

OS NÍVEIS DE APRENDIZAGEM DA TAXONOMIA DE BLOOM APLICADOS EM UMA DISCIPLINA DE UM CURSO DE ENGENHARIA DA COMPUTAÇÃO

Valfredo Pilla Jr – vpilla@up.edu.br

Universidade Positivo, Curso de Engenharia da Computação

Rua Pedro Viriato Parigot de Souza, 5300

81280-330 – Curitiba – Pr

Edson Pedro Ferlin – eferlin@live.com

Universidade Positivo, Curso de Engenharia da Computação

***Resumo:** A Taxonomia dos Objetivos Educacionais de Bloom define uma hierarquia de seis níveis para o processo cognitivo. Os níveis mais altos representam capacidades cognitivas também mais elevadas. Um curso universitário deve ter como objetivo levar seus estudantes a alcançarem o mais alto nível possível por meio do processo ensino-aprendizagem, sendo o sistema de avaliação um ponto focal. O Exame Nacional de Desempenho de Estudantes (ENADE) realizado pelo Ministério da Educação (MEC) segue esta referência na elaboração de suas questões. Neste contexto, este artigo apresenta o sistema de avaliação de uma disciplina do Curso de Engenharia da Computação da Universidade Positivo, relacionando seus componentes ao nível correspondente da Taxonomia de Bloom em que são elaborados. Em seguida, são discutidas questões relacionadas ao nível alcançado pelos estudantes durante o processo de ensino-aprendizagem na disciplina.*

***Palavras-chave:** Avaliação da aprendizagem em engenharia, Processo de ensino-aprendizagem em engenharia, Níveis da aprendizagem.*

1 INTRODUÇÃO

Um dos importantes desafios enfrentados pelos cursos de engenharia no momento é o de alcançar uma formação adequada aos ingressantes, muitas vezes tomados entre os poucos ingressantes do ensino superior que se sentem atraídos pela área. Não há poucos desafios a serem enfrentados neste setor vital para o desenvolvimento do Brasil (CORDEIRO *et al*, 2008), e como requisito do século XXI, desenvolvimento com sustentabilidade (FORMIGA, 2010).

O porcentual de estudantes que ingressam no ensino superior como um todo se ampliou em muito na última década (PELISSONE *et al*, 2008) e o processo de adequação dos cursos ao perfil do ingressante e ao perfil profissional requerido ao graduado é contínuo. O perfil do profissional formado, em particular, tem de atender aos requisitos acadêmicos da universidade, manifestados pelo Projeto Político-Pedagógico do Curso (UNIVERSIDADE POSITIVO, 2011), às demandas da sociedade (FORMIGA, 2010) e aos requisitos avaliativos governamentais (Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior - SINAES, <http://www.inep.gov.br/web/guest/superior-sinaes>).

Neste contexto, o processo ensino-aprendizagem possui muitos objetivos. Neste artigo restringe-se a analisar como o sistema avaliativo em uma disciplina influencia o processo.

Utiliza-se como caso de estudo a disciplina Sistemas Digitais do Curso de Engenharia da Computação da Universidade Positivo (FERLIN *et al*, 2010).

2 NÍVEIS DE APRENDIZAGEM

A Taxonomia dos Objetivos Educacionais de Bloom (BLOOM, 1956), revisada por Anderson (ANDERSON & KRATHWOHL, 2001), define uma hierarquia de seis níveis para o processo cognitivo. Cada nível desta estrutura representa uma capacidade cognitiva. Organizadas em ordem crescente de complexidade tem-se estas capacidades: lembrar (nível factual), entender (ser capaz de lidar com conceitos), aplicar (nível procedimental), analisar, avaliar e criar, em que as três últimas capacidades pertencem ao nível mais alto da classificação, o nível metacognitivo. Evelise Portilho (PORTILHO, 2009) destaca que:

“uma das metas do processo de aprendizagem e ensino é estimular o aprendiz a ser autônomo, isto é, sujeito do seu próprio aprender.”

Dos estudantes de cursos superiores, em nosso caso particular os estudantes de um curso de engenharia, espera-se que o nível metacognitivo seja alcançado durante o processo ensino-aprendizagem. Para tanto, ações diversas devem ser desenvolvidas nas disciplinas buscando o preenchimento das lacunas neste processo de conhecer. Isto é previsto no projeto político-pedagógico do Curso de Engenharia da Computação da Universidade Positivo que afirma (UNIVERSIDADE POSITIVO, 2011):

“a aprendizagem do estudante é avaliada observando se ele compreende e reconstrói os conceitos estudados; estabelece relação entre a teoria e a prática; argumenta com clareza e consistência teórica; relata a realidade observada com clareza e fidedignidade; organiza-se e trabalha cooperativamente; apresenta clareza, objetividade e coerência na re-elaboração de projetos. Será dada ênfase aos aspectos qualitativos, valorizando o progresso do estudante quanto à criatividade, à aplicação dos conhecimentos adquiridos, à crescente capacidade de síntese, de elaboração pessoal e ao desenvolvimento de habilidades e competências necessárias à prática profissional e à gestão e organização de projetos.”

Além dos objetivos traçados ao nível do Curso e da Instituição, há a política educacional para o Ensino Superior definida pelo Ministério da Educação (MEC). O MEC estabeleceu por lei o Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior (SINAES) (<http://www.inep.gov.br/web/guest/superior-sinaes>), que tem o objetivo de aferir o rendimento dos estudantes dos cursos de graduação em relação aos conteúdos programáticos, suas habilidades e competências. O SINAES avalia todos os aspectos que giram em torno desses três eixos: o ensino, a pesquisa, a extensão, a responsabilidade social, o desempenho dos estudantes, a gestão da instituição, o corpo docente, as instalações e vários outros aspectos. Entre as ferramentas estabelecidas para estes fins há o Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes (ENADE) (VENDRAMINI *et al*, 2010). Uma das marcantes características do ENADE é a da verificação da competência do estudante em questões que remetem aos níveis cognitivos de Bloom (BLOOM, 1956).

Dentro deste contexto as próximas seções apresentam sucintamente uma revisão da taxonomia de Bloom, o contexto da disciplina de Sistema Digitais do Curso de Engenharia da Computação, e as ações consonantes com o processo educacional visando os níveis de Bloom.

2.1 A Taxonomia de Bloom

A taxonomia de Bloom para a área cognitiva é um modelo em camadas de classificação do pensamento segundo seis níveis cognitivos de complexidade (ANDERSON & KRATHWOHL, 2001). A classificação, partindo-se do nível mais baixo para o mais elevado de processo cognitivo, segundo Forehand (FOREHAND, 2010) é:

- **Lembrar:** este nível é definido pela capacidade de recuperar, reconhecer, recordar conhecimentos relevantes por meio da memória de longo prazo.
- **Entender:** trata-se da construção do significado por meio da expressão oral, escrita ou gráfica pela interpretação, exemplificação, classificação, sumarização, inferência, comparação e explicação.
- **Aplicar:** é a capacidade de realizar ou usar um procedimento executando-o, ou implementando-o.
- **Analisar:** separar uma matéria em suas partes constituintes, determinando como as partes relacionam-se entre si e com a estrutura como um todo ou sua finalidade por meio da diferenciação, organização e atribuição.
- **Avaliar:** realizar julgamentos baseados em critérios e padrões por meio da verificação e da crítica.
- **Criar:** juntar elementos para formar um todo coerente ou funcional; reorganizar elementos em um novo padrão ou estrutura por meio da geração, produção, ou planejamento.

O nível do aprendizado no ensino superior deve alcançar os patamares mais elevados nesta classificação, assumindo-se que um nível mais alto de aprendizado poderá significar uma maior probabilidade, pelo menos sob o ponto de vista técnico, de que o graduando possa assumir seu adequado papel em meio a uma sociedade que demanda sua participação. E para alcançar estes níveis a avaliação deve ser coerente e exigente.

Assim, na próxima seção a disciplina de Sistemas Digitais do Curso de Engenharia da Computação é apresentada e são descritos os esforços do processo de avaliação nesta disciplina buscando elevar a aprendizagem.

3 A DISCIPLINA SISTEMAS DIGITAIS E SEU PROCESSO AVALIATIVO

A disciplina Sistemas Digitais possui uma carga de 160 horas anuais em sala de aula, igualmente divididas entre atividades teóricas e práticas, organizadas em quatro bimestres de 40 horas cada. O objetivo geral desta disciplina prevê que o estudante deve ser capaz de criar sistemas eletrônicos digitais para a resolução de problemas reais. Ou seja, pretende-se alcançar o maior nível cognitivo definido pela taxonomia de Bloom (como descrito na seção anterior). As questões que se apresentam: como desenvolver o ensino nesta disciplina para que o objetivo de aprendizado seja alcançado? Quais processos avaliativos contribuem para cada alcançar cada nível da taxonomia? O nível da criação realmente é alcançado?

O sistema de avaliação na disciplina é composto por diversas atividades, descritas de forma concisa na Tabela 1. Em sua aplicação este conjunto de avaliações é organizado em regime bimestral, sendo composto por atividades individuais e atividades em equipe.

Tabela 1 – Sistema de avaliação da disciplina Sistemas Digitais.

Atividade	Tipo	Ocorrência
Miniprova	Avaliação discursiva (individual)	Todos os bimestres
Prova Bimestral	Avaliação discursiva (individual)	Todos os bimestres
Questão do Livro	Avaliação discursiva (individual)	1º e 3º Bimestres
Workshop	Atividade prática (em equipe)	1º Bimestre
Prática de Laboratório	Atividade prática (em equipe)	Todos os bimestres
Projeto Intermediário	Atividade prática (em equipe)	2º Bimestre
Projeto Final da Disciplina	Atividade prática (em equipe)	4º Bimestre

As provas Bimestrais possuem uma duração de duas horas, tipicamente. São únicas em cada bimestre e contemplam questões que procuram incluir todos os níveis da taxonomia de Bloom, mas destacam-se os níveis Entender, Aplicar e Analisar. Comumente pelo menos uma questão com inspiração no estilo do ENADE encontra-se presente, e estas (no contexto desta disciplina) alcançam o nível Analisar. Os níveis superiores, quando presentes, são de aspecto quantitativo (especialmente pela restrição de tempo).

As chamadas Miniprovas tem um espectro bem mais restrito quando comparadas às provas Bimestrais, com ocorrência de até duas durante o bimestre. Geralmente possuem duração de 20-30 minutos e têm como objetivo destacar pontos relevantes da disciplina ao longo de seu desenvolvimento. Geralmente atingem os níveis mais baixos da taxonomia, no máximo atingindo o nível Aplicar.

As atividades de laboratório geralmente são momentos de reflexão sobre os conteúdos teóricos com um foco nos aspectos práticos, mas ao longo do ano incluem pequenos problemas que requerem até a capacidade de projetar. Assim, geralmente alcançam o nível Analisar, em algumas situações restritas alcançam o nível Criar.

No *workshop* os estudantes reúnem-se em equipes e estudam um tópico de revisão que requer reforço, por exemplo, o uso de instrumentos de laboratório. Após um período de estudos e avaliação prática, ocorre um encontro em que as equipes apresentam suas conclusões e fazem demonstrações práticas para as demais. Estas atividades podem alcançar até o nível Analisar ou, eventualmente, o Avaliar, quando a equipe é capaz de estabelecer relações que vão além do objeto específico de seu estudo e conseguem estabelecer relações com o mundo prático profissional.

Os projetos são os momentos em que, trabalhando em equipe, espera-se efetivamente que o desenvolvimento dos estudantes alcance o nível Criar. Porém, é comum que várias equipes requeiram uma intervenção muito intensa por parte do professor. Muitas vezes esta intervenção torna-se tão crítica que o trabalho da equipe, para que algum sucesso possa ser alcançado em tempo hábil, limita-se no máximo ao nível Analisar, às vezes até apenas o nível Aplicar. Esta atividade de projeto geralmente é interdisciplinar, em colaboração com uma disciplina concomitante.

A questão do livro é utilizada para forçar os estudantes a lerem livros de literatura não técnica, pois a cultura geral é fundamental. Esta questão alcança no máximo o nível Analisar.

4 DISCUSSÃO

A seção anterior apresenta uma descrição dos elementos de avaliação da disciplina de Sistemas Digitais, em que cada elemento da avaliação está associado aos correspondentes níveis cognitivos da taxonomia de Bloom. A pergunta que deve então ser elaborada é: Se ao

final da disciplina, aplicados todos os procedimentos avaliativos de verificação da aprendizagem, esta alcançou o resultado esperado? Primeiramente é importante termos em mente que o ideal esperado é a capacidade de criação. Nesse sentido, numa avaliação qualitativa a resposta é que algumas vezes “sim”, e na grande maioria das vezes a resposta é “não”. Isto porque muitos estudantes ainda não adquiriram a maturidade para o pensamento independente que estes níveis requerem. Porém, o nível de análise, e os anteriores da hierarquia, são comuns aos estudantes aprovados na disciplina.

Uma questão que ainda fica a ser respondida é: Quais fatores são os principais impeditivos para que a grande maioria dos estudantes alcance os dois níveis cognitivos superiores? Numa análise qualitativa externa à disciplina (por exemplo, pela experiência em orientação em TCC – Trabalho de Conclusão de Curso) uma resposta pode ser o tempo necessário para a maturação. Apesar de a disciplina ter um caráter anual, alguns estudantes provavelmente teriam que ter dedicado mais tempo em seus estudos e atividades da disciplina. Para outros a falta de uma maior exposição às atividades de laboratório e de projeto, por serem desenvolvidas em equipe poderia ajudar a explicar esta falta de maturidade. Nota-se também que algum tempo depois de cursada a disciplina, e de cursadas outras disciplinas mais ou mesmo menos correlatas, a compreensão amplia-se, pois conceitos são maturados. Isto é em decorrência da relação com novos conhecimentos e pela ampliação da prática, e conseqüentemente, da visão geral que o próprio estudante começa a estabelecer de seu próprio curso, o que ainda é fortemente influenciado por necessidades práticas como estágios e empregos, além de interesses pessoais.

Assim, podemos concluir que o objetivo máximo da disciplina, que é levar o nível do aprendizado ao nível cognitivo da criação não é plenamente alcançado, para todos os estudantes, durante a disciplina. Porém, um nível mínimo correspondente ao da análise geralmente é alcançado e aqueles que por interesse específico desejam alcançar os níveis mais altos possuem suporte para tanto. Para que o máximo nível fosse alcançado é possível observar que um caminho claro é a ampliação de tempo dedicado às atividades e conteúdos por parte dos alunos. Interferências do docente no processo são possíveis, em particular na busca por uma ampliação de interesses por parte do estudante, mas o sucesso final a ser alcançado ainda depende diretamente da ampliação da dedicação do mesmo.

5 REFERÊNCIAS

ANDERSON, Lorin W.; KRATHWOHL, David R. *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing*. New York: Longman, 2001.

BLOOM, Benjamin S. (Ed.). *Taxonomy of Educational Objectives: The classification of Educational Goals: Handbook I, Cognitive Domain*. New York: Longman, 1956.

CORDEIRO, João Sérgio; ALMEIDA, Nival Nunes; BORGES, Mário Neto; DUTRA, Sílvia Costa; VALINOTE, Osvaldo Luiz; PRAVIA, Zacarias M. Chamberlain. “Um Futuro para a Educação em Engenharia no Brasil: Desafios e Oportunidades,” *Revista de Ensino de Engenharia*, Vol. 27, No. 3, 2008, pp. 69-82.

FERLIN, Edson Pedro; PILLA JR, Valfredo; CUNHA, José Carlos; TEIXEIRA, Maristela Regina Weinfurter; PERRETTO, Maurício; GONÇALVES, Marcelo Mikosz. “The Research Lines of the Computer Engineering Program as Guidelines to Themes of Scientific Initiation and Undergraduate Thesis,” *Proceedings of the International Conference on Engineering Education, ICEE 2010, Gliwice, Poland, 2010*.

FOREHAND, Mary. "Bloom's Taxonomy - Emerging Perspectives on Learning, Teaching and Technology," The University of Georgia, June 2010.

FORMIGA, Manuel Marcos Maciel (Ed.), Engenharia para o Desenvolvimento: Inovação, Sustentabilidade, Responsabilidade Social como Novos Paradigmas. Brasília: SENAI/DN, 2010.

PELISSONI, Adriana Martins Soares; TITANEGRO, Francisco Sérgio; FAHL, Alessandra Cristina, "Desenvolvimento Estudantil: Parceria Entre o Serviço de Atendimento ao Estudante (SAE) e a Coordenação dos Cursos de Administração e Ciências Contábeis da FAC 2," Revista de Educação, Vol. XI, No. 11, 2008, pp.27-38.

PORTILHO, Evelise. "Como se Aprende? Estratégias, Estilos e Metacognição". Curitiba: Wak Editora, 2009.

UNIVERSIDADE POSITIVO. "Projeto Político-Pedagógico do Curso de Engenharia da Computação". Universidade Positivo, Curso de Engenharia da Computação, 2011.

VENDRAMINI, Claudette Maria Medeiros; NOGUEIRA, Samantha Oliveira; LOPES, Fernanda Luzia, "The Statistics Items in the Brazilian National Student Performance Exam (ENADE)," Proceedings of the Eighth International Conference on Teaching Statistics, ICOTS8, Ljubljana, Slovenia, 2010.

THE LEARNING LEVELS OF BLOOM' TAXONOMY APPLIED IN A COURSE OF A COMPUTER ENGINEERING PROGRAM

Abstract: *The Bloom's Taxonomy of Educational Objectives defines a six-level hierarchy for the cognitive process. The highest levels represent higher cognitive capacities. The superior education should have as objective to lead its students to the highest level as possible through the teaching-learning process, and the evaluation system is a focal point. The preparation of the National Student Performance Exam (ENADE – "Exame Nacional de Desempenho de Estudantes") applied to the undergraduate students by the Ministry of Education (MEC - "Ministério da Educação"), follows this directive. In this context, this work presents the evaluation in a course of the Computer Engineering Program at Positivo University, relation its components to the corresponding level of Bloom's Taxonomy. Also, some questions related to learning level reached by the students through the teaching-learning process in this course are discussed.*

Key-words: Learning evaluation in engineering, Teaching-learning process in engineering, Levels of learning.