



CONSTRUÇÃO DE MATRIZES POR COMPETÊNCIA: A EXPERIÊNCIA DAS ENGENHARIAS DA UNIVERSIDADE POSITIVO

Patrícia Lizi de Oliveira Maggi – plomaggi@up.edu.br

Universidade Positivo, Departamento de desenvolvimento acadêmico

Pedro Viriato Parigot de Souza, 5300

81280-330 – Curitiba – PR

Resumo: Este artigo apresenta a experiência da Universidade Positivo (UP) na construção e implantação de suas novas matrizes de Engenharia, por competência. Para o desenvolvimento das matrizes foi formado um grupo de trabalho com todos os coordenadores de curso e a direção da área. Este grupo trabalhou de forma articulada com os Núcleos Docentes Estruturantes (NDEs) dos cursos. Foram quatro meses de trabalho com reuniões semanais. As etapas para construção das matrizes foram: conceituação inicial; mapeamento das competências globais; escolha de macro atividades (objetivos instrucionais selecionados para construção dos objetivos educacionais); identificação das trilhas a partir das linhas de atuação dos cursos; distribuição dos objetivos instrucionais em unidades curriculares; redação dos planos de ensino descrevendo os elementos de competência a serem desenvolvidos em cada unidade curricular; verificação da construção das competências globais a partir dos elementos de competência; redação dos planos de aula. Como resultado obtiveram-se matrizes significativamente diferentes das matrizes tradicionais de engenharia, pois as unidades curriculares não foram organizadas pela divisão clássica de conteúdo (matriz multidisciplinar), mas por atividades de ensino, que permitem a construção de aprendizagens interdisciplinares. Os conteúdos foram distribuídos ao longo das trilhas, sendo abordados no instante de tempo que são requisitados para a execução da atividade proposta. As matrizes foram implantadas em fevereiro de 2019. A implantação das novas matrizes foram apenas o primeiro passo necessário para a renovação do ensino de Engenharia. Novos desafios se apresentam a cada dia, podendo-se citar: incorporação da nova filosofia por professores e alunos; curricularização da extensão; adaptação dos objetivos ao novo Plano de Desenvolvimento Institucional (PDI) da Universidade, em fase de construção.

Palavras-chave: Matriz por competência, Novas DCNs de Engenharia.

1 INTRODUÇÃO

Em 2018 circulava no meio acadêmico a minuta das novas Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) para os cursos de Engenharia. Essa minuta trazia uma abordagem diferente para os objetivos de aprendizagem dos cursos, dando ênfase às habilidades em complementação às DCNs anteriores que priorizavam os conteúdos. Nesta ocasião a UP organizou uma série de reuniões entre NDEs e representantes da sociedade para identificar as lacunas observadas pelo mercado na formação dos engenheiros. Nas reuniões, observou-se que o setor produtivo valoriza a formação técnica consistente, mas também precisava que os profissionais tivessem habilidades comportamentais que, no momento, eram insuficientes. Diante destes desafios, os coordenadores e membros de NDE dos sete cursos de Engenharia, do curso de Arquitetura, dos cursos do Centro de tecnologia da informação e a direção de área da Universidade Positivo



formaram um grupo de trabalho para estudar a nova abordagem e construir uma proposta de matrizes que atendessem aos seguintes requisitos:

- Objetivos de aprendizagem com base em competências;
- Interdisciplinaridade;
- Flexibilização do percurso do aluno;
- Carga horária adequada ao perfil de aluno da UP;
- Desenvolvimento de habilidades técnicas e comportamentais.

O trabalho foi desenvolvido com todos os cursos da área de exatas da UP mas, neste artigo, será dada ênfase aos resultados obtidos nos cursos de Engenharia.

2 METODOLOGIA DE TRABALHO

Para organização do trabalho os atores foram divididos em grupos, da seguinte forma:

- GT1: diretoria da área e coordenação dos cursos
- NDEs: grupos compostos pelos coordenadores e membros do NDE de cada curso, separadamente.

A Universidade Positivo oferece sete habilitações em Engenharia:

- Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia;
- Engenharia Civil;
- Engenharia da Computação;
- Engenharia Elétrica;
- Engenharia de Energia;
- Engenharia Mecânica;
- Engenharia de Produção.

Foi estabelecido um cronograma com uma reunião semanal em cada grupo. Na reunião do GT1 eram discutidos os conceitos, as diretrizes a serem adotadas, os pontos comuns entre os cursos e eram avaliados os resultados parciais. Na reunião dos NDEs eram executadas as tarefas específicas, recebidas do GT1, e eram discutidos pontos específicos do curso.

Este trabalho teve duração de quatro meses.

2.1 Definições e conceitos adotados

Um dos primeiros desafios encontrados pelo grupo foi escolher uma definição de competência, pois encontram-se, na literatura, inúmeros textos que abordam o tema de forma diferente. A solução encontrada para entender o que é uma competência foi a definição a partir de seus componentes. Uma competência é formada por três componentes: conhecimento (saber), habilidade (saber-fazer) e atitude (saber agir e/ou saber ser) que devem ser associados para que o profissional saiba atuar de forma adequada e no tempo certo diante de situações reais.

A componente do conhecimento já era bastante conhecida, pois, ao longo dos anos os cursos de engenharia vinham sendo desenhados a partir da subdivisão dos conhecimentos em parcelas temporais chamadas de disciplinas.

Neste momento, o grupo precisava explorar as outras componentes e iniciou pelas habilidades. Bloom et al. (1976) apresenta uma forma de classificação dos objetivos de aprendizagem que foca nos verbos que descrevem o que o aluno precisa saber-fazer.

Figura 1 – Taxonomia de Bloom (1976)



Anderson (2001) apresenta uma forma revisada da taxonomia de Bloom, classificando não apenas as dimensões dos processos cognitivos como as dimensões do conhecimento. Os processos cognitivos são divididos em seis dimensões da menos complexa para mais complexa: lembrar, entender, aplicar, analisar, avaliar e criar. O conhecimento é dividido em quatro dimensões: factual, conceitual, procedural e metacognitivo. O Center for excellence in Learning and Teaching da Iowa State University publicou um quadro classificando diferentes habilidades nessas duas dimensões (REVISED Bloom's taxonomy, 2019).

Quadro 1 – Classificação de habilidades de acordo com a Taxonomia de Bloom revisada, adaptado de Revised Bloom's taxonomy (2019)

Os verbos representam objetivos de aprendizagem, não atividades de aprendizagem. Pensar da seguinte forma: Estudantes serão capazes de ...		Dimensões do conhecimento			
		Factual	Conceitual	Procedimental	Metacognitivo
Dimensões dos processos cognitivos	Lembrar	Listar	Reconhecer	Recordar	Identificar
	Entender	Resumir	Classificar	Esclarecer	Prever
	Aplicar	Responder	Providenciar	Executar	Usar
	Analisar	Selecionar	Diferenciar	Integrar	Desconstruir
	Avaliar	Selecionar	Determinar	Julgar	Refletir
	Criar	Generalizar	Montar	Projetar	Criar

Os conceitos de multi e interdisciplinaridade também precisaram ser estudados e compreendidos. Uma matriz tradicional de engenharia é prioritariamente multidisciplinar, pois busca a construção de um todo a partir da soma de diversas partes independentes. Hoje entende-se que as competências precisam ser interdisciplinares, pois existem íntimas relações entre os diferentes conhecimentos que interferem uns nos outros.

Compreendidos esses conceitos, decidiu-se iniciar o trabalho identificando os objetivos de aprendizagem de cada curso, no formato de competências. Foi adotado como princípio que as habilidades de dimensões mais elevadas (aplicar, analisar, avaliar e criar) dependiam das duas primeiras (lembrar e entender). Portanto, os objetivos do curso deveriam descrever habilidades de dimensão 3 a 6 dos processos cognitivos.

2.2 Sequência de atividades, desafios e soluções adotadas

A seguir será apresentada a sequência cronológica do trabalho realizado após a adoção da definição de competência e da identificação das diretrizes para as novas matrizes. Serão destacadas as principais dificuldades encontradas e as soluções adotadas.

a. Mapeamento das competências

Os NDEs receberam, como primeira tarefa, mapear os objetivos de aprendizagem dos cursos, escritos no formato de competência. O formato adotado foi:

Verbo no infinitivo, descrevendo a habilidade, seguido de um objeto, que descreve a componente do conhecimento, terminando com textos, geralmente com verbo(s) no gerúndio, que descrevem a(s) atitude(s) que deve(m) estar associada(s) àquela competência.

Os resultados foram apresentados e discutidos no GT1 que identificou uma diferença significativa no número de competências listadas em cada curso. A variação foi da ordem de grandeza das unidades às centenas.

Identificou-se, então, a necessidade de estabelecer graus de detalhamento para diferenciar objetivos educacionais de objetivos instrucionais. Ao realizar a classificação verificou-se que os objetivos educacionais são os objetivos de aprendizagem, neste caso, as competências que os alunos deveriam desenvolver durante o curso, e que os objetivos instrucionais são as atividades que os alunos deveriam realizar, nas unidades de aprendizagem, ao longo do curso, para desenvolver os objetivos educacionais.

Bloom et al. (1976) descreve dois níveis de objetivos educacionais:

- Objetivos globais (que serão desenvolvidos ao longo do curso, no período de anos)
- Objetivos específicos (que podem ser desenvolvidos em períodos mais curtos de tempo, semanas ou meses)

Entendida esta diferenciação, a segunda tarefa dos NDEs foi estabelecer uma nova lista de objetivos globais dos cursos, tendo em vista que essa lista deveria conter entre 10 e 20 objetivos.

b. Escolha de objetivos instrucionais

Logo depois de mapeados os objetivos globais, cada NDE desenhou uma primeira proposta de matriz. Essa primeira tentativa ficou muito parecida com a matriz tradicional. Apesar de estabelecidas as competências a serem desenvolvidas, o foco ainda estava nos conteúdos e os desenhos apresentados não eram capazes de esclarecer como as habilidades e as atitudes seriam trabalhadas.

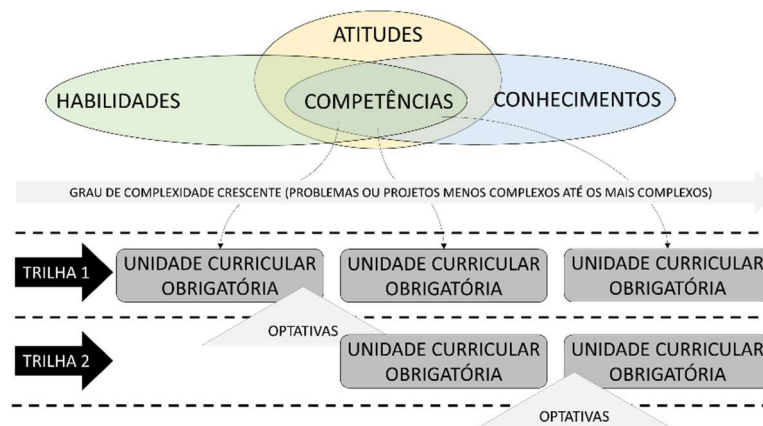
A solução encontrada foi listar, antes do desenho da matriz, quais seriam os grandes objetivos instrucionais, ou seja, as atividades que os alunos deveriam realizar ao longo do curso para que os objetivos educacionais fossem desenvolvidos. Nesta etapa, os objetivos instrucionais não eram detalhados como seriam num plano de aula, mas indicavam macro atividades e tempo necessário para cada uma delas.

c. Desenho das matrizes

As atividades instrucionais listadas foram divididas em fatias de tempo que deram origem às unidades curriculares das novas matrizes dos cursos. Desta forma, a divisão das unidades curriculares não se deu mais pela divisão clássica dos conteúdos, mas pela distribuição das atividades a serem vivenciadas. As atividades foram distribuídas, no tempo, das menos complexas para as mais complexas. Essas atividades foram agrupadas em trilhas em função das linhas de atuação de cada curso. Além das unidades curriculares obrigatórias, cada curso introduziu, pelo menos, 10% de sua carga horária em disciplinas optativas, a fim de permitir que cada aluno pudesse personalizar sua formação em função de seus interesses e experiências. A figura abaixo ilustra a filosofia de distribuição das unidades curriculares neste novo modelo de matriz.



Figura 2 – Modelo de matriz por competência adotado pela UP, para os cursos de engenharia



d. Identificação de unidades curriculares comuns

Neste momento, o grupo já era capaz de identificar objetivos comuns entre as diferentes habilitações em Engenharia. Esses objetivos foram distribuídos nas seguintes unidades curriculares:

- Modelagem matemática;
- Programação para engenharia;
- Planejamento experimental e análise de dados;
- Ciências do ambiente;
- Engenharia econômica;
- Gestão de projetos.

O grupo de Modelagem matemática, por exemplo, é composto por quatro unidades curriculares de 80 horas-aula cada uma. Ele tem como objetivo de aprendizagem: Analisar e compreender os fenômenos físicos e químicos por meio de modelos simbólicos, físicos e outros, uma vez verificados e validados por experimentação. Desta forma, a principal habilidade a ser desenvolvida nessas quatro unidades curriculares é a de modelagem matemática e elas englobam conteúdos do Cálculo, da Física, da Álgebra, da Geometria e da Química.

e. Planos de ensino

Depois de construída e validada a matriz curricular, a próxima etapa foi detalhar os planos de ensino das disciplinas. Tendo em vista os objetivos instrucionais de cada disciplina, foram identificadas parcelas das competências globais que seriam construídas em cada unidade curricular. A estas parcelas foi dado o nome de elementos de competência. O nome competência específica da disciplina foi descartado para que não se confundisse com as competências específicas dos cursos citadas nas DCNs. O uso do nome elemento de competência também proporcionou a liberdade de se ter objetivos específicos nas unidades curriculares que contemplassem uma, duas ou três das componentes de uma competência. Cada plano de ensino deveria conter as seguintes informações:

- Nome da disciplina;
- Carga horária;
- Descrição da disciplina (ementa);
- Competência(s) global(is) para a(s) qual(is) a unidade curricular contribui;



- Elementos de competência a serem desenvolvidos na disciplina;
- Classificação dos elementos de competência de acordo com as dimensões dos processos cognitivos da taxonomia de Bloom revisada por Anderson (2001);
- Conteúdos associados à cada elemento de competência;
- Metodologia de aprendizagem;
- Processos de avaliação;
- Bibliografia básica e complementar.

f. Verificação da construção das competências globais

Depois de desenvolvidos os planos de ensino foi preciso listar todos os elementos de competência das unidades curriculares e relacioná-los às competências globais do curso, analisando se:

- Cada elemento de competência se relaciona a, pelo menos, uma competência global;
- Se cada competência global se relaciona com um conjunto de elementos de competência capaz de desenvolvê-la integralmente.

Caso uma dessas condições não fosse atendida era preciso fazer correções em um desses itens:

- Nos elementos de competência das unidades curriculares;
- Nas unidades curriculares da matriz;
- Nos objetivos instrucionais que deram origem às unidades curriculares;
- Na redação das competências globais do curso.

O procedimento de construção da matriz e verificação da construção de competências seguiu um processo iterativo até que se chegou ao resultado final.

g. Planos de aula

A última etapa para implantação das novas matrizes foi o detalhamento dos planos de aula. No processo de construção das matrizes já foram estabelecidas as macro atividades que seriam desenvolvidas ao longo do curso. Na etapa de elaboração dos planos de aula, essas atividades são detalhadas aula a aula, construindo o dia a dia de cada disciplina. Uma consequência de se pensar em objetivos de aprendizagem na forma de competências foi a escolha de metodologias ativas na grande maioria dos planos de ensino e, conseqüentemente, nos planos de aula. O *Project Based Learning* (PjBL) foi adotado em parcela significativa das unidades curriculares, tendo em vista que, nos cursos de engenharia, grande parte das competências englobam habilidades de projeto. Além do PjBL, os planos também preveem PBL, estudo de caso, sala de aula invertida, instrução por pares, instrução por equipes, entre outros. Muitas vezes, os planos de aula contemplam a associação de duas ou mais metodologias ou ferramentas de ensino.

3 RESULTADOS

Em fevereiro de 2019 a Universidade Positivo implantou suas novas matrizes, por competência, antes da homologação das novas DCNs, em abril de 2019. A implantação está sendo gradual, pois a mudança em relação à matriz anterior é tal que dificulta a concessão de equivalências. Por exemplo, a trilha de Estruturas do curso de Engenharia Civil, na matriz antiga, era composta pelas disciplinas:

- Estática;
- Resistência dos materiais;



- Teoria das estruturas;
- Estruturas de aço;
- Estruturas de madeira;
- Estruturas de concreto.

Na nova matriz a trilha é constituída das unidades curriculares de Projeto de estruturas I a VII. Os objetivos instrucionais estão distribuídos da seguinte forma:

- Identificação de sistemas estruturais, das ações nas estruturas e das propriedades dos materiais;
- Projeto de treliças de madeira;
- Projeto de pórticos de aço;
- Projeto de edifícios de concreto armado.

Na nova matriz, os conteúdos clássicos de Estática, Resistência e Teoria das estruturas vão sendo abordados conforme são necessários para a realização dos projetos.

Cada Engenharia identificou aproximadamente 20 competências globais. A fim de ilustrar a redação adotada, citam-se algumas dessas competências do curso de Engenharia Civil:

- Projetar estruturas seguindo critérios de segurança, buscando soluções sustentáveis e que atendam às necessidades dos usuários;
- Elaborar estudos geológicos e geotécnicos visando aplicação em obras de engenharia;
- Projetar obras hidráulicas e de saneamento considerando aspectos econômicos, sociais e ambientais;
- Planejar sistemas de transporte promovendo desenvolvimento socioeconômico e minimizando os impactos das interferências humanas sobre o meio ambiente;
- Conceber, planejar e coordenar projetos de engenharia com atitude inovadora e empreendedora, atendendo às necessidades dos usuários e contribuindo para o desenvolvimento sustentável.

As habilidades comportamentais devem ser trabalhadas de forma transversal em todo curso, mas, além deste trabalho transversal, foram previstas unidades curriculares específicas para desenvolver *soft skills* tais como:

- Empreendedorismo;
- Criatividade;
- Empatia;
- Responsividade;
- Responsabilidade.

Nessas unidades curriculares foi dada prioridade para atividades de extensão multidisciplinares, ou seja, com a participação de alunos de diferentes cursos.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No final de 2019 a UP começou a redigir seu novo PDI que tem como foco a Educação para o Desenvolvimento Sustentável (EDS). A Câmara de graduação, composta por representantes de todas as escolas da universidade e liderada pelo comitê assessor da reitoria para redação do novo PDI, propôs que todos os cursos desenvolvam seus PPCs com base em competências, que devem incluir as habilidades e atitudes fundamentais para a EDS. A experiência das engenharias será usada como multiplicador desta ideia que deverá ser adotada pelas demais áreas da UP.



Em 2020 foi nomeada a Comissão interna para implantação das novas DCNs de Engenharia na UP. Essa comissão tem como objetivos:

- Avaliar a implantação das novas matrizes e a construção dos objetivos de aprendizagem;
- Propor ações de capacitação do corpo docente;
- Propor mudanças e adaptações que se fizerem necessárias para que os objetivos de aprendizagem sejam desenvolvidos;
- Planejar a implantação dos demais requisitos das DCN;
- Adaptar os objetivos de aprendizagem à EDS;
- Auxiliar os NDEs na curricularização da extensão.

O trabalho de construção das novas matrizes curriculares, com base em competências, foi apenas o primeiro passo que a UP deu em direção à renovação do ensino de Engenharia. Essa renovação depende ainda de outras ações e de esforço e vigilância constantes de professores e gestores. Para a construção desse novo modelo de projeto de curso foi necessária uma mudança significativa no modo de pensar dos envolvidos. Essa nova filosofia vem sendo assimilada, aos poucos, pelos demais membros da comunidade acadêmica.

REFERÊNCIAS

ANDERSON, L. W.; KRATHWOHL, D. R. (Eds.) **A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing**: a revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives. New York: Longman, 2001.

BLOOM, B. S. et al. **Taxonomia de objetivos educacionais**: 1 Domínio Cognitivo. Porto Alegre: Editora Globo, 1976.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação. **Resolução CNE/CES n.2/2019**. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=112681-rces002-19&category_slug=abril-2019-pdf&Itemid=30192. Acesso em: 30 set. 2019.

REVISED Bloom's taxonomy. **Iowa State University**, 2018. Disponível em <https://www.celt.iastate.edu/teaching/effective-teaching-practices/revised-blooms-taxonomy/>. Acesso em: 15 ago. 2018.



COMPETENCY-BASED CURRICULUM: THE EXPERIENCE OF ENGINEERING PROGRAMS IN THE UNIVERSITY POSITIVO

Abstract: *This document presents the University Positivo experience in the conception and implementation of its new competency based curriculum. A working group was formed by the Heads of seven undergraduate degree programs and the School's director together with the programs Structuring Council, during four months in weekly meetings. The steps for the entire project were: development of initial concepts; global competences mapping for each degree program; choice of macro activities (instructional objectives selected for the construction of educational objectives); identification of trails based on the programs lines of action; distribution of instructional objectives in the curricular units; writing of the teaching plans describing the competence elements to be developed in each curricular unit; verification of the development of global competences from the competence elements; writing classes plans. As result, new curriculum were obtained with significant differences from the original ones, as the curricular units were not organized by the classical content division (multidisciplinary matrix) but by teaching activities, which allows the construction of interdisciplinary learning. The syllabus were distributed along the trails, each one being used when required for the execution of the proposed activity. The curriculum were implemented in February, 2019. The implementation of the new curriculum was only the first necessary step for the renewal of Engineering teaching. New challenges are faced every day, including incorporation of the new philosophy by teachers and students, implementation of curriculum changes for extension activities and adaptation of the objectives to the new University Institutional Development Plan (PDI), under construction.*

Keywords: *Competency-based curriculum, Brazilian new guidelines for engineering education*