribuídos aos projetos não é das melhores. Na visão deles, todo o esforço para definir um conceito, realizar esboços, desenhos detalhados, perspectivas, escolha de materiais e fabricação do protótipo não é recompensado pelo peso relativo (nota), principalmente nos primeiros projetos. Neste ponto, a argumentação do professor é importante (citação do autor):

“O que você aprendeu é mais importante do que a nota obtida. A nota refere-se ao entendimento, que é fugaz e volátil; a aprendizagem é perene e estável. Você reterá a lembrança do que aprendeu; porém, esquecerá do que foi apenas entendido. Durante a execução do projeto, em nenhum momento foi destacado algum comentário em relação à nota, pois o objetivo sempre esteve relacionado à aprendizagem qualitativa e significativa. Em relação à medição da aprendizagem via critérios quantitativos, considere as provas escritas. Nelas você poderá utilizar tudo o que aprendeu durante a execução dos projetos de aprendizagem.”

Na medida em que os projetos são desenvolvidos, o peso relativo de cada um aumenta. É uma estratégia para que nenhum aluno se sinta confortável com suas notas; dessa forma, ele não deixa de se comprometer com as atividades e com a aprendizagem dos demais colegas de grupo, assim como terá que se dedicar à preparação para as provas tradicionais, durante as aulas *warm-ups*.

Tabela 3 – Sistema de avaliação da disciplina de Desenho Técnico incluindo os projetos ABP

Avaliações		Peso	Descrição
Projetos ABP	Projeto 1: Mini Baja	0,3	Fabricação de um protótipo em escala 1/10 de gaiola de competição off-road
	Projeto 2: Escada Helicoidal	0,8	Fabricação de uma maquete na escala 1/10 de uma escala helicoidal a partir de chapas finas de madeira ou acrílico
	Projeto 3:	1,5	A definir
	Projeto 4:	2,4	A definir
	Projeto 5:	5,0	A definir
	Total Nota Projetos (NP)	10,0	
Prova 1 (P1)		10,0	Prova tradicional, realizada após o 1º. <i>Warm-up</i>
Prova 2 (P2)		10,0	Prova tradicional, realizada após o 2º. <i>Warm-up</i>
Média Final		$(NP + P1 + P2)/3$	

Relacionando a avaliação da aprendizagem com os níveis de ABP desenvolvidos por Hadgraft & Pric, citados no item 2, nota-se que as atividades executadas se enquadrariam no nível menos intenso de ABP (Nível 1). Observando a Tabela 2 e considerando que o 4º. encontro foi destinado à apresentação dos projetos, o período de execução do projeto ABP foi curto – três semanas. Em outra análise, por se tratar de alunos de 1ª. fase (calouros) e por um sistema de ingresso que não seleciona adequadamente alunos oriundos do ensino médio com conhecimentos básicos (baixa relação candidato/vaga), não houve interação entre áreas do conhecimento diferentes, e os conteúdos desenvolvidos ficaram limitados a noções fundamentais da disciplina. As atividades foram totalmente desenvolvidas durante o período de aula e no laboratório PRONTO 3D da instituição. O Professor optou por não realizar a autoavaliação (aluno avaliando aluno) pois considerou que não teriam maturidade para tal tarefa. Por fim, momentos expositivos foram necessários pois uma parcela importante dos alunos pareciam “perdidos”, sem saber por onde iniciar a resolução do problema, pois não tinham qualquer embasamento anterior nos pontos de aprendizagem fundamentais do projeto (noções de projeções planas, vistas ortogonais, processos de rebatimento de plano e escalas de desenho).

8 Considerações Finais

O desenvolvimento de metodologias ativas de aprendizagem pode ser uma direção para a educação do século XXI. Estamos em um período de transformações globais e irreversíveis - revolução digital, indústria 4.0, uso de tecnologias disruptivas em novos negócios e serviços (táxis, hotéis, imóveis, aluguéis), e a escola... a mesma do século XIX. Não há mais opção de continuidade do modelo tradicional de ensino. De fato, o que deve orientar a prática pedagógica e estar em foco é aquilo que o aluno aprende, e não mais no que o professor ensina. O trabalho colaborativo, compartilhamento de conhecimento, a oferta de desafios, problemas e necessidades, a contextualização com a realidade regional, a revisão dos objetivos da disciplina e seu papel no curso, a inserção social das mudanças provocadas pela resolução de um problema, o desenvolvimento da criatividade, do relacionamento e da proatividade são critérios *sine qua non* para a manutenção da importância do professor em sala de aula. A aprendizagem ativa, retratada nos cases expostos neste trabalho, requer importantes mudanças estruturais (leiaute da sala de aula, equipamentos, planejamento, infraestrutura, estrutura curricular, ementas, objetivos de disciplina). Entretanto, a maior e mais custosa alteração é a mudança de atitude do professor, que precisa sair da zona de conforto, onde o conhecimento é estático, petrificado e de acesso restrito, para uma perspectiva de disponibilidade integral de conhecimento dinâmico, flexível e compartilhado. É o desafio da educação para o século XXI.

Agradecimentos

Aos professores Daniel Fritzen e Anderson Daleffe pela colaboração com a fabricação dos protótipos utilizando o laboratório PRONTO 3D e à professora Rosemere Bard.

Referências

DINIZ, Alan Corrêa. **Implementação do método Peer Instruction em aulas de física no ensino médio**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física: Universidade Federal de Viçosa/MG, 2015.

FERNANDES, Sandra Raquel Gonçalves. **Aprendizagem baseada em Projectos no Contexto do Ensino Superior**: Avaliação de um dispositivo pedagógico no Ensino de

Engenharia. Tese de doutorado., Instituto de Educação. Portugal: Universidade do Minho, 2010.

FERRAZ, Ana Paula do Carmo Marcheti. BELHOT, Renato Vairo. **Taxonomia de Bloom**: revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para definição de objetivos instrucionais. Gest. Prod., São Carlos, v. 17, n. 2, p. 421-431, 2010.

PAULA, Bárbara Arantes de. MIRANDA, Carlos Alberto Silva de. **Novas tecnologias aplicáveis no ensino do desenho técnico**: possibilidades de otimização do aprendizado nos cursos de design de Produto. 12º. Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design. Belo Horizonte: Blucher Design Proceedings, No. 9, Vol. 2, 2016.

PDI. Plano de Desenvolvimento Institucional. Faculdade SATC, 2016.

PEREIRA, Clarisse Ferrão. AFONSO, Ricardo Alexandre. SANTOS, Maurílio José. ARAÚJO, Carlos Augusto Lucena. NOGUEIRA, Márcio. **Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) – Uma proposta para os cursos de engenharia**. XIV SIMPEP – Simpósio de Engenharia de Produção. Universidade Estadual Paulista, São Paulo: 05 a 07 de novembro de 2007

GPA. Grupo de Pesquisa em Práticas Ativas de Aprendizagem. **Relatório de visita ao MIT – Massachusetts Institute of Technology e Olin College**. Faculdade SATC, Criciúma: novembro de 2016.

RIBEIRO, Luiz Roberto de Camargo. **Aprendizagem baseada em problemas (PBL) na educação em engenharia**. Revista de Ensino de Engenharia, v. 27, n. 2, p. 23-32, 2008.

SOUZA, Samir C. DOURADO, L. **Aprendizagem baseada em problemas (ABP): um método de aprendizagem inovador para o ensino educativo**. Holos, Ano 31, Vol. 5, p. 183-200, 2015.