Série **docência no ensino superior** | Volume **1**

Débora Pedrotti Mansilla
Edna Lopes Hardoim
Irene Cristina de Mello
Organizadores

CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA

1

EduFMT DIGITAL

CIÊNCIAS EXATAS
E DA TERRA

Ministério da Educação
Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT

Reitor
Evandro Aparecido Soares da Silva

Vice-reitora
Rosaline Rocha Lunardi

Coordenador da Editora Universitária
Francisco Xavier Freire Rodrigues

Supervisão Técnica
Ana Claudia Pereira Rubio

Conselho Editorial

Francisco Xavier Freire Rodrigues (Presidente - EdUFMT)
Ana Claudia Pereira Rubio (Supervisora - EdUFMT)
Ana Carrilho Romero Grunennvaldt (FEF)
Ana Claudia Dantas da Costa (FAGEO)
Carla Reita Faria Leal (FD)
Divanize Carbonieri (IL)
Elisete Maria Carvalho Silva Hurtado (SNTUF)
Elizabeth Madureira Siqueira (UHGD)
Evaldo Martins Pires (ICNHS - CUS - Sinop)
Gabriel Costa Correia (FCA)
Gustavo Sanches Cardinal (DCE)
Ivana Aparecida Ferrer Silva (FACC)
Joel Martins Luz (CUR – Rondonópolis)
Josiel Maimone de Figueiredo (IC)
Karyna de Andrade Carvalho Rosetti (FAET)
Léia de Souza Oliveira (SINTUF/NDIHR)
Lenir Vaz Guimarães (ISC)
Luciane Yuri Yoshiara (FANUT)
Mamadu Lamarana Bari (FACC)
Maria Corette Pasa (IB)
Maria Cristina Guimaro Abegao (FAEN)
Mauro Lúcio Naves Oliveira (IENG - Várzea Grande)
Moisés Alessandro de Souza Lopes (ICHS)
Neudson Johnson Martinho (FM)
Nilce Vieira Campos Ferreira (IE)
Odorico Ferreira Cardoso Neto (ICHS - CUA)
Osvaldo Rodrigues Junior (DEP/HIS)
Pedro Hurtado de Mendoza Borges (FAAZ)
Regina Célia Rodrigues da Paz (FAVET)
Rodolfo Sebastião Estupiñán Allan (ICET)
Sérgio Roberto de Paulo (IF)
Zenesio Finger (FENF)

Série **Docência no Ensino Superior** | Volume **1**

Débora Pedrotti Mansilla
Edna Lopes Hardoim
Irene Cristina de Mello
(Organizadoras)

CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA

EdUFMT DIGITAL

Cuiabá, MT
2020

© Débora Pedrotti Mansilla, Edna Lopes Hardoim, Irene Cristina de Mello (Orgnaizadoras) 2020.

A reprodução não autorizada desta publicação, por qualquer meio, seja total ou parcial, constitui violação da Lei nº 9.610/98.

A EdUFMT segue o Acordo Ortográfico da Língua Portuguesa em vigor no Brasil desde 2009.

A aceitação das alterações textuais e de normalização bibliográfica sugeridas pelo revisor é uma decisão do autor/organizador.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Douglas Rios – Bibliotecário – CRB1/1610

C659
Ciências Exatas e da Terra – volume 1 [e-book]. / Organizadoras: Débora Pedrotti Mansilla, Edna Lopes Hardoim , Irene Cristina de Mello. 1ª edição. Cuiabá-MT: EdUFMT Digital, 2020.
258 p.

Série Docência no Ensino Superior – Volume 1
ISBN 978-65-5588-052-6

1. Ciências Exatas e da Terra. 2. Ensino Superior. 3. Bom Professor. 4. Práxis Docente. I. Mansilla, Débora Pedrotti (org.). II. Hardoim, Edna Lopes (org.) III. Mello, Irene Cristina de (org.).

CDU 378.124:5:6

Coordenador da Editora Universitária
Francisco Xavier Freire Rodrigues

Coordenador do Projeto Edições IFMT:
Renilson Rosa Ribeiro

Supervisão Técnica:
Ana Claudia Pereira Rubio

Revisão e Normalização Textual:
Leslie Almeida Claudio

Capa, Editoração e Projeto Gráfico:
Candida Bitencourt Haesbaert – Paruna Editorial

Filiada à

Apoio:

Editora da Universidade Federal de Mato Grosso
Av. Fernando Corrêa da Costa, 2.367 – Boa Esperança
CEP: 78.060-900 – Cuiabá, MT
Fone: (65) 3631-7155
www.edufmt.com.br

Esta obra foi produzida com recurso do Governo Federal

Sumário

Apresentação 8

Uma breve discussão sobre os índices de reprovação nas disciplinas de cálculo na UFMT-Sinop 12

A disposição do cálculo nos cursos oferecidos no campus de Sinop 12

A reprovação nos cursos de cálculo 14

Considerações sobre a reprovação em cálculo na UFMT campus de Sinop 16

Características do bom professor e sua influência na formação do aluno 26

Uma pequena receita 27

O bom professor tem uma formação de qualidade 27

O bom professor não para de estudar 27

O bom professor é didático 27

O bom professor motiva e inspira seus alunos 28

O bom professor entra na realidade do aluno 28

O bom professor estimula a curiosidade 28

O bom professor está disponível 28

O bom professor é valorizado 28

Como identificar o bom professor 29

Professor x aluno 30

Professor x sociedade 31

Docência no ensino superior e formação pedagógica inicial 36

A formação pedagógica do professor universitário 39

O processo de ensino-aprendizagem das discipinas de matemática em alguns cursos da UFMT 44

Avaliação da aprendizagem em disciplinas de estatística 50

Diferentes formas de avaliação 53

Métodos avaliativos 53

Métodos avaliativos – estatística aplicada 54

Métodos avaliativos – estatística básica 55

Reflexões 55

Avaliação – um momento de aflição? 59

Como avaliamos hoje 60

Avaliação ou exame? 63

Como deve ser uma avaliação de verdade 65

Um bom professor é um bom jardineiro 66

Sobre a didática e a física: seus aspectos emocionais e cognitivos 70

Aspectos emocionais 70

Aspectos cognitivos 72

Docência na graduação: experiências de um recém-contratado 78

O real papel de um professor de Ciências Exatas (Física) no Ensino Superior na Universidade Pública – a prática docente 82
Justificativa, motivação e objetivos 84
Metodologia empregada no estudo 85
Discussão 87

A avaliação em disciplinas de Ciências Naturais – uma experiência com ensino de Geofísica na UFMT 97
Características do ensino da geofísica e sua avaliação 98
Uma siscussão sobre a avaliação por questões de múltipla escolha e minha experiência na UFMT 99

Uma reflexão sobre as dificuldades enfrentadas pelos docentes universitários na sua formação pedagógica 104

Reflexões sobre trabalhos de campo em geociências e a origem da geologia moderna 113
Síntese da evolução do conhecimento geocientífico até os fundamentos da geologia moderna 114
O surgimento e a consolidação da geologia moderna 115
A importância dos trabalhos de campo em geologia desde o surgimento da geologia moderna até os dias atuais 121

Sobre o ensino de cálculo diferencial e integral nos cursos de engenharia 125
Reprovação/evasão 127
Cálculo x disciplinas tecnológicas 130
Programa de tutoria x monitoria 131

Pesquisa operacional para o curso de engenharia sanitária e ambiental 136
Revisão de literatura 137
Identificação de situações típicas para aplicação de pesquisa operacional 143
Apresentação de ferramentas disponíveis para desenvolvimento de trabalhos em pesquisa operacional 144

Formação em engenharia: uma reflexão sobre a universidade, mundialização e trabalho 149
Reflexões sobre Mundialização, Trabalho e Formação de Engenheiros 150

Primeira experiência de docência 158
Avaliações escritas e seminários 159
Níveis de desistência 165
Discussão 166

Simulações computacionais como ferramentas no ensino de engenharia elétrica 169
Simulação computacional no ensino de engenharia elétrica 170
Desenvolvimento dos simuladores computacionais 171
Momentos pedagógicos de Delizoicov 174
Problematização inicial 174
Organização do conhecimento 174
Aplicação do conhecimento 174

Contextualização da necessidade de criação do curso de graduação em engenharia elétrica em Rondonópolis 177
Contexto nacional 178
Contexto regional 179
Contexto local 182

Uso da taxonomia de Bloom revisada no ensino de engenharia 185
Classificação dos objetivos educacionais 185
Taxonomia de Bloom para o domínio cognitivo 187
A revisão da taxonomia de Bloom 189
Dimensão conhecimento 189
Dimensão processo cognitivo 191
Tabela taxonômica 192
Exemplos de uso na área de engenharia 193

Classificação de objetivos educacionais de disciplina 193
Classificaçãode questões de avaliação 194

A importância da utilização das redes sociais como instrumento do processo de ensino-aprendizagem 198
A evolução da tecnologia como ferramenta na prática da docência 200
Tecnologia e o processo de aprendizagem no ensino superior 202
A prática e a importância das redes sociais na educação superior 206
Perspectivas acadêmicas e sociais 207

Desempenho de frangos de corte tratados com antibióticos promotores de crescimento sob estresse térmico crônico 212
Métodos utilizados 213
Discussões 215

O tamanho da classe afeta o desempenho dos alunos? Experiência com a disciplina Engenharia Econômica na Unemat 219
Revisão bibliográfica 220
Metodologia 223
Discussões 223

Uma metodologia de ensino para a construção da aprendizagem em engenharia de software: um relato de experiência 229
Metodologia de ensino e aprendizagem aplicada: um estudo de caso 230

Contexto da experiência 230
Plano de ensino 231
Método aplicado 233
Discussões 236

O desafio do ensino do desenho técnico manual nos cursos de engenharia na era digital 242
A disciplina de desenho técnico no núcleo básico dos cursos de engenharia 243
Metodologias de ensino adotadas nas universidades brasileiras 246
Sobre os Autores 251

Apresentação

Este livro apresenta textos que discutem temas relacionados ao ensino de graduação, elaborados por docentes da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT) de diferentes áreas do conhecimento. O incentivo para produção dos capítulos foi a participação dos professores em cursos de formação docente para o ensino superior, oferecidos pela Coordenação de Formação Docente da Pró-Reitoria de Graduação (gestão 2009/2016). Entendemos que esta coletânea é uma evidência das potencialidades de produção científica das atividades que desenvolvemos no ensino de graduação de nossas universidades. Entre os principais autores desta obra figuram professores que estavam em estágio probatório na UFMT, no período de desenvolvimento do curso.

Considerando as dificuldades de um docente recém-ingresso na universidade, em relação a seus parâmetros de identidade sociopro-fissional, a Pró-Reitoria de Ensino de Graduação da UFMT ao longo dos últimos oito anos (2008 a 2016) proporcionou aos docentes formação continuada, no âmbito do Curso de Docência no Ensino Superior, obrigatório para o docente em estágio probatório atendendo ao Programa de Atividades de Capacitação e Aperfeiçoamento Pedagógico (Artigo 4º da Resolução Consepe nº 24/2002) de docentes em Estágio Probatório da UFMT. Nos últimos cinco anos, consistiu em uma das atividades do curso a elaboração de um artigo voltado à prática docente, cuja coletânea resultou na publicação de quatro livros sobre as boas práticas da docência no ensino de graduação na UFMT.

Um aspecto que chama atenção nesta coletânea é que todos os capítulos refletem diferentes saberes, por vezes construídos em caminhos e experiências anteriores ao início da carreira docente na UFMT. Como nos outros livros da *Série Docência no Ensino Superior*, a base metodológica para a organização da obra se baseou nas áreas de avaliação recomendadas pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Os textos ora apresentados passaram por uma comissão de avaliadores que emitiram pareceres e indicaram sua publicação.

Este volume traz artigos de docentes de quatro subáreas que constituem duas Grandes Áreas – a de CIÊNCIAS EXATAS e da TERRA –, onde

constam artigos nas áreas de Matemática, Probabilidade e Estatística, Física, Química, Geociências e Engenharias.

Os capítulos tratam de temáticas ligadas ao ensino, pesquisa e extensão, tripé que sustenta a universidade, e inovação. Algumas vezes, trazem reflexões sobre a própria práxis docente e o contexto em que são formados os futuros profissionais. Há descrição de experiências no ensino, no qual o docente relata as dificuldades encontradas no processo de formação e reflete sobre sua ação pedagógica, no redimensionamento dos elementos constitutivos da profissão de escolha e saberes docentes já existentes. Em outro texto, constam reflexões pedagógicas sobre o ensino de Cálculo Diferencial e Integral nos cursos de Engenharia Civil e Engenharia Elétrica. Encontramos um texto com relatos de experiências sobre o trabalho de um docente com o ensino de física na graduação, após anos de vivência na pesquisa como físico experimental. O entendimento sobre a função do professor universitário na área de Ciências Exatas também foi um dos temas escolhidos.

Há no contexto geral do livro diferentes relatos de experiências mais específicos das áreas: vivências no processo de ensino-aprendizagem da matemática no ensino superior; avaliação dos efeitos do uso de antibióticos sobre o desempenho produtivo de frangos de corte criados sob estresse térmico crônico; estudo sobre metodologias baseadas em desenvolvimento de projetos de sistemas visando à aproximação da execução das práticas no ensino com a aplicação real no desenvolvimento de *software*; os trabalhos de campo como ferramenta didática para o ensino superior em Geologia, a partir dos quais mostram-se relatos dos desafios para realização dos mesmos e como se torna essencial que o docente busque sua expansão e aperfeiçoamento; o uso de simuladores computacionais didáticos como ferramentas auxiliares no ensino da engenharia elétrica, especificamente na área de sistemas de energia elétrica; a Taxonomia de Bloom revisada como ferramenta para facilitar o planejamento do processo de ensino e aprendizagem em um contexto de ensino de Engenharia.

Esta publicação apresenta reflexões importantes sobre os altos índices de reprovação nas disciplinas de cálculo ofertadas pela universidade, trazendo a pesquisa para o contexto da sala de aula, como forma de apontar possíveis soluções para a melhoria desses índices perante a atual realidade. Há um artigo que aborda a importância

da relação professor-aluno, no sentido de como o professor pode influenciar o aluno tanto na sua formação acadêmica, como pessoa e cidadão. A questão referente à relação professor-aluno é contemplada nesta coletânea: são demonstrados aspectos relativos à importância de uma formação pedagógica inicial para os professores universitários; em contraponto um dos artigos traz reflexões sobre as dificuldades enfrentadas pelos docentes universitários sem formação pedagógica. Abordam-se ainda reflexões docentes sobre a necessidade da criação de um curso que atenda às necessidades regionais sob os aspectos: nacional, regional e local, coerente com a política de Expansão da Educação Superior e Profissional e Tecnológica.

No que concerne a avaliação, há reflexões sobre a prática da mesma nos cursos de graduação, com proposições de forma a melhorar a eficácia do processo didático nas disciplinas teóricas do curso de Licenciatura e Bacharelado em Física, com ênfase nos aspectos emocionais e cognitivos nas diversas metodologias usada pelos professores, com o propósito de que os estudantes melhorem sua atitude em relação aos estudos e possam compreender com mais facilidade os diversos temas. Sobre a temática há formulações sobre o processo avaliativo das disciplinas de estatística, comparando diferentes formas de avaliação de aprendizagem com relato de alguns aspectos fundamentais para a experiência da atividade docente no superior.

É imperativo ressaltar a preocupação dos docentes quanto à aprendizagem dos estudantes, como nos artigos onde se identificam as possíveis aplicações de ferramentas disponíveis para o desenvolvimento da Pesquisa Operacional na Engenharia Sanitária e Ambiental; e no relato da análise do desempenho dos estudantes do curso de Engenharia Mecânica. Vem à tona, também, a importância da utilização das redes sociais como instrumento do processo de ensino-aprendizagem e uma pesquisa sobre a possibilidade de diferenças no desempenho dos discentes em decorrência do número de estudantes. Ao considerar a contemporaneidade, encontra-se uma discussão acerca do ensino do desenho técnico nos cursos de Engenharia em plena Era Digital. Nesse mesmo texto, apontam-se alguns desafios e alternativas com o objetivo de colaborar efetivamente para a aprendizagem dos estudantes, discorrendo sobre a importância da formação de engenheiros sobre a ótica da universidade pública brasileira e do atual processo de produção de conhecimento.

Ao percorrer estas páginas, o leitor poderá identificar marcas de uma experiência realizada na UFMT – curso de Docência no Ensino Superior –, um espaço de reflexões, interações, aprendizagens e construções de novos saberes sobre a docência na universidade. Em suma, poderá refletir sobre diferentes práticas, perspectivas, contextos e desafios da docência no ensino de graduação.

Débora Pedrotti Mansilla
Edna Lopes Hardoim
Irene Cristina de Mello

Uma breve discussão sobre os índices de reprovação nas disciplinas de cálculo na UFMT-Sinop

Eberson Paulo Trevisan
Heber Ferreira Mafra

A ideia para realização desse trabalho surgiu durante a realização do curso "Docência no Ensino superior" oferecido pela Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), realizado em fevereiro de 2012. Durante o curso fomos instigados a refletir e escrever sobre alguma temática relacionada à docência na graduação. Sendo os dois professores da área de matemática da UFMT no campus universitário de Sinop, recém-chegados, que iniciaram suas atividades no campus no primeiro semestre letivo de 2011, ambos tendo a oportunidade de trabalhar com as disciplinas de cálculo diferencial e integral nos cursos ali ofertados, observamos que em nossas conversas informais de corredor sempre surgia um problema comum, os altos índices de reprovação nessas disciplinas.

Frente a essa questão, resolvemos então refletir um pouco sobre esse fato e, para tal, procuramos levantar os índices de reprovação das disciplinas de Cálculo I e Cálculo II dos cursos de nosso campus e comparar com alguns resultados e trabalhos publicados nessa área, para, a partir de então, buscar propor algumas possíveis soluções para melhoria do atual quadro.

A disposição do cálculo nos cursos oferecidos no campus de Sinop

Uma das ferramentas mais efetivas e poderosas para a compreensão das leis que regem a natureza e o universo é a matemática. O cálculo diferencial e integral é uma parte fundamental da matemática e assim sendo encontra-se presente em quase todas as grades curriculares dos cursos de engenharias, física, química, matemática, computação entre outros. Assim sendo, não poderia estar de fora da grade curricular dos cursos oferecidos na UFMT campus de Sinop.

Atualmente o campus universitário de Sinop oferece 8 cursos de graduação, sendo 2 no período noturno, a saber, Farmácia e Licenciatura em Ciências Naturais e Matemática, esse último ofertando 3 habilitações: Química, Física e Matemática. E 6 no período diurno, a saber, Enfermagem, Medicina Veterinária, Zootecnia, Agronomia, Engenharia Florestal e Engenharia Agrícola e Ambiental. Desses 6, os 3 últimos apresentam em suas matrizes curriculares as disciplinas de Cálculo I e Cálculo II.

As disciplinas de Cálculo I dos cursos do período diurno são ofertadas aos alunos no primeiro semestre de cada curso, assim sendo não têm pré-requisitos. Já a disciplina de Cálculo II é ofertada no segundo semestre de cada curso, e traz como pré-requisito ter cursado e ter sido aprovado em Cálculo I.

Nestes cursos, as disciplinas de Cálculo I e II comungam da mesma ementa e carga horária, sendo a ementa para essas disciplinas:

- CÁLCULO I (Carga Horária: 60 horas);
- Ementa: Revisão de Matemática: Conjunto dos Números Reais, Valor Absoluto, Expoentes, Radicais, Polinômios e Frações. Funções elementares. Limite e continuidade de funções. Derivadas. Aplicações da Derivada;
- CÁLCULO II (Carga Horária: 60 horas);
- Ementa: Antiderivadas e Integrais Indefinidas. Área e o Teorema Fundamental do Cálculo. Técnicas de integração. Aplicações da Integral (Resolução CONSEPE n. 194, de 30 de novembro de 2009).

Além das ementas comuns, ~~o~~ Cálculo I e II desses três cursos têm o mesmo código de registro no sistema acadêmico, o que permite que os alunos, em especial os reprovados em alguma matéria, possam matricular-se nas disciplinas em qualquer um dos cursos, fazendo com que os alunos tenham a oportunidade de cursar o maior número possível de disciplinas sem choques de horário.

O curso de Licenciatura em Ciências Naturais, ofertado no noturno, nas habilitações de física, química e matemática também possui em sua grade curricular as disciplinas de Cálculo I e II. Esse curso, diferente dos demais, está organizado no regime anual com entrada de alunos apenas uma vez ao ano, apesar de as disciplinas estarem organizadas em 8 módulos (semestres). O Cálculo I é ofertado no Módulo III e o Cálculo

II é ofertado no Módulo IV (as disciplinas de Cálculo I e II são ofertadas alternadamente no primeiro e segundo semestre de cada ano letivo).

Apesar de trazerem os mesmos nomes das disciplinas de cálculo ofertadas no diurno, o ementário, carga horária e código de registro no sistema acadêmico são distintos. A saber:

- CÁLCULO I (Carga horária: 50 horas);
- Ementa: O Método dos Limites: conceito de infinitésimo e de Limite; O problema da continuidade. O conceito de continuidade e a evolução do cálculo. Derivada e aplicações: Conceito de derivada; técnicas de derivação; máximo e mínimo;
- CÁLCULO II (Carga horária: 45 horas);
- Ementa: Integrais definidas e indefinidas, técnicas de integração, cálculo de área, cálculo de volume; Equações Diferenciais Ordinárias. (Resolução CONSEPE N.º 29, de 03 de maio de 2010).

Essa distinção entre as matérias de cálculo ofertadas no diurno e noturno faz com que os alunos do noturno não possam matricular-se[1] nas disciplinas do diurno e nem os do diurno cursarem essa disciplina nas turmas do noturno.

A reprovação nos cursos de cálculo

O problema dos altos índices de reprovação nas disciplinas de cálculo diferencial e integral não é um problema particular da nossa universidade, pelo contrário, conforme destacado em Lopes (1999), esse é um problema encontrado em praticamente todas as universidades do nosso país.

Uma das principais dificuldades para a aprendizagem dessas disciplinas, e que contribui diretamente para esses altos índices de reprovação, é conforme apontado por vários pesquisadores como Cury (2005), Lopes (1999), Filho et al. (2007) e Finazzi et al. (2011) a pouca base matemática com que os alunos têm chegado a universidade. De maneira geral, os problemas de ensino e aprendizagem de matemática em geral, conforme Frescki e Pigato (2009, p. 911), “vêm se acumulando no decorrer de todo o ensino básico, culminando no ensino superior”.

1 Tal matrícula pode ocorrer esporadicamente mediante solicitação e autorização do colegiado de cada curso.

Para evidenciar essa relação íntima entre falta de base matemática no ensino básico e reprovação em cálculo, Lopes (1999) desenvolveu uma análise das notas na prova de matemática do vestibular de 1995, atribuídas a um total de 428 alunos ingressantes dos cursos que têm cálculo na grade, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), e posteriormente cruzou esses dados com o resultado alcançado pelos alunos durante o curso de cálculo.

Segundo o autor, para não ser eliminado no vestibular da UFRGS, o aluno deveria acertar no mínimo 9 das 35 questões de matemática que compunham essa prova. Os alunos durante o curso de cálculo eram avaliados, e ao final do processo atribuía-se conceitos A, B, C, D e FF, do quais, para ser considerado aprovado, o aluno deveria obter A, B ou C.

Cruzando os dados das notas de matemática do vestibular com os conceitos tirados em cálculo, Lopes (1999, p. 129) estabelece que: "os alunos com nota entre 31 e 35 acertos no vestibular tem probabilidade nula de rodar e 60 por cento de chance de tirar A". Ele estabelece ainda que nenhum outro grupo com menos acerto tem chance maior de tirar conceito A. Além disso, o autor (1999, p. 129) aponta ainda que: "alunos com nota entre 9 e 10 acertos no vestibular tem 75 por cento de chance de rodar e possibilidade nula de tirar A".

Note que esses dados estabelecem uma relação entre a nota de matemática do aluno no vestibular, nota essa que depende em tese apenas dos conhecimentos adquiridos durante a formação básica, e seu desempenho frente às disciplinas de cálculo durante o ensino superior.

Para de fato fechar essa relação, Lopes (1999) cruzou os dados de reprovação do ano de 1997, dos alunos que já fizeram uma vez a disciplina de Cálculo II, com os que estavam fazendo pela primeira vez, e constatou que dos 289 alunos que já cursaram a disciplina, 56,75% reprovaram novamente, enquanto dos 236 alunos que cursaram a disciplina pela primeira vez, 25,86% reprovaram.

Esperava-se que os alunos que já reprovaram uma vez tivessem maior chance de passar do que os que estavam fazendo pela primeira vez. Conforme os dados acima, não foi isso que ocorreu; o que reforçou a tese de que a reprovação em cálculo não estaria atrelada à forma como a disciplina é ensinada na universidade, mas sim à falta de conhecimento prévio de matemática com o qual os alunos estão chegando à universidade.

Considerações sobre a reprovação em cálculo na UFMT campus de Sinop

A partir dos dados dos diários de classe dos professores que trabalharam Cálculo I e II no ano de 2011 em nosso campus, mapeamos os números da reprovação nessas disciplinas nos cursos do diurno, os quais são apresentados na Tabela 1, abaixo. Vale ressaltar que estamos aqui considerando reprovados os alunos que reprovaram por média e por média e falta.

Tabela 1 – Percentual de aprovados e reprovados em Cálculo I e II no ano de 2011 nos cursos do período diurno

CURSOS	SITUAÇÃO	Cálculo I (%)		Cálculo II (%)		Total
		2011/1	2011/2	2011/1	2011/2	
Agronomia	Aprovados	31,1	39,0	56,8	40,5	41,9
	Reprovados	68,9	61,0	43,2	59,5	58,1
Engenharia Florestal	Aprovados	36,7	38,0	63,3	47,1	46,3
	Reprovados	63,3	62,0	36,7	52,9	53,7
Eng. Agrícola e Ambiental	Aprovados	59,6	23,6	65,6	53,7	50,5
	Reprovados	40,4	76,4	34,4	46,3	49,5
Percentual Geral Aprovação		38,0		54,5		46,2
Percentual Geral Reprovação		62,0		45,5		53,8

Fonte: ?

Como podemos observar na tabela, no ano de 2011 o Cálculo I apresentou índices de reprovação maiores do que o Cálculo II em todos os cursos e semestres observados. Acreditamos que isso ocorra principalmente pelo fato do Cálculo II ter como pré-requisito o Cálculo I, ou seja, de certa forma, quem vai cursar o Cálculo II já possui certa maturidade matemática adquirida no Cálculo I.

O que chama a atenção também é que, de maneira geral, apenas 38% dos alunos matriculados em Cálculo I foram aprovados, o que representa um número bem baixo. A tabela também nos mostra que o curso de Engenharia Agrícola e Ambiental (EAA) foi o único a obter mais aprovados que reprovados em Cálculo I no primeiro semestre de 2011.

Essa alta variação dos índices de aprovação e reprovação que ocorreram de um semestre para o outro na disciplina de Cálculo I do curso de EAA, levou-nos a uma pequena investigação na tentativa de justificar esses dados. Fomos informados que até 2011/1 o curso oferecia a seus ingressantes e alunos que haviam reprovado em Cálculo I ou geometria analítica e álgebra linear, via extensão universitária, um curso de matemática básica oferecida por professores da EAA.

Em contato com o professor responsável pela proposta do curso, tivemos acesso ao relatório final desse projeto, o qual constata haver uma acentuada aprovação na disciplina de Cálculo I entre os concluintes do curso. Infelizmente em 2011/1 o projeto foi encerrado, note que nesse período tivemos 40,4% de reprovados e, no semestre seguinte, sem o curso de matemática básica sendo oferecido, a reprovação em EAA passou para 76,4%, o que reforça o fato de que a base matemática oferecida no ensino básico tem relação direta com a aprovação em cálculo no nível superior.

Para mapearmos os índices de reprovação do curso de Licenciatura em Ciências Naturais e Matemática (LCNM), tivemos que analisar os dados de 2010 e 2011, já que as disciplinas no curso são oferecidas anualmente. Os mesmos são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Percentual de aprovados e reprovados em Cálculo I e II em 2010 e 2011 do curso de LCNM

CURSOS	SITUAÇÃO	Cálculo I (%)		Cálculo II (%)		Total
		2010/1	2011/1	2010/2	2011/2	
Ciências Naturais e Mat.	Aprovados	19,0	24,5	19,8	35,5	24,7
	Reprovados	81,0	75,5	80,2	64,5	75,3

Fonte: ?

Como podemos ver pela tabela, os índices de reprovados do curso de LCNM ofertado no noturno, são muito maiores que os apresentados pelos cursos ofertados no diurno, sendo que nos dois anos, mais de 75% dos alunos reprovaram em cálculo enquanto que no diurno esse índice de reprovação é de 53,8%.

Podemos constatar também que o Cálculo II do curso do noturno tem índice geral de reprovação maior que o de aprovação, em quanto no diurno o índice de aprovação geral em Cálculo II é maior que o de reprovação.

Acreditamos que um dos grandes fatores contribuintes para o alto índice de reprovação em Cálculo II no curso noturno é o fato de Cálculo I não ser pré-requisito para o Cálculo II, e como o Cálculo I é ofertado apenas uma vez a cada ano, o aluno que reprovou em Cálculo I acaba por se matricular no semestre seguinte em Cálculo II, já que o Cálculo I não é ofertado. Assim sendo, por não ter adquirido a maturidade matemática necessária no Cálculo I, acaba por reprovar novamente também no Cálculo II.

O que pode explicar a diferença existente entre os índices de reprovação de cálculo dos cursos do diurno e noturno é um fato já constatado por Lopes (1999), ao analisar as "notas de corte" do vestibular da UFRGS, UFMG e USP, e os índices de aprovação dos cursos que têm a disciplina de cálculo, o autor observa que, quanto maior a nota de corte, menor é o índice de reprovação em cálculo. Esse fato se justificaria porque, em teoria, quanto maior for a nota de corte, maior deverá ser o nível de conhecimento referente aos conteúdos estudados no ensino básico para a aprovação, ou seja, quanto maior for a nota de corte, mais preparados estariam os alunos selecionados.

A maior nota de corte[2] do vestibular (ENEM) para entrada em 2011 do curso LCNM foi da habilitação em química com 598,96 pontos, ficando a habilitação em matemática com 592,20 pontos e a habilitação em física com 589,48 pontos. Nos cursos do diurno a agronomia teve nota de corte 620,84 pontos, a engenharia florestal 629,84 pontos, e a engenharia agrícola e ambiental 623,56 pontos. Seguindo a justificativa de Lopes (1999), era mesmo de se esperar que houvesse mais reprovação no noturno que no diurno.

Focando nosso olhar sobre os reprovados em 2011/1 em Cálculo II nos cursos do diurno, e reprovados em 2010/2 do curso de Licenciatura do noturno, observamos caso a caso o que aconteceu com os mesmos no semestre seguinte em que a disciplina foi ofertada. Esses dados estão apresentados na Tabela 3.

2 Notas de corte disponíveis em http://www.ufmt.br/ingresso2011/?p=notas (acessado em 02 de maio de 2012).

Tabela 3 – Situação dos reprovados em CÁLCULO II em 2010/2 (Licenciatura) e 2011/1 (cursos do diurno) ao refazer a disciplina em 2011/2.

CURSOS	Rematriculados 2011/2 (%)	Aprovados (%)	Reprovados (%)
Agronomia	50,0	25,0	75,0
Eng. Floresta	54,5	40,0	60,0
Eng. Agrícola e Ambiental	91,7	54,5	45,5
Lic. em Ciências Naturais e Matemática	31,5	17,4	82,6
Total	56,9	34,2	65,8

Fonte: ?

Como podemos observar na tabela, a maioria dos alunos reprovados na disciplina em 2011/1 ou 2010/2 (licenciatura) reprovaram novamente quando refizeram a disciplina no semestre seguinte, reforçando o já constatado por Lopes (1999): o problema da reprovação tem ligação direta com a baixa maturidade matemática com que os alunos estão chegando ao ensino superior, e nem tanto com a forma com a qual o cálculo está sendo ensinado.

Essa relação fica ainda mais evidenciada quando observamos a Tabela 4. Nela procuramos relacionar o percentual de aprovação/reprovação com a nota obtida na prova de matemática e suas tecnologias no ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio). Para confecção dessa tabela, separamos os alunos ingressantes em 2011 em 3 classes de pontos a partir dos pontos obtidos na prova de matemática e suas tecnologias do ENEM, observamos então como esses alunos se saíram na disciplina de Cálculo I.

Tabela 4 – Relação entre as notas de matemática e suas tecnologias obtidas no ENEM 2011 e aprovação/reprovação na disciplina de Cálculo I.

CLASSES DE PONTOS	AGRONOMIA (%)			ENG. FLORESTAL (%)			ENG. AGRÍCOLA E AMBIENTAL (%)		
	(*)	Ap.	Rep.	(*)	Ap.	Rep.	(*)	Ap.	Rep.
Menor que 500 pontos	7,8	14,3	85,7	8,6	16,7	83,3	11,1	0	100
Entre 500 e 600 pontos	27,0	16,7	83,3	45,7	37,5	62,5	35,2	31,6	68,4
Acima de 600 pontos	65,2	34,5	65,5	45,7	68,8	31,2	53,7	79,3	20,7

A coluna (*) refere-se à porcentagem total de alunos em cada uma das 3 classes.

Fonte: ?

Como podemos observar, em todos os cursos da Tabela 4, quanto maior a nota dos alunos na prova de matemática e suas tecnologias do ENEM, menor a porcentagem de reprovação. O que chama a atenção ainda, é que com menos de 500 pontos na prova, a aprovação não passa de 18%, chagando a ser 0% no curso de EAA.

Essa constatação relacionada com a nota na prova de matemática e a aprovação na disciplina de Cálculo I mostram o quanto é importante a matemática aprendida no ensino básico frente à disciplina de Cálculo I na universidade. Como contrapartida, temos que se os alunos chegam à universidade com baixo nível de conhecimento de matemática básica (a Tabela 4 sugere que quase 50% atingem notas inferiores a 600 pontos no ENEM, classes onde temos maior reprovação), é de se esperar que os alunos não consigam progredir com facilidade em seus estudos nessa disciplina.

Considerações

Com base nas análises realizadas e demonstradas, foi possível confirmar uma constatação obtida logo após o primeiro semestre de trabalho na UFMT campus universitário de Sinop, observação essa que diz respeito ao alto índice de reprovação nas disciplinas de cálculo dessa instituição. A partir das leituras realizadas, percebeu-se que esse não é um problema particular do campus de Sinop, já que a maioria das universidades brasileiras apresentam quadros de reprovações elevados quando as disciplinas se referem a cálculo.

Foi possível constatar também que há um indicativo em algumas literaturas apontando que uma das possíveis causas desse problema diz respeito ao baixo nível de maturidade matemática com que os alunos têm chegado ao ensino superior. Buscou-se, a partir daí, evidenciar se os dados relativos ao campus de Sinop também apontam para esse fato, e como pudemos comprovar, isso parece de fato ser uma das principais causas desse problema.

Assim sendo, o problema da falta de base de matemática básica existe no meio acadêmico da UFMT / Sinop e, talvez antes mesmo de apenas perguntar de quem é a culpa, deveríamos nos preocupar com o que fazer para resolvê-lo no âmbito acadêmico, já que esse problema traz consequências negativas para a universidade e não é possível devolvê-lo para a escola básica (o que também não seria a solução).

Ao analisar os ementários das disciplinas de Cálculo I dos cursos do diurno destacados na primeira seção desse trabalho, Verifica-se a preocupação em lidar com esse problema por meio da abordagem de alguns elementos de matemática básica necessários para uma boa compreensão dos tópicos tipicamente de cálculo. A pergunta então seria: por que os alunos ainda continuam a reprovar em Cálculo I?

Uma possível resposta para essa pergunta pode estar na carga horária da disciplina, pois devemos convir que 60 horas/aulas para se trabalhar os tópicos de cálculo propriamente dito já parecem ser poucas, assim acaba por "sobrar" pouco tempo para essa chamada revisão. Geralmente é subentendido que os alunos que ali estão devem ter trazido isso de "bagagem" do ensino básico; no entanto, parece não ser bem isso que vem acontecendo.

De maneira contrária, o Cálculo I ofertado aos alunos da LCNM no noturno, não traz em seu ementário revisão de matemática, contudo no primeiro semestre do curso os alunos têm uma disciplina chamada números e funções onde essa matemática básica é trabalhada. Porém, como esse curso não tem pré-requisitos, muitos alunos que reprovam nessa disciplina se matriculam em Cálculo I. Analisando os casos dos alunos que reprovaram em números e funções em 2010/1 e se matricularam em Cálculo I em 2011/1 temos que apenas 4,8% foram aprovados em Cálculo I, enquanto 95,2% foram reprovados. Entre os que foram aprovados em Números e funções em 2010/1 e se matricularam em Cálculo I em 2011/1, 58,1% foram aprovados e 41,9% reprovados.

Esses dados deixam claro a importância de se estabelecer a disciplina de números e funções como pré-requisito para o Cálculo I no curso de licenciatura em ciências naturais e matemática ofertado no noturno, além é claro de reforçar mais uma vez a importância da matemática básica frente à aprovação em cálculo.

A UFMT, de maneira geral, já tem implantado programas que visam sanar essas dificuldades em matemática básica, como é o caso das tutorias e das próprias monitorias, como podemos ver em Finazzi et al. (2011) ao falar sobre o programa de tutoria:

> Tendo em vista a multiplicidade de dificuldades apresentadas por parte dos ingressantes nos cursos de exatas da UFMT e a necessidade de promo-

> ver progresso em suas aprendizagens, busca-se propiciar a recuperação dos conhecimentos adquiridos no ensino médio através de programas institucionais que promovam o sucesso acadêmico. De tal modo o programa de tutoria visa o nivelamento intelectual entre os ingressantes, suprindo as deficiências de aprendizagem na área de matemática básica. (FINAZZI et al., p. 1)

Os programas já buscam dar suporte justamente ao problema da falta de base; porém, o que temos visto na universidade é a baixa participação dos alunos nesses programas (não obrigatórios), acreditamos que falta-lhes a consciência de que isso é de fato relevante para seus estudos, afinal de contas, às vezes é difícil para o aluno chegar ao ensino superior e se conscientizar que necessita de ajuda na matemática básica para não vir a reprovar em uma disciplina, e às vezes quando o mesmo percebe isso já está reprovado.

A divulgação da influência da falta de matemática básica na reprovação em cálculo pode também servir como estímulo aos alunos para procurarem com mais ênfase esses programas, motivo pelo qual se pretende socializar esse pequeno estudo junto à comunidade acadêmica nos eventos internos, como a semana acadêmica da UFMT.

Uma alternativa para ajudar a solucionar o problema seria a implantação dos chamados cursos de nivelamento, ou pré-cálculo como também são conhecidos. Segundo Frescki e Pigato (2009) e Lopes (1999), tal tipo de curso tem se mostrado eficiente em algumas universidades diante de dificuldades semelhantes envolvendo a reprovação. O objetivo principal desses cursos é fazer uma revisão aprofundada dos tópicos de matemática básica do ensino fundamental e médio necessários para uma boa compreensão sobre cálculo.

O ideal seria que esses cursos fossem incorporados à grade de cada curso, justamente para não ocorrer o problema da falta de participação como às vezes se vê nas tutorias e monitorias. Por outro lado, tal iniciativa poderia acarretar um velho e conhecido problema das universidades: a falta de professores para trabalhar com essas novas disciplinas.

Contudo, atualmente a universidade já tem tido gastos a mais com a contratação de professores justamente por causa da grande reprovação nessas disciplinas, já que a grande maioria dos alunos reprovados não tem conseguido se matricular novamente nas disciplinas de Cálculo I. Isso porque todo semestre temos a entrada de 50 novos alunos nos cursos do diurno e as salas só comportam 60 alunos, ou seja, só temos vagas para "abrigar" 10 alunos reprovados, o que é muito abaixo dos números registrados. Além disso, a prioridade para essas 10 vagas não são os alunos reprovados, mas os alunos transferidos de outros cursos.

Assim para resolver esse problema, a universidade tem aberto turmas especiais[3] de Cálculo I, oferecendo 20 vagas para cada curso (Agronomia, Eng. Florestal e Eng. Agrícola e Ambiental), as quais já estão sendo poucas, sem contar com as turmas especiais, que também tem sido oferecido nos mesmos moldes, para a disciplina de álgebra linear e geometria analítica, que também concentra um grande percentual de reprovados. Vale ressaltar que o curso de Licenciatura não tem oferecido turmas especiais, no entanto, tem aberto turmas com mais de 100 alunos matriculados.

O curso de nivelamento poderia ajudar substancialmente também os alunos da disciplina de álgebra linear a geometria analítica, pois provavelmente o problema ali também diz respeito a falta de base matemática do ensino fundamental e médio. De maneira geral, acreditamos ser necessário implantar ações que ataquem o problema na raiz, como é o caso do curso de nivelamento, e não tentar remediar um problema já diagnosticado com ações esporádicas como as turmas especiais.

Outra alternativa seria a oferta desses cursos de nivelamento via curso extensão, que conforme mencionamos anteriormente, já foram aplicados no curso de Engenharia Agrícola e Ambiental e demonstraram um bom resultado com a elevação da aprovação do curso durante sua execução.

Temos a consciência de que alguma atitude concreta deve ser tomada em relação a esse problema, ou caso contrário continuaremos a ver esse aglomerado de reprovados em Cálculo I e, de certa forma, também em Cálculo II sendo impedidos de progredirem em seus estu-

3 Há pelo menos 3 semestres seguidos vem sendo oferecido turmas especiais, 2011/1, 2011/2 e 2012/1.

dos, de certa forma, por grande culpa da falta de estrutura do ensino básico que permite aos mesmos chegarem ao ensino superior sem a devida base necessária.

Referências

CURY, H. N. Aprendizagem em Cálculo: uma experiência com avaliação formativa. *In*: CONGRESSO NACIONAL DE MATEMÁTICA APLICADA E COMPUTACIONAL, 2005, Santo Amaro, SP. Disponível em: http://www.sbmac.org.br/eventos/cnmac/cd_xxviii_cnmac/resumos%20estendidos/helena_cury_SE1.pdf. Acesso em: 12 mar. 2012.

FINAZZI, A. P.; SANTOS, E. T.; OKAJIMA, J. V. Curso de reforço de matemática básica do ensino médio para alunos ingressantes nos cursos de exatas da UFMT. *In*: SEGUNDA SEMANA ACADÊMICA DA UFMT, 2011, Cuiabá, MT. CD-ROM.

FILHO, R. L. L.; MOTEJUNAS, P. R.; HIPÓLITO, O.; LOBO, M. B. C. M. A Evasão no Ensino Superior Brasileiro. **Cadernos de Pesquisa**, v. 37 n. 132, p.641-659, set./dez. 2007.

FRESCKI, F. B.; PIGATO P. Dificuldades na Aprendizagem de Cálculo Diferencial e Integral na Educação Tecnológica: Proposta de um Curso de Nivelamento. *In*: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA, 1, 2009, Ponta Grossa, PR. Disponível em: http://www.pg.utfpr.edu.br/sinect/anais/artigos/10%20Ensinodematematica/Ensinodematematica_artigo6.pdf. Acesso em: 10 mar. 2012.

LOPES. A. Algumas reflexões sobre a questão do alto índice de reprovação nos cursos de cálculo da UFRGS. **Sociedade Brasileira de Matemática**, Rio de Janeiro, n. 26/27, p.123-146, jun./dez. 1999.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO (UFMT). Conselho de Ensino, Pesquisa e Extensão. **Resolução nº 194/2009**, **de 30 de novembro de 2009**. Aprova as alterações curriculares do Projeto Pedagógico do curso de graduação em Engenharia Florestal do Campus Universitário de Sinop. Cuiabá: Conselho de Ensino, Pesquisa e Extensão, 2009. Disponível em: http://sistemas.ufmt.br/ufmt.resolucao/FrmConsultarResolucao.aspx?pageIndex=&txtCriterio=&txtNumero=194&txtAno=2009&tipoUID=2. Acesso em: 04 de mar. 2012.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO (UFMT). Conselho de Ensino, Pesquisa e Extensão. **Resolução nº 29/2010, 03 de maio de 2010**. Aprova a estrutura curricular e o projeto pedagógico do curso de Licenciatura em Ciências Naturais e Matemática - habilitação em Matemática - Campus Universitário de Sinop. Cuiabá: Conselho de Ensino, Pesquisa e Extensão, 2009. Disponível em: http://sistemas.ufmt.br/ufmt.resolucao/FrmConsultarResolucao.aspx?pageIndex=&-txtCriterio=&txtNumero=29&txtAno=2010&tipoUID=2. Acesso em: 03 de mar. 2012.

Características do bom professor e sua influência na formação do aluno

Sunamita Souza Silva

Segundo pesquisa[4] feita por dois economistas, Raj Chetty e John Friedman da Universidade de Harvard e Jonah Rockoff da Universidade de Columbia, para avaliar o desempenho dos estudantes em teste padronizados (como o Enem), foram coletados dados sobre seus professores, pais e empregadores e sua vida escolar e profissional ao longo de 20 anos (1989 a 2009). Aplicando várias técnicas estatísticas aos dados coletados chegaram às seguintes conclusões:

a. Se o estudante teve bons professores, é mais provável que ele entre numa faculdade qualquer, é mais provável também que ele entre numa boa faculdade, ganhe salários maiores, viva num bairro mais rico, e poupe mais para a aposentadoria.
b. Quando um bom professor muda de escola, seus novos alunos passam a tirar notas maiores nos testes padronizados, e seus velhos alunos, notas menores.
c. Ao contrário, quando um mau professor muda de escola, seus novos alunos passam a tirar notas menores, e seus velhos alunos, notas maiores.
d. Se o estudante tem a sorte de ter um bom professor, a probabilidade de que ele entre numa faculdade aumenta 0,5 pontos porcentuais por ano de convivência com o tal professor.

Os resultados obtidos mostram a influência que um professor causa em um aluno, sejam positivas ou negativas. Tais influências podem ser notadas tanto na avaliação da aprendizagem na vida acadêmica como na vida profissional.

---

4 CHETTY, R.; FRIEDMAN, J. N.; ROCKOFF, J. E. *The long-term impacts of teachers*: teacher value-added and student outcomes in adulthood. NBER Working Paper No. 17699, National Bureau of Economic Research, 2011. Disponível em: http://www.nber.org/papers/w17699. Acesso em: 28 mar. 2014.

Uma pequena receita

Será que existe um algoritmo para ser um bom professor? A resposta é bem simples: não. Definir como seria um professor ideal não é tarefa fácil, isto porque tal definição envolve necessariamente elementos subjetivos, o que implica dizer que um aluno pode considerar determinado professor como excelente, enquanto outro aluno não o vê da mesma maneira. Assim, a caracterização do que vem a ser um bom professor envolve um julgamento de valor de caráter subjetivo.

Existem teorias que auxiliam o professor para um bom desempenho da sua profissão. No entanto não existe nada melhor e mais concreto do que a experiência do próprio professor em sala de aula. Discutiremos alguns pontos importantes que podem facilitar ou até mesmo melhorar o contato entre o professor e o aluno. Afinal, aptidão para ensinar a matéria não depende apenas do domínio do conteúdo. O saber é importante, mas há inúmeros pontos que fazem do professor, um profissional de qualidade.

O bom professor tem uma formação de qualidade

Não é apenas dominar o conteúdo que será ensinado, mas saber a melhor maneira de passar esse conteúdo. É essencial uma boa formação inicial, uma carreira com prática orientada, supervisionada por gestores e professores mais experientes, o período probatório deve servir não apenas para avaliá-lo, mas principalmente ser encarado como um momento de adaptação e conhecimento da prática, que sem dúvida é o espaço mais formador.

O bom professor não para de estudar

A ininterrupta formação do professor é um dos fatores essenciais para se ter um profissional de qualidade. “É importante ter interesse em novas metodologias, estar sempre atualizado e buscar a própria superação.

O bom professor é didático

Todo aluno é capaz de aprender. E todo professor deve ser capaz de ensiná-lo. De nada adianta um profissional cursar a melhor faculdade, mas não ter didática, paciência e sensibilidade para respeitar

o tempo e as diferenças de cada aluno. É preciso entender que cada aluno é diferente do outro e procurar encontrar maneiras para que todos tenham a possibilidade de assimilar o conteúdo que foi proposto.

O bom professor motiva e inspira seus alunos

Uma relação positiva entre o docente e o estudante faz toda a diferença no aprendizado. Sentir-se confortável e seguro diante do professor é estimulante para qualquer um. Um aluno motivado aprende mais e produz melhores resultados do que um aluno sem motivações.

O bom professor *entra* na realidade do aluno

Para que o aluno se identifique com o professor, é preciso que este conheça sua realidade. É importante que o professor entenda que está trabalhando com pessoas e não com objetos. Pessoas as quais que passam por problemas e dificuldades, que influenciam no aprendizado do aluno.

O bom professor estimula a curiosidade

A curiosidade impulsiona o conhecimento, já que instigados por um determinado assunto, os alunos passam a se interessar mais, buscar novas informações e tirar dúvidas, o que promove o debate e beneficia a aprendizagem. O bom professor não intimida os alunos, mas os deixa a vontade para que possam expressar suas dúvidas e opiniões.

O bom professor está disponível

Limitar-se à grade curricular é o pior erro que um professor pode cometer. É preciso ter disponibilidade para atender os alunos fora da sala de aula, visto que o tempo em sala na maioria das vezes é insuficiente para acompanhar individualmente os alunos que apresentam uma maior dificuldade para a compreensão dos assuntos abordados.

O bom professor é valorizado

Docentes que trabalham em condições corretas consequentemente conseguem transmitir o conteúdo de forma produtiva aos alunos. É importante que as instituições de ensino promovam ações para que

seus profissionais se sintam motivados em exercer a sua profissão com sua capacidade máxima.

Como identificar o bom professor

O bom professor não é um professor hábil na formação cognitiva dos alunos, mas em educação em valores. Nada impede que o bom professor seja exigente e rigoroso no cumprimento de suas obrigações de ensinar. O diferencial do bom professor é que, após anos de estudos e de formação acadêmica, alcançou alto grau de proficiência. Torna-se eficiente no ensinar, competente em fazer aprender e hábil na relação interpessoal. Os bons professores nunca perdem a ternura mesmo na hora de disciplinar por amor à pedagogia.

O professor nada mais é que um facilitador da aprendizagem. O bom professor ensina os alunos, mais do que compreender as coisas, ensina também a compreender as pessoas. O professor deve entender que não está formando apenas um bom profissional, mas contribui de forma significativa na formação de um cidadão.

A empatia que o docente cria com os alunos nasce frequentemente de momentos mais descontraídos na sala de aula e por vezes de conversas que nada têm a ver propriamente com as aulas. É uma estratégia para chegar perto dos alunos. Contudo, não é forçosamente a forma ideal de controlar uma turma. É preciso que o docente crie uma relação de amizade com os alunos. Isto não significa ser um professor "bonzinho", mas sim ser um professor que entenda os problemas dos alunos, que se coloque no lugar dele. É necessário que o professor saiba diagnosticar que o aluno não está nos seus melhores dias e tente ajudar da melhor maneira possível.

O bom professor deve ser aquele que estimula a curiosidade, é questionador – não para humilhar o aluno e mostrar que ele é o detentor do saber, mas para dar condições de o aluno refletir sobre os temas abordados na sala de aula, levando-o às suas próprias descobertas.

O bom professor é aquele que não se preocupa em ser conteudista, mas que promove a circulação do conhecimento, que estimula a curiosidade, que proporciona a reflexão, abrindo espaço para o diálogo saudável, para a troca de informações, propondo que o aluno deixe sua opinião – as informações que já tem sobre algum assunto.

Com isso, permite-se que os alunos cresçam enquanto pessoas e enquanto profissionais. Que sintam as necessidades do mundo, de que somos responsáveis para a criação de um mundo melhor, para que as coisas aconteçam de forma organizada e planejada, visando o crescimento social.

Dessa forma, o bom professor deve perceber que o ensino está voltado para o lado profissional sim, mas também para o lado social, humanista, e que no exercício da profissão, terá que ser responsável para progredir no mundo do trabalho.

Professor x aluno

A principal dificuldade para muitos professores é justamente estabelecer uma relação interpessoal com os alunos, pois o fazendo, o professor tem que se despir de todo o preconceito com a diferença de conhecimentos entre ele e o aluno, fato este que o coloca num pedestal, e assim dificulta o entendimento das dificuldades encontradas por seus alunos.

Muitos professores não possuem uma boa relação interpessoal com os alunos, por medo de perder o respeito dos mesmos. Confundem muitas vezes o respeito com o medo, criando assim uma distância entre professor e aluno. Há professores que, por medo, ignorância ou arrogância, deixam de lado a aprendizagem afetiva, colocando em prática somente a pedagogia tradicional na qual o aluno é visto como uma folha em branco, pronta para ser preenchida. Nesse método, não há trocas. Não há críticas. Não há crescimento. Há plateia. Há ouvintes. Há fã-clube. Contudo, não é esse tipo de relacionamento, unilateral, que se deseja para os alunos. Não é dessa forma que se ajuda alguém a contestar, a ter o direito a não concordar com as coisas, ou até de concordar, criticamente, com o assunto apresentado.

Não é possível educar sem dialogar. É importante que o aluno se sinta tratado como pessoa, e não simplesmente como mais um. É importante que o aluno se sinta a vontade para questionar ou expor suas ideias, buscando assim, um melhor relacionamento, o professor será tratado com respeito e como educador, dando oportunidade ao diálogo. Segundo Gadotti,

> [...] o educador para pôr em prática o diálogo, não deve colocar-se na posição de detentor do saber, deve antes, colocar-se na posição de quem não sabe tudo, reconhecendo que mesmo um analfabeto é portador do conhecimento mais importante: o da vida. (GADOTTI, 1999, p. 2).

Paulo Freire enfatiza as características do professor que envolve afetivamente seus alunos afirmando que:

> O bom professor é o que consegue, enquanto fala, trazer o aluno até a intimidade do movimento do seu pensamento. Sua aula é assim um desafio e não uma cantiga de ninar. Seus alunos cansam, não dormem. Cansam porque acompanham as idas e vindas de seu pensamento, surpreendem suas pausas, suas dúvidas, suas incertezas. [...] O professor autoritário, o professor licencioso, o professor competente, sério, o professor incompetente, irresponsável, o professor amoroso da vida e das gentes, o professor mal amado, sempre com raiva do mundo e das pessoas, frio, burocrático, racionalista, nenhum deles passa pelos alunos sem deixar sua marca (FREIRE, 1996, p. 96).

Logo, a relação entre professor e aluno depende, fundamentalmente, do clima estabelecido pelo professor, da relação empática com seus alunos, da capacidade de ouvir, refletir e discutir o nível de compreensão dos alunos e da criação das pontes entre o seu conhecimento e o deles.

Professor x sociedade

A escola ou universidade é um espaço de convivência de uma multiplicidade de significações sociais produzidas pelos atores que direta ou indiretamente se envolvem no sistema educacional, quais sejam: pais, professores, alunos, profissionais diversos, gestores públicos, intelectuais, etc. Nela o aluno passa grande parte do seu dia, então é impossível que essa convivência não influencie o comportamento e

atitude deles. Somos moldados pelo ambiente em que vivemos. Então é preciso tomar cuidado nas ações que um professor executa, pois estão sendo observadas pelos alunos e essas ações muitas vezes são copiadas. Pode ser observado que muitas vezes os professores reproduzem hábitos que viram de seus antigos educadores.

Não é nenhuma novidade dizer que a educação é um dos mais importantes instrumentos de modificações sociais, bem como impulsionador do desenvolvimento humano, com capacidade de transformar o homem num ser pensante, crítico, enfim, um cidadão pleno. Assim, a educação tem a finalidade de formar pessoas capazes de analisar, compreender, ser crítica e ter responsabilidade diante da sociedade e de levar avante tanto o progresso individual quanto social.

Os professores não só transformam a informação em conhecimento e em consciência crítica, mas também formam pessoas. O processo de formação de um indivíduo é contínuo e interminável. A cada dia mudamos. Não existe um indivíduo pronto. Sempre passamos por situações que mudam nossos conceitos e posição sobre determinado assunto. A sociedade espera que as escolas e universidades tenham maior comprometimento e amplitude no exercício de sua função social, cultural e educativa, de modo que contribua para a formação de cidadãos mais competentes e posicionados para o mercado de trabalho.

Para Luckesi (1994, p. 30), a educação dentro de uma sociedade não se manifesta como um fim em si mesma, mas sim como um instrumento de manutenção ou transformação social. Dentro deste contexto de reflexão e participação, as práticas educativas se posicionam como interseção do campo de conhecimento que norteia as representações do homem e da sociedade no qual querem a cada dia se efetivar.

Enfim, o professor tem um importante papel na construção da sociedade. Ele pode mostrar ao aluno o poder que boas atitudes geram. Pode ensinar além do conteúdo programático, ensinar como ser um bom cidadão, respeitar o próximo e expor ideias sem se impor.

Considerações

A afetividade influência de maneira significativa a forma pela qual os seres humanos resolvem os conflitos de natureza moral. O professor deve atentar-se para estimular situações de envolvimento com os alunos, de aproximação, de contato, além de dedicar todo um cuidado à sua apresentação. Ele não deve considerar-se como sujeito petrificado com a simples tarefa de transmitir conhecimentos para alunos-objetos, podendo desprover-se de quaisquer responsabilidades além do conteúdo. Os alunos que ali estão em suas aulas trazem mundos dentro de si, trazem seus históricos inconscientes, impulsos e forças reguladoras, além de forças identificatórias desejosas por encontrar referenciais a construir. São sujeitos e assim devem ser considerados, respeitados e ouvidos, além de alimentados por imagens positivas.

A relação entre professor e aluno se fortifica a partir do momento que o educador valoriza seu educando e se conscientiza de que também é aprendiz, vai interagir melhor nessa relação, criando uma confiança pôr parte do educando, que pôr sua vez perderá o medo, a insegurança e falta de interesse, e parceria, o comungar das ideias, será relevante para que a aprendizagem aconteça com êxito. A interação entre professor e aluno é fundamental no processo ensino-aprendizagem. A manutenção de um clima afetivo é fundamental. Com ele o aluno se sente confiante e não temeroso diante do professor.

O professor deverá valorizar seu aluno permitindo que o mesmo avance em sua jornada do aprender, onde ele construa e reconstrua, elabore e reelabore seu conhecimento de acordo com sua habilidade e seu ritmo.

Referências

ALVES, L. **Relacionamento professor x aluno.** Disponível em: http://educador.brasilescola.com/etica/relacionamento-professor-x-aluno.htm. Acesso em: 25 fev. 2012.

AMORIM, R. M. **Idealismo de docente do ensino superior.** Disponível em: http://www.artigonal.com/ensino-superior-artigos/idealismo-de--docente-do-ensino-superior-3304129.html. Acesso em: 25 fev. 2012.

BARROS, J. **Bom professor**. Disponível em: http://educador.brasilescola.com/orientacoes/bom-professor.htm. Acesso em: 25 fev. 2012.

CHETTY, R.; FRIEDMAN, J. N.; ROCKOFF, J. E. The long-term impacts of teachers: teacher value-added and student outcomes in adulthood. **NBER Working Paper**, Nr. 17699, National Bureau of Economic Research, 2011. Disponível em: http://www.nber.org/papers/w17699. Acesso em: 28 mar. 2014.

COMO identificar um mau professor. Disponível em: http://www.tutomania.com.br/artigo/como-identificar-um-mau-professor. Acesso em: 25 fev. 2012.

FREIRE P. **Pedagogia da indignação**. São Paulo: Unesp, 2000. p. 65.

LUCKESI, C. C. **Filosofia da educação**. São Paulo: Cortez, 1994. (Coleção Magistério. 2º grau. Série Formação do Professor).

GADOTTI, M. **Convite à leitura de Paulo Freire**. São Paulo: Scipione, 1999.

MIGUEZ, L. *et al.* **Habilidades do bom professor:** comparação das representações sociais de professores do primeiro e segundo segmentos do ensino fundamental sobre aspectos de sua prática profissional. Disponível em: http://www.vjirs.com.br/completos/VJIRS_0307_0277.pdf. Acesso em: 25 fev. 2012.

NOVAL, P. **Como ser um bom professor**. Disponível em: http://palnoval.blogspot.com/2006/06/como-ser-um-bom-professor.html. Acesso em: 25 fev. 2012.

NUNES, A. C. O.; OLIVEIRA, E. C. A. L. **Características do bom professor e sua influência na formação do aluno**. Disponível em: http://www.artigonal.com/ensino-superior-artigos/caracteristicas-do-bom--professor-e-sua-influencia-na-formacao-do-aluno-3971569.html. Acesso em: 25 fev. 2012.

RELAÇÃO professor/aluno na educação infantil. Disponível em: http://www.pedagogiaaopedaletra.com/posts/relacao-professoraluno-na-educacao-infantil/. Acesso em: 25 fev. 2012.

ROMANELLI, T. **Qual o segredo de um professor de qualidade?** Disponível em: http://educarparacrescer.abril.com.br/aprendizagem/professor-qualidade-504747.shtml. Acesso em: 25 fev. 2012.

SILVA, J. P. S. **A relação professor/aluno no processo de ensino e aprendizagem**. Disponível em: http://www.espacoacademico.com.br/052/52pc_silva.htm. Acesso em: 25 fev. 2012.

Docência no ensino superior e formação pedagógica inicial

Hernani Luiz Azevedo

No último século a sociedade mundial passou por muitas transformações. Dentre estas, uma das mais importantes encontra-se no papel que o conhecimento (e a posse dele) passou a desempenhar nas relações políticas e de poder internacionais. A posse do saber – mais especificamente, o domínio das técnicas (HORKHEIMER, 1991) – tornou-se elemento fundamental na corrida pela soberania e reconhecimento internacional. O papel da ciência (particularmente, de sua aplicação, sob a forma de tecnologia) tem influência decisiva no perfil socioeconômico galgado por uma nação na atualidade.

Tendo isso em vista, muitos países passaram a destinar nas últimas décadas especial atenção a seus sistemas educacionais. A ordem era atingir e instaurar sistemas educativos que gerassem cidadãos aptos a responder com eficiência aos desafios intrínsecos às novas ordens sociais (sociedade da informação, globalização, etc.).

No entanto, essa tentativa deixou em evidência a complexidade das questões educacionais, de modo que muitos sistemas e metodologias educacionais elaborados por alguns Estados (na tentativa de se alcançar excelência em resultados educacionais) não alcançaram o êxito pretendido[5].

Tal constatação levou ao questionamento de quais elementos seriam necessários para se alcançar uma educação de qualidade[6]. Foi assim que ganhou impulso a pesquisa em educação, que nas últimas décadas consolidou-se como área de pesquisa e que vem desenvol-

5 Uma discussão a respeito dessa constatação, no caso específico do ensino de Física, é feita por Moreira (2000), para o qual, um dos motivos, seria que tais projetos não levaram em conta que "Ensino e aprendizagem são interdependentes; por melhor que sejam os materiais instrucionais, do ponto de vista de quem os elabora, a aprendizagem não é uma consequência natural".

6 O termo "educação de qualidade" nesta frase significaria tão somente um modelo educacional no qual os conteúdos disciplinares fossem compreendidos pelos estudantes de forma satisfatória. Evidentemente caberia aqui uma discussão do que deveria ser aceito por "educação de qualidade", quem ou o que deve determinar essa "qualidade". Essa discussão, no entanto, foge ao escopo deste trabalho.

vendo trabalhos na tentativa de apontar diretrizes que esclareçam e iluminem os caminhos a serem trilhados para uma melhor educação.

Dentre os muitos elementos destacados como essenciais para responder à questão que inicia o parágrafo anterior, as pesquisas em ensino tem dado especial atenção ao papel do professor, em todas as suas dimensões (o professor como profissional, como ser humano etc.). E a questão da qualificação profissional do professor necessariamente passa pelo questionamento: – Existe alguma qualidade/competência/virtude/saber[7] que diferencia o professor dos demais profissionais?

Muitos pesquisadores da área da educação se debruçaram sobre esta questão: Freire (2000), Gauthier (1998), Perrenoud (2000), Pimenta (2000), Porlán e Rivero (1998), Pacheco e Flores (1999), Tardif (2002). A conclusão à qual boa parte deles chegou é de que não existe apenas *uma* qualidade/competência/etc., mas *algumas*.

Freire (2000), por exemplo, enumera 27 saberes essenciais ao professor. Perrenoud (2000) elenca 10 competências, Gauthier (1998) seis, Pimenta (2000) três etc.

Uma análise mais acurada dos saberes elencados por todos estes autores seria deveras interessante. No entanto, nosso foco é a docência no ensino superior, de modo que será de especial proveito um olhar mais específico sobre a tipologia proposta por Maurice Tardif (2002).

Tardif (2002), ao contrário de autores de linha mais teórica, elaborou sua lista de saberes sintetizando trabalhos de pesquisas feitos com professores da ativa:

> [...] Por conseguinte, parece-me pertinente evitar tais critérios, os quais, no fundo, refletem sempre os postulados epistemológicos dos autores, e propor um modelo construído a partir das categorias dos próprios docentes e dos saberes que utilizam efetivamente em sua prática profissional cotidiana.

---

7 Há autores que utilizam o termo "saberes" para expressar tais elementos indispensáveis ao professor, nos termos apontados anteriormente. Outros, no entanto, preferem o termo "conhecimentos". Outros, ainda, competências, etc. Boa parte deles não faz distinção explícita entre tais termos: apenas adotam uma nomenclatura e seguem adiante. Neste artigo tomaremos estas três expressões (saberes, conhecimentos e competências) por sinônimas, com o intuito de fazer uma melhor associação entre as diversas tipologias utilizadas pelos autores de pesquisa em Educação.

Ele chegou a quatro saberes indispensáveis ao exercício profissional do professor. São eles:

Saberes Disciplinares: são o saber objetivo do conteúdo disciplinar específico que cada professor deve ministrar (este saber não é produzido pelos professores, mas pelos especialistas, cientistas, etc.).

Saberes Curriculares: apresentam-se sob a forma de programas escolares (objetivos, conteúdos) que o professor deve aprender e aplicar.

Saberes da Formação Profissional: os saberes da ciência da educação, que são trabalhados nos cursos de formação de professores.

Saberes Experienciais: formulados nas experiências escolares vividas antes da docência, bem como nas experiências vividas a partir do exercício da prática docente.

É importante notar que estes saberes têm origem em diferentes ocasiões, como também em diferentes ambientes:

> Em seu trabalho, um professor se serve de sua cultura pessoal, que provém de sua história de vida e de sua cultura escolar anterior; ele também se apoia em certos conhecimentos disciplinares adquiridos na universidade, assim como em certos conhecimentos didáticos e pedagógicos oriundos de sua formação profissional; ele se apoia também naquilo que podemos chamar de conhecimentos curriculares veiculados pelos programas, guias e manuais escolares; ele se baseia em seu próprio saber ligado à experiência de trabalho, na experiência de certos professores e em tradições peculiares ao ofício de professor (TARDIF, 2000, p. 14).

Em forma de síntese, Tardif (2002, p. 39) descreve como seria um professor que possuísse os saberes por ele definidos em sua tipologia:

> Em suma, o professor ideal é alguém que deve conhecer sua matéria, sua disciplina e seu programa, além de possuir certos conhecimentos relativos às ciências da educação e à pedagogia e desenvolver um saber prático baseado em sua experiência cotidiana com os alunos.

É quanto ao "*possuir certos conhecimentos relativos às ciências da educação e à pedagogia*", de que trata o terceiro saber (Saberes da Formação Profissional), que abordaremos neste artigo, focando a presença deste saber-vivência do professor universitário.

A formação pedagógica do professor universitário

O pré-requisito básico para admissão de um professor para educação em nível superior é ser graduado[8]. Neste caso, ele iniciaria sua carreira como professor *Auxiliar*. Em outros termos, basta que qualquer pessoa seja bacharel em sua área de conhecimento para poder candidatar-se a uma vaga de professor universitário. Encontramos aqui um sério problema, pois os cursos de bacharelado não possuem disciplinas que tratem dos aspectos pedagógicos das respectivas áreas de conhecimento[9]. De forma que os bacharéis que logo ingressam na carreira docente são carentes do *saber da formação profissional*, nos termos que Tardif expõe. A referida carência pode ocasionar sérias deficiências na atividade docente de tais professores e, consequentemente, não poucos prejuízos à educação de seus alunos.

No entanto, é notória a tendência, quanto à admissão para cargos de docência superior, de que se dê preferência aos candidatos que possuam em seus currículos cursos de pós-graduação. A expectativa aí contida é que candidatos pós-graduados possuam melhores competências pedagógicas para atuarem no ensino superior. Ou seja, espera-se que competências educacionais sejam adquiridas pelos futuros professores em seu curso de pós-graduação.

Entretanto, em geral esta expectativa não chega a ser correspondida, uma vez que a pós-graduação tem primado pela formação de pesquisadores. Tal disposição é compreensível, visto que existe um vínculo entre ensino e pesquisa nas instituições de ensino superior, de modo que as universidades constituem grandes centros de pesquisa no país (CUNHA, 2006). Isto implica que o futuro professor universitário será também um pesquisador. Não apenas isso, mas as avaliações às quais ele será submetido por seus pares levarão mais em consideração seu

---

8 Embora a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB 9.394/96) estabelece, no Artigo 66 que "A preparação para o exercício do magistério superior far-se-á em nível de pós-graduação, prioritariamente em programas de mestrado e doutorado" (BRASIL, 1996).

9 Evidentemente, cursos de Educação e as Licenciaturas são exceções a esta regra.

desempenho como pesquisador do que suas competências em sala de aula. Tal exigência se reflete nos cursos de pós-graduação, que, embora venha projetando seus alunos para os cargos de docência em nível superior, o faz primando por preparar pesquisadores (CUNHA, 2006).

Esta carência de formação pedagógica (seja na graduação ou na pós-graduação) termina por sobrecarregar o aprendizado do novo professor universitário por ocasião de sua prática, relegando a este professor a busca, em meio à prática, dos saberes associados ao saber da formação profissional. O professor se dá conta, então, da necessidade de adquirir tais saberes no momento da prática docente, em sala de aula. Não é à toa que "[...] *Ainda hoje, a maioria dos professores aprendem a trabalhar na prática, às apalpadelas, por tentativa e erro*" (TARDIF, 2000, p.14). Novamente vale frisar que, até que alguns conceitos e convicções pedagógicas se firmem no professor universitário iniciante, certamente decorrerá um prejuízo da qualidade de suas aulas e do aprendizado dos alunos.

É necessário fazer alguns esclarecimentos. Embora estejamos aqui enaltecendo a necessidade de uma formação pedagógica inicial (no formato de disciplinas pedagógicas na graduação ou, mais próximo da atual realidade, na pós-graduação), não podemos cair no simplismo de achar que tais disciplinas pedagógicas seriam ou poderiam vir a ser do tipo técnicas, instrumentais. A suposição de que tais disciplinas podem fornecer um cabedal de receitas para o professor enfrentar as situações de ensino é uma ideia ilusória (PIMENTA, 2003). Esse pragmatismo de viés positivista não se aplica de forma nenhuma a uma profissão que tem como principal ocupação o relacionamento interpessoal. Tardif (2000, p. 16) também nos alerta quanto a isso:

> Além disso, nas atividades e profissões de interação humana, os trabalhadores dificilmente podem se apoiar em conhecimentos objetivos que produzam concretamente tecnologias operatórias e eficazes nas situações de trabalho. Até agora, as ciências sociais e humanas e as ciências da educação não conseguiram construir, como as ciências naturais e aplicadas, tecnologias eficazes e operatórias de controle das situações humanas e dos seres humanos. As pessoas — e é o que ocorre com os pro-

> fessores — que trabalham com seres humanos devem habitualmente contar consigo mesmas, com seus recursos e com suas capacidades pessoais, com sua própria experiência e com a de sua categoria para controlar seu ambiente de trabalho.

Neste sentido, as disciplinas de cunho educacional, que deveriam ser fontes dos *saberes da formação profissional,* precisam não apenas trazer conhecimentos de áreas como a Psicologia da Educação, Antropologia, Sociologia etc., mas, principalmente, ser palco de discussão, local de reflexão sobre o modo como todos os conhecimentos destas disciplinas se amarram na tarefa de lecionar. O futuro professor universitário não pode deixar de ter contato com esta questão, em toda extensão de sua complexidade. Afinal, interagir com seres humanos está no cerne da profissão docente, de modo que as componentes sociais, emocionais, éticas etc., nunca poderiam ser ignoradas por um professor.

Portanto, não podemos imaginar que a presença de uma disciplina sobre docência, ministrada num curso de pós-graduação, por exemplo, poderia fornecer métodos e estratégias eficazes para todas as situações de ensino. Antes, deveria dar oportunidade para uma imersão nas questões relativas ao mundo educacional. Tal discussão se faz necessária antes do início da atividade docente, exatamente para munir o professor de elementos para ele possa contrapor a realidade que irá experimentar em seu exercício profissional com outras perspectivas, e assim poder realizar sínteses:

> [...] a prática profissional nunca é um espaço de aplicação dos conhecimentos universitários. Ela é, na melhor das hipóteses, um processo de filtração que os dilui e os transforma em função das exigências do trabalho; ela é, na pior das hipóteses, um muro contra o qual se vêm jogar e morrer conhecimentos universitários considerados inúteis, sem relação com a realidade do trabalho docente diário nem com os contextos concretos de exercício da função docente. (TARDIF, 2000, p. 12).

Quando lhes é privada a oportunidade de adentrar no universo das questões educacionais por meio de um tempo de estudos e discussões (ou seja, quando são suprimidos os *saberes da formação profissional* durante formação anterior ao exercício do magistério superior) os professores se iniciam na docência apenas com sua bagagem educacional adquirida enquanto alunos, sem ter a oportunidade de discutir suas convicções educacionais com outros professores e/ou futuros professores, tampouco compará-las com as referências literárias disponíveis sobre Educação (referências estas que, nos últimos anos, graças às pesquisas na área, têm se multiplicado, e não deveriam ser negligenciadas).

Considerações

Iniciamos este artigo recordando que muitos avançaram, nas últimas décadas, as discussões sobre as competências necessárias ao professor para o exercício de sua profissão. Em especial, recorremos à tipologia proposta por Maurice Tardif, a fim de salientar a importância dos saberes pedagógicos adquiridos por meio da formação inicial dos professores, denominados *saberes da formação profissional*. Assim, chegamos agora ao final deste texto concluindo que tal saber não deve ser negligenciado. E a valorização de tal saber implica no reconhecimento da importância da presença de disciplinas pedagógicas na formação dos futuros profissionais da educação superior. Como o principal celeiro de professores universitários atualmente são os cursos de pós-graduação defendemos que tais disciplinas deveriam ser oferecidas (dada a atual conjuntura) nos cursos de pós-graduação. E, principalmente, que em tais disciplinas se discuta de forma ampla aspectos da carreira docente: as competências necessárias, modelos didáticos, elementos psicológicos, sociais e culturais que permearão a prática deste provável novo professor.

Possivelmente, ao se admitir a presença de uma disciplina nestes moldes nos cursos de pós-graduação, se verificaria que esta não conseguiria abarcar, no bojo de suas discussões, as questões da docência em nível superior com toda a profundidade almejada. Porém, tal constatação apenas apontaria a necessidade de ampliação das oportunidades de se estudar/discutir as questões da docência em nível universitário. Seria conveniente que isto ocorresse. Assim, possivelmente, aumentariam os esforços para a ampliação desses ambientes de discussões e reflexões sobre a prática educacional nos ambientes acadêmicos.

Referências

BRASIL. **Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996**. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Brasília: Senado Federal, Subsecretaria de Edições Técnicas, 1996. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9394.htm. Acesso em: 04 jun. 2012.

CUNHA, A. M. O.; BRITO, T. T. R.; CICILLINI, G. A. Dormi aluno, acordei Professor: Interfaces da formação para o exercício do ensino superior. *In:* REUNIÃO ANUAL DA ANPED, 29, 2006, Caxambú. Disponível em: http://www.prograd.ufop.br/Downloads/Docencianoenssup/Dormi_aluno_acordei_professor.pdf. Acesso em: 04 jun. 2012.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia:** saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 2000.

GAUTHIER, C. **Por uma teoria da pedagogia:** pesquisas contemporâneas sobre o saber docente. Ijuí: UNIJUÍ, 1998.

HORKHEIMER, M. **O conceito de Iluminismo**. São Paulo: Abril Cultural, 1991. (Os Pensadores).

MOREIRA, M. A. Ensino de Física no Brasil: Retrospectiva e perspectivas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 22, n.1, 2000.

PACHECO, J. A.; FLORES, M. A. **Formação e avaliação de professores**. Porto: Porto Editora, 1999.

PERRENOUD, P. **Dez novas competências para ensinar**. Tradução Patrícia Chittoni Ramos. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2000.

PIMENTA, S. G. (org.). **Saberes pedagógicos e atividade docente**. São Paulo: Cortez, 2000.

PIMENTA, S. G.; ANASTASIOU, L. G. C.; CAVALLET, V. J. Docência no ensino superior: construindo caminhos. *In:* BARBOSA, R. L. L. (org.). **Formação de educadores:** desafios e perspectivas. São Paulo: Editora UNESP, 2003.

PORLÁN, R.; RIVERO, A. **El conocimiento de los profesores**. Sevilla: Díada, 1998.

TARDIF, M. Saberes profissionais dos professores e conhecimentos universitários. **Revista Brasileira de Educação**, n. 13, p. 5-24, 2000.

TARDIF, M. **Saberes docentes e formação profissional**. Petrópolis: Vozes, 2002.

O processo de ensino-aprendizagem das discipinas de matemática em alguns cursos da UFMT

Beatris da Silva Carila
Luciano da Silva Manoel

Nos últimos anos muito se tem discutido sobre o processo de ensino-aprendizagem no Brasil, estudiosos fazem pesquisas e apontam diagnósticos positivos e negativos em todos os níveis do ensino. A princípio, após as discussões e reflexões, para os aspectos negativos detectados, acreditava-se que era ocasionado devido ao baixo salário enfrentado pelos professores e educadores, mas agora já sabemos que as condições negativas se devem a outros fatores também, sejam eles de caráter cultural, social ou até mesmo religioso.

O processo de ensino-aprendizagem no ensino superior tem um aspecto muito importante na sociedade, pois ele tem o papel de ajudar na formação profissional do aluno, que posteriormente irá atender as necessidades do mercado de trabalho e consequentemente da sociedade.

Durante o processo de ensino-aprendizagem configurado neste primeiro ano do estágio probatório na Universidade Federal de Mato Grosso, temos desenvolvido atividades que nos deram a oportunidade de crescimento científico e aprimoramento das experiências em todo âmbito acadêmico. Em 2011 trabalhamos com as disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral I, II e III; Cálculo Numérico, Vetores e Geometria Analítica, Álgebra Linear, Geometria Plana, Trigonometria, oferecidas nos cursos de Engenharia Sanitária e Ambiental, Matemática, Geologia, Agronomia, Zootecnia, Física, Bacharelado em Ciência da Computação, Engenharia Elétrica e Engenharia Civil. Nesses cursos tivemos a oportunidade de aplicar alguns conteúdos da ementa dessas disciplinas, o que permitiu trabalhar com a modelagem e a contextualização desses conteúdos matemáticos em outras áreas.

Também participamos de cursos de aperfeiçoamento, colóquio de matemática, projeto de extensão, elaboração de proposta de monitoria, orientação de monitoria e programa de tutoria. Fizemos parte do colegiado do departamento de matemática e por fim, durante o mês de janeiro deste ano, respondemos pela chefia e coordenação deste mesmo departamento. Todas essas atividades contribuíram significativamente para conhecer melhor os processos de ensino-aprendizagem desta instituição, maior integração com os alunos e os colegas de trabalho, também conhecer melhor a parte administrativa e o regimento do nosso departamento e da instituição também.

Trabalhando com esses alunos, observamos que poucos vivenciaram experiências matemáticas no decorrer dos anos de escola ou, se as tiveram, foram de maneira superficial, permitindo constatar as dificuldades do grupo de formular hipóteses, argumentar e formalizar ideias matemáticas. Argumentamos que atividades investigativas desenvolvidas na sala de aula podem incentivar uma postura especulativa em matemática, capaz de conformar uma concepção mais dinâmica de matemática e de seu conhecimento, própria de quem vivencia experiências matemáticas. Detectamos que vários conteúdos e conceitos básicos eles não aprenderam ou não estudaram de forma aprofundada, vindo a comprometer o seu bom desempenho e compreensão dos conteúdos do ensino superior. Sendo assim, fez-se necessário durante a explanação de alguns conteúdos, interrompê-los para relembrar ou ensinar determinado assunto que era primordial para o entendimento do tema trabalhado.

Procuramos trabalhar com bastantes exemplos, aulas de exercícios, trabalhos em grupos dentro da sala de aula, apresentação de seminário e aulas para esclarecimento de dúvidas após a explanação dos conteúdos. Com essa metodologia, os alunos tiveram a oportunidade de sanar dúvidas, integrar com os colegas, ser mais independentes, buscar construir e entender algumas definições. Durante a elaboração dos seminários percebemos que eles começaram a melhorar a organização, compreender melhor a formalidade da matemática, estudar atentando para futuras perguntas dos colegas e do professor, investigar melhor o que era apresentado. Aprenderam a pesquisar e se sentiram desafiados.

A outra observação que fizemos foi sobre a importância do trabalho realizado. Esta maneira de trabalhar os conteúdos matemáticos em outras áreas do conhecimento, visando à aplicação e contextualização, é importante para a formação dos alunos, pois aprenderam como trabalhar determinados conteúdos, dentro de sua área.

Para que a disciplina se desenvolva de forma satisfatória, é de suma importância a etapa do planejamento das ações. O planejamento faz parte da vida do docente, pois as futuras ações e atividades dependem dele, e que seja de forma organizada para que alcance os objetivos propostos.

Planejar alguma ação, ~~e~~ principalmente a do processo de ensino-aprendizagem, exige um conhecimento prévio da realidade a ser vivenciada. Desta forma estivemos atentos ao conhecimento da ementa das disciplinas, das turmas com as quais trabalharíamos, observamos o conteúdo programático, organizando a execução das atividades, das referências bibliográficas, buscando utilizar aquelas que estão disponíveis no acervo da biblioteca e que trazem boa didática.

As atividades desenvolvidas foram planejadas juntamente com docentes mais experientes, a coordenação e a chefia do departamento. Sabíamos das dificuldades que poderíamos enfrentar para cumprir de maneira satisfatória o nosso planejamento, principalmente pelo período de greve enfrentado nesta instituição. Mas, para a nossa satisfação, o processo ocorreu de forma prazerosa e nos enriqueceu. E observamos no decorrer do ano que o processo de ensino-aprendizagem é um exercício da docência que requer habilidades do docente disposto a proporcionar o estímulo do discente e a favorecer este processo.

Essas habilidades dizem respeito a saber comunicar de forma clara e objetiva, manter-se perante os discentes como um mediador do conhecimento, e não como detentor do saber, além de subsidiar o desenvolvimento de boas práticas em sala de aula, que produzam a construção do conhecimento mediante a segurança em relação ao conteúdo a ser abordado, e a humildade no reconhecimento das nossas limitações, enquanto seres em processo de aprendizagem constante. São essas habilidades que buscamos desenvolver ao longo das nossas vivências enquanto participantes desse processo.

Observamos que nenhum plano pode ser considerado suficientemente completo e perfeito de forma que não possa ser alterado no

decorrer do processo, até porque algumas intercorrências podem vir a acontecer e os envolvidos devem estar atentos e preparados para uma possível alteração nesse plano. Não deve haver rigidez, pois os ajustes serão necessários em algum momento. Diante disso, o educador deve atentar para as causas que levaram às mudanças nos planos, se por conta de algumas situações inusitadas ou se a metodologia utilizada não foi suficiente para dar conta do conteúdo, a exemplo de discussões de assunto demasiadamente redundante.

Nessa experiência vivenciada elaboramos os planos de aula de acordo com os objetivos propostos, tempo disponível e metodologia mais adequada para cada turma.

A atividade de monitoria e o projeto de extensão também contribuíram significativamente para ampliar as experiências na vida de docência no ensino superior, quando tivemos a oportunidade de orientar alunos de graduação em diferentes disciplinas e cursos. Durante as orientações, contribuímos para o entendimento de textos, indicamos as melhores referências bibliográficas, discutimos sobre assuntos da disciplina, tiramos dúvidas, trocamos ideias para melhor atender os alunos. Essas atividades propiciaram crescimento profissional para todos os envolvidos.

Concernente ao projeto de extensão, enfrentamos lentidão nos trâmites burocráticos para sua aprovação, incompatibilidade de horário entre algumas turmas e o aluno-bolsista orientado designado para tal.

No decorrer das aulas verificamos que muitos alunos têm dificuldades em compreender o conceito. É comum na matemática. Isso se dá devido ao fato de que a passagem do entendimento à compreensão envolve a aquisição de um modo de pensar matemático que muitos alunos ainda não têm. A prática de exercícios é uma das maneiras de passar do estágio do entendimento para o estágio da compreensão. Muitos matemáticos renomados consideram que fazer exercícios é a única maneira de se aprender a matemática. Isso está explícito na frase:

> Matemática não se aprende passivamente. Os exercícios ensinam a usar conceitos e proposições, desfazem certos mal-entendidos, ajudam a fixar na mente ideias novas, dão oportunidade para explorar as fronteiras da validez das teorias expostas

> no texto e reconhecer a necessidade das hipóteses, apresentam aplicações dos teoremas demonstrados e informam o leitor sobre resultados adicionais[...] (CARVALHO, 2007, p. 5).

O processo de aprendizagem se dá de forma gradual e atinge os níveis diferenciados dependendo de cada aluno. O que esperamos de um aluno cursando qualquer disciplina no ensino superior é que ele atinja todos os níveis do processo, mas para tanto é necessário um considerável esforço do aluno, esforço este que será maior ou menor dependendo das suas aptidões.

Alguns educadores sustentam o mito de que o fracasso dos alunos em disciplina de matemática seja causado por aulas ruins, que às vezes associam à má formação pedagógica, ou por currículos inapropriados. Mas observamos que é ilusório acreditar que os alunos tenham que sair de cada aula tendo aprendido tudo que foi ensinado. Nem sempre temos facilidade e condições de ensinar conceitos matemáticos, sejam simples ou complexos, apenas utilizando metodologias adequadas.

> Afinal, a Matemática é uma ciência com um corpo próprio de conhecimentos, cuja coerência depende de aprofundamentos teóricos. O desenvolvimento de certos aspectos decorre mais das necessidades científicas da própria matemática e menos de possíveis aplicações diretas. Como que ignorando o quanto a matemática é importante na formação cultural, técnica e cientifica do cidadão, perguntas do tipo "onde isso se aplica?", feitas com certa impaciência, criam uma falsa prioridade de aplicações imediatas que geram uma igualmente falsa necessidade de mostrar que cada tópico em estudo tem pelo menos uma aplicação prática direta. (VALLADARES, 2003, p.326).

Muitas vezes, ao fazer uma aplicação de um determinado conteúdo em matemática, corremos o risco de reduzi-lo à superficialidade e, por falta de imaginação na sua abordagem, podemos inferir que o tópico não possui nenhuma aplicação.

Acreditamos que não há nenhuma pedagogia capaz de fazer alguém aprender matemática livre do desconforto e da frustração de ter que passar inúmeras horas fazendo exercícios, repensando conceitos, errando, revisando, redescobrindo e aprendendo.

Devemos tentar articular o saber matemático com as várias formas de se ensinar o conteúdo, mantendo sempre o rigor e a linguagem que a matemática possui sem cair na superficialidade.

Para isso, temos que ter clareza de como estão estruturados os currículos e de que forma podemos realizar uma avaliação significativa que envolva todos os componentes do processo de ensino-aprendizagem. Tivemos uma rica e proveitosa experiência durante o curso de docência do ensino superior no qual, além de compreender esse processo, pudemos trocar experiências e conhecimento com os nossos colegas de curso.

As palestras e os depoimentos foram bastante esclarecedores e contribuíram de maneira decisiva para a compreensão do processo de ensino-aprendizagem, bem como para os aspectos de avaliação, intimamente relacionado com o saber científico. Os comentários dos nossos colegas sobre vivência didática na sala de aula possibilitaram discutir, inferir, relacionar, avaliar e descobrir este mundo bem peculiar que é ser professor e suas implicações.

Nas oficinas nos sentimos como eternos aprendizes, tanto ao formular ideias a respeito de certos temas como ~~a~~ ao assumir uma visão diferente de abordar e se expressar sobre um determinado conteúdo. Aliás, nós somos de fato genuínos aprendizes do conhecimento e de suas relações, e não estamos prontos e acabados, estamos sempre buscando lapidar e melhorar cada dia mais, por meio de pesquisas, cursos, capacitações entre outros.

Referências

CARVALHO, M. **O Ensino da Matemática I**. Disponível em: http://www.pb.utfpr.edu.br/comat/mcarvalho.pdf. Acesso em: 08 out. 2011.

VALLADARES, R. J. C. **O jeito matemático de pensar.** Rio de Janeiro: Ciência Moderna Ltda., 2003.

Avaliação da aprendizagem em disciplinas de estatística

Fernando Mendes Botelho
Sílvia de Carvalho Campos Botelho

Segundo definição do dicionário, estatística é um ramo das matemáticas aplicadas cujos princípios decorrem da teoria das probabilidades e que tem por objeto o estudo, e o agrupamento metódico, de séries de fatos ou de dados numéricos (DICIONÁRIO ON-LINE DE PORTUGUÊS, 2012). Essa área do conhecimento é fundamental para a formação básica de grande parte dos cursos de ensino superior, principalmente daqueles voltados para área técnicas.

A estatística é uma ferramenta que proporciona a leitura e interpretação de dados técnicos, além de ser a linguagem básica de comunicação no meio científico. Desta forma, esta se torna indispensável para a escrita de trabalhos acadêmicos e científicos de toda a natureza na graduação e pós-graduação.

Por ser fundamentalmente de aplicação técnica, com fundamentos advindos da grande área das ciências exatas, essa disciplina se torna, em muitas das vezes, pouco receptiva por parte dos alunos, principalmente, daqueles de cursos em que os alunos têm pouco contato com outras disciplinas desse cunho. Essa consideração é relevante, pois essa disciplina, normalmente, tem índices de reprovação consideráveis, sendo necessário auxílio extraclasse ao longo de todo o período por parte dos alunos. Esse auxílio geralmente é oferecido por meio de aulas complementares ou por atividades com monitores.

Outro fator relevante a se considerar no caso das disciplinas de estatística é o processo de avaliação de aprendizagem. Disciplinas das ciências exatas normalmente têm uma série de aplicações distintas, sendo importante que uma grande parte delas seja assimilada pelo aluno. Devido a isso, no processo de ensino normalmente são inseridas muitas atividades, como exercícios aplicados, visando familiarizar o discente com as situações mais diversas de aplicação do conhecimento adquirido. Tudo isso pode dificultar o processo de avaliação de

aprendizagem, uma vez que a variabilidade de situações que podem ocorrer nas avaliações é muito grande, tornando difícil ao professor montar uma avaliação e, ao aluno, fazê-la. Segundo Souza (1994), ao elaborar avaliações deve haver um cuidado por parte do professor para não contemplar apenas conhecimentos específicos, mas as múltiplas capacidades dos alunos.

O processo de avaliação de aprendizagem deve funcionar de maneira a proporcionar que seja avaliada a relação ensino-aprendizagem nos dois sentidos, ou seja, que avalie o aluno, permitindo verificar se este tem estímulos a aplicar os conhecimentos adquiridos, e dê ao professor, por meio de feedbacks, as melhores ferramentas de ensino.

Gusso (1992) argumenta que, na perspectiva do professor, os testes educacionais devem servir como um dos principais indicadores de sua eficiência em sala de aula, sendo que sua competência pode ser avaliada, muitas vezes, por meio de seus testes, que refletem a sua filosofia de instrução.

Brown et al. (2000) fizeram várias abordagens sobre o processo de avaliação como um todo em seu trabalho e, por meio de alguns manifestos, argumentam que a avaliação deve desempenhar um papel positivo nas experiências de aprendizagem dos alunos e que os instrumentos e métodos de avaliação devem ser objeto de análise e adaptação permanentes por parte dos professores.

Todavia, a avaliação da aprendizagem é um processo bastante controverso e até polêmico no meio educacional, sendo frequentemente debatido em todos os níveis do ensino, com várias questões levantadas, desde qual o melhor método de avaliação até o conteúdo da avaliação ou processo avaliativo.

De acordo com Souza (1994), não existe consenso entre os educadores sobre a elaboração de avaliações baseando-se em testes objetivos, ou de múltipla escolha, e discursivos, ou dissertativos. A autora defende a utilização de ambos para uma melhor avaliação do aproveitamento acadêmico, mas pondera que, embora os dois tipos de testes possam aferir os conhecimentos cognitivos de conhecimento, compreensão, aplicação, análise e síntese, as questões discursivas permitem aferir a organização das respostas, a produção de texto, a capacidade criativa e a habilidade de fazer julgamentos, pois enquanto nas objetivas o aluno seleciona as respostas, nas discursivas ele as organiza. Toda-

via, apesar de respostas aleatórias serem inexistentes, o problema da correção das questões é bastante sério em testes discursivos e, sobre esse tema, são inúmeras as pesquisas que demonstram que os testes objetivos são bem mais confiáveis.

No caso dos cursos técnicos ou de disciplinas de fundamentos técnicos, o processo de avaliação pode ser dificultado por falta de conhecimentos ou ferramentas didáticas dos professores, principalmente aqueles que estão iniciando sua carreira docente.

Segundo Tullio (1995), o ingresso de um candidato na carreira docente num curso de engenharia agronômica se faz, normalmente, através dos programas de pós-graduação, privilegiando os pós-graduandos que se destacam. Outras vezes, abre-se um concurso e dá-se preferência a engenheiros agrônomos, sob o ângulo de sua especialidade técnica. O curso de graduação em engenharia agronômica é essencialmente técnico, e as disciplinas de formação humanística, quando compõem a grade curricular, são também específicas, direcionadas à área de extensão rural. Sendo assim, o futuro professor geralmente não cursou qualquer disciplina relacionada à sua formação para o magistério. Ele é colocado em sala de aula sem ter recebido noções de, pelo menos, como se processa a aprendizagem, ou onde se encontra o ensino, no processo.

Como afirmam Barros e Silva (1993), a capacitação científica não é necessariamente sinônimo de capacitação docente haja vista que não basta o domínio da ciência e da metodologia de sua investigação. É necessário salientar, entretanto, que isso não quer dizer que um profissional pós-graduado em cursos técnicos, e que não proporcionem uma formação pedagógica condizente, não tenha exemplos de sua formação docente que possam servir de modelo para esse recém-ingressado professor desempenhar um papel satisfatório na relação ensino-aprendizagem, quando inserido no meio discente.

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi relatar algumas experiências voltadas ao processo avaliativo de disciplinas de estatística (Estatística Aplicada e Estatística Básica) oferecidas em diferentes cursos na Universidade Federal de Mato Grosso, *campus* Sinop (UFMT/Sinop), como forma de compartilhar experiências e auxiliar outros discentes.

Diferentes formas de avaliação

Nesta seção, são explicitadas as formas de avaliação de aprendizagem utilizadas nas disciplinas Estatística Aplicada e Estatística Básica oferecidas a diferentes cursos de graduação na UFMT/Sinop.

A ementa da Estatística Básica contempla fundamentos básicos de estatística, como: história da estatística, aplicações, organização e interpretação de dados, medidas de posição e de dispersão. Já a da Estatística Aplicada contempla aplicações de estatística voltadas à experimentação e à análise de dados, como: fundamentos da experimentação, delineamentos e esquemas experimentais, testes de comparação de médias e análise de regressão linear.

As disciplinas de estatística são oferecidas a todos os cursos do Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais (ICAA) da UFMT/Sinop, sendo as turmas formadas basicamente por alunos de um mesmo curso e de um mesmo período, o que facilita a exemplificação prática e a formulação de exercícios Neste caso, os cursos envolvidos foram basicamente Engenharia Agrícola e Ambiental (EAA) e Zootecnia (ZOO), com alunos matriculados do 3° ao 7° períodos.

Métodos avaliativos

Em todos os períodos (2010/2, 2011/1 e 2011/2) os métodos avaliativos utilizados, nas duas disciplinas, basearam-se principalmente em avaliações (provas), sendo que o número de avaliações aplicadas foi de, pelo menos, duas e o peso destas, na nota final, variou entre 70 e 80 %.

Todas as avaliações aplicadas ao longo dos cursos caracterizavam-se por apresentar questões de múltipla escolha, dissertativas e com exercícios aplicados, exemplificados conforme as diferentes áreas dos cursos.

Para verificar o desempenho dos alunos e a aceitabilidade dos métodos, baseou-se principalmente em relatos dos alunos, média dos alunos aprovados e no índice de aprovação relativo, que foi calculado de acordo com a Equação 1:

$$IA(\%) = 100\left[\frac{AP}{(M - D)}\right]$$

Em que:

IA é o índice de aprovação relativo na disciplina; *AP* é o número de alunos aprovados na disciplina; *M* é o número de alunos matriculados; *D* é o número de desistentes.

O índice de aprovação é tratado como relativo, pois foram desconsiderados aqueles alunos que se matricularam, mas não participaram efetivamente do processo avaliativo, sendo, para o cálculo desse índice, tratados como desistentes. Assim, foram considerados como desistentes aqueles alunos que frequentaram menos que 50% das aulas ou que não tenham participado de, pelo menos, 50% do processo avaliativo.

Métodos avaliativos – estatística aplicada

A Estatística Aplicada foi lecionada nos três períodos citados, sendo trabalhada basicamente com os alunos do curso de EAA.

Devido ao fato de o campus da UFMT em Sinop ser relativamente novo, no qual a maioria dos cursos ainda se encontram em fase de estruturação tanto em espaço físico quanto em recursos humanos, poucos são os alunos que têm oportunidade de participar ou até mesmo desenvolver os seus próprios trabalhos científicos. Essa constatação reflete muitas vezes como deficiência nos formandos ao desenvolver o seu trabalho de conclusão de curso (TCC).

Como essa disciplina é aplicada e voltada à experimentação, na qual o aluno vislumbra basicamente a execução do TCC, buscou-se proporcionar, por meio de um exercício aplicado no final da disciplina, que o discente aproveitasse os conhecimentos adquiridos ao longo do período.

O trabalho era desenvolvido sempre no final do período, e os alunos, em grupos de três a cinco pessoas (dependendo do número de alunos em cada turma), foram incentivados a desenvolver um pequeno experimento, de qualquer natureza, na sua área de formação ou não, cujo objetivo central era a aplicação das técnicas de experimentação e a avaliação dos resultados encontrados por meio das análises estatísticas que aprenderam durante o período.

Além do trabalho, os alunos eram estimulados a estudar em casa por meio de listas de exercícios disponibilizadas e que abrangiam o assunto de cada avaliação. As resoluções dessas listas de exercícios eram

recolhidas no dia da avaliação. Desta forma, a avaliação do período ficava assim distribuída: 10% em listas de exercícios; 20% no trabalho e 70% em duas avaliações. Essa forma de avaliação de aprendizagem foi utilizada nos períodos 2010/2 e 2011/1.

O método adotado no período 2011/2 levou em consideração no processo avaliativo apenas a aplicação de provas, sendo utilizadas três ao longo do período, e com pesos praticamente iguais.

Métodos avaliativos – estatística básica

A disciplina Estatística Básica foi lecionada no período 2011/2 para uma turma de alunos do curso de Zootecnia. No processo avaliativo foram aplicadas duas avaliações, que somaram 80% da nota total do período, e "avaliações de aprendizagem", ao final de alguns tópicos específicos, valendo os 20% restantes.

As avaliações de aprendizagem eram feitas em sala de aula, em grupos de três a quatro alunos, com possibilidade de consulta a qualquer material disponibilizado, e eram aplicadas no final de cada tópico visto durante as aulas. Essas avaliações de aprendizagem abordavam desde a teoria a exercícios aplicados, sempre baseados no material de aula.

O objetivo foi incentivar os alunos a frequentar as aulas regularmente e possibilitar que estes fossem avaliados à medida que o conteúdo era oferecido.

Reflexões

As médias dos alunos aprovados nas disciplinas juntamente com os índices de aprovação estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Índices de aprovação e média dos alunos matriculados nas disciplinas Estatística Básica (ZOO, 2011/2) e Estatística Aplicada (EAA, 2010/2 à 2011/2)

Disciplina	Índice de Aprovação (%)	Média dos aprovados	Desvio Padrão da média (%)
Estatística Aplicada* (2010/2)	77,3	6,1	1,0
Estatística Aplicada* (2011/1)	72,7	6,1	1,5
Estatística Aplicada (2011/2)	91,7	6,6	1,2
Estatística Básica (2011/2)	60,4	6,9	1,5

* Utilizou-se o mesmo método de avaliação.

Observa-se, pela Tabela 1, que, analisando puramente os dados, os índices de aprovação variaram de 72,7% a 60,4%, apresentando uma amplitude total de 12,3%, enquanto a média dos aprovados variou de 6,9 a 6,1, apresentando uma amplitude total de 0,8, e, além disso, que não houve uma relação explícita entre o índice de aprovação e a média dos aprovados.

Quando se comparam os métodos de avaliação utilizados, e levando-se em consideração inicialmente apenas a disciplina Estatística Aplicada, pode-se verificar que nos períodos em que foram utilizados os mesmos métodos de avaliação, o desempenho das turmas foi semelhante, apresentando índices de aprovação pouco discrepantes um do outro (quando comparados aos demais métodos) e, apesar da maior variabilidade das notas da turma de 2010/2, obtiveram uma mesma média final. Esse nivelamento possivelmente ocorreu devido à característica do método avaliativo utilizado. Nesses períodos, foram utilizadas atividades extraclasse (trabalho e exercícios) que possibilitam aos alunos desenvolverem seus estudos em grupos de estudos, nivelando, de certa forma, o conhecimento.

É notório, entretanto, que o melhor desempenho apresentado pelos alunos foi obtido quando se utilizaram apenas avaliações (provas) como forma de aferir a aprendizagem. Isso possivelmente se deveu ao fato da melhor aceitação e devido à maior familiarização do método por parte dos alunos, visto que esse é o mais difundido e utilizado em outras disciplinas.

Quando se comparam todos os métodos, verificou-se que houve uma melhora importante na média dos aprovados quando se utilizou "avaliações de aprendizagem", mas essa melhora não refletiu no índice de aprovação. Além disso, comparações desse método com os demais utilizados na Estatística Aplicada devem ser feitas com ponderações, visto que, além de a disciplina ser outra, as turmas em questão são de cursos com características bastante distintas (ZOO e EAA). Há de se ressaltar, apenas, que a turma da ZOO em questão era formada por alunos do terceiro ao sétimo períodos, e que em sua grande maioria já haviam reprovado nessa disciplina. Além disso, a turma era bem maior que as demais, de modo que, enquanto a maior turma trabalhada na EAA foi de vinte e nove alunos, na ZOO a turma continha sessenta e um. Desta forma, devido à grande heterogeneidade da turma

da ZOO, os resultados do método utilizado foram satisfatórios, mas a comparação com os métodos empregados na avaliação da estatística aplicada deve ser limitada.

De um modo geral poderia se concluir que, visando apenas o índice de aprovação, a utilização somente de avaliações como ferramentas avaliativas seria a melhor forma de medir o desempenho dos alunos em disciplinas com essas características. De fato, até por essa já ser a forma mais corriqueira, esse tipo de avaliação se mostrou bem eficiente. Além disso, quando se utilizaram atividades em grupo extraclasse, muitos são os relatos de alunos que não participam na mesma proporção que os demais. Todavia, essas avaliações devem ser elaboradas de tal forma que abranjam todo conteúdo ministrado e que utilizem questões variadas (múltipla escolha e dissertativas), possibilitando ao aluno ser avaliado da melhor forma possível.

Quanto ao resultado apresentado, algumas ponderações devem ser feitas. Ao utilizar apenas avaliações, apesar de se obter um maior número de aprovados, perde-se a oportunidade de incentivar o aluno a aplicar os conhecimentos adquiridos no curso numa situação prática, que foi a situação na qual os alunos tiveram de fazer os trabalhos. Ademais, vários foram os relatos positivos no final da disciplina por parte dos alunos, gerando inclusive algumas publicações e despertando o interesse quanto aos caminhos para se escrever um TCC.

Desta forma, conclui-se que todos os métodos têm o seu potencial, cabendo ao professor aplicá-los com consciência dos pontos positivos e negativos que cada um tem a oferecer. Métodos avaliativos futuros podem ser testados, agregando ideias novas ou mesclando atividades de um e outro processo avaliativo ou até mesmo variando os pesos que cada atividade tem na nota final do aluno. Além disso, em todas as situações ou métodos utilizados, é importante que o aluno tenha acesso ao seu processo avaliativo (*feedback*) e que o professor se avalie e se capacite constantemente.

Considerações

Todos os métodos empregados apresentaram pontos satisfatórios, no processo de avaliação ensino-aprendizagem das disciplinas de Estatística na UFMT/Sinop, nos períodos 2012/2; 2011/1 e 2011/2. O método no qual os alunos obtiveram melhor desempenho geral foi aquele em que se utilizou apenas avaliações (provas) no processo avaliativo.

Referências

BARROS, D. F.; SILVA, R. C. **Entre a autonomia e a competência**. Piracicaba: Ed. UNIMEP, 1993. 123 p.

BROWM, S.; RACE, P.; SMITH, B. **Guia da Avaliação**. Lisboa: Ed. Presença, 2000. 168 p.

ESTATÍSTICA. *In*: DICIONÁRIO on-line de Português. Disponível em: http://www.dicio.com.br/estatistica. Acesso em: 01 mar. 2012.

GUSSO, D. A. Medida e avaliação educacional: problemas e tendências. **Estudos em Avaliação Educacional**, São Paulo, n. 6, p. 9-28, 1992.

SOUZA, V. T. Avaliação da Aprendizagem. **Ensaio:** Avaliação de Políticas Públicas em Educação, Rio de Janeiro, v. 1, n. 3, p. 13-20, 1994.

TULLIO, A. A. A prática pedagógica do professor de Engenharia Agronômica. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 52, n. 3, 1995.

Avaliação – um momento de aflição?

Alesandro Ferreira Santos

Aflição significa: grande sofrimento, dor profunda, tormento, é uma sensação de que algo está errado, ou que pode dar errado, algo traumático, entre outros sentimentos negativos. Este é o sentimento que, em geral, os alunos sentem quando descobrem que serão avaliados, e mesmo dos professores quando necessitam avaliar. Mas afinal, por que a avaliação aflige tanto os nossos alunos e nós, professores?

Quando eu me refiro a este momento de sofrimento, angústia, não estou me referindo apenas aos alunos do ensino básico, mas também, e principalmente, aos alunos do ensino de graduação, com destaque aos discentes da Universidade Federal de Mato Grosso. Como docente recém-contratado por esta instituição, e como ex-aluno de graduação e mestrado, ambos na Física, posso testemunhar que já vivi tal sentimento enquanto aluno, e agora começo a compartilhá-lo do outro lado, ou seja, como professor.

Para tentar responder a pergunta que está no título deste texto, vamos primeiro discutir como se dá este momento de avaliação no processo de ensino-aprendizagem, e em seguida, analisar o que é realmente uma avaliação da aprendizagem, segundo alguns teóricos.

Podemos começar analisando como se desenvolve um curso, uma disciplina, na maioria dos cursos de graduação. No primeiro dia de aula, o professor apresenta a ementa, discute os principais pontos da mesma, e no geral, o próximo passo é dizer como será a avaliação, ou como será feita a média – três ou quatro provas, trabalhos, entre outros, e caso não consiga ainda terá o direito a uma prova final (PF), que em alguns casos há alguns critérios para que se possa fazer esta PF, ou seja, a média parcial deve estar acima de um valor x, caso contrário, é reprovação direta. Uma pergunta natural, de um modo geral: há espaço para os principais interessados, os alunos, colaborarem para os critérios de avaliação? Sem muita discussão, a resposta é não. Mas a culpa é toda do professor, que não permite tal participação?

Acredito que não. A culpa é dos alunos que não se preocupam pela maneira que serão avaliados? A resposta também é não. As mesmas perguntas e respostas cabem também para uma discussão acerca dos conteúdos selecionados. Mas por que estes dois agentes do processo de ensino-aprendizagem estão tão distantes um do outro?

A distância que existe entre os envolvidos é uma construção histórica, o autoritarismo por parte dos docentes e a subserviência dos alunos é algo que vem ocorrendo deste que esta prática do ensinar e do aprender vem se desenvolvendo. Ao longo da história da humanidade sempre tivemos os detentores do saber, que se julgavam ou julgam superiores, e os menos favorecidos, que são considerados inferiores. De um modo mais simples, pode-se dizer que as pessoas que não possuíam o conhecimento não queriam, ou podiam, lutar contra esta classe autoproclamada iluminada, a única possibilidade era a aceitação. Embora hoje vivamos em um mundo com menos autoritarismo (isso é discutível), esta relação – um manda e os outros obedecem –, infelizmente, ainda ocorre em todas as instituições, seja na família, no trabalho e/ou principalmente na escola/universidade.

Diante deste contexto histórico, de professor, o detentor do saber, e alunos, aqueles que aceitam o imposto pelo mestre, para termos uma educação diferente é necessário que o docente tenha consciência de que ele precisa ser um mediador neste processo, e não um líder autoritário, no qual vale apenas as suas ideias e desejos. O docente mediador vai aproximar-se dos seus alunos, vai perceber que a harmonia entre os dois ajuda de forma significativa a aprendizagem, não só do aluno, mas dele também, uma vez que nós professores também podemos aprender muito com nossos alunos. Para Luckesi (2005), o ato de avaliar não é um ato impositivo, mas sim dialógico, amoroso e construtivo. Esta frase nos permite interpretar que a avaliação deve nos auxiliar em todos os momentos de nossa vida, não só em uma universidade ou escola, mas sempre.

Como avaliamos hoje

Há algum tempo, alguns anos, discute-se que o aluno deve ser avaliado da melhor forma possível, da forma mais justa, de modo a evitar o fracasso deste ao longo do curso de graduação, por exemplo. No entanto, na maioria dos cursos, nada de concreto é feito ou debatido

na busca para um melhor aproveitamento dos alunos, há cursos nos quais após três ou quatro semestres a turma já foi reduzida a menos de 50%. Isto é um fato em nossa universidade. Existem grupos dentro da universidade discutindo o assunto? É claro que há. Porém, estes grupos são isolados, em geral, são os grupos de ensino. Já o pessoal voltado para a parte específica de cada área ainda não despertou para a importância de colocar este tema em suas pautas de discussão. Jussara Hoffmann (1994) resume bem este sentimento dizendo: "Muitos professores nem mesmo são conscientes da reprodução de um modelo, agindo sem questionamento, sem reflexão, a respeito do significado da avaliação".

Vamos aqui brevemente analisar como é trabalhada a avaliação em um curso de graduação. Não vou citar experiências de outros professores ou alunos que aqui estão ou por aqui passaram, vou discutir alguma situação vivenciada por mim mesmo. Infelizmente, noto que a prática do ato de avaliar ainda é totalmente autoritária, pois sou eu que planejo o curso, dentro da ementa elaborada para disciplina, que alguém elaborou, preparo as minhas aulas, sem intervenção externa, ou seja, participação de alunos ou de coordenação de curso. Penso que a maneira escolhida para ensinar e para avaliar seja a melhor, segundo meu ponto de vista; no entanto, posso notar que, em muitos casos em vez de avaliar, na verdade estou classificando os meus alunos, eles aprenderam ou não aprenderam e, como resposta para o sistema da universidade, digo se o mesmo está aprovado ou reprovado. Hoje refletindo sobre esta situação, noto que apenas estou reproduzindo algo que sofri durante toda a minha formação. Em nenhum momento fui ensinado a avaliar, portanto, repito, até de forma inconsciente, com meus alunos o que vivi como aluno. Se disser que nunca discuti o tema avaliação ao longo do meu curso de graduação, que é de licenciatura, é um exagero, pois houve algumas discussões sim, mas estas ocorrem, ou na minha época de discente ocorreram, apenas em algumas poucas disciplinas do curso, como em didática e/ou práticas de ensino.

Fico aqui pensando: se alguém que fez uma licenciatura tem dificuldades em avaliar, imagino tamanha a dificuldade para um bacharel, que em nenhum momento de seu curso parou para analisar e discutir tal tema. Embora o bacharel em qualquer área nunca tenha estudado sobre o *como* avaliar, nada impede que este possa avaliar

muito melhor que os licenciados, pois o mesmo ao se deparar com tal atividade pode procurar informações e aprender sobre o assunto. Na verdade, é necessário que todos os professores antes de iniciarem a docência num curso de graduação, ou em qualquer outro nível, pensem primeiro sobre *o que* e *como* avaliar.

Outro problema que vejo é o seguinte: no final do semestre fazemos uma estatística rápida dos alunos que foram até o final do curso, analisando o número de aprovados e reprovados. Se o número de aprovados for razoavelmente superior ao de reprovados, julgamos que o curso foi bem dado, e os que reprovaram realmente precisavam reprovar, pois não levaram o curso muito a sério, e a disciplina/curso é muito "pesada" – quem não estuda reprova mesmo. Estes são discursos comuns em toda universidade, e não só aqui na universidade, mas em todos ou quase todas as instituições dedicadas ao ensino.

Diante do exposto, podemos perguntar: então, nos cursos de graduação as ferramentas que usamos para avaliar os alunos são inadequadas? Não, porque há muitas ferramentas que os professores usam durante seus cursos. Além das atividades escritas, ditas avaliações, há outras ferramentas que são usadas em paralelo, que contribuem na aprendizagem do aluno, tais como seminários, laboratórios, relatórios, entre outros. O problema não é a falta de ferramentas para se avaliar, mas o como se avalia, o como se usa tais ferramentas.

Em resumo, a avaliação que fazemos hoje se restringe em apenas em dizer se o aluno vai ser aprovado ou não, não tem como objetivo principal a aprendizagem do aluno, ou seja, parece que a avaliação não faz parte do processo como um todo. Para comprovarmos isto, basta olhar o calendário da universidade que veremos lá uma semana especial apenas para as avaliações finais (PF), como última chance de se medir o conhecimento do aluno, e note, não há nenhum período dedicado a preparar este aluno, ou melhor, a ensinar novamente o que ele não aprendeu. Como ele vai ser avaliado em algo que não sabe, ou que não teve outras oportunidades para aprender? Precisamos compreender que cada ser humano tem o seu tempo, e a aprendizagem necessita de tempo, logo, cada ser humano tem o seu tempo de aprendizagem.

Avaliação ou exame?

Em nossos cursos de graduação, realizamos avaliação da aprendizagem ou exame? Antes vamos verificar o que significa cada um destes atos, e a partir daí ver se são sinônimos ou se são práticas totalmente diferentes uma da outra.

Segundo Luckesi (2005), os exames têm as seguintes características:

- aprovar ou reprovar os estudantes;
- são pontuais, pois os estudantes precisam responder as questões aqui e agora, não importa o antes e o depois;
- são classificatórios;
- seletivos;
- antidemocráticos e autoritários.

A avaliação da aprendizagem, para o mesmo autor, tem as seguintes características:

- diagnosticar a situação da aprendizagem;
- é processual, ou seja, dá condições para o aluno que não tem conhecimento no momento o adquira, após devida atenção;
- é dinâmica;
- é inclusiva e democrática.

Dadas estas características de exames e avaliações, podemos concluir que a ferramenta dominante em nossas disciplinas da graduação é o exame. Vejamos algumas dessas principais características de um exame. Quando usamos desta ferramenta no ensino de um conteúdo, só estamos pensando no exato momento da verificação, se neste instante o aluno mostra que aprendeu, classifica-se como aprovado, se neste momento o estudante não consegue mostrar para o professor o que sabe ou o que aprendeu, tem sua classificação dada como reprovado. Quando exames são utilizados, podem resultar em problemas com certas dicotomias, por exemplo, o meu melhor aluno em sala de aula, na disciplina de Física I, por exemplo, tira nota baixa no final do semestre e por este motivo não consegue atingir a média para a sua aprovação, ou seja, é reprovado. Neste momento, o professor que faz uso desta prática não se preocupa em conversar, em dialogar com o aluno, para entender por que seu melhor aluno não consegue o mesmo desempenho que tem demonstrado em sala nas verificações. Ele

não dá importância para o estranho fato – um aluno que se destaca no desenvolvimento da aula não consegue nota –, logo, o que o exame quer é nota, e assim o estudante é reprovado.

Este é o papel do exame, ser totalmente autoritário e antidemocrático, pois em nenhum momento se pergunta ou pede a ajuda deste aluno para ver quais eram ou quais são suas dificuldades com o exame, afinal, podemos estar trabalhando em determinado nível com eles em sala e exigindo outro neste momento de verificação da aprendizagem. É comum diante de situações como esta ouvir-se pelos corredores: "[...] não podemos aprovar quem não aprendeu, comigo é assim, só é aprovado quem realmente sabe [...]", ou ainda, "[...] não me interessa os seus problemas pessoais, o que realmente importa é seu desempenho aqui na universidade [...]". Ao ouvir, ou mesmo falar expressões deste tipo, ou que levam a interpretações semelhantes, estamos na verdade esquecendo que nosso objetivo principal em uma universidade é a formação de cidadãos, que estão inseridos em uma vida em sociedade, com alta complexidade, e cada ser humano se comporta de uma maneira diante dos problemas do cotidiano, de modo que estes problemas podem influenciar completamente o momento da aprendizagem, pois como já dissemos, este é um instante em que o aluno fica naturalmente nervoso, tenso, aflito. Por outro lado, ao aplicar exames, os professores tendem a querer analisar o aprendizado do aluno apenas neste curtíssimo intervalo de tempo.

Hoffmann (1994) ressalta que:

> [...] a avaliação é hoje indefinida, de tal maneira que o termo vem sendo utilizado com diferentes significados relacionados à prática avaliativa tradicional: prova, conceito, recuperação e reprovação [...]. (HOFFMANN, 1994).

Sem muitos detalhes aqui, pois iremos alargar a discussão na próxima seção, a avaliação em seu sentido real, dentro de um processo de aprendizagem, faz parte do ensinar e do aprender do aluno, não um instrumento que serve para coagir, inibir e desanimar o aluno. Quantos e quantos alunos desistem de disciplinas, e até mesmo de cursos, pelo fato de o docente não saber usar esta ferramenta de forma correta, como um material pedagógico que ajuda o desenvolvimento do aluno.

Como deve ser uma avaliação de verdade

Nos últimos anos, a avaliação tem sido intensamente discutida. Uma revisão rápida da evolução dos conceitos de avaliação pode ser encontrada em Comis (2006), e um guia que nos faz pensar sobre o tema está em Brown (2000). De acordo com Luckesi (2005), a avaliação deve ser um diagnóstico que leva o docente a tomar decisão em favor da melhoria dos resultados do desempenho dos estudantes. Não basta apenas diagnosticar, é necessária uma intervenção imediata, ou seja, retomar de alguma forma os conteúdos nos quais os alunos ainda demonstram dificuldades. Quando o professor faz a avaliação de forma consciente, ele está sendo o adulto da relação avaliativa para Luckesi (2005), ou o mediador desta relação segundo Hoffmann (1994).

Para alguns autores, o processo avaliativo deve ocorrer várias vezes, entre pequenos intervalos de tempo, pois isto ajuda a verificar as dificuldades dos alunos imediatamente. Paro (2011) diz o seguinte:

> [...] intervalos prolongados entre avaliações de aprendizagem podem provocar prejuízos maiores aos alunos. Quanto mais tarde for diagnosticada a defasagem do aluno, menos tempo hábil se terá para tomar decisões, a fim de sanar as suas dificuldades.

Podemos ressaltar que o ato avaliativo é uma prática dinâmica que, sem o ato de decidir, não se completa plenamente, pois apenas visualizar o problema e não encaminhar soluções para o mesmo é algo covarde, é o mesmo que ver alguém muito doente pedindo ajuda e fingir que não viu ou que não ouviu para não ajudar, pois isto vai lhe trazer muito trabalho, vai gastar tempo com esta pessoa. Uma pessoa que se preocupa com os outros a sua volta está sempre ajudando, fazendo o bem a quem precisa. O professor em sala de aula deve ser alguém com estas características, uma vez que, ao optar por verdadeiramente apoiar seu aluno – e não no sentido de consolá-lo, mas sim de decisivamente auxiliá-lo no processo de aprendizagem –,vai ajudar a formar um cidadão, um cidadão preparado para a vida, pronto para enfrentar qualquer dificuldade. Mais uma vez volto a reforçar: a educação não pode se limitar apenas aos conteúdos curriculares, ela deve e tem que ser muito mais abrangente, tem que formar cidadãos críticos e não simplesmente graduados, que decora-

ram alguns conteúdos, tiraram notas e, assim, são possuidores de um título superior de tal universidade. O aluno não pode simplesmente passar pela universidade, ela tem que contribuir de forma marcante, positiva, na formação deste.

O processo de ensino que possui uma prática avaliativa, e não simplesmente de aplicar exames, exige uma proposta bem definida, com objetivos claros, aliados a uma prática pedagógica construtiva. O ideal para uma prática de avaliação não só no ensino superior, mas em qualquer nível, seria como nos propõe a Lei de Diretrizes Nacionais para Educação: avaliação processual, ou seja, contínua, permanente, todos os dias e todas as horas. No entanto, sabemos que nosso sistema de ensino como um todo não contribui para este objetivo por vários fatores, tais como falta de infraestrutura, número inadequado de alunos por sala, falta de qualificação docente, entre outros. Embora seja difícil aplicarmos este ideal, é preciso que acreditemos que nossos processos avaliativos e o ensino como um todo pedem socorro, e nós enquanto educadores devemos procurar formas e motivações para fazer um ensino digno, no qual não iremos mais ouvir frases como: "[...] eu finjo que ensino, e eles fingem que aprendem".

Em resumo, uma avaliação, no seu verdadeiro sentido, deve ser aquela que motiva, que ensina, que tem objetivos claros tanto para o professor quanto para os alunos. Toda e qualquer avaliação deve nos dar um diagnóstico da aprendizagem, e a partir deste, tomarmos decisões que possam melhorar o desenvolvimento de todos os alunos. A avaliação não pode servir para fazer comparações entre os alunos, entre quem teve um bom desempenho e quem não teve, pois ao fazermos isto estamos julgando e colocando toda a culpa do não desenvolvimento do aluno sobre ele mesmo. Ao termos tais atitudes, ao invés de acolher, estamos excluindo mais um aluno, que se torna um forte candidato a aumentar nossos índices de desistência e/ou trancamento de matrículas. Lembramos ainda que nossas práticas pedagógicas devem se aquelas que fortalecem a aliança entre professor e aluno.

Um bom professor é um bom jardineiro

O professor no ensino-aprendizagem desenvolve um papel fundamental, dependendo de suas atitudes ele pode marcar um aluno para sempre. Nós, os professores, somos um dos profissionais mais

importantes do mercado. Por que digo isso? Porque todos os outros profissionais são formados por um professor. Considerando tal importância, é preciso que, de uma maneira geral, os professores se conscientizem e passem a discutir as suas ações pedagógicas. Uma aula não pode ser dada de qualquer jeito, uma avaliação não pode ser qualquer coisa, tem que ser a avaliação, e não mais uma avaliação, mas isto no sentido de ajudar na formação do aluno, e não para dizer aos alunos que eles não sabem nada e não querem nada, cobrando aquilo que não foi ensinado explicitamente em sala de aula.

O educador tem que saber que seu educando é um ser humano que precisa de um determinado tempo para que a aprendizagem ocorra de forma plena. Entender isto é simples, pois basta olharmos ao nosso redor, a natureza, e logo verificamos que tudo precisa de um tempo para acontecer. Os educandos não estão no estágio que queremos ou que desejamos, cada um está no seu estágio, o nosso papel é proporcionar que este possa avançar de estágio, obedecendo ao seu tempo, que é algo intrínseco a cada ser humano.

A seguir vou reproduzir um trecho magistral de Luckesi (2005), no qual parafraseia a parábola do semeador, trocando este por um jardineiro.

> O jardineiro saiu a semear suas sementes. Parte delas foi semeada junto à estrada. Sabendo que os pássaros viriam e as comeriam, protegeu-as com espantalhos[...] Outra parte foi semeada em terreno pedregoso, sabendo que elas não sobreviveriam, acrescentou terra nova, para que germinassem e crescessem... Parte foi semeada em terreno espinhoso, o jardineiro limpou o terreno, eliminando os espinhos, de modo que as sementes pudessem se desenvolver[...] Por último, uma parte das sementes foi semeada em terreno fértil e, por essa qualidade e com o cuidado do jardineiro, elas germinaram, cresceram e deram frutos.

Essa descrição do jardineiro diz tudo que um professor consciente de sua responsabilidade deve fazer, ou seja, todo professor deve ser um jardineiro. Não basta apenas semear as sementes, é preciso cuidar, por

mais difícil e ruim que seja o solo, e mesmo quando este já tem alguma qualidade, deve-se manter o cuidado. Um professor líder da relação, mediador, nunca pode agir como um semeador, semear as sementes e simplesmente aguardar para ver quais irão nascer, crescer e dar frutos. O professor-jardineiro é aquele que está acompanhando seus alunos sempre.

Alguém pode pensar que ser um professor-jardineiro é complicado em turmas com quarenta alunos ou mais; sim é complicado, mas temos que tentar o máximo cuidar de nossos alunos, não podemos apenas esperar que deem frutos, bom rendimento, sem os devidos cuidados. Não podemos apenas esperar que o sistema se adeque ao ideal do ensino, temos que ser conscientes e colaborar da melhor forma possível.

Considerações

Para concluir podemos fazer a seguinte analogia: a aprendizagem de cada ser humano é como as águas de um rio, descem no seu tempo. E ainda, para termos um ensino de qualidade precisamos do esforço de todos os envolvidos, é preciso reavaliar não só nossos métodos de avaliações, aqui discutidos, mas muitos outros fatores tão importantes quanto estes.

Por fim, seja o professor aquele capaz de dar todos os cuidados necessários, saiba plantar, saiba cultivar e, talvez o mais importante, saiba colher o ensino através de uma avaliação que construa e motive, que dê oportunidades aos seus estudantes, e jamais torne este momento em um momento de aflição.

Referências

BRASIL. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Disponível em http://portal.mec.gov.br/seed/arquivos/pdf/tvescola/lei/lein9394.pdf. Acesso em 18 de set 2015.

BROWN, S.; RACE, P.; SMITH, B. **Guia da avaliação**. Lisboa: Presença, 2000.

COMIS, D. A função social da escola e da avaliação da aprendizagem. **Dialogia**, São Paulo, v. 5, p. 135-144, 2006.

HOFFMANN, J. M. L. **Avaliação, mito e desafio**: uma perspectiva construtivista. 12. ed. Porto Alegre: Educação e Realidade, 1994.

LUCKESI, C. C. **A avaliação da aprendizagem na escola**. 2. ed. Salvador: Malabares Comunicação e Eventos Ltda., 2005.

PARO, V. H. **Reprovação escolar**: renúncia à educação. São Paulo: Xamã, 2001.

Sobre a didática e a física: seus aspectos emocionais e cognitivos

Alberto Sanoja Gonzalez

A pirâmide de Maslow (1943) traz a asserção de que os estudantes tenham um conjunto de necessidades cobertas para obterem um desempenho acadêmico adequado. No entanto, é possível que tenham um conjunto de necessidades satisfeitas, mas não um rendimento estudantil adequado. Isto ocorre, muitas vezes, como consequência das estratégias didáticas adotadas pelo professor no momento de dar aulas. As estratégias podem estar baseadas sobre uma metodologia com deficiências nos aspectos emocionais e cognitivos. Sabemos pela taxonomia de Bloom (BLOOM *et al.*, 1956) que essas deficiências podem trazer consequências lamentáveis que limitem o nível de desempenho dos estudantes. Desde uma perspectiva emocional, os estudantes podem perder o ímpeto, o estímulo, o entusiasmo e o incentivo, diminuindo o interesse pela disciplina. Desde uma perspectiva cognitiva, os estudantes podem apresentar dificuldades para obterem uma visão geral do conteúdo da disciplina, além de problemas para adquirirem uma noção do propósito da disciplina e complicações para conseguirem uma conexão lógica entre as ideias. Consequentemente, os estudantes acabam desiludidos, frustrados e desencantados, situação que impossibilita a formação de físicos dedicados, criativos e inovadores. Em uma tentativa por mudar essa situação, daremos várias sugestões, que podem corrigir parcialmente esses problemas e conseguir que a interação entre o ensino e o aprendizado se torne um processo mais eficaz, no qual as habilidades e conhecimentos transmitidos pelo professor possam ser assimilados e incorporados pelos estudantes, de maneira que possam influir em seu comportamento e aptidão.

Aspectos emocionais

O estado anímico dos estudantes é crucial para o aprendizado, e geralmente o conteúdo das disciplinas costuma a ser difícil, portanto, os estudantes tendem a se desencantar. Perante essa situação, é importante que o professor, durante cada aula, esforce-se em manter os

estudantes estimulados, entusiasmados, incentivados e apaixonados pelos temas que devem ser compreendidos e sobre os quais deve se refletir continuamente, além de fazer um esforço em transmitir-lhes a confiança, a segurança e a disposição necessária para que se envolvam e familiarizem com a disciplina.

Existem aspectos importantes que repercutem na retórica, os quais podemos transladar para o âmbito da didática. Estes permitem manter os estudantes cativados e desta maneira capturar sua atenção. Um é o "ethos", que se refere aos rasgos que conformam a identidade da pessoa, que neste caso é o professor. O outro é o "pathos", que está relacionado com o uso dos sentimentos, com o fim de influenciar na audiência, que neste caso são os estudantes. Considerando esses elementos, podem se adotar várias estratégias metodológicas, as quais indicaremos à continuação:

a. É relevante que o professor se expresse com entusiasmo, mostre interesse pelos estudantes e mantenha uma relação de cordialidade e amabilidade com eles. Que não seja prepotente e não imponha o princípio de autoridade, de maneira que não exista um ambiente desagradável na sala de aula e os estudantes estejam mais dispostos a fazer perguntas sem nenhum medo ou vergonha. Seguindo a janela Johari [LUFT; INGHAM, 1955], o professor deve estar se comunicando constantemente com os estudantes, perguntando-lhes pela qualidade das aulas e como eles estão se sentindo nelas, de maneira que possa melhorar sua qualidade e beneficiar aos estudantes.
b. Outra maneira de estimular os estudantes é relacionando o tema que estudam com o cotidiano, contando-lhes como essas ideias transformaram a sociedade no passado e determinaram de diversos modos o progresso do mundo.
c. Enquanto se desenvolvem as aulas, é bom reiterar aos estudantes a importância da leitura de artigos, revistas e livros referentes à divulgação da física, de uma maneira mais amena, ilustrativa, simples e cativante que essa realizada nas salas de aula, devido à inevitável frieza da linguagem matemática que conforma as teorias físicas.
d. Como diz a frase "uma imagem vale mais que mil palavras", aprender mediante imagens e sons, às vezes é mais poderoso e

mais marcante que a leitura. Considerando esse fato, os professores podem empregar os recursos multimídia, especificamente os documentários, que atualmente são muito populares. Durante o semestre, depois de terminar cada tema central, ~~podem se~~ é recomendável tomar duas horas e projetar um documentário relacionado com o estudado previamente na sala de aula. Esta estratégia pode servir para reforçar o conhecimento e motivar os estudantes.

e. O professor de física espera que os estudantes tenham uma noção da física, seu valor e transcendência. No entanto, constatamos com frequência que esta não é a situação, apesar de eles terem escolhido o curso pelo interesse próprio. Portanto, é importante manifestar-lhes que a física não é apenas curso: que se trata de uma vocação e de uma atitude em relação ao mundo; que sua essência é descobrir as leis fundamentais da Natureza e que esse desejo profundo de conhecimento é seu principal impulso; que seu propósito é avançar no conhecimento sem se preocupar pelas suas aplicações práticas. É certo que artefatos maravilhosos podem se obter desse conhecimento, mas essa não é sua motivação principal. Devem aprender a valorizar a física porque explica o funcionamento do Universo, porque intenta responder de onde viemos e para aonde vamos, além de nos indicar nosso lugar no Universo. Em definitivo, porque torna a humanidade mais sábia. Esse é o valor, a magnificência, o poder e a beleza da física.

Se os estudantes tivessem mais consciência disso, se envolveriam mais com os temas, os valorariam mais e refletiriam mais sobre eles. Finalmente, os incorporariam e influenciariam em suas atitudes, tornando-se uma qualidade pessoal (ROWLEY, 2007).

Aspectos cognitivos

O positivismo (BRAGA; GUERRA; REIS, 2011) é uma escola filosófica desenvolvida pelo filósofo Auguste Comte no século XIX. Esta corrente de pensamento fez uma análise da evolução da humanidade e ordenou esse processo em três fases: teológica, metafísica e positiva.

A fase teológica seria aquela na qual os seres humanos explicavam os fenômenos da Natureza mediante a ação de seres sobrenaturais. Posteriormente, viria a fase metafísica, na qual os seres humanos

realizavam explicações racionais dos fenômenos da Natureza, mas procurando essências na Natureza e, portanto, uma busca ingênua. Esta ingenuidade, segundo os positivistas, levava os seres humanos a criarem conceitos imaginários que representariam essas essências. Finalmente se encontrava a fase positiva, na qual os seres humanos considerariam como a única realidade existente aquela fornecida pelos fatos empíricos, postura que levaria a desistir de uma busca pela realidade última da Natureza e evitando desta maneira explicações imaginárias.

O positivismo afirma que o único conhecimento autêntico da Natureza é o científico, o qual se obteria por meio da elaboração de uma teoria, que surgiria exclusivamente a partir de os fatos empíricos, afirmando que não pode haver teorias prévias à observação e desprezando a criação de teorias a partir de princípios que não tenham sido percebidos objetivamente.

As ideias positivistas se difundiram pela Europa e terminaram influenciando a maneira pela qual os cientistas elaborariam o conhecimento e como seria ensinado nas instituições científicas, deixando uma marca na formação dos cientistas.

A recusa dos positivistas à elaboração do conhecimento mediante a procura de essências na Natureza, e considerando propriedades prévias à observação, marginou o aprendizado da física a partir de seu próprio progresso, a partir da leitura dos fundadores da física e da história do pensamento físico, devido a que durante esse processo, em determinados momentos, foram utilizaram conceitos metafísicos que motivaram, em muitos casos, o desenvolvimento do conhecimento em física. Por temor às influências metafísicas na formação dos estudantes, deram preponderância a uma formação científica baseada em um método estritamente lógico e instrumental, no qual as teorias científicas seriam apresentadas e organizadas nos livros de texto sem relação alguma com a maneira natural em que foram sendo concebidas e desenvolvidas.

Apesar dos benefícios que possa apresentar esta maneira de formar os estudantes, o autor notou, por meio da experiência na sala de aula, que em alguns casos os estudantes tiveram tido dificuldades em relacionar logicamente as ideias e encontrar-lhes um sentido a cada tema, mas que posteriormente, com o apoio de um esboço histórico,

as dificuldades desapareciam, assimilavam com mais facilidade o conhecimento e aumentava seu entusiasmo.

Com o propósito de satisfazer essas necessidades cognitivas dos estudantes, melhorar seu aprendizado e influenciar de forma benéfica em sua formação, mencionaremos várias sugestões que poderiam ser implementadas durante as aulas:

1. No momento de ensinar física, expõem-se e explicam-se teorias que permitem entender diferentes domínios e parcelas da realidade. Todas estas teorias foram a consumação da curiosidade, admiração, criatividade e dedicação de um enorme número de pessoas, que desempenharam suas atividades em diferentes lugares do mundo e durante muito tempo. Nesta aventura intelectual, têm influído muitos elementos, que não sempre se manifestam diretamente nas teorias física, mas que sem dúvida foram uma fonte de inspiração para seus autores e serviram como motivação para seu trabalho. Portanto, de alguma maneira, quando se ensina física, constrói-se um relato sobre a realidade, na qual, muitas ideias e acontecimentos foram decisivos. Este relato constitui a história da física.

   Durante as aulas, o autor tem percebido que parte das dificuldades que os estudantes têm para realizarem a conexão lógica das ideias, e dar um sentido àquilo que estudam, está relacionada com o desconhecimento de todos esses elementos escondidos detrás dos formalismos e dos livros, que geralmente não afloram, mas que os estudantes em seu processo de aprendizado perguntam por eles, como parte de sua inata curiosidade. Portanto, realizar comentários referentes a estes aspectos durante as aulas tem sua importância e utilidade.

2. O professor se dedica exclusivamente a estudar e transmitir as ideias da física. Mas conversando com os estudantes, percebe-se que, às vezes é importante estudar as pessoas para poder compreender as ideias que essas pessoas conceberam. Portanto, à medida que se ensina o tema, pode ser de estimação mencionar aspectos da vida da pessoa, a época em que a pessoa viveu e como essas circunstâncias podem ter propiciado a produção das obras que terminariam contribuindo ao desenvolvimento do tema que se trata na aula. Em vários casos, os estudantes

percebem estar em circunstâncias similares àquelas nas quais em algum momento estiveram envolvidos os autores dos temas que estão estudando. Este conhecimento muda a visão dos estudantes.

Como o expressou uma vez um grande pensador: "Nada tem mais influência sobre as ações dos homens que o conhecimento das ações de outros homens. O leitor se assemelha ao herói para tentar atuar como ele[...] A imitação de um homem importante é uma forma de educação moral".

Saber os propósitos e motivações que impulsaram os pioneiros do conhecimento envolvido nos temas estudados permite perceber com mais claridade cada contribuição na física e compreender como o desenvolvimento das ideias às vezes obedece a um simples acidente ou é consequência do esmero.

3. Quando se ensina física, sempre se transmite ideias corretas, ou seja, as ideias que têm sido contrastadas com a realidade, e como consequência de sua concordância com as observações, têm sido aceitas e incorporadas ao conhecimento. Apesar de isto ter todo sentido, esse enfoque deixa de lado que estas ideias corretas não poderiam ter sido concebidas se não fossem antecedidas por ideias que não concordaram com os fatos. Essas ideias falsas desempenharam um papel valioso na física, criando muitas vezes as contradições e inconsistências que, ao ser tratadas e corrigidas, deram origem às ideias que atualmente se ensinam e que consideramos parte do conhecimento em física.

   Assinalar este fato aos estudantes pode ser importante, para que entendam e aceitem com naturalidade que o esforço intelectual, dirigido às ideias que eventualmente poderiam ser refutadas, não é em vão e que tal esforço se tornará em uma condição prévia ao conhecimento, o qual é de certa forma uma contribuição. Portanto, apresentar o conhecimento como um processo de ideias falsas poderia ser proveitoso para os estudantes em suas atividades futuras.

4. O professor deve considerar que dominar a física implica dominar uma terminologia. As teorias físicas estão repletas de termos como axioma, hipótese, postulado, conjectura, teorema, paradoxo, efeito, lei, princípio. Cada um destes termos

é uma peça-chave de uma teoria física, tem um significado e transmite a importância que tem como parte de uma teoria. Os estudantes escutam e pronunciam constantemente estes termos, mas muitas vezes os ignoram. Este desconhecimento funciona como uma barreira para os estudantes e não lhes permite entender bem os fundamentos, estrutura e alcance da teoria, gerando certa desordem e confusão que se reflete em nosso entendimento da própria Natureza. É dever do professor ir esclarecendo estes termos enquanto vai explicando os temas exigidos na aula. Compreender o significado destes termos também forma parte da formação em física.

5. Quando se ensinam e explicam as teorias físicas, é recomendável e conveniente começar apresentando ideias gerais do tema e posteriormente avançar gradualmente para as ideias particulares. Quando se apresentam os temas desde uma perspectiva geral, os estudantes apreciam com rapidez a magnificência, a simplicidade, a profundidade, a harmonia, a elegância, a beleza e poder de atração de uma teoria. Que os estudantes possam perceber estas qualidades de uma teoria física é determinante para que avancem com entusiasmo às ideias particulares dessa teoria, que muitas vezes são os que têm uma conexão imediata com a realidade, mas não sempre transmitem o sentimento necessário para se cativar pela física, o qual é muito importante, porque muitos estudantes geralmente desistem da disciplina perante a dificuldade do conteúdo. Uma vez mostrados os aspectos gerais de uma teoria, pode-se proceder a mostrar quais são os fundamentos, sua estrutura e sua transcendência, aspectos importantes para transmitir a ordem necessária para que seja compreendida com mais facilidade. Por último, deveriam se apresentar os detalhes, como os conceitos, princípios e regras, para aprender a trabalhar com eles.

Considerações

É possível melhorar a eficácia do processo didático nas disciplinas de física, dentro do esquema tradicional de aulas expositivas. Essas mudanças o professor as pode conseguir adotando uma metodologia que incorpore e enfatize os aspectos emocionais e cognitivos dos

estudantes, com o propósito de aumentar-lhes o estímulo, o entusiasmo, o incentivo e a curiosidade; que lhes possibilite ter uma visão clara, concreta e simples do tema; que possam relacionar logicamente as ideias; que tenham consciência dos motivos pelos quais estão tratando o tema; tenham uma ideia da relevância, significado e utilidade desse conhecimento para a sociedade; conseguindo dessa forma que incorporem o conhecimento, possam modificar seu comportamento e portanto seu conhecimento vire um objeto de valor.

Para alcançar essas mudanças, foram apresentadas várias propostas que o professor pode seguir, adotar e utilizar como forma de conscientizar em suas aulas.

Referências

[1] MASLOW, A. H. A Theory of Human Motivation. **Psychological Review**, 50, p. 370-396, 1943.

[2] BLOOM, B. S. *et al.* **Taxonomy of educational objectives**: The classification of educational goals. Handbook I: Cognitive domain. New York: David McKay Company, 1956.

[3] LUFT, J.; INGHAM, H. "**The Johari window, a graphic model of interpersonal awareness**". Proceedings of the western training laboratory in group development. Los Angeles: University of California, 1955.

[4] ROWLEY, J. The wisdom hierarchy: representation of the DIKW hierarchy. **Journal of information Science**, 33 (2), p. 163-180, 2007.

[5] BRAGA, Marco; GUERRA, Andreia; REIS, José Cláudio. **Breve história da ciência moderna**. 2. ed. Rio de Janeiro: [completar Editora], 2011.

Docência na graduação: experiências de um recém-contratado

Eduardo Augusto Campos Curvo

Sou professor contratado pela UFMT desde outubro de 2011. Para mim, poder fazer parte da UFMT é uma grande honra, levando em conta que realizei meu curso de graduação (licenciatura plena em Física) aqui, entre 1997 e 2000. Com a finalização da graduação segui para Campinas (Unicamp) em agosto de 2000, para continuar meus estudos em física. Lá tive a oportunidade de participar de um grupo de pesquisa (Grupo de Cronologia) liderado pelo Professor Julio Cesar Hadler Neto. Esse grupo de pesquisa foi criado por César Lattes por volta de 1970. A ideia motivadora para a formação do grupo foi dominar um método de datação baseado no decaimento do ^{238}U (que possui meia-vida para decaimento por fissão espontânea de $8x10^{15}$ anos), ou seja, que registra eventos da ordem de milhões ou até mesmo de bilhões de anos (dependendo do mineral no qual os decaimentos foram registrados). César Lattes desejava testar a teoria proposta por Paul Dirac em 1937, de que as constantes universais (como a velocidade da luz no vácuo, a constante de Planck, a carga do elétron e a constante gravitacional) poderiam ter variado com o tempo após o Big Bang, teoria esta conhecida como "Variação das Constantes Universais". Finalizei o mestrado em 2002 e o doutorado em 2005. De 2006 a 2011 tive a oportunidade de realizar pós-doutoramentos na Unicamp, Unesp e TUBAF (Alemanha). Durante todos esses anos imerso na pesquisa (2000-2011), tive pouca experiência em sala de aula. Apenas lecionei uma disciplina semestral (Física 3 – Eletricidade e Magnetismo) como Programa de Estágio à Docência (PED) na Unicamp e uma disciplina de laboratório de Física 3 na Unesp – Presidente Prudente. Ou seja, acabei tendo bastante contato com pesquisa e pouco contato com o "ser professor". Essa digressão sobre minha formação será importante para compreender meu choque inicial ao assumir três disciplinas na graduação assim que comecei na UFMT.

Tomei posse do cargo na UFMT dia 3 de outubro de 2011. Dois dias depois iniciei em sala de aula, ministrando as disciplinas de Física 2 (1 turma) e Física 3 (2 turmas, sendo uma com aulas de laboratório além das aulas teóricas). Apesar de ter realizado uma licenciatura em física, fui pego em um grande embate mental quando comecei a planejar os três cursos. Eu não sabia ao certo como encaixar o papel do professor (eu) no processo de ensino e aprendizagem. Minha grande dúvida era até que ponto eu seria um mero coadjuvante nesse processo ou um personagem principal. Meus anos na pesquisa me ensinaram que o objetivo do processo de formação do aluno é torná-lo autodidata. Isto é, infligir-lhe um *treinamento* para que o mesmo, depois da graduação, do mestrado ou do doutorado (o que varia de indivíduo para indivíduo dado um grau de maturidade não apenas científica, mas fortemente pessoal), consiga definir o que estudar (a pergunta, o problema) e consiga organizar o método (o meio, as ferramentas) que utilizará para perseguir a resposta àquela pergunta. Este *treinamento* visaria estimular o aluno a desenvolver uma "clareza de pensamento". Por autodidata, significo: a habilidade de uma pessoa em completar eventuais lacunas em sua formação acadêmica; e também a habilidade em conectar a área do conhecimento estudada (conhecimento compartimentado como física, biologia ou línguas) com conhecimentos de outras áreas do conhecimento e com intuições acerca do funcionamento da natureza, avançando assim o conhecimento científico.

Em meu raciocínio, caso eu estivesse lidando com alunos já conscientes de que são os responsáveis pelo aprendizado próprio (responsáveis no sentido de que há de haver vontade do aluno para aprender), eu teria um papel de professor mais passivo. Nesse caso todos estariam motivados a estudar e apreender conhecimentos em física que: i) ajudarão a compor seu modelo sobre o mundo caso não trabalhem diretamente com física; e/ou ii) serão parte essencial de suas carreiras, quer como professores de física ou cientistas ou ambos. Acabei acreditando que esse seria o estado de espírito de meus alunos na graduação. Foi grande o meu espanto, após as primeiras aulas nas três turmas, de que minha suposição inicial não era verdadeira. Os alunos ainda não estavam motivados da maneira que eu havia imaginado, e nesse caso não cabia o papel de Professor Passivo. Tive então de tomar uma atitude ativa e passar a apresentar aos alunos os benefícios que eles poderiam alcançar valorizando aquele conjunto de conhecimentos

que estávamos abordando. Na verdade o que eu buscava não era apenas motivar os alunos a estudar física, mas sim despertar neles uma postura curiosa e prazerosa com relação à natureza que nos cerca em nosso dia a dia (e que tantas vezes tomamos como não significativa e mesmo não existente). Nesse sentido gostaria de ajudá-los a chegar às seguintes perguntas: "O que cada um deles quer para sua vida?"; e "O que realmente importa nesta vida?".

Felizmente tenho obtido um bom retorno dos alunos procedendo dessa forma, isto é, instigando-os a conectar o conhecimento discutido em sala de aula com aplicações existentes em nosso dia a dia. Acredito que dessa forma o conhecimento torna-se mais significativo e mais conectado aos demais conhecimentos pré-existentes no modelo mental dos alunos. Outra prática que tem despertado a curiosidade dos alunos é a aplicação dos conceitos utilizados em projetos científico tecnológicos atualmente sob desenvolvimento. É o que acontece, por exemplo, com a conexão entre campos magnéticos e a retenção de plasma no tokamak do projeto *ITER – Energy from Fusion*, que deseja obter energia através da reação de fusão nuclear realizada a temperaturas mais elevadas do que as encontradas no núcleo do Sol. No laboratório, além dos experimentos clássicos que são explicados através de conceitos discutidos nas aulas teóricas, a montagem de aparelhos simples também tem rendido boa motivação para os alunos. É o que ocorre neste semestre com meus alunos de Engenharia Elétrica no Laboratório de Física 3, para os quais parte da nota da disciplina de laboratório será proveniente da emissão e da recepção de um sinal de telégrafo sem fio (por eles construído), utilizando como ideia-base para o aparato experimental a montagem utilizada por Heinrich Hertz em 1887, para comprovar a existência de ondas eletromagnéticas. Apesar do caráter expositivo das aulas teóricas, o diálogo com os alunos, seja ele realizado na forma de questionamentos colocados pelo professor, ou por perguntas realizadas pelos alunos, tem sido muito produtivo. Isso porque em vários casos o aluno vê o fenômeno físico por um ângulo ainda não considerado pelo professor, enriquecendo a compreensão do conhecimento de ambos.

Concluindo este pequeno relato de minhas recentes experiências no ensino de física na graduação, posso dizer que hoje em dia consigo me situar com maior facilidade no processo de ensino e de aprendizagem.

Acredito que tenha conseguido harmonizar meus modelos mentais empregados na pesquisa e no ensino. Continuo adquirindo vivência de sala de aula e posso dizer que a experiência está sendo prazerosa e muito recompensadora. Sinto dessa forma que o “ser Professor” vai se tornando um atributo mais natural.

Referências

DIRAC, P.A.M. The Cosmological Constants. **Nature**, v. 139, n. 3512, p. 323, 1937.

ITER. **International Thermonuclear Experimental Reactor**. Disponível em: http://www.iter.org. Acesso em: 08 set2014.

HERTZ, H. R. Über sehr schnelle electrische Schwingungen. **Annalen der Physik**, v. 267, n. 7, p. 421-448, 1887.

O real papel de um professor de Ciências Exatas (Física) no Ensino Superior na Universidade Pública – a prática docente

Gilberto de Campos Fuzari Jr
Lívio José Velasco
Elen Poliani da Silva Arlindo

É interessante a contraposição entre o que parecia a todos o ensino de educação superior e o que realmente o é. Os papéis parecem não ser mais equivalentes aos da época em que eram estudantes universitários muitos daqueles que ora ingressam na universidade como professores. Ao que parece, as políticas governamentais de oferecimento de nível superior a toda a massa, juntamente com as péssimas condições de ensino básico (fundamental e médio), vêm agravando os problemas que tais professores enfrentam. A grande evasão nos cursos da área de Ciências Exatas é algo histórico. O problema é que aparentemente vários alunos entram no curso sem possuírem afinidade alguma com a área, unicamente escolhendo a opção que restou.

Em termos de produção científica, o tema é pouco destacado em trabalhos na área de ensino de Ciências, e o que se verifica são muitas pessoas perdidas em relação à função de professor universitário. Segundo Ferreira (2002), o papel atual do professor do ensino superior deve passar pela criação de saberes, a difusão desses mesmos saberes, a interação com a sociedade e a revolução de atitudes, passando a universidade, cada vez mais, a ser um centro de discussão de ideias e de contribuição para o progresso social e humano.

Além disso, a relação ensino-aprendizagem na área de Ciências Exatas exige um comprometimento e disciplina maior do aluno: além de interpretação, dedução lógica, relação dos conceitos com situações reais, comuns a todos os cursos, o aluno terá que ser capaz de trabalhar com modelos abstratos e com lógicas sistematizadas tendo imediata

relação com a realidade ou não e saber se, como, e em que situação as abstrações conferem com a realidade.

Um exemplo para o leitor, sendo da área ou não, é o conceito de infinito. Em geral aparenta ser uma questão simples, algo não mensurável, infinito é infinito, ou que seja a maior distância possível. Entretanto, na prática nem sempre é assim. Às vezes o infinito nem é tão grande assim – parece ilógico! Vamos então entender isso: em uma atração eletrostática de cargas elétricas (lei de Coulomb) a força entre tais depende do módulo das cargas e do inverso da distância ao quadrado. Façamos então uma experimentação simples: atritemos um bastão de plástico ou vidro em um pedaço de lã e em seguida o aproximemos de pequenos pedaços de palha, isopor ou papel, vamos verificar certa atração quando eles estiverem bem próximos. No entanto, a uma distância não tão grande (um metro, por exemplo) é possível observar que não há atração e, se usássemos a equação, veríamos que realmente a força tenderia a zerar, ou seja, para tal situação, a distância deveria ser infinita. E assim, o conceito abstrato de infinito, fisicamente dizendo, torna-se um conceito relativo e até "mensurável", já que o que vai designar o tamanho do infinito é a sensibilidade do equipamento de medida (em nosso caso a pessoa que segura o bastão) e as próprias condições em que o experimento é realizado.

Agora, tratando-se ainda do conceito de infinito, o professor pergunta ao aluno qual a maior quantidade de números reais que existe: entre 1 e 2 ou entre 1 e 10. Intuitivamente o aluno escolheria a segunda opção, mas sabemos que é impossível saber a quantidade de números para um ou para outro, ou seja, para ambos trata-se de algo infinito. Bom, mas aí temos um infinito diferente do primeiro caso; para o último nos parece algo absoluto e não relativo como no primeiro. Essas capacidades de abstração sobre abstração, abstração do concreto e concretização das próprias abstrações provavelmente são uma das grandes questões sobre a dificuldade da boa relação ensino-aprendizagem nas Ciências Exatas. Carvalho e colaboradores (2011) apresentam isso em outros termos quando mencionam a matemática como linguagem estruturante no ensino de Física, em seu livro.

Como já mencionado, tradicionalmente são poucos alunos formados em tais cursos, e em parte muitos entenderiam. Porém, como o sistema educacional deve atender a exigências de políticas externas

(e em casos mesmo internas), os professores de tais áreas em muito são tachados como profissionais, senão incapazes, ineficientes. Para Sguissardi (2002), as mudanças na educação superior brasileira, implantadas já a partir da Lei de Diretrizes e Bases da Educação (Lei 9.394/96), fazem parte de um contexto econômico maior, no qual a integração à economia mundial muda o papel da educação superior, pois diante das demandas da sociedade do conhecimento, as universidades são pressionadas a tornarem-se mais autônomas, independentes da direção do Estado, e mais voltadas às exigências do mercado. Até conseguimos entender isso, o problema é que essa autonomia é ilusória e a forma que o governo encontra para implementar tal situação parece distorcida e direcionada a resultados quantitativamente satisfatórios (e não preocupadas com a qualidade dos profissionais a serem formados). Assim, são criados os programas para massificação do ensino superior: o Reuni e SISU-ENEM, sendo que, para o primeiro vemos salas de aula lotadas, e no segundo, os alunos sem condições intelectuais e/ou de poucas perspectivas em relação ao conhecimento acabam por entrar nos cursos pouco visados, das Ciências Exatas, somente no intuito de obter um diploma. Então, eis a grande questão: como formar bons profissionais sendo que o público recebido por estes cursos normalmente tem extremas deficiências no ensino de base, e em muitos casos nem empatia ou perfil com a área, além, é claro, de aulas em que temos centenas de alunos com necessidades e realidades distintas?

Obviamente os professores universitários devem atender necessidades em relação ao que Villani e Pacca (1997) chamam de conhecimento científico e habilidade didática, e também espera-se que, em havendo possibilidade, a relação professor-aluno seja dialógica e interativa (MORTIMER, 2002), mas, diante de nossa realidade, será possível e/ou suficiente?

Justificativa, motivação e objetivos

O grande interesse abordado neste texto encontra-se em saber se a sensação da (in)capacidade de ensinar é uma questão de referência (e claro, da falta de experiência) do professor novato, ou de próprio conflito sobre a função do professor universitário, se esta se trata realmente de atender as necessidades dos alunos, sendo às vezes as mais

básicas, no qual nem os planos de projetos pedagógicos prescrevem e também o papel de motivá-los (muitas vezes das quais parece mais uma ação de persuadi-los) quanto à importância de aprender como acontece no ensino fundamental e médio. Nesses dois níveis se entende que o indivíduo (criança ou adolescente) nem sempre é capaz sozinho de entender a importância do conhecimento. Questiona-se ainda se tal indivíduo, no caso já adulto, é capaz de escolher o curso que realmente lhe agrada e no qual tem pretensão de trabalhar, e entende por si só a importância do conhecimento e que a dedicação seja um dever, sendo que nesse contexto o professor tem o papel de orientar, mediar, apresentar informações com contexto para que se tornem conhecimento, na maioria das vezes não unicamente configurar um campo de novas ideias e sim transformar as ideias (ou informações) prévias dos alunos em real conhecimento científico (ARRUDA; VILLANI, 1994).

Além disso, ainda existem algumas questões que parecem atingir especialmente as Ciências Exatas: o pouco interesse em se matricular em tais cursos, a evasão e poucas pessoas que se formam, em quantidade mínima se comparado a cursos de outras áreas. Talvez, como descrito acima, a causa esteja especialmente relacionada à complexidade abstrato/concreto sistematizado, além é claro das pretensões financeiras do indivíduo.

Este enfoque foi motivado por abordar questões pertinentes aos próprios autores, professores universitários novatos ou aspirantes a professores universitários na área de ciências exatas. Além, é claro, do fato de ser observada certa escassez de trabalhos tratando especificamente do assunto.

Assim, a análise realizada tem como objetivo principal entender qual a função do professor universitário de Ciências Exatas – Física no que diz respeito especialmente à prática docente com todas essas transformações das Universidades Federais e mesmo do ensino de forma geral.

Metodologia empregada no estudo

Para a obtenção do material de análise, foi realizado um questionário com quatro professores do ensino superior de Ciências Exatas (Física), sendo dois recém-ingressantes, um deles licenciado e outro bacharel; um com cinco anos de serviço e um com mais de dez anos de

serviço. A escolha dos professores foi feita em relação a pessoas com diferentes tempos de universidade para se analisar questões referentes a perspectivas, paradigmas, observações, experiências. Também foram colocados dois professores em mesma situação em relação ao tempo, mas com formação distinta, um licenciado e o outro, um bacharel, para se analisar especialmente a relação ensino-aprendizagem e o papel do professor neste contexto na perspectiva de cada um.

A seguir uma tabela é mostrada para melhor compreensão:

Tabela 1- Dados relevantes sobre os professores participantes da pesquisa

Denominação	Graduação	Tempo de serviço
P1	Licenciado em Física	Em estágio probatório
P2	Bacharel em Física	Em estágio probatório
P3	Bacharel em Física	Entre 5 e 10 anos
P4	Bacharel em Física	Mais de 10 anos

Fonte:

As questões a serem respondidas foram as seguintes:

1. Por que você ingressou num curso de Ciências Exatas (Física) e por que você acha que a grande maioria faz essa escolha?
2. Em relação comparativa a época em que você se graduou e agora, quais as principais mudanças que você pode observar na relação aluno-professor ou mesmo aluno-curso?
3. Você considera que os alunos (ou pelo menos a maioria deles) que entram no curso têm condições de terminá-lo? Se sim, sob quais condições; se não, justifique a resposta. Isso já era esperado antes de sua entrada na Universidade como professor?
4. Quais as maiores dificuldades encontradas pelos alunos?
5. O que você, como professor, faz para avaliar a situação dos alunos e tentar revertê-la?
6. A que você atribui tais condições dos alunos?
7. A que você atribui a grande evasão e baixa quantidade de alunos formados quando comparados a outros cursos?

8. Qual era sua perspectiva em relação ao ensino no nível superior antes de ingressar como professor na Universidade? E qual a sua perspectiva agora?
9. Qual deveria ser o papel do professor universitário? Realmente é esse o papel que você desempenha?
10. Quais as maiores dificuldades encontradas por você como professor?
11. Houve situações de conflito extremo entre você e os alunos, os alunos entre si, sejam comportamentais ou cognitivas? Se sim, descreva-as.
12. Como você caracteriza relação ensino-aprendizagem?
13. Como você julga os programas governamentais REUNI e SISU no tocante à relação ensino-aprendizagem, e consequentemente à formação de profissionais?
14. Em sua opinião, as condições do ensino superior são satisfatórias ou devem ser melhoradas? Para tal, o que deve ser feito?

Decidimos não tratar o trabalho em aspecto taxativo ou classificatório por meio de referenciais específicos nos métodos de análise, e sim uma abordagem geral sobre a visão de tais professores no intuito de realmente colaborar com experiências e preocupações comuns dos professores universitários da área, especialmente aqueles em início de carreira.

Discussão

Discutiremos de forma geral as opiniões e questões indagadas por cada professor que respondeu ao questionário.

Questão 1

Em relação ao porquê do ingresso dos candidatos na carreira de Física, todos disseram ter afinidade com a disciplina, mas somente P4 destacou a vontade de seguir carreira de docência. O candidato P1 destacou também o fato de ser um curso noturno (licenciatura) que permitiu a ele trabalhar durante o dia. Consensualmente todos julgaram que a maioria que escolhe a carreira o faz pela baixa concorrência nas provas de seleção para o ingresso na universidade.

Questão 2

P1 e P2 destacaram a falta de comprometimento dos alunos com o curso e comunicação com o professor. P1 ainda revela em seu discurso que há professores que agravam a situação alegando haver docentes que não propiciam uma boa relação entre aluno e professor. P3 sugere uma melhora no ato de ensinar dos professores:

> [...] posso arriscar dizendo que hoje há uma preocupação maior por parte dos professores em atender melhor os alunos. Na época da minha graduação, os professores simplesmente ministravam o conteúdo e aplicavam as avaliações, mas dificilmente avaliava a si próprio ou sua prática de ensino. (P3)

Entretanto, P3 verifica também a falta de empenho dos alunos com todos os benefícios que o curso oferece.

P4 denota certa desmotivação em relação ao ato de ensinar vendo que os alunos mostram-se desmotivados, despreparados e desinteressados e que acabam por se formar a qualquer custo e talvez todo este seja o motivo. Segue um trecho de seu discurso:

> Não que não houvesse esse tipo de alunos antes. Comecei minha graduação em 1988 e não era muito diferente. O que mudou para valer foi que, antes, o grupo citado desistia e ia procurar outra coisa para fazer na vida; hoje cruzam os braços e esperam, na certeza que o diploma virá. E acredite: por tudo que já vi, ouvi, presenciei e protagonizei, o diploma virá. Então se esforçar pra quê?! (P4)

Questão 3

Todos julgaram que a maioria dos alunos que entram no curso não têm reais condições de terminá-lo, destacando a falta de afinidade e ainda de habilidades e competências em relação a conteúdos que deveriam ser pré-requisitos para sua entrada. P3 fala também sobre a falta de motivação relacionada aos alunos de licenciatura, já que o fim deles seria a escola pública, onde as condições de trabalho são

insatisfatórias. P4 faz uma comparação entre cursos de bacharelado e licenciatura, alegando que o problema é mais grave quando se trata da licenciatura, concordando com o discurso de P3. P4 ainda desabafa com o seguinte discurso:

> Agora, sobre nossa realidade "regional": a maioria (antes do SISU) sequer tinha condições de ingressar na Universidade. Muitos tinham analfabetismo funcional. O SISU mudou isso um pouco (pelo menos quanto aos casos berrantes). Hoje, posso dizer, sem medo de errar, que dos 05 que formamos, nem mesmo 30% teriam condições de ser bons professores. Por tudo que eu própria vivenciei no curso, não me surpreendeu tanto... Parecia que fazia parte do DNA da educação brasileira. (P4)

Nesse discurso fica clara a crítica sobre as políticas do governo em relação à massificação do ensino superior, do ponto de vista de P4.

Questão 4

Todos denotam um analfabetismo funcional da maior parte dos alunos ingressantes alegando que os alunos têm dificuldades em relação à interpretação de textos, conhecimento de matemática e ciências básicas, ou seja, má formação escolar.

Questão 5

Para P1, avaliar a situação dos alunos e tentar revertê-la promovem discussões detalhadas. P2 disponibiliza horários amplos de atendimento e plantões tira-dúvidas, mas diz que ainda não obtêm muito sucesso. P3 faz uma verificação dos conceitos prévios e em seguida faz revisão rápida dos conceitos nos quais os alunos apresentam dificuldade. P4 segue o mesmo padrão de P3; entretanto, aponta isso com mais detalhes, com um tom de indignação em sua história profissional até a realidade atual e conformação (imposta) com o (e pelo) sistema:

> Eu sempre falo que não faço mágica. Fossem coisas pontuais e conseguiríamos atuar. Mas é tão endêmico, que fica difícil ser eficaz. Mas acho que faço a

> minha parte. Em sala de aula explico o que for necessário: regra de três, conversão de unidades, mínimo múltiplo comum, etc. Explico tim-tim por tim-tim. Torno os conteúdos bem palpáveis (ao ponto quase de descaracterizá-los). Tudo isso para ver ser entro no universo do aluno e ensino algo. [...] Achava que o descaso e o *status quo* não me alcançariam. Hoje, infelizmente, vejo que faço parte do sistema. E tento sobreviver aos alunos que tenho. (P4)

Questão 6

As condições em que os alunos ingressam na Universidade são reflexos das péssimas condições das escolas públicas – a afirmação é consensual para todos os professores entrevistados. P2 e P3 ainda reforçam o pouco incentivo ao ensino real de Ciências em tais escolas. P4 em seu discurso ainda vai além, alegando a culpa da sociedade como todo:

> Acho que se resume às péssimas condições da maioria (reforço: maioria – claro que há exceções) das escolas públicas. A questão é: por que as escolas públicas são ruins? É culpa da sociedade como um todo: pais com pouca instrução que trabalham fora o dia inteiro e não acompanham o dia-a-dia de seus filhos; o governo que cumpre apenas um papel formal; a má formação do professor (com sua consequente baixa remuneração); a sociedade que aceita o faz de conta. (P4)

Questão 7

Em relação à evasão e baixa quantidade de alunos formados, a opinião geral se refere ainda às deficiências de ensino básico (fundamental, que seriam pré-requisitos) aliado à baixa concorrência para a entrada no curso, além do *status* da carreira a se seguir, o que reflete na motivação dos alunos. Vejamos outro discurso de P4 em relação à realidade local se referindo ao curso de licenciatura em Física:

> Vou responder desconsiderando o SISU. Acho que tudo passa pela baixa concorrência no vestibular. Acompanhei muitas vezes o desempenho de nossos ingressantes: o melhor deles não entraria em nenhum outro curso do campus! A situação mudou um pouco com a criação do curso de Geografia. Acompanhei, repito, alunos com analfabetismo funcional (e que entraram numa universidade federal). Para você entender: a UFMT não tinha nota de corte; era só não zerar na redação! E, veja bem, 0.5 pontos já seria o suficiente. Decididamente com esse perfil não daria pra fazer curso algum; quiçá Física. Alguns bons alunos também entravam. Mas estes não queriam a carreira de professor: então acabavam procurando outros cursos. Um ou outro acaba ficando. (P4)

Questão 8

As perspectivas dos professores P1 e P2 antes de ingressarem na Universidade eram a de encontrar alunos com dificuldades, mas com vontade de aprender; entretanto, o choque foi ver essa falta de interesse. P3 comenta que ainda de alguma forma espera contribuir para a formação do profissional. P4 tem um paradigma não otimista:

> Antes eu achava que na universidade pública estavam as melhores cabeças. Que éramos todos intelectuais e que fazíamos diferença. Hoje somos vítimas do populismo do governo e grande parte assiste ao massacre que vivemos (inclusive de concepção do que é uma universidade) elogiando estas ações. Não sei. Chego a acreditar que o problema está comigo! Quanto às minhas perspectivas: sou pessimista. Para mim estamos trilhando os mesmos caminhos que a Escola Pública trilhou. Na década de 60 era referência e hoje... (P4)

Questão 9

Sobre o papel do professor nos dias atuais, apresentamos uma tabela a seguir com a resposta de todos os professores:

Tabela 2 - O papel do professor universitário segundo os participantes da pesquisa

Identificação	Resposta
P1	O papel de não somente transmitir conceitos, mas também de fazer o aluno se tornar crítico. É um papel que tento desempenhar, mas que tem suas limitações pela própria estrutura e tempo.
P2	Para ser professor, em primeiro lugar, deve gostar de ser professor e transmitir o que aprendeu, desde os fundamentos até a sua própria experiência vivida no curso (dificuldades no aprendizado, caminhos que deram bons resultados, perseverança...), porque a maturidade e o exemplo do professor podem ser um diferencial importante na formação geral do aluno. Esse é o meu dia a dia na universidade.
P3	O professor universitário deve se dedicar aos estudos e ao ensino, retribuindo à sociedade os devidos conhecimentos que poderão produzir desenvolvimento social, científico e tecnológico. Atualmente, desenvolvo muito pouco deste papel.
P4	Hoje não desempenho o papel de um professor universitário. Poucas vezes o fiz. Gerar novos conhecimentos, transmitir conhecimentos sólidos, instigar a pesquisa etc. – isso é uma vaga lembrança. Já era assim. A EXPANSÃO e o REUNI são o golpe de misericórdia. E o que é pior: está entrando para a história como um grande feito!!!

Apesar das opiniões distintas sobre o papel do professor na universidade, notamos algumas semelhanças, nas quais uma das funções do professor é de “transmitir” ou repassar o conhecimento, e o desabafo de P1, P3 e P4 sobre o não desempenho preciso de professor. Isso parece uma visão extremamente tradicional do ensino, já que somos capazes de somente transmitir informações ou ideias, o como se faz isso e se conecta ao mundo tais ideias pode ser transformado em conhecimento. Entretanto, foram notados sob vários aspectos, ao longo das respostas, trechos nos quais concordariam com o pensamento construtivista sobre o conhecimento em relação a todos os candidatos. Ainda devemos destacar as distinções: para P1, o papel do professor também é o de tornar os alunos pessoas críticas; para P2 não é só importante o conhecimento científico, mas também aspectos sobre a

própria experiência; para P3, em acordo com o que a própria LDB (Lei 9.394/96) propõe, tem uma visão mais de respaldo social; P4 também destaca como papel do professor instigar os alunos à pesquisa.

Questão 10

P1 coloca à frente a grande discrepância entre o conhecimento de cada aluno. P2, a falta de interesse dos alunos e como motivá-los. P3, conciliar tempo para preparar aula, atender aos alunos, orientar, fazer pesquisa, administrar curso etc. P4 destaca a falta de convivência com pessoas que tenham vocação acadêmica de verdade.

Questão 11

Em relação a conflitos extremos, P1 e P2 não destacaram nenhum conflito, alegando que de certa forma conseguem resolver situações que já se tornaram comuns e que refletem nos problemas já destacados anteriormente. P4 destaca um conflito próprio: a perda de distinguir aquilo que deveria fazer daquilo que não deveria. P3 destaca um grave problema relacionado aos alunos em fim de curso:

> Quando trabalho com alunos que estão em fase de conclusão de curso, espero que no mínimo eles tenham uma noção do que já foi trabalhado exaustivamente em semestres anteriores. No entanto, em diversas situações, fiquei frustrado ao deparar que a aprendizagem desses conteúdos foi puramente mecânica. (P3)

Questão 12

Em geral os professores, novatos ou experientes, licenciados ou bacharéis, têm uma visão de relação ensino-aprendizagem construtivista e não unilateral de professor como detentor do conhecimento. Notamos bem isso no discurso de P3:

> É trabalho feito pelo aluno e professor no processo de construção de conhecimento, de maneira que o professor irá dirigir parte deste trabalho a fim de que o conhecimento se torne significativo para o aluno. (P3)

P1 ainda destaca que o professor deve estar em constante aprendizado. P4 mostra certa indignação com a falta de comprometimento do aluno.

Questão 13

Unanimemente todos julgam os programas governamentais REUNI e SISU como agravante de um problema que já existia: um público cada vez mais despreparado para terminar um curso, e condições minimizadas para o professor frente a um público tão grande e com necessidades tão distintas. Vejamos o discurso de P2:

> Estes programas do governo contribuem para o aumento de estudantes nas universidades públicas. Mas o que o professor pode fazer agora com as salas cheias de alunos se a qualidade de ensino dos que ingressam no curso de Física ainda permanece abaixo do recomendado? (P2)

Questão 14

P1 e P2 destacam problemas de estrutura no curso de Física, explicitando laboratórios, equipamentos, e uma biblioteca que atenda realmente ao público universitário. P3 destaca a própria estrutura organizacional, que deve ser repensada de modo a privilegiar a academia, e as estruturas curriculares, as quais devem ser reformuladas prevendo a realidade dos alunos ingressantes com suas dificuldades e motivações. Para P4 a reformulação deve ser feita nas camadas anteriores da educação: o ensino básico.

Considerações

A análise dos resultados propiciou a verificação de alguns pontos, como o de que a (in)capacidade de ensinar não seja um fator implícito à (in)experiência, mas que o principal fato deve-se ao ingresso de alunos sem condições nenhuma por conta de um ensino fundamental e médio deficitário, e ao fato do ingresso facilitado pela baixa concorrência dos cursos de Ciências Exatas (e os entrevistados sugerem que em cursos de licenciatura isso ainda é mais grave), ampliada pelos programas de

Expansão da Universidade, juntamente com as condições de estrutura a que os professores estão submetidos: salas lotadas (REUNI). Também foi destacada a falta de motivação destes cursos já que tais carreiras não têm o mesmo *status* quando comparadas a outras.

Nenhum dos entrevistados destacou o problema de se ensinar Ciências Exatas em relação a outras Ciências, mas houve críticas em relação à própria sociedade e às escolas que motivam pouco ao aprendizado de Ciências e Matemática, promovendo o ingresso de alunos com analfabetismo funcional, alunos incapazes muitas vezes não somente de abstrair, mas de compreender o que leem.

O papel do professor deveria ser de "transmitir" ou repassar o conhecimento, experiências de vida, tornar pessoas críticas e com respaldo social, além de instigar os alunos à pesquisa. Isso é uma visão geral de todos os professores (tomada como soma de todas as opiniões), embora julguem já não conseguirem cumprir isso diante do que o próprio sistema impõe, tendo que trabalhar conceitos de base e tentar não desmotivar os alunos, o que significa muitas vezes aprová-los sem mérito real, para não correrem o risco de ficar sem estudantes no curso.

Referências

ARRUDA, S. M.; VILLANI, A. Mudança conceitual no ensino de Ciências. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v.11, n.2, p.88-99, 1994.

BRASIL. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. **Diário Oficial da União**: Brasília, DF, 1996. 23 dez. 1996a.

BRASIL. Ministério de Educação e Cultura. LDB - Lei nº 9394/96, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da Educação Nacional. Brasília : MEC, 1996.

BRASIL. Ministério da Educação. **REUNI – Reestruturação e Expansão das Universidades Federais**: Diretrizes Gerais. Brasília: MEC, 2007.

CARVALHO, A. M. P.; RICARDO, E. C.; SASSERON, L. H.; ABIB, M. L. V. S.; FERREIRA, M. P. M. O professor do ensino superior na era da globalização. **Revista Ibero-Americana de Educação**, n.50/5, p. 1-10, 2009.

MORTIMER, E. F. Atividade discursiva nas salas de aula de Ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino. **Investigações de Ensino de Ciências**, v. 7, n. 3, p. 283-306, 2002.

SGUISSARDI, V. Educação superior no limiar do novo século: traços internacionais e marcas domésticas. **Revista Diálogo Educacional**, Curitiba, v. 3, n. 7, p. 121-144, set./dez. 2002.

BRASIL. Ministério da Educação. **SISU – Sistema de Seleção Unificada**. Brasília: MEC, 2012. Disponível em: http://sisu.mec.gov.br. Acesso em: 10 maio 2012.

VILLANI, A.; PACCA, J. L. A. Construtivismo, conhecimento científico e habilidade didática no ensino de Ciências. **Revista da Faculdade de Educação**, v. 23, n. 1-2, 1997.

A avaliação em disciplinas de Ciências Naturais – uma experiência com ensino de Geofísica na UFMT

Frederico Soares Dias

Desenvolvi, durante quase quatorze anos, uma bem sucedida carreira no mundo corporativo de uma grande companhia do setor de saneamento básico. Foi durante esta fase de desenvolvimento profissional que tive minhas primeiras experiências na arte de ensinar, fornecendo treinamento a outros profissionais. Quando optei por trocar o setor produtivo pelo mundo acadêmico, sabia que enfrentaria circunstâncias muito distintas. Ensinar funcionários a exercer uma determinada tarefa, sob condições específicas, é muito diferente do ensino acadêmico. No treinamento de profissionais visam-se objetivos imediatos relacionados a resultados operacionais e, o mais importante, a avaliação não é feita durante o treinamento, e sim durante o exercício da profissão.

No mundo acadêmico deve-se preparar pessoas para enfrentar situações imprevisíveis, fornecendo a bagagem de conhecimentos necessária para que o indivíduo desenvolva novos métodos e artifícios, conforme as exigências do ambiente em que atua. A avaliação, neste caso, é feita durante o período letivo em que uma disciplina é ministrada.

Numa atitude comum em todos os campos da atividade humana, iniciei minhas atividades de docência agindo conforme agiam meus antigos mestres. Entre as várias heranças que trouxe do passado como discente se inclui o modo de avaliar. Submeti meus alunos a provas de conhecimento semelhantes àquelas as quais eu fui submetido quando aluno. Fiz isso de boa-fé. Acreditava que este era o modo mais adequado de avaliar os alunos, embora esta crença não tivesse qualquer fundamento científico. Era apenas a expressão direta de minha experiência pessoal, incidindo sobre aqueles que eu tinha a responsabilidade de ensinar.

Submeti meus alunos a poucas provas que abrangiam amplos conteúdos. Diante de uma grande quantidade de conhecimento para ser avaliado, decidia isoladamente os conteúdos mais importantes e escolhia partes da matéria dada em sala de aula para redigir as questões da prova, questões estas que não abrangiam grande parte do conhecimento exposto nas aulas.

Para a maioria dos alunos, que tinham uma boa capacidade de atender os requisitos deste tipo de teste, tal método avaliativo não trouxe problemas. Entretanto, as turmas não são homogêneas. Alguns alunos se queixaram de que o conteúdo das provas coincidiu com a parte da matéria que eles menos dominam, e que conhecem boa parte do conteúdo ensinado.

Além disso, havia alunos que tinham dificuldade em se expressar por texto escrito, de modo que não tiraram uma boa nota, não porque ignoravam os princípios técnicos, mas porque tinham dificuldade de expressar suas ideias através de linguagem escrita. Um problema que antecede a sua entrada na universidade, e permanece até agora, que já estão no final do curso (trata-se de uma disciplina do quarto ano).

Características do ensino da geofísica e sua avaliação

A geofísica está inserida no grande campo de estudos denominado de Ciências Naturais, que inclui várias disciplinas no campo das ciências exatas e biológicas que têm como área de estudo a natureza. Na geofísica, princípios da física são empregados no estudo do interior da Terra. Através de parâmetros físicos obtidos junto à superfície ou acima dela, são avaliadas as características físicas do subsolo (LOWRIE, 2007).

O ensino da geofísica se divide em aulas teóricas e aulas práticas. Nas primeiras devem-se transmitir ao aluno os fundamentos da metodologia geofísica, juntamente com os conhecimentos científicos necessários para compreender esta ciência e aplicá-la em benefício da sociedade; nas últimas, deve-se treinar o aluno na obtenção e tratamento de dados geofísicos que possam ser diretamente empregados para atender às necessidades humanas, correspondem a 25% do tempo de aula e são avaliadas com igual porcentagem da nota.

A avaliação das aulas práticas é feita com o aluno obtendo informações geofísicas de uma área conhecida pelo professor, através de

aparelhos específicos, tratando os dados obtidos, e apresentando os resultados em relatório escrito. Não proponho mudanças nesta avaliação, por considerá-la adequada e cientificamente coerente. Entretanto, a avaliação da parte teórica é mais complexa. O conteúdo é muito extenso, com alta complexidade técnica e científica. Tal realidade exigiu de mim uma reflexão sobre a adequação do modelo de avaliação que se utiliza de provas dissertativas para se determinar uma nota para o aluno. Esta reflexão levou a uma experiência bem sucedida com avaliação através de questões de múltipla escolha.

Uma siscussão sobre a avaliação por questões de múltipla escolha e minha experiência na UFMT

Uma boa avaliação de conhecimento não deve simplesmente fornecer uma nota para constar do diário de classe, indicando aprovação ou reprovação. Deve, antes disso, fornecer subsídio para que o professor analise o resultado de seu próprio trabalho, espelhado no desempenho de seus alunos. Deve fornecer dados que indiquem o estado de aprendizagem dos alunos, mostrando o quanto estes aprenderam sobre o conteúdo ensinado e qual parte deste conteúdo foi menos compreendida. Além disso, a avaliação precisa ser capaz de subsidiar o planejamento das ações didáticas, visando à melhoria na qualidade da educação. Uma vez que se conheça em detalhes o grau de aprendizagem dos alunos, e os pontos da matéria que foram menos assimilados, pode o professor planejar suas ações de modo a maximizar a eficiência de seu trabalho e reforçar os conteúdos menos compreendidos pelos educandos.

Assim sendo, não é conveniente que se avalie através de provas nas quais se escolhe aleatoriamente frações do conteúdo ministrado, deixando de fora grande parte deste. Uma prova, elaborada de modo a permitir uma boa avaliação do grau de aprendizado, permitindo um conveniente planejamento das ações acadêmicas, deve abranger todos os conteúdos essenciais da disciplina ensinada (LUCKESI, 2005).

Um problema que se constata nas disciplinas relacionadas às ciências naturais são os amplos conteúdos científicos envolvidos, que abrangem muitos e complexos conceitos, paradigmas e conhecimentos. É comum que professores se queixem da carga horária reduzida

demais para expor os conteúdos necessários. Neste contexto, como fazer uma avaliação abrangente, que mostre claramente ao professor a maneira como os alunos assimilaram o conteúdo? Uma prova com questões dissertativas, que envolva toda a matéria ministrada nas aulas, teria que ser demasiadamente extensa, e sua resolução levaria muito tempo, seria longa e cansativa demais. Se o professor optar por várias provas com conteúdos menores, a carga horária gasta com provas pode comprometer a qualidade do ensino.

Estudando as alternativas para superar este problema, vislumbrei a possibilidade de utilizar provas que envolvessem questões de múltipla escolha. Este tipo de questão, por dispensar uma redação das respostas, pode ser respondida em menor tempo, permitindo que a prova abranja conteúdos muito amplos, como os que geralmente envolvem as disciplinas ligadas às ciências naturais. Sua utilização leva a uma forma de avaliação em que o aluno deve usar seus conhecimentos sobre um determinado tema para escolher corretamente uma resposta entre várias disponíveis.

Segundo Brown, Race e Smith (2000), as questões de múltipla escolha envolvem três elementos: um suporte, que é o tema ou questionamento proposto; uma chave, que consiste na resposta correta; e os distratores, que são as respostas que contêm erros. A elaboração das questões conforme estes autores deve envolver os seguintes cuidados:

- a chave deve estar totalmente correta, sem conter pontos duvidosos ou discutíveis;
- a chave não deve se destacar pelo fato de os distratores conterem raciocínios visivelmente incorretos ou absurdos;
- deve-se evitar o uso, numa mesma questão, de opções com expressões indefinidas (às vezes, muitas vezes, geralmente, raramente etc.), e outras com expressões definidas (sempre, nunca todos, nenhum etc.), pois as expressões indefinidas têm maior probabilidade de ser escolhidas como certas por quem tenha dúvidas sobre como responder;
- deve -se ter cautela com perguntas negativas. Como os alunos estão acostumados a procurar as opções corretas, frases como "não é verdadeira" ou "qual a opção falsa?", se usadas, devem estar em destaque, sublinhadas ou em negrito;

- é necessário que todos os distratores tenham algo de errado (embora possam estar parcialmente certos), de modo que se possa explicar, convincentemente, por que motivo está errado ou porque a chave é a melhor opção;
- os distratores devem ser tão plausíveis quanto possível. Não é bom que um distrator não seja escolhido como correto por ninguém.

É recomendável que a prova se inicie com algumas questões mais fáceis ou menos complexas, pois isto ajuda alunos que estão nervosos a avançarem. Caso contrário, podem entrar em pânico, com questões iniciais difíceis, e não desenvolver a prova adequadamente. As questões não devem ter "armadilhas". No caso em que os melhores alunos escolhem um mesmo distrator, deve-se verificar se este distrator, ou a chave, estão bem redigidos.

Uma coisa importante em todas as avaliações é o *feedback* que se dá ao aluno sobre seus erros e acertos. É necessário que o aluno aprenda com seus erros, que a prova não seja apenas um teste, mas também uma peça didática. Quando o aluno escolhe um distrator, é importante que ele saiba porque este está errado e porque a chave é a resposta certa. Isto induz ao aprendizado e ao desenvolvimento do educando.

O professor também deve aprender com as provas de seus alunos. Uma análise do desempenho dos educandos, com estudo das partes do conteúdo nas quais ocorreram mais erros, pode dar ao educador uma oportunidade de avaliar seu próprio desempenho, indicando conteúdos que precisam ser revistos, ou melhor estudados. A avaliação dos alunos deve ajudar o professor a se autoavaliar e a aprimorar seu trabalho.

A avaliação não deve ter como objetivo "titular" os alunos, colocando-os em uma ordem hierárquica determinada por uma nota numérica. A avaliação deve sempre ser aplicada levando-se em conta o desenvolvimento do aluno. Conforme Meirieu (2005), a avaliação individual é fundamental para eficácia das atividades escolares. Não deve ser concebida para colocar os alunos em rivalidade uns com os outros, e sim permitir-lhes assumir desafios para si mesmos e superá-los.

Na minha experiência com ensino de geofísica, utilizei, em primeiro lugar, provas bimestrais dissertativas. Como o conteúdo da disciplina

é muito extenso, escolhi parte deste para elaborar as questões, deixando boa parte da matéria fora da prova. Percebi, posteriormente, que este tipo de prova não é capaz de avaliar adequadamente o aluno. Se o educando domina a maior parte do conteúdo, mas a prova não abrange o que ele sabe, este terá uma nota que não representa o seu grau de conhecimento. A sorte passa a ter uma importância que não deveria ter na nota atribuída ao aluno. Entretanto, eu sabia que não eram viáveis provas dissertativas abrangendo todo o conteúdo, pois seriam longas demais.

Quando passei a utilizar provas de múltipla escolha, cuidadosamente elaboradas, os resultados foram bem melhores. A avaliação do conhecimento dos alunos passou a ser mais confiável, e o desempenho destes melhorou sensivelmente.

As provas se tornaram para mim um importante instrumento de avaliação do meu próprio trabalho, fornecendo uma visão geral sobre como os alunos estão se desenvolvendo e sobre pontos do conteúdo que não foram bem compreendidos. Assim, posso programar melhor o curso, reforçar conteúdos menos compreendidos e aprimorar meus próprios métodos. Deste modo, a mudança no modo de avaliação permitiu uma melhoria na qualidade de ensino, que é objetivo de todo professor.

Antes de alterar a forma de avaliar, o índice de reprovação foi de aproximadamente 15%. As reprovações se constituem em grande prejuízo para a universidade e para o país, consumindo recursos que poderiam ser mais bem aproveitados e retardando a entrada do profissional no mercado de trabalho. No novo modo de avaliação, espera-se que o índice de reprovação caia sensivelmente, e os alunos fiquem mais satisfeitos, menos tensos com os exames e acabem aprendendo mais. Além disso, uma avaliação mais adequada pode contribuir para o aprimoramento do próprio professor.

Considerações

Minhas primeiras experiências como docente, ensinando geofísica na UFMT, levaram-me à conclusão de que, na escolha do modo de avaliar os alunos, deve-se levar em conta que os conteúdos são geralmente amplos e complexos demais para uso de provas dissertativas. A não ser que se abra mão de inserir nas provas todo conteúdo ensinado. Se o professor optar por provas dissertativas nas quais apenas parte do conteúdo é inserido, a avaliação pode não expressar o real grau de conhecimento dos alunos, não se verifica realmente o quanto cada aluno aprendeu do que foi ensinado.

Ao optar por provas de múltipla escolha, cuidadosamente elaboradas, e que envolveram todo o conteúdo ensinado, a real situação do aprendizado dos alunos pôde ser avaliada com eficiência. O desempenho acadêmico melhorou sensivelmente. Além disso, eu pude avaliar adequadamente meu próprio desempenho como professor, tendo a oportunidade de me aprimorar como docente.

Referências

BROWN, S.; RACE, P.; SMITH, B. **Guia da Avaliação**. Lisboa: Editora Presença, 2000, P 106-115.

LOWRIE, W. **Fundamentals of Geophysics**. Cambridge: Cambridge University Press, 2007.

LUCKESI, C. C. **Avaliação da Aprendizagem na Escola**. Salvador: Malabares Comunicação e Eventos. 2005.

MEIRIEU, P. **O Cotidiano da Escola e da Sala de Aula**. Porto Alegre: Editora Artmed, 2005, p 213.

Uma reflexão sobre as dificuldades enfrentadas pelos docentes universitários na sua formação pedagógica

Cláudia Marlise Balbinotti. Andrade

Atualmente, o ensino superior de modo geral tem sido alvo de profundas críticas. As mudanças sociais, econômicas, políticas e culturais da sociedade contemporânea desafiam o ensino superior a repensar os processos de ensino e de aprendizagem que desenvolve, assumindo-se que as estratégias de intervenção pedagógica deverão responder às necessidades de um público cada vez mais massificado e heterogêneo (PINTO, 2008). Em vários países tem crescido o questionamento sobre a capacidade dos cursos em cumprirem os objetivos de seus programas, visando desenvolver no estudante o potencial intelectual, a capacidade de análise, julgamento e avaliação crítica, a habilidade para resolver problemas, o raciocínio crítico e a abordagem criativa.

Entre os fatores limitantes de mudanças no ensino superior, pode-se destacar a insuficiência da abordagem dos problemas educativos específicos da educação em nível superior que deveriam fazer parte da formação daqueles que desejam seguir a carreira acadêmica. Os professores universitários tendem a encarar com certo ceticismo ou mesmo com descaso a formação relativa aos aspectos pedagógicos. Autores de publicações referentes à docência universitária (BIREAU, 1995; ABREU; MASETTO, 1997; PIMENTA; ANASTASIOU, 2002; ZABALZA, 2004; PEREZ GÓMEZ, 1997) são unânimes ao considerarem a existência de uma deficiência no domínio da área educacional que se reflete no desempenho pedagógico do docente do ensino superior. Espera-se que o professor seja um profundo conhecedor da sua área especifica de atuação, detenha o conhecimento e o domínio técnico dos assuntos que deve ensinar, o que contribui com a crença infundada e difundida no contexto das universidades de que apenas esse aspecto

asseguraria a competência didática e pedagógica, agravando o fato que resulta na incipiente ou mesmo inexistente qualificação pedagógica dos docentes neste nível de ensino (MASETTO, 1999).

É de conhecimento comum que os cursos de mestrado acadêmico deveriam preparar o futuro docente para a atividade pedagógica, mas, ao se analisar com cuidado os projetos pedagógicos de alguns cursos, constata-se que são pouquíssimas as disciplinas e práticas destinadas a este fim, o que dificulta o preparo específico para ser professor e dominar, além dos aspectos técnicos, o campo pedagógico.

A pouca valorização dada à formação pedagógica do professor universitário pode ser atribuída ao desmerecimento das atividades de ensino nas universidades, nas quais os estímulos para a atuação e os critérios de progressão na carreira têm se fundamentado mais na produção científica do que no exercício da docência. Além disto, o desenvolvimento do conhecimento científico específico de cada área, que tem se tornado cada vez mais fragmentado e incapaz de explicar a complexidade dos fenômenos educativos, corrobora com esta situação (SEROW, 2000).

Para os professores dos cursos de Medicina, por exemplo, a docência é considerada uma atividade secundária à profissão médica, e o trabalho docente não se configura como uma profissão (COSTA, 2007). Relacionado a isto está o critério de contratação dos docentes nos cursos de nível superior, o qual é centrado principalmente na qualidade de desempenho em uma dada área técnica de atuação. Assim sendo, os professores, frequentemente, são contratados pelo trabalho desenvolvido em pesquisa e publicações científicas, e não pela capacidade de ensinar, conforme observam diversos estudiosos em educação (FINUCANE; ROLFE, 1996; MCLEOD *et al.*, 2003; MCLEAN, 2001), fator que os leva a se afastarem das atividades docentes. Pesquisar e ensinar não são atividades incompatíveis, mas competem no tempo disponível do docente/pesquisador para realizá-las simultaneamente. Os programas de pós-graduação, de maneira geral, tendem a priorizar em suas atividades a condução de pesquisas, tornando-se os principais responsáveis, mesmo que não intencionalmente, por reproduzir e perpetuar o conceito de que para ser professor basta ter profundo domínio de determinado conteúdo ou, no caso específico do ensino superior, ser um bom pesquisador. Desse modo, amplia-se cada vez mais a exigência

de que os professores universitários obtenham os títulos de mestre ou doutor. No entanto, é questionável se esta titulação, do modo como vem sendo realizada, possa contribuir efetivamente para a melhoria da qualidade didática no ensino superior (LAMPERT, 2002).

Apesar de as instituições de ensino atuarem basicamente como formativas e, em função disto, a formação oferecida aos estudantes dever se constituir na variável de maior importância, o ranking é feito com base em indicadores de produção científica ou técnica e, assim, o potencial formativo fica em segundo plano. Muitas vezes, os professores veem a si mesmos mais como pesquisadores, no campo científico, ou como profissionais, no campo aplicado, do que como docentes de fato (ZABALZA, 2004).

A docência universitária exige não apenas domínio de conhecimentos a serem transmitidos por um professor, mas também um profissionalismo idêntico ao exigido para o exercício de qualquer profissão (MASETTO, 1999). O profissionalismo da docência reside nas exigências intelectuais e habilidades práticas que seu exercício implica. Os professores são reconhecidos como profissionais justamente pelo domínio técnico demonstrado na solução de problemas, ou seja, devem conhecer os procedimentos adequados de ensino e sua aplicação (CONTRERAS, 2002). Afinal, os professores são profissionais não apenas porque sabem ou recebem um salário, mas principalmente porque o trabalho que executam exige vários conhecimentos e competências, que são de grande relevância social (ZABALZA, 2004).

Historicamente, a docência tem sido assumida como profissão genérica, com alguns traços característicos, como o predomínio do conhecimento objetivo, isto é, o conteúdo específico de disciplinas, desse modo, possuir certo conhecimento formal é assumir a capacidade de ensiná-lo (IMBERNÓN, 2001). Atualmente, essas características são consideradas insuficientes, embora não se tenha dúvidas de que as mesmas sejam necessárias.

É válido ressaltar que os próprios pós-graduandos criticam a falta de preparo pedagógico com que iniciam seu trabalho em sala de aula. Kennedy (1997) introduz uma observação bastante interessante. Segundo o autor, a maioria dos doutorados acadêmicos das universidades forma professores que irão lecionar em instituições de ensino superior bastante diferentes daquelas onde foram titulados. Dessa forma, che-

gam ao trabalho com poucas noções sobre como realizar a transição de aprendiz para professor, ou mesmo sobre o que é esperado deles como profissionais docentes. Embora Kennedy (1997) esteja se referindo à situação das instituições de ensino superior internacionais, o que ocorre no Brasil não é diferente. Aqui, também, grande parte dos professores universitários é titulada em universidades, prioritariamente em instituições públicas, estaduais ou federais, pelas quais não serão necessariamente contratados. Assim, embora muitos professores sejam formados, ou titulados, em instituições universitárias com tradição em pesquisa, a oferta de trabalho que encontram é, muitas vezes, em instituições com tradição em ensino.

Tendo em vista as recentes políticas de expansão e flexibilização do sistema de ensino superior brasileiro, essa situação de diferenciações entre instituições, voltadas predominantemente ao ensino ou à pesquisa, e consequentemente de discrepância entre a formação oferecida ao pós-graduando e as tarefas a serem exercidas em sua futura atuação como professores, torna-se mais acentuada.

O Brasil tem vivenciado um período de diversas alterações no sistema de ensino superior, que englobam, além do crescimento destacado anteriormente, a expansão e flexibilização do sistema, mudanças na estrutura curricular, alterações nos critérios de ingresso nas instituições de ensino superior, exigência de titulação do corpo docente, processos sistemáticos de avaliação, tanto em âmbito institucional como nacional, entre outros indicadores, muitos dos quais decorrentes da introdução de novas tecnologias na educação. Esse processo, no entanto, não tem se dado de modo proporcional entre os diferentes tipos de instituição existentes no país, havendo uma diferenciação cada vez maior entre os programas que incentivam a pesquisa e programas que priorizam o ensino (GAMBOA, 1999). Deste modo, o conhecimento deste sistema é de extrema importância, pois as condições de trabalho dos professores são bastante diversas entre os diferentes tipos de instituições de ensino superior brasileiras e, dependendo do tipo de instituição ao qual o professor se vincula, um tipo de produção diferente será exigido dele, seja ela relativa a atividades de docência, de extensão ou pesquisa, sendo importante lembrar que a docência estará presente em todos.

A expansão do número de vagas, e a consequente ampliação do acesso ao ensino superior, proporciona uma maior heterogeneidade

do público que se dirige às instituições de ensino superior. Hoje é necessário que o professor esteja apto a trabalhar com uma diversidade cultural que antes não existia no ensino superior, decorrente do ingresso de parcelas da população a quem a possibilidade de graduação era, anteriormente, dificultada. Um público heterogêneo que pode, por um lado, não estar tão bem preparado, tanto emocional quanto intelectualmente, para o ingresso no ensino superior; um público talvez mais jovem, mais imaturo, e pouco comprometido com sua aprendizagem, tendo em vista que o ensino superior hoje não é mais garantia de um emprego estável no futuro, mas um público que pode, por outro lado, ser muito mais exigente quanto à qualidade do curso oferecido, tendo em vista especialmente o alto grau de competitividade do mercado de trabalho (MILLAR, 1996).

Além disso, os professores passam a ter necessidade de aprender a lidar com turmas cada vez mais numerosas, pois a baixa correlação do número de alunos por professor, antes tomada como índice de qualidade de um curso, hoje passa a identificar a ineficiência do sistema. É necessário destacar também que o ensino superior, por muito tempo considerado ponto final da educação e voltado à formação profissional, tem agora outras funções e talvez se configure apenas como um primeiro passo rumo a um processo de educação permanente, fenômeno que vem ocorrendo não apenas no Brasil. Segundo Morosini (2000), estas constatações culminam com alguns questionamentos em relação à formação dos professores para atuar no ensino superior, como: quem são (serão) esses novos professores? Estarão preparados didaticamente?

Diante deste contexto, a formação dos profissionais que atuam no ensino superior apresenta-se como uma preocupação atual, já que estes têm demonstrado, em suas práticas, uma falta de preparo para o exercício da docência. Além disto, os docentes são os responsáveis pela formação dos futuros professores, e isso representa um compromisso e a responsabilidade direta sobre a qualidade da educação. Um dos problemas que mais merece atenção é a falta de práticas docentes durante a formação de professores universitários. Sua trajetória profissional está alicerçada apenas nos modelos de professores que tiveram, e suas experiências são constituídas apenas enquanto alunos. Assim, suas falas se restringem à teoria, o que pode tornar a formação

de seus alunos bastante precária. Segundo Behrens (2002), alguns professores universitários nunca exerceram as funções que apresentam aos seus alunos. Falam em teoria sobre uma prática que nunca experimentaram. Esse fato pode trazer alguns riscos para a formação dos alunos, pois a proposta metodológica que o docente apresenta é fundamentada na teoria e, muitas vezes, desvinculada da realidade, embora possa ser assentada em paradigmas inovadores na educação.

Desse modo, considerando o contexto no qual a educação se acha envolvida e as mudanças impulsionadas por fatores intrínsecos e extrínsecos a ela, exige-se do professor universitário um novo perfil, que só poderá ser construído através da formação pedagógica dos docentes e por mudanças na cultura universitária que valoriza tão diferentemente as atividades de docência e pesquisa. Tal opinião é partilhada por diversos teóricos da área que, de maneira geral, defendem a formação pedagógica dos docentes universitários a partir da concepção de desenvolvimento profissional docente. É um consenso a necessidade de que o processo de formação de professores seja entendido como um processo contínuo.

Neste panorama atual a profissão docente tornou-se mais complexa e passou a demandar dos professores o exercício de novos papéis e funções e consequentemente o desenvolvimento de outras competências. Este fato tem evidenciado de forma crescente a circunstância de a formação inicial ser cada vez mais percebida como apenas um passo num processo, dinâmico, exigente e constante que é a carreira profissional do professor. A formação contínua é hoje mais do que uma necessidade, uma obrigação dos professores que são peças fundamentais no processo educativo e fator determinante no sucesso acadêmico dos alunos. É importante estar ciente que a formação pedagógica não se limita ao desenvolvimento dos aspectos práticos (didáticos ou metodológicos) do fazer docente, porém engloba dimensões relativas a questões éticas, afetivas e político-sociais envolvidas na docência, e o ensino deve ser concebido como uma atividade complexa que demanda dos professores uma formação que supere o mero desenvolvimento de habilidades técnicas ou simplesmente o conhecimento aprofundado de um conteúdo específico.

Neste sentido, programas voltados à formação pedagógica do professor universitário nos cursos de pós-graduação parecem ser uma

estratégia importante para permitir ao pós-graduando assimilar gradativamente, desde sua formação inicial, o trabalho com as questões pedagógicas e promover a integração entre ensino e pesquisa em suas atividades. Porém, levando em consideração que a preparação para a docência no ensino superior é vista historicamente como algo desnecessário, a busca de uma formação integral para os futuros professores universitários depende de mudanças na concepção dos professores já atuantes em nossas universidades, pois é através do corpo docente atualmente em exercício nas instituições de ensino superior que as novas gerações de professores são formadas.

São vários os desafios a serem enfrentados para se efetivar as melhorias na prática docente, mas um dos itens prioritários é a formação dos professores. As iniciativas normalmente partem de indivíduos isolados ou de pequenas equipes, raramente a instituição se interessa por elas. No entanto, se mudanças efetivas no papel do professor universitário são desejadas, devemos pensar com a clareza que oportunize a geração de propostas concretas, que passam obrigatoriamente pela incorporação institucional do desenvolvimento pedagógico permanente dos docentes.

Por fim, visto que se faz necessária uma visão global da profissão docente, é importante ter clareza sobre os pontos: o que significa ser um bom professor? O que é entendido por excelência em docência? A docência em nível superior deve ser vista como algo contínuo e que só cessa ao final da vida profissional, e seria desejável que todos os professores, tanto os que se dedicam à pesquisa, quanto os que se preocupam com o ensino unissem suas forças para o desenvolvimento permanente da docência universitária.

Referências

ABREU, M. C.; MASETTO, M. T. **O professor universitário em aula**. São Paulo: MG Ed., 1997.

BEHRENS, M. A. A formação Pedagógica e os desafios do mundo moderno. *In*: MASETTO, Marcos (org.). **Docência na Universidade**. 4. ed. Campinas, SP: Papirus, 2002. p.57-68.

BIREAU, A. **Os métodos pedagógicos no ensino superior**. Porto, Portugal: Porto Ed., 1995.

CONTRERAS, J. **A autonomia de professores**. São Paulo: Cortez, 2002.

COSTA, N. M. S. C. Docência no Ensino Médico: por que É Tão Difícil Mudar? **Revista Brasileira de Educação Médica**, v. 31, n.1, p. 21-30, 2007.

FINUCANE, P.; ROLFE, I. Graduates' verdict on medical teachers: the minority who teach do it well. **Med. Teach**., v.18, p.57-59, 1996.

GAMBOA, S. A pesquisa na construção da universidade: compromisso com a aldeia num mundo globalizado. *In*: LOMBARDI, José Claudinei (org.). **Pesquisa em Educação**. Campinas, SP: Autores Associados: HISTEDBR; Caçador, SC: UnC, 1999. p. 77-91.

IMBERNÓN, F. **Formação docente e profissional:** formar-se para a mudança e a incerteza**.** São Paulo: Cortez, 2001.

KENNEDY, D. **Academic Duty**. Cambridge, EUA, Londres, Inglaterra: Harvard University Press, 1997.

LAMPERT, J.B. **Tendências de mudança na formação médica no Brasil:** tipologia das escolas**.** São Paulo: Hucitec: ABEM, 2002.

MASETTO, M. T. O professor universitário e sua formação pedagógica. *In*: Bicudo M. A. V., Silva Junior C. A. (org.). **Formação do educador e avaliação educacional:** formação inicial e contínua. São Paulo: Unesp, 1999.

MCLEAN, M. Reawarding teaching excellence. Can we measure teaching "excellence"? Who should be the judge? **Med. Teacher**, v. 23, n.1, p. 6-11, 2001.

MCLEOD, P.J.; STEINERT, Y., MEAGHER, T.; MCLEOD, A. The ABCs of pedagogy for clinical teachers. **Med. Educ**., v. 37, p. 638-644, 2003.

MILLAR, S. B. New roles for teachers in today's classrooms. *In*: TEACHING on solid ground: using scholarship to improve practice. San Francisco, EUA: Jossey-Bass, 1996. p. 155-178.

MOROSINI, M. C. **Docência Universitária e os desafios da realidade nacional**. Professor do Ensino Superior: Identidade, docência e formação. Brasília: Inep/MEC, 2000. p. 11-20.

PEREZ GÓMEZ, A. P. **Os professores e sua formação.** Lisboa: Dom Quixote, 1997.

PIMENTA, S. G.; ANASTASIOU, L. G. **Docência no ensino superior.** São Paulo: Cortez; 2002.

PINTO, P. R. Formação pedagógica no ensino superior. O caso dos docentes médicos. **Sísifo**: Revista de Ciências da Educação. n.7, p. 111-124, 2008.

SEROW, R. C. Research and teaching at a research university. **Higher Education**. v. 40, n. 4, p. 449-463, 2000. United Kingdom: Kluwer Academic Publishers.

ZABALZA, M. A. **O ensino universitário:** seu cenário e protagonistas. São Paulo: Artmed, 2004.

Reflexões sobre trabalhos de campo em geociências e a origem da geologia moderna

Ronaldo Pierosan

A utilização de trabalhos de campo no ensino superior em geologia fornece atributos exclusivos, os quais não são passíveis de serem substituídos por outras técnicas de ensino. A observação e interpretação das feições observadas em campo vêm a complementar e consolidar os conceitos transmitidos em sala de aula e laboratórios de ensino. Esta ferramenta didática é amplamente difundida e utilizada como técnica de ensino em todos os cursos de geologia do mundo, desde que o primeiro curso de geologia propriamente dito foi criado, em 1781, em Edimburgo, Escócia.

A observação de fenômenos naturais em campo, e consequentemente geológicos, foi uma prática habitual de filósofos desde os primórdios da humanidade. No entanto, a relevância dos trabalhos de campo como ferramenta essencial em geociências está intimamente vinculada à origem da Geologia Moderna. Desde a Antiguidade até o fim do século XVIII d.C., quando do surgimento da Geologia Moderna, o desenvolvimento do conhecimento geocientífico esteve principalmente relacionado a doutrinas filosóficas. Por outro lado, as teorias que fundamentaram a Geologia Moderna foram moldadas essencialmente de acordo com evidências de campo e baseadas na sua interpretação factual. Essas teorias foram, e continuam sendo, aprofundadas e aperfeiçoadas de acordo com o desenvolvimento das ciências fundamentais e, consequentemente, de técnicas analíticas que permitam sua reprodução e comprovação em laboratório. No entanto, atualmente, mesmo perante as técnicas analíticas mais avançadas, as evidências de campo permanecem consistentes e muitas vezes definitivas.

O presente trabalho é iniciado com um breve apanhado histórico sobre a evolução do conhecimento geocientífico até o surgimento da Geologia Moderna, seguido de uma exposição das teorias que a fundamentaram até os fatores que propiciaram sua consolidação. Como

referência principal utilizaram-se as premissas apresentadas em Repcheck (2003), sobre os fundadores da Geologia Moderna. Referências complementares como Hutton (1788), Lyell (1830) e Darwin (1859) também foram extensivamente consultadas.

Síntese da evolução do conhecimento geocientífico até os fundamentos da geologia moderna

O interesse inicial sobre a origem e evolução do planeta está intimamente relacionado com as escolas de filosofia da Antiguidade (entre 4000 e 3500 a.C.). As escolas Grega, Egípcia e Indiana de filosofia buscavam compreender a origem do mundo como um presente de um ser onipotente e sua evolução como um sistema alternado de destruição e renovação da Terra. O planeta e, consequentemente, a humanidade eram submetidos a eventos alternados de destruição e catástrofe aplicados como atos de punição sobre uma humanidade em deterioração gradual. Esses eventos eram vinculados a períodos de enchentes, terremotos e erupções vulcânicas, e serviam como uma maneira de renovar a terra e preparar a humanidade para um período de prosperidade e virtudes, em um estágio inicial de nova deterioração. Nesse contexto, as teorias eram desenvolvidas preferencialmente sob cunho filosófico, sem abordar o significado das feições geológicas presentes na superfície do globo.

As primeiras menções vinculando as teorias de evolução do planeta com os fenômenos observados na superfície do globo provêm do sistema de Aristóteles. Aristóteles foi o primeiro filósofo a afirmar que as mudanças observadas na Terra ocorriam em uma taxa extremamente lenta, que não permite que uma pessoa a perceba durante todo o período de sua vida. Outros filósofos da Antiguidade, como Strabo e Plínio o Velho, seguiram as mesmas premissas de Aristóteles quanto aos agentes modificadores da superfície do globo e suas taxas de atuação. Além disso, Strabo abordou as causas pelas quais conchas marinhas são encontradas enterradas em elevações distantes do mar, assumindo que as causas para tal estavam relacionadas com movimentação vertical de determinadas áreas devido aos terremotos. Plínio o Velho por sua vez, promoveu significativos avanços no ramo da cristalografia.

Da Idade Média – após a queda do Império Romano em 476 D.C. – até o século XVIII – após o avanço da Revolução Científica dos séculos

XVI e XVII –, o progresso do conhecimento em história natural, e consequentemente em geologia, esteve dominantemente controlado pela forte influência da religião perante a sociedade. Os cientistas buscavam enquadrar a origem e evolução do planeta nos preceitos religiosos de criação e evolução da vida e da Terra. Um assunto muito discutido nesse período era a idade de formação do planeta. Uma vez que as bases para esta estimativa estavam fundamentadas em escrituras sagradas, os cientistas limitavam a idade da Terra em poucos milhares de anos. Outro assunto intrigante para os cientistas desse período consistia da origem dos fósseis. Em 1669, Nicolaus Steno publicou o tratado denominado "Discurso prévio a uma dissertação sobre um corpo sólido contido naturalmente num sólido", baseado em seus estudos em história natural na região costeira da Itália. Nesse trabalho, Steno atribui a origem dos fósseis como provenientes de seres vivos soterrados e posteriormente consolidados em sedimentos, além de estudos sobre minerais, rochas e camadas – ou estratos – sedimentares. Seus estudos sobre sobreposição, horizontalidade e continuidade lateral de estratos sedimentares vieram a constituir os princípios básicos do ramo da geologia moderna conhecido como estratigrafia. O trabalho do inglês Robert Hooke, publicado em 1705, buscava explicar a presença de fósseis marinhos no interior dos continentes devido à elevação de terras submersas por processos subterrâneos relacionados aos terremotos. Nesse trabalho, Hooke também sugeria que os fósseis teriam se formado a partir de seres vivos e que, da mesma forma que alguns organismos que geraram os fósseis estavam extintos, outras espécies poderiam se extinguir ao longo dos tempos. Uma série de cientistas naturalistas contemporâneos e sucessores de Steno e Hooke seguiram a mesma tendência do período, adicionando algumas observações e modificações aos modelos e interpretações anteriormente propostos.

O surgimento e a consolidação da geologia moderna

Próximo ao fim do século XVIII destaca-se a obra do mineralogista Abraham Werner. Em 1774, Werner publicou uma obra distintiva, que veio a ser o primeiro guia de campo para identificação e análise de minerais. O sucesso de sua publicação lhe rendeu uma posição de professor de ciências da Escola de Minas de Freiberg, Alemanha. Posteriormente, Werner ficou conhecido em toda a Europa por sua teoria sobre

a origem das rochas e a história da Terra. A teoria de Werner seguia os mesmos preceitos do historiador natural George-Louis Leclerc Buffon, cuja teoria foi publicada em 1749, e de Giovanni Arduino, de 1759. A teoria de Buffon afirmava que a Terra teria se originado a partir do sol como um corpo celeste extremamente quente e que estava em um processo de resfriamento extremamente lento. Com o resfriamento, a Terra se tornou coberta por um oceano universal e as rochas que constituem os continentes teriam se originado conforme o oceano evaporou e recuou. Arduino por sua vez, propôs em esquema de classificação de rochas em Primárias, Secundárias e Terciárias de acordo com seu período de formação. A teoria de Werner veio a agrupar as afirmações de Buffon e Arduino, explicando a formação dos diferentes grupos de rocha conforme o recuo do oceano universal. As rochas primárias teriam se originado no momento da formação do planeta e por isso não continham fósseis. Entre elas estavam os granitos, constituintes comuns de formações montanhosas. Werner inseriu o grupo Transicional entre as rochas primárias e secundárias, que consistia de rochas estratificadas, com fósseis e estratos verticalizados e distorcidos por terem se formado sobre a superfície irregular das rochas Primárias. Nesse período o oceano universal teria sido extremamente agitado, explicando as formas irregulares dos estratos e a presença de fósseis. Essas afirmativas estavam baseadas principalmente nas observações de Werner em regiões de rochas graníticas expostas na região de Freiberg, nas montanhas de Erzgebirge, onde ocorrem camadas de ardósia cobrindo irregularmente uma cúpula granítica. As Secundárias seriam as rochas estratificadas com camadas horizontalizadas, formadas pela erosão das rochas Primárias e Transicionais em períodos de maior calmaria. Entre estas estariam os arenitos, calcários e folhelhos contendo fósseis. As rochas formadas em eventos recentes, como vulcanismo e enchentes, eram denominadas como Aluviais. A teoria de Werner seguia a tendência dos séculos anteriores quanto a origem, idade e evolução da Terra, sendo rapidamente conhecida e aceita em toda a Europa sob a denominação de Netunismo.

No mesmo período em que Werner e seus estudantes difundiam a Teoria do Netunismo, o escocês James Hutton buscava aprimorar suas interpretações e divulgá-las entre os colegas da Sociedade Real de Edimburgo (*Royal Society of Edinburgh*). Hutton era graduado em medicina na Universidade de Edimburgo no entanto desenvolveu

seus conhecimentos em geologia através de seu interesse pessoal por história natural, observando processos de erosão e explorando as exposições de rochas na superfície. Hutton não possuía vínculo com a Universidade de Edimburgo, no entanto participava de amplas discussões sobre o assunto e de excursões geológicas com os cientistas de sua época. Essa vivência permitiu que ele viesse a se tornar um dos membros fundadores da Sociedade Real de Edimburgo, em 1783. Em 1785, Hutton publicou sua teoria sob o título "Teoria da Terra: Investigações sobre leis observáveis na composição, dissolução e restauração da terra sobre o Globo". Em seus dois volumes, o autor defendia que a Terra estava em constante evolução segundo um ciclo contínuo de restauração. Este ciclo consistia inicialmente da erosão das rochas presentes na superfície por processos químicos e físicos, seguida pela deposição dos grãos erodidos no leito dos rios e por fim no fundo oceânico segundo estratos horizontais. Essas partículas eram então consolidadas formando rochas sedimentares, que por sua vez eram trazidas novamente até a superfície por forças internas ao planeta, onde o ciclo iniciava-se novamente. Essas premissas fundamentaram a teoria do Uniformitarismo, que defendia que as mudanças no planeta ocorriam de forma lenta e constante e que os ciclos atuariam como agentes de decomposição e formação de continentes inteiros. Hutton observou uma exposição de rochas na costa do Mar do Norte, conhecida como Siccar Point, contendo uma sequência de estratos verticalizados na base e sobrepostas abruptamente por outra sequência horizontalizada no topo. O autor assumiu que cada sequência teria se formado em um ciclo distinto e que seria necessário um período de tempo incomensurável para que as sequências fossem justapostas de tal maneira. Hutton não faz uma estimativa de quanto tempo exatamente seria necessário para que esse processo ocorresse, todavia assume que esse tempo seria extremamente grande. A origem e a idade da Terra não foram tópicos plenamente abordados por Hutton, que se limitou a afirmar: "*Eu não posso encontrar traços de um começo e nem expectativa de um fim*" quando se referia aos processos atuantes no planeta.

A importância do fluxo de calor subterrâneo como causa do magmatismo e do soerguimento de terrenos submersos também foram tópicos abordados por Hutton. A principal exposição de rochas utilizada por Hutton para exemplificar este processo encontra-se nos *Highlands*

escoceses, em um vale denominado Glen Tilt. Nesta região ocorre uma sequência de rochas sedimentares com estratos horizontais cortados abruptamente por uma intrusão granítica de grande volume, de onde partem inúmeros veios menores cortando a sequência sedimentar. Em meio à massa granítica, Hutton observou uma série de fragmentos das rochas sedimentares idênticas às que foram cortadas pelo granito. Com isso, Hutton assumiu que as rochas graníticas teriam se formado a partir de material fluído, proveniente de magma presente no interior do planeta, que teria forçado sua passagem através das rochas sedimentares. O modo de formação de granitos defendido por Hutton implica que as rochas magmáticas são relativamente mais jovens que as rochas que elas estão cortando, bem como os fragmentos das rochas contidos nos granitos. Estas afirmativas definiram os dois princípios – Princípio da Relação de Corte e Princípio dos Fragmentos Inclusos – que vieram a constituir a base da teoria do Plutonismo.

O conhecimento geológico no fim do século XVIII e início do século XIX concentrava-se entre as teorias recém-formuladas: Netunismo e Plutonismo. Após o falecimento de Hutton em 1979 o Plutonismo não figurava como uma teoria amplamente difundida e consolidada, sendo ainda submetida a uma série de questionamentos quanto a sua aplicabilidade. Dentre os principais netunistas contestadores do Plutonismo, além de Abraham Werner, destacavam-se os cientistas Richard Kirwan, químico e mineralogista presidente da Academia Real de Dublin (*Royal Academy of Dublin*), Jean André De Luc, membro da Sociedade Real de Londres (*Royal Society of London*) e Robert Jameson, da Universidade de Edimburgo. Por outro lado, os cientistas adeptos do Plutonismo limitavam-se a uns poucos colegas de Sociedade Real de Edimburgo, como Joseph Black, John Clerk, James Hall e John Playfair. Dessa forma, a divulgação e consolidação da teoria de Hutton ficaram limitadas.

Em 1807, foi fundada a Sociedade Geológica de Londres (*Geological Society of London*). Frente ao debate entre netunistas e plutonistas, a proposta da sociedade salientava a necessidade de fatos e observações científicas e não apenas de teorias, incentivando assim o desenvolvimento de teorias baseadas em exposições de rochas em campo. George Cuvier e Alexandre Brongniart publicaram um artigo em 1812 que, apesar de serem adeptos do Netunismo, contrariava a teoria do oceano universal de Werner. Os autores identificaram nos arredores

de Paris, uma sucessão de estratos sedimentares de origem marinha intercalados com estratos de origem fluvial, o que inviabilizava a teoria de que o oceano teria recedido apenas uma vez. Cuvier e Brongniart argumentavam que o planeta havia sido submetido não a uma, mas a uma série de cheias catastróficas responsáveis pelas mudanças na superfície do globo, definindo assim a teoria do Catastrofismo. O Catastrofismo também foi amplamente contestado e invalidado pelos netunistas. Assim, no início da década de 1820, o Netunismo permanecia como a teoria dominante no meio geocientífico.

A teoria de Hutton somente foi trazida à tona em 1830 por Charles Lyell. Lyell estudou Direito e graduou-se em geologia no ano de 1819, na Universidade de Oxford, e teve sua formação fortemente vinculada à teoria netunista, tornando-se rapidamente membro da Sociedade Geológica de Londres. Dentre as principais regiões em que o cientista excursionou durante sua vida científica estão os vulcões da Itália, os terrenos vulcânicos de Auvergne na França, a exposição de Siccar Point na costa do Mar do Norte, na Escócia, a qual Hutton fez uso para defender sua teoria, e as exposições com alternância de rochas sedimentares marinhas e fluviais dos arredores de Paris, onde Cuvier criou a teoria do Catastrofismo. Uma das principais características científicas de Lyell consistia em revisitar as exposições de rochas utilizadas por outros cientistas para formular suas teorias, sempre buscando sua própria interpretação para o que estava observando. Inspirado no que havia encontrado em campo, publicou em 1830 o primeiro volume do seu livro “Princípios de Geologia, uma tentativa em explicar as mudanças formadoras da superfície da Terra por referência a causas agora em operação”. Outros dois volumes foram publicados em 1832 e 1833. Suas publicações introduzem os princípios de James Hutton, destacando que Hutton foi o primeiro a justificar as mudanças primitivas da crosta da Terra referenciando apenas agentes naturais. O livro de Lyell ganhou importância e gerou grande impacto na comunidade científica logo nos primeiros anos. Formações geológicas das mais variadas origens foram consistentemente interpretadas com base nos preceitos do Uniformitarismo e do Plutonismo, revogando assim os fundamentos das teorias netunistas e catastrofistas.

Próximo ao final da década de 1820, enquanto Lyell excursionava pela Europa e concluía o primeiro volume de Princípios de Geologia,

o aluno de medicina da Universidade de Edimburgo, Charles Darwin, aprofundava seu interesse em história natural. Darwin acabou cursando história natural em Edimburgo com Robert Jameson, adepto da teoria netunista de Werner. Posteriormente, Darwin cursou história natural e geologia na Universidade de Cambridge, onde foi assistente de Adam Sedgwick em uma excursão pelo País de Gales após completar sua formação em 1831, como preparação para sua viagem ao redor do planeta. A doutrina ensinada por Sedgwick estava fundamentada no catastrofismo e, consequentemente, diferia do proposto por Lyell. Logo no início de sua viagem de quatro anos e meio a bordo do navio Beagle, no final de 1831, Darwin leu o livro Princípios de Geologia de Lyell, recebido de um professor da Universidade de Cambridge pouco antes da viagem. No primeiro atracamento do Beagle nas Ilhas de Cabo Verde, Darwin observou evidências de soerguimento de estratos com conchas e corais acima do nível do mar e em perfeito estado de conservação, associados a rochas vulcânicas. Essas evidências, e outras observadas ao longo de sua viagem ao redor do mundo, como nos Andes por exemplo, foram cruciais para o convencimento de Darwin sobre os mecanismos geológicos defendidos por Hutton e Lyell.

As primeiras publicações de Darwin sobre sua teoria evolucionista surgiram em 1842 e culminaram com a publicação de "Sobre a Origem das Espécies por meio da seleção natural ou a preservação de raças favorecidas na luta pela vida" em 1859. Darwin adota abertamente a teoria do Uniformitarismo e, consequentemente, a amplitude do tempo geológico, conforme defendidas por Lyell e Hutton. Com isso, o Uniformitarismo se consolidou ainda mais como a teoria dominante para explicar a evolução da Terra.

Hutton e Lyell foram prudentes em suas publicações por não estimar um valor para a idade da Terra. Darwin, por sua vez, afirmou que a Terra possuía ao menos 300 milhões de anos, com base em observações de campo. A primeira tentativa em calcular a idade do planeta foi de Kelvin que, em 1862, baseado em seus estudos de termodinâmica do Sol e da Terra, estimou uma idade entre 20 e 400 milhões de anos. Somente após a descoberta da radioatividade em 1896 por Henri Becquerel que os cientistas puderam aperfeiçoar suas estimativas. A primeira tentativa de determinar a idade da Terra através de medidas de decaimento radioativo em minerais com urânio foi

realizada por Bertram Boltwood em 1907, atribuindo uma idade entre 400 milhões e 2,2 bilhões de anos. A determinação da idade da Terra por decaimento radioativo a partir de um meteorito, realizada por Claire Patterson em 1956 quando atribuiu uma idade de 4,6 bilhões de anos, permanece como a estimativa mais aceita nos dias atuais. O entendimento sobre a origem e evolução do planeta encontra-se em desenvolvimento atualmente. No entanto, os fundamentos da teoria uniformitarista como gerador dominante do registro geológico e do plutonismo como mecanismo de formação de rochas magmáticas, permanecem aplicáveis. Alguns aperfeiçoamentos têm sido substanciais ao Uniformitarismo, principalmente no que se refere à dinâmica do planeta nos períodos mais primitivos da Terra e aos efeitos dos eventos catastróficos observados no registro geológico.

A importância dos trabalhos de campo em geologia desde o surgimento da geologia moderna até os dias atuais

Com a consolidação do Uniformitarismo e consequente surgimento da Geologia Moderna, em meados do século XIX, ficou evidente a necessidade de uma argumentação baseada em evidências geológicas fatuais dos processos geológicos. Naquele estágio de conhecimento geocientífico e tecnológico a ferramenta mais poderosa consistia dos trabalhos de campo. A consistência das observações de campo fica evidente quando observamos que os fundamentos das principais teorias baseadas em critérios de campo permanecem atuais. O trabalho de Steno, de 1669, que deu origem à lei de sobreposição, horizontalidade e continuidade lateral de estratos sedimentares, conceitos essencialmente descritivos em sua origem, veio a constituir as bases da estratigrafia e ainda é aplicável atualmente. O primeiro mapa geológico de grande escala no mundo, cobrindo toda a Inglaterra e País de Gales e parte da Escócia, foi publicado por William Smith em 1815. Smith era um geólogo independente e alheio aos debates netunistas/plutonistas e uniformitaristas/catastrofistas de seu período. Formulou seu trabalho com base nas leis de Steno associando-as às suas observações sobre a distribuição dos fósseis nos diferentes estratos. O desenvolvimento dessa sistemática levou Smith a desenvolver o Princípio de Sucessão Faunística, permitindo determinar a idade relativa dos estratos a par-

tir de seus fósseis, ainda vigente no ramo da Paleontologia. A base da subdivisão dos estratos apresentada por Smith em 1815 se assemelha fortemente com a divisão das unidades geológicas do Reino Unido aceitas atualmente. Os princípios utilizados por Hutton, e posteriormente por Lyell e Darwin, que vieram a fundamentar as teorias do Plutonismo e do Uniformitarismo, consistiam essencialmente de evidências de campo. Hutton (1788) formulou a seguinte afirmação: "*essa questão pode somente ser determinada pela observação daqueles espécimes de granito no local, onde é para ser encontrada em conexão imediata com aqueles corpos que estão evidentemente estratificados*".

A consistência dos princípios defendidos no Uniformitarismo e no Plutonismo está, entre outros aspectos, vinculada à área de abrangência e consequentemente ao tempo destinado aos trabalhos de campo. As observações de Hutton foram concentradas nas exposições de rochas da Escócia e Inglaterra, enquanto Lyell excursionou na Inglaterra, França, Itália e Escócia e Darwin esteve em contato com formações geológicas de todo o mundo. Segundo Lyell, uma das fragilidades da teoria netunista consistia no fato de Werner ter se limitado a explorar apenas os arredores de Freiberg para formular sua teoria e daí extrapolar suas interpretações para todas as formações geológicas do mundo. Lyell (1830) ainda afirma que "*se é verdadeiro que proferir é o primeiro, segundo e terceiro requisito de um orador, é não menos correto que viajar é de tripla importância para aqueles que desejam produzir considerações legítimas e compreensivas da estrutura de nosso globo*".

Na segunda metade do século XIX começaram a se difundir as primeiras técnicas de análise laboratorial em geociências, à medida que o conhecimento em química e física foi aprofundado. A partir de 1870 o uso de microscópio petrográfico permitiu um avanço científico extraordinário em geologia, permitindo determinações confiáveis de minerais formadores de rochas e suas relações genéticas, tornando-se um campo essencial até os dias atuais. A geoquímica – estudo da composição química de rochas e minerais – e a geocronologia – determinação da idade absoluta de minerais e rochas – são dois ramos da geologia intrinsecamente vinculados a técnicas analíticas modernas e que vêm sendo constantemente aperfeiçoadas. Métodos geofísicos de subsuperfície, baseados principalmente na propagação de ondas sísmicas e eletromagnetismo, são ferramentas essenciais em geociên-

cias nos dias de hoje. No entanto, todos os resultados provenientes de técnicas analíticas modernas utilizadas em geociências atualmente necessitam de informações provenientes de trabalhos de campo para serem corretamente interpretados. A argumentação fundamentada em campo é consistente ao ponto de podermos afirmar que nenhuma técnica analítica isoladamente é capaz de contestá-la por completo. Podemos adotar a comparação entre geocronologia e o princípio da relação de corte como um exemplo simples. Se observarmos em campo uma relação de corte semelhante à observada por Hutton, indicando que uma rocha magmática está interseccionando, ou cortando, outra rocha, sabemos que a rocha magmática é relativamente mais jovem. Mesmo que, por meio da técnica geocronológica mais avançada, obtivermos valores de idade absoluta mais antiga para a rocha magmática, o argumento de campo baseado no princípio de relação de corte estabelecido por Hutton no século XVIII será preponderante.

Considerações

O surgimento e a consolidação da Geologia Moderna marcam o desprendimento da geologia de correntes filosóficas. O papel dos trabalhos de campo neste marco científico foi de fundamental importância, uma vez que permitiu a observação e interpretação de feições geológicas expostas na superfície do planeta de acordo com processos naturais vigentes e desvinculadas de preceitos subjetivos. O primeiro geocientista a executar e expor essa doutrina de maneira consistente foi James Hutton. Apesar da resistência enfrentada na época, suas teorias influenciaram estudiosos de ciências naturais como Charles Lyell e posteriormente Charles Darwin, cuja formação não seguia a teoria de Hutton. Lyell seguiu as mesmas premissas adotadas por Hutton perante as evidências geológicas observadas em campo, procurando expandir seus trabalhos de campo pela Europa. Darwin, por sua vez, pode comprovar as afirmativas de Lyell em seus trabalhos de campo ao redor do mundo. Os princípios de Hutton ganharam consistência à medida que eles foram aplicados como base para interpretação de fenômenos geológicos registrados nas mais diversas regiões do planeta e por diferentes estudiosos. A consolidação dos princípios de James Hutton lhe rendeu o título de pai da Geologia Moderna, enquanto as publicações de Charles Lyell se tornaram um marco na história da geologia mundial.

A importância dos trabalhos de campo é evidente quando observada a evolução das teorias geocientíficas. A sua utilização como ferramenta didática no ensino superior em geologia permite a compreensão e consolidação das teorias ensinadas em sala de aula. Além disso, o aprendizado de técnicas de observação, descrição e interpretação de feições geológicas em campo é fundamental para o profissional em geologia, uma vez que atividades em campo são uma prática rotineira do geólogo no mercado de trabalho. Os principais desafios atuais para realização de trabalhos de campo no ensino da geologia consistem da limitação de recursos e da conciliação da carga horária de campo com aquela destinada ao ensino em sala de aula e laboratórios didáticos, dentro de um período letivo regular. Neste contexto, é essencial que o docente busque sempre aperfeiçoar e expandir as atividades de campo como ferramenta didática no ensino de geologia.

Referências

DARWIN, C. **On the origin of species by means of natural selection or the preservation of favoured races in the struggle for life**. London: John Murray, 1859. Disponível em: www.gutenberg.org. Acesso em: 12 maio 2012.

HUTTON, J. **Theory of the Earth**: investigation into laws observable in the composition, dissolution and restoration of land upon the Globe. Edinburgh: William Creech, 1788. Disponível em: www.books.google.com.br. Acesso em: 12 maio 2012.

KÖLBL-EBERT, M. Geology and religion: a historical perspective on current problems. *In*: KÖLBL-EBERT, M. (ed.) Geology and Religion: A History of Harmony and Hostility. **Geological Society of London**: Special Publications, n.310, p.1-6, 2009.

LYELL, C. **Principles of Geology, being an attempt to explain the former changes of the earth's surface, by reference to causes now in operation**. 1. ed. London: Printed by John Murray, 1830. 3 v. Disponível em: www.gutenberg.org. Acesso em: 12 maio 2012.

REPCHECK, J. **The man who found time**: James Hutton and the discovery of the earth's antiquity. 1. ed. New York: Perseus Publishing, 2003.

Sobre o ensino de cálculo diferencial e integral nos cursos de engenharia

Fernanda Palhares Maringolo
Simone Ramires

A preocupação com o ensino de Cálculo vem se mostrando constante; em quase todos os eventos relacionados com ensino de Matemática ou Engenharia temos encontrado trabalhos relacionados com as dificuldades demonstradas pelos alunos dessa disciplina, às vezes com sugestões de atividades para tentar modificar a situação. Uma análise dos anais dos Congressos Brasileiros de Ensino de Engenharia (COBENGE) de 1992 a 2001 (CURY, 2002) mostrou que cerca de dois terços dos trabalhos sobre disciplinas matemáticas enfocam o Cálculo (Pré-Cálculo, Cálculo Diferencial e Integral, Equações Diferencias, Cálculo Numérico), apontando dificuldades detectadas, criação de ambientes de aprendizagem, propostas de modificações metodológicas, entre outros.

A disciplina de Cálculo Diferencial e Integral (CDI) está presente nas matrizes curriculares dos cursos de graduação em Ciências Exatas em geral, é lecionado em disciplinas nos semestres iniciais dos cursos. O Conselho Regional de Engenharia e Agronomia (CREA) regulamentou por meio da Resolução n. 1.010 de 22 de agosto de 2005 os conteúdos considerados básicos, profissionalizantes e específicos, entre os quais figura a disciplina de Cálculo como básica.

Muitas universidades do país têm discutido sobre a implementação de uma disciplina de Pré-Cálculo (CURY, 2005) para que os problemas no que diz respeito ao conteúdo da disciplina sejam solucionados, proporcionando um aprendizado com qualidade superior. Na Universidade Federal do Mato Grosso (UFMT) o Programa de Tutoria – que tem como objetivo acompanhar, planejar e resolver problemas que possam ocorrer durante o processo de aprendizagem – veio cumprir este papel. Apesar de concordarem com a importância do programa, muitos alunos desistem de frequentar a tutoria, por motivos variados, entre os quais está a incompatibilidade da carga horária, especialmente para os estudantes que trabalham.

No artigo 43 da Lei 9.394/96, vemos que a educação superior tem por finalidade, entre outras, “formar diplomados nas diferentes áreas do conhecimento, aptos para inserção em setores profissionais e para a participação no desenvolvimento da sociedade brasileira” (LDBEN, 1996). A partir dessa Lei, foram desencadeadas as discussões sobre as diretrizes curriculares para os cursos de graduação. O anteprojeto que estabelece as diretrizes para as Engenharias enfatiza as competências e habilidades que os egressos desses cursos devem adquirir; entre elas, destacamos a aplicação dos conhecimentos matemáticos, científicos e tecnológicos à engenharia e a comunicação eficiente nas formas escrita, oral e gráfica (BRASIL, 1999). Ainda, sobre as diretrizes curriculares temos a Resolução CNE de 11 de março de 2002 que institui Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia.

De acordo com Silveira (2005), o ensino das disciplinas básicas, especialmente do Cálculo Diferencial e Integral, não está atendendo essas exigências, pois está muito calcado nas explanações do professor, nos exercícios padronizados, na preocupação com o cumprimento de cronogramas. Para que o aluno aproveite ao máximo as ferramentas que o Cálculo disponibiliza, é necessário que ele tenha uma compreensão do significado dos conceitos estudados e desperte sua curiosidade para as possibilidades de utilização dos mesmos.

As disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral são tratadas, por alguns professores, de forma independente das disciplinas específicas da área tecnológica, provocando assim falta de conhecimento sobre as aplicações da Matemática no curso, bem como uma visão ingênua do papel da Matemática na sociedade. Estas disciplinas dão ênfase às técnicas, minimizando a reflexão acerca dos conceitos e das aplicações.

Deste modo, a dificuldade encontrada pelos alunos no aprendizado da Matemática no ensino superior faz com que exista um alto grau de desistência e/ou reprovação nas disciplinas de Matemática e outras que necessitam de seus conteúdos.

Estes são os pontos que iremos discutir a seguir, analisando inicialmente os cursos de Engenharia Civil e Elétrica da UFMT, campus Cuiabá.

Reprovação/evasão

Sobre este tema, basearemos a discussão em dados coletados nos departamentos de Engenharia Civil e Elétrica nos últimos sete anos.

A falta de conhecimentos prévios por parte dos alunos é apontada por alguns professores como o grande responsável pelo alto índice de reprovação. Como pode ser observado na Tabela 1, no segundo semestre do Curso de Engenharia Elétrica, no qual ingressam os alunos que tiveram menor nota no vestibular, ocorre geralmente o maior índice de reprovação.

Tabela 1 – Índice de reprovação (%)

Ano	Curso		
	Eng. Civil (anual)	Eng. Elétrica 1º sem	Eng. Elétrica 2º sem
2005	30	30	36
2006	44	29	63
2007	15	38	81
2008	27	33	46,6
2009	19	77,78	43
2010	21	56,5	58,5
2011	21	36,6	41

Fonte: ?

O processo seletivo que adota questões de múltipla escolha como única forma de avaliação obriga os alunos a serem "especialistas em generalidades", já que é impossível aprenderem com profundidade todas as matérias que são apresentadas.

No início da década de 1980, a Universidade Federal Fluminense (UFF) teve uma reação imediatista para solucionar este problema: "se o aluno chega com menos conhecimento, e deve ao final do curso

possuir todo o conhecimento, é preciso tempo para ensinar o conhecimento que falta" (MELLO *et al*., 2001), e o curso de Cálculo I passou de 60 horas para 90 horas semestrais, o que incorreu, em nosso ponto de vista, em um grave erro. Com o aumento da carga horária foi possível introduzir na programação vários conceitos elementares. Contrariamente às expectativas, o índice de reprovação tornou-se alarmante, acompanhado de um alto índice de evasão.

Aproximando-se da proposta da UFF, a disciplina Cálculo I nos cursos de Engenharia Civil e de Engenharia Elétrica da UFMT também possui carga horária de 90 horas semestrais. Objetivando uma melhoria na qualidade de ensino foi implementado, desde 2002, um Programa de Tutoria pelo Departamento de Engenharia Elétrica, visando à revisão dos conteúdos básicos que são pré-requisitos do Cálculo durante a primeira semana de aula.

Então, podemos atribuir o problema não à falta de base e tempo para ensinar o conteúdo, e sim à quantidade de conceitos novos que são apresentados em poucos meses, o que também explicaria o maior índice de reprovação no curso de Engenharia Elétrica, que é semestral, enquanto o curso de Engenharia Civil é anual.

Com essa nova forma de acesso à universidade na qual os alunos entram na Universidade até o limite de vagas (não tendo nota mínima para aprovação), tem alunos que iniciam as aulas com quinze ou mais dias de atraso. Numa disciplina semestral, isso corresponde a quase um sexto do conteúdo abordado, tendo o aluno pouco tempo para se adequar ao ritmo que já foi imposto pelo professor. Por outro lado, no regime anual o aluno consegue se adaptar melhor a essa situação, pois tem mais tempo para fazê-lo, e temos então um menor índice de reprovação, bem como de evasão.

Observa-se então que o índice de reprovação se agrava devido à evasão. Na tabela abaixo apresentamos o percentual de reprovações por média e falta (RMF) em relação ao total de reprovações.

Tabela 2 - Índice de evasão relativo (%)

Ano	Curso		
	Eng. Civil	Eng. Elétrica 1° sem	Eng. Elétrica 2° sem
2005	70	66,6	68,75
2006	54	85,7	41,3
2007	100	56,5	60,46
2008	0	52	39
2009	69	61	76
2010	83	45,7	87,8
2011	58	77	58

Fonte: ?

Com esses dados percebemos que nestes dois cursos da UFMT o índice de reprovação está abaixo dos índices divulgados por outras universidades. Veja o percentual se considerarmos apenas os alunos que frequentaram o curso.

Tabela 3 — Reprovações por média (%)

Ano	Curso		
	Eng. Civil	Eng. Elétrica 1 º sem	Eng. Elétrica 2º sem
2005	9	10	11,3
2006	20	4	36,9
2007	0	6	32
2008	27	15,8	28,3
2009	6	30	10,1
2010	3,5	30	7
2011	9	8,3	17

Fonte: ?

Então qual é o problema do Cálculo nestes dois cursos da UFMT? O que chamaríamos de “fracasso” aqui?

Professores das áreas tecnológicas de engenharia, que necessitam do conteúdo abordado no Cálculo, dizem que embora exista um bom índice de aprovação em Cálculo os alunos não têm bom rendimento em suas disciplinas.

Cálculo x disciplinas tecnológicas

A aprendizagem do Cálculo baseada em exercícios rotineiros, nos quais predominam cálculos, memorizações e "malabarismos algébricos", não promove o aprendizado, e sim adestra o aluno em resolver exercícios.

É necessário que os professores compreendam que atualmente é mais importante que o aluno aprenda os conceitos fundamentais, do que seja treinado a fazer demonstrações e cálculos repetitivos.

Até 1996, a Escola de Engenharia Industrial e Metalúrgica de Volta Redonda (RJ) só oferecia o ciclo profissional, recebendo alunos que ingressavam no ciclo básico em outras unidades da Universidade Federal Fluminense (UFF). A partir de 1997 foi criado ali o ciclo básico, sendo que as disciplinas eram ministradas pelos professores da Escola, que só estavam acostumados com as turmas do Ciclo Profissional. Os índices de reprovação eram semelhantes aos das outras unidades da UFF, no entanto, o aproveitamento nas disciplinas subsequentes às do primeiro período era superior.

Percebemos com este exemplo a necessidade de uma maior integração entre os ciclos básico e profissional.

É provável que o mesmo professor ser responsável tanto pela disciplina do ciclo básico quanto pela disciplina tecnológica conduza à obtenção do embasamento que será utilizado de fato no curso. O aluno é mais motivado a estudar o Cálculo, ou a Física básica, do que quando são oferecidos por professores de Matemática, ou de Física, e tornam-se desvinculados da sequência do curso.

O curso de Engenharia Elétrica na UFMT já percebeu essa necessidade na disciplina de Cálculo Numérico. Na reestruturação recente do curso, essa disciplina é oferecida pelo próprio Departamento de Engenharia Elétrica, enfocando o uso de programas computacionais, o que hoje é de extrema importância para a formação de um engenheiro moderno.

Segundo D'Ambrosio (2002), o ciclo de aquisição do conhecimento é deflagrado a partir de fatos da realidade. Deste modo, a construção do conhecimento matemático pode ser mais eficiente se emergir de fenômenos que têm origem na realidade. Assim, a exploração, no ensino, de situações da vida real em que a Matemática se aplica, pode torná-la mais dinâmica e interessante e proporcionar maior eficiência no processo de ensino e aprendizagem.

A aridez do Cálculo é um dos obstáculos ao seu aprendizado. O uso de linguagem e exemplos que virão a fazer parte do conteúdo do ciclo profissional pode contribuir para aumentar a motivação dos alunos e, portanto, melhorar o aprendizado (MELLO *et al.*, 2001). A introdução precoce das linguagens verdadeiramente utilizadas, com os termos que são aplicados na vida profissional, ajuda a fazer a ligação entre as disciplinas. No entanto, a departamentalização pode ser um obstáculo a este desejo.

O Departamento de Matemática do campus Cuiabá vem encontrando, há vários anos, bastante dificuldade em atender todas as disciplinas que são requisitadas. A falta de professores efetivos é um fato apontado por alguns professores das tecnologias como responsável pelo baixo desempenho em suas disciplinas. Não se contesta a competência do professor substituto em sua área de atuação, mas a falta de experiência, pois geralmente são recém-formados em matemática e desconhecem a linguagem que os alunos usarão no futuro e além da forma de inserção, no plano pedagógico dos diversos cursos de Engenharias, da disciplina que lecionam, assim como o pouco tempo de permanência na instituição não possibilita sua capacitação nem tampouco a desejável continuidade do trabalho iniciado.

Programa de tutoria x monitoria

Com o objetivo de melhorar a qualidade de ensino foram criados dois Programas de Tutoria na UFMT. Um deles é realizado pelo Departamento de Engenharia Elétrica, que acontece durante a primeira semana de aula. Os alunos calouros participam durante esta primeira semana de uma atividade de revisão dos principais tópicos de matemática em forma de exercícios. São os próprios alunos da Engenharia Elétrica que acompanham os calouros.

A Pró-Reitoria de Ensino de Graduação (PROEG) realiza outro Programa de Tutoria, que visa o reforço nas disciplinas básicas do Ensino Médio, matemática, física, biologia, química e língua portuguesa, ao longo do ano. É um programa que visa o incentivo à docência, as atividades são realizadas pelos alunos das licenciaturas e acompanhadas de um professor Tutor do Departamento de origem da disciplina.

No Departamento de Matemática, o objetivo do Programa de Tutoria é atuar como um Pré-cálculo, oferecendo aos alunos do Programa o conhecimento que não foi ofertado, ou não foi bem trabalhado no Ensino Médio, e que é de fundamental importância à continuidade do aprendizado em Matemática no Ensino Superior.

Neste contexto, em 2011, foram realizados quatro projetos de Tutoria do Departamento de Matemática que abrangem todo o conteúdo básico para o aluno ter bom rendimento em Cálculo e Álgebra Linear, que são currículo básico de qualquer curso da área de Ciências Exatas. Mas, como as disciplinas e a tutoria são simultâneas, os alunos acabam abandonando a tutoria para dedicar-se mais às disciplinas, pois enquanto eles ficarão um semestre na tutoria para aprender o conteúdo básico, o professor de Cálculo, ao mesmo tempo, já introduziu tópicos mais avançados.

Ocorre também que as turmas de Tutoria são muito heterogêneas, atendendo a vários cursos ao mesmo tempo. No projeto de Trigonometria, por exemplo, existem aqueles que conhecem algum tópico, os que nunca viram nada sobre trigonometria, e aqueles que sequer sabem operar números decimais. Como os alunos das Engenharias Civil e Elétrica são geralmente os que já conhecem alguma coisa, a tutoria acaba não sendo tão interessante a esses alunos.

Neste caso a melhor ferramenta para ajudar no aprendizado da Matemática nos cursos de Engenharia Civil e Elétrica é a monitoria.

Cada departamento recebe uma cota de bolsas para distribuir de acordo com sua necessidade e demanda, estabelecendo critérios próprios para conceder as bolsas às disciplinas solicitantes. Os departamentos reconhecem o Cálculo como disciplina de fundamental importância, a qual sempre é contemplada com uma bolsa, medida que não é suficiente, pois as turmas são numerosas para apenas um aluno monitor.

O Departamento de Engenharia Civil obteve bons resultados depois de implantar uma “Sala de Monitoria”. A sala fica disponível para cada monitoria em um horário fixo durante alguns dias da semana. Assim os alunos sabem onde e quando vão encontrar o monitor. Oferecendo um espaço físico para as atividades o professor responsável pela disciplina tem como dar um melhor auxílio e fiscalizar as atividades dos alunos. No horário de cada monitoria é passada uma lista de presença para controlar a frequência dos alunos. É uma prática comum dos alunos procurarem a monitoria somente nas vésperas de provas, o que sobrecarrega o monitor e este não consegue atender a todas as dúvidas. Com o controle da frequência o professor pode propor atividades e cobrar a presença dos alunos na monitoria.

Considerações

Como pode ser observado, a adoção de práticas como Tutoria e/ou monitoria não impede a evasão nos cursos de Engenharia da UFMT, mas ajuda a reduzi-la, possibilitando desta forma aos alunos com deficiência em matemática aprimorar seus conhecimentos ou aprender durante o curso superior o que não foi desenvolvido na Educação Básica. Os alunos não têm deficiência somente no conteúdo do Ensino Médio, eles sequer possuem o raciocínio matemático que deveria ter sido desenvolvido no Ensino Fundamental.

A utilização de problemas relacionados à prática profissional do Engenheiro nas disciplinas de Matemática pode contribuir significativamente para o aprimoramento do processo de ensino-aprendizagem da Matemática e da formação profissional, bem como tem um alto valor de motivação, desde que utilizada uma metodologia adequada.

Nesse contexto não podemos esquecer o papel da universidade, que vai além da formação profissional e tem como objetivo o desenvolvimento da ciência e da pesquisa. O engenheiro-pesquisador deve ter um profundo conhecimento e dominar a ferramenta *matemática*.

Referências

BRASIL. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. **Diário Oficial da União**: Brasília, DF, 1996. 23 dez. 1996a.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Ensino Superior. **Diretrizes curriculares para os cursos de engenharia**. 30 dez. 1999. [On-line]. Disponível em: http://www.gov.br/Destaq/ds frm.htm. Acesso em: 10 out. 2013.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. **PARECER CNE/CP n. 29/2002**. Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais para a Educação Profissional de Nível Tecnológico. Brasília: Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica, 2002.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação. Resolução CNE/CES n. 11, de 11 de março de 2002. Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, p. 32, 9 abril 2002.

CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA, ARQUITETURA E AGRONOMIA (CONFEA). **Resolução nº 1.010, de 22 de agosto de 2005**. Dispõe sobre a regulamentação da atribuição de títulos profissionais, atividades, competências e caracterização do âmbito de atuação dos profissionais inseridos no Sistema Confea/Crea, para efeito de fiscalização do exercício profissional. Disponível em: http://www.confea.org.br/publique/media/res1010.pdf. Acesso em: 10 dez. 2013.

CURY, H. N. Cobenge e ensino de disciplinas matemáticas nas engenharias: um retrospecto dos últimos dez anos. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA (COBENGE), 30., 2002, Piracicaba. **Anais** Piracicaba: UNIMEP, 2002.

CURY, H. N. Aprendizagem em Cálculo: uma experiência com avaliação formativa. *In*: CONGRESSO NACIONAL DE MATEMÁTICA APLICADA E COMPUTACIONAL, 27., 2005, Santo Amaro SP.

D'AMBRÓSIO, U. A Matemática nas escolas. **Educação Matemática em Revista**, Ano 9, n. 11, p. 29-33, abr./2002.

MELLO, M. H.C. S.; MELLO, J. C. C. B. S.; FERNANDES, A. J. S. Mudanças no Ensino de Cálculo I: Histórico e Perspectivas. *In*: CONGRESSO BRA-

SILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 29., 2001, Porto Alegre. **Anais** Porto Alegre: PUCRS/FENG, 2001.

SILVEIRA, M. A. da. **A formação do engenheiro inovador**: uma visão internacional. Rio de Janeiro: PUC-Rio, Sistema Maxwell, 2005.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO (UFMT). Conselho de Ensino, Pesquisa e Extensão. **Resolução n. 43, de 24 de maio de 2010**. Cuiabá: Conselho de Ensino, Pesquisa e Extensão, 2010. Disponível em: http://sistemas.ufmt.br/ufmt.resolucao/FrmConsultarResolucao.aspx?pageIndex=&txtCriterio=monitoria&txtNumero=&txtAno=&tipoUID= Acesso em 10/12/2013.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO. (UFMT). Conselho de Ensino, Pesquisa e Extensão. **Resolução n. 36 de 24 de maio de 2010**. Cuiabá: Conselho de Ensino, Pesquisa e Extensão, 2010. Disponível em: http://sistemas.ufmt.br/ufmt.resolucao/FrmConsultarResolucao.aspx?pageIndex=&txtCriterio=tutoria&txtNumero=&txtAno=&tipoUID=. Acesso em: 10 dez. 2013.

Pesquisa operacional para o curso de engenharia sanitária e ambiental

Welitom Ttatom Pereira da Silva
Margarida Marchetto

O curso de Engenharia Sanitária, implantado na Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT) em 1978, teve sua origem a partir das sugestões da Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA) e Plano Nacional de Saneamento (PLANASA), conforme DESA (2012). Os programas PNMA e PLANASA recomendavam a implantação de polos regionais do curso de Engenharia Sanitária em cinco regiões consideradas estratégicas no Brasil, como forma de superar o quadro negativo demonstrado no setor de saneamento e meio ambiente. A partir de 1995, como resultado de um processo de amadurecimento, o Curso de Engenharia Sanitária da UFMT passou por uma reestruturação curricular, contemplando com maior ênfase o seu componente ambiental, com o objetivo de oferecer instrumentos que propiciem maior eficiência e desempenho de um trabalho profissional. Em 2007 foi implantado o curso de Engenharia Sanitária e Ambiental, cujos egressos recebem o título de Bacharel em Engenharia Sanitária e Ambiental, conforme DESA (2012).

Os cursos de Engenharia, de modo geral, vêm abordando os fundamentos da matemática meramente de forma didática, sem a devida aplicação prática. Alguns pesquisadores argumentam em favor da proposta didática baseada no conceito de diferencial de Leibniz, por essa concepção estar mais próxima das concepções espontâneas do aluno. No entanto, educadores em engenharia questionam o ensino dos cálculos em razão da ênfase excessiva dada às demonstrações, o que resultaria em pouco tempo para direcionar a matemática a aplicações que fazem sentido ao engenheiro (CABRAL; BALDINO, 2006). Neste contexto, a introdução da disciplina Pesquisa Operacional aplicada a problemas reais da engenharia pode contribuir sobremaneira. Uma característica importante da pesquisa operacional, que facilita o processo de resolução de problemas em engenharia, analisa e auxilia na tomada de decisão é a utilização de modelos (LISBOA, 2002). Eles

permitem a experimentação da solução proposta. ~~O~~ Isto significa que uma decisão pode ser mais bem avaliada e testada antes de ser efetivamente implementada. A economia obtida e a experiência adquirida pela experimentação justificam a utilização da Pesquisa Operacional.

No curso de Engenharia Sanitária e Ambiental isto é especialmente verdadeiro, uma vez que a elaboração de projetos e a tomada de decisões, em sistemas ambientais, é algo trivial e inerente à atuação profissional.

Assim o objetivo geral foi o de identificar possíveis aplicações e apresentar algumas das ferramentas disponíveis para o desenvolvimento da Pesquisa Operacional na Engenharia Sanitária e Ambiental.

A metodologia consistiu das seguintes etapas: (1) revisão de literatura; (2) identificação de situações típicas para aplicação de Pesquisa Operacional; e (3) apresentação de ferramentas disponíveis para desenvolvimento de trabalhos em Pesquisa Operacional.

Para revisão de literatura realizou-se a consulta a trabalhos correlatos. A identificação de situações típicas para aplicação de Pesquisa Operacional se deu a partir da associação entre revisão de literatura e os problemas triviais da Engenharia Sanitária e Ambiental. Também se realizou a apresentação de ferramentas disponíveis para desenvolvimento de trabalhos em Pesquisa Operacional, vantagens, desvantagens e indicações.

Revisão de literatura

As primeiras atividades formais de pesquisa operacional (PO) foram iniciadas na Inglaterra durante a Segunda Guerra Mundial, quando uma equipe de cientistas britânicos decidiu tomar decisões com bases científicas sobre a utilização mais eficaz de recursos limitados na guerra (TAHA, 2008). Com o fim da guerra, a utilização de técnicas de PO atraiu o interesse de diversas outras áreas. A natureza dos problemas encontrados é bastante abrangente e complexa, exigindo uma abordagem que permita reconhecer os múltiplos aspectos envolvidos. A revisão de literatura, ora proposta, também tem o objetivo de familiarização com os termos básicos em PO, por isso são apresentados, na sequência, os componentes básicos de modelo clássico de PO e um exemplo de aplicação.

O modelo clássico em PO tem três componentes básicos: (1) variáveis de decisão que procuramos determinar; (2) objetivo (meta) que precisamos otimizar (maximizar ou minimizar); (3) restrições que a solução deve satisfazer. A definição adequada das variáveis de decisão é uma primeira etapa essencial no desenvolvimento do modelo. Uma vez concluída, a tarefa de construir a função-objetivo e as restrições torna-se mais direta. Como exemplo de um problema de PO apresenta-se a seguir o problema de Reddy Mikks. Neste problema precisamos determinar as quantidades diárias a produzir de tintas para exteriores e interiores. Assim, as variáveis dos modelos são definidas como: x_1 = toneladas de tinta para exteriores produzidos diariamente; x_2 = toneladas de tinta para interiores produzidos diariamente. Para construir a função-objetivo, observe que a empresa quer maximizar (isto é, aumentar o máximo possível) o lucro total diário para as duas tintas. Dado que os lucros por tonelada para exteriores e interiores são de cinco e quatro (mil) dólares, respectivamente, decorre que: Lucro total da tinta para exteriores = $5x_1$ (mil) dólares; Lucro total da tinta para interiores = $4x_2$ (mil) dólares. Representando o lucro total diário (em milhares de dólares) por z, o objetivo da empresa é representado pela Equação 1.

$$\textit{Maximizar } z = 5x_1 + 4x_2 \quad \text{Equação 1}$$

Em seguida, construímos as restrições que limitam a utilização da matéria-prima e a demanda do produto. As restrições sobre a matéria-prima são expressas em palavras como: utilização de uma matéria-prima para ambas as tintas ≤ máxima disponibilidade de matéria-prima. A utilização por dia da matéria prima M1 é de seis toneladas por tonelada de tinta para exteriores, e de quatro toneladas por tonelada de tinta para interiores. Assim: a utilização da matéria-prima M1 para tinta para exteriores = $6x_1$ t/dia; a utilização da matéria-prima para tinta para interiores = $4x_2$ t/dia. Então temos que a utilização da matéria-prima M1 para ambas as tintas = $6x_1 + 4x_2$t/dia. De maneira semelhante, a utilização da matéria-prima M2 para ambas as tintas = $1x_1 + 2x_2$t/dia. Como as disponibilidades diárias das matérias-primas M1 e M2 estão limitadas a 24 e 6 toneladas, respectivamente, as restrições relacionadas são dadas pelas Equações 2 e 3.

$$6x_1 + 4x_2 \leq 24 \text{ (matéria-prima M1)} \qquad \text{Equação 2}$$

$$x_1 + 2x_2 \leq 6 \text{ (matéria-prima M2)} \qquad \text{Equação 3}$$

A primeira restrição relacionada à demanda estipula que o excesso da produção diária de tinta para interiores em relação à de tinta para exteriores, $x_2 - x_1$, não deve ultrapassar uma tonelada, o que poderia ser traduzido pela Equação 4. A segunda restrição relacionada à demanda estipula que a demanda diária máxima de tinta para interiores está limitada a duas toneladas, o que é traduzido pela Equação 5.

$x_2 - x_1 \leq 1$ (limite de mercado) Equação 4

$x_2 \leq 2$ (limite de demanda) Equação 5

Uma restrição implícita (ou subentendida) é que as variáveis x_1 e x_2 não podem assumir valores negativos. As restrições de não negatividade, $x_1 \geq 0$, $x_2 \geq 0$, são responsáveis por este requisito. O modelo completo da Reddy Mikks é dado pela Equação 6.

Maximizar $z = 5x_1 + 4x_2$

Sujeito a:

$6x_1 + 4x_2 \leq 24$

$x_1 + 2x_2 \leq 6$

$-x_1 + x_2 \leq 1$

$x_1, x_2 \geq 0$

Quaisquer valores de x_1 e x_2 que satisfaçam todas as cinco restrições constituem uma solução viável, caso contrário, a solução é inviável. A meta do problema é achar a melhor solução viável, ou a solução ótima, que maximize o lucro total. Para encontrar a solução ótima em PL, procedimentos como a solução gráfica em PL e o algoritmo *simplex* são comumente utilizados. O método da solução gráfica em PL se baseia na elaboração de um gráfico com representações da função-objetivo e das funções de restrição e na análise do gráfico considerando que a solução ótima em PL sempre está relacionada com um ponto extremo da região de soluções. O algoritmo *simplex* tem como ideia básica a resolução por repetidas vezes de um sistema de equações lineares para obter uma sucessão de soluções, cada uma melhor do que a anterior, até que uma ótima seja atingida. Maior detalhamento sobre os fundamentos dos métodos, solução gráfica em PL e algoritmo *simplex*, podem ser encontrados em livros relacionados à pesquisa operacional, entre eles, Ackoff e Sassieni (1971), Porto *et al.* (2002) e Taha (2008). A seguir,

após apresentação de conceitos básicos e exemplificação, abordam-se alguns trabalhos relacionados a PO para a Engenharia Sanitária e Ambiental. Lertpalangsunti *et al.* (1999), com o objetivo de auxiliar a tomada de decisões gerenciais no SAA da cidade de Regina, no Canadá, desenvolveram um SH (sistema híbrido) que combina técnicas de LF (lógica *fuzzy*), de conhecimento baseado em casos e de sistema baseado em conhecimento. Para o desenvolvimento do estudo, realizaram-se as seguintes etapas: aquisição de *shell* comercial, *expert system shell* G2; coleta de dados junto ao operador do SAA; coleta de dados junto a agência ambiental canadense; desenvolvimento do sistema combinando diferentes técnicas; e verificação dos resultados obtidos. As fontes de dados foram relatórios disponibilizados pela operadora do SAA e pela instituição de monitoramento do clima do Canadá. O histórico de dados refere-se ao período de 1992 a 1994. Os dados utilizados incluíram o período de funcionamento de bombas, a vazão horária de abastecimento, o nível dos reservatórios, a temperatura e a umidade relativa do ar. Como conclusões do estudo, foi observado: o modelo desenvolvido apresentou bons resultados, a temperatura foi o fator de maior importância na previsão da demanda e os sistemas híbridos apresentam-se como uma alternativa viável ao estudo de problemas de grande complexidade.

Baeza *et al.* (2000), objetivando aumentar o controle sobre os processos mais suscetíveis a falhas e obter um alto nível de controle operacional em estações de tratamento de efluentes (ETE), desenvolveram um SE para supervisionar e controlar uma ETE piloto. A ETE piloto operava com processos A^2/O (anaeróbio, anóxico, oxidação). O SE foi desenvolvido em um ambiente G2 (*shell* comercial, *expert system shell* G2). Como conclusão, menciona-se que o SE desenvolvido tem uma estrutura versátil e capaz de se adequar a ETEs com diferentes configurações.

Froukh (2001), procurando contribuir para formulação da política dos recursos hídricos na cidade de Swindon, no Reino Unido, desenvolveu estudos com a finalidade de integrar abordagens matemáticas e heurísticas para previsão e gerenciamento da demanda doméstica de água. Para isso, o autor desenvolveu um SH que integrou técnicas de SE, de GIS (sistema de informação geográfica), de MDCA, de sistema baseado em conhecimento e modelagem matemática. O SH desenvol-

vido foi capaz de prever a demanda doméstica de água (considerando diferentes métodos, definidos em função dos dados disponíveis e da aplicação de MCDA), de calcular a eficácia de conservação da água (a partir da implementação de diferentes ações de gerenciamento), de prever o consumo unitário de água em diferentes unidades (habitante, por residência e por ligação), e de desenvolver diferentes cenários mediante mudanças na política da água. O SH trabalha com diferentes dados de entrada, que incluem o histórico do demanda de água da área urbana, o número de moradores por residência, consumo residencial de água, a tarifa de água, o índice pluviométrico, a temperatura, os volumes consumidos pela máquina de lavar louças, pelo chuveiro, pela banheira, pelo vaso sanitário, pia da cozinha, entre outros. Também, informações como nível educacional, fatores socioeconômicos e demográficos podem alimentar o SH. Com a finalidade de dar segurança às respostas produzidas pelo SH, o sistema foi testado de acordo com dois critérios principais. O primeiro diz respeito aos testes com os modelos, sendo utilizada para isso a comparação dos resultados obtidos pelo SH com os resultados obtidos ao se realizar as mesmas análises, utilizando o Excel. O segundo critério envolve a checagem das respostas apresentadas pelo SH. Para isso o SH foi projetado com uma ferramenta que apresenta a sequência de argumentos lógicos que resultou naquela resposta, também apresenta a descrição do especialista que sugeriu a resposta. Uma aplicação do SH desenvolvido foi realizada na cidade de Swindon, utilizando dados da operadora do SAA. Como conclusões, o autor menciona que o SH foi testado e apresentou bons resultados na cidade de Swindon.

Morais e Almeida (2006), considerando o fato de que em planejamento de SAA normalmente são envolvidos grupos ou instituições com diferentes objetivos e uma grande variabilidade de alternativas, propuseram uma abordagem de MCDA para realizar a seleção de alternativa para minimização do problema de perdas em SAA. O estudo considerou principalmente os termos de custo e de desempenho. Várias alternativas para minimização das perdas foram propostas, entre elas: substituição ou aferição dos hidrômetros; implantação de hidrômetros; implantação de medição individualizada por apartamento; campanha educativa ao usuário; setorização ou instalação de válvulas redutoras de pressão; fiscalização contra fraudes; reabilitação de válvulas e

conexões; e reaproveitamento da água de lavagem das unidades de tratamento. Os atores considerados foram à concessionária da água, o engenheiro projetista, a agência ambiental e o líder comunitário. O método MCDA utilizado foi PROMETHEE II e os diversos critérios considerados (custo de implantação, horizonte de projeto, balanço econômico-financeiro, redução de desperdício, benefícios ambientais, dificuldade de manutenção e operação e a aceitabilidade social). Com o objetivo de ilustrar a aplicação do modelo, foi elaborado um estudo baseado em um caso real na cidade de Carnaíba, localizada no sertão Pernambucano a 417 km da capital, com população total de 17.696 habitantes. O resultado indicou como melhor alternativa a reabilitação de tubos e conexões.

Fullerton Jr. *et al.* (2007) desenvolveram estudos sobre as séries temporais do consumo de água para cidade de Tijuana, região do semiárido do México. O objetivo do trabalho foi analisar o consumo dinâmico mensal de água da cidade de Tijuana. Nesse estudo, foram consideradas as variáveis consumo total de água, número total de consumidores, preço médio do m^3 da água, índice pluviométrico, temperatura média do ar, índice de emprego e produção industrial da cidade. Os dados foram coletados em diversas instituições, incluindo a operadora de serviços públicos, o instituto de monitoramento demográfico e social e o instituto de monitoramento climático. Foram propostos e ajustados modelos teóricos de consumo de água por consumidor e para a cidade. Os resultados indicaram que o modelo e respectivos coeficientes foram significativos e que as previsões e políticas derivadas dos modelos propostos devem ser desenvolvidas cuidadosamente.

Fu *et al.* (2008) reportaram que a maioria das pesquisas de otimização operacional em ETEs urbanas tem sido desenvolvida com foco mono-objetivo. No entanto, em situações reais, estratégias com soluções mono-objetivo são extremamente limitadas e pouco úteis. Para efetiva otimização operacional, estratégias de controle com múltiplos objetivos, possivelmente conflitantes, são necessárias. Nesse sentido, Fu *et al.* (2008) desenvolveram um estudo de otimização multiobjetivo em um sistema simulado de coleta e tratamento de esgotos, cuja coleta de esgoto abrange uma área total de 725,8 ha e o sistema de tratamento de lodos ativados é baseado na ETE da cidade de Norwich, no Reino Unido. Os objetivos foram representados pelas Equações 7, 8, 9, 10 e 11.

máx DO – M	Equação 7
min DO – DU	Equação 8
min AMM – M	Equação 9
min AMM – DU	Equação 10
min P	Equação 11

Nas quais: DO-M é o mínimo da concentração de OD no rio; DO-DU é a duração da concentração de OD menor que o mínimo pré-definido; AMM-M é a concentração máxima de amônia do rio; AMM-DU é a duração da concentração acima do máximo pré-definido; P é o custo da energia para bombeamento e aeração.

Makropoulos *et al*. (2008) mencionam que as práticas convencionais em gerenciamento da água urbana são focadas no atendimento à demanda e afastam a ideia de utilização de águas cinzas e água pluviais em áreas urbanas já estabelecidas. No entanto, em uma abordagem alternativa consideram que a demanda de água pode ser atendida por águas cinza e águas pluviais. Com o propósito de ajudar gestores de água em ambiente urbano, os autores desenvolveram uma ferramenta de suporte a decisão, nomeada de UWOT (*Urban Water Optioneering Tool*), para facilitar a seleção de combinações entre estratégias e tecnologias em novas construções. A UWOT é um dos produtos do programa de pesquisa WaND (*Water Cycle Management for New Develompments*) e se baseia no modelo de balanço hídrico do Matlab-Simulink. O modelo possui uma biblioteca de alternativas tecnológicas que podem ser selecionadas pelo usuário em função das características de cada caso. Para a seleção das melhores alternativas de combinação são utilizados critérios ambientais, econômicos, sociais e tecnológicos. A seleção das combinações de tecnologias é fundamentada na otimização em AG (algoritmo genético). Por fim, os autores concluem mencionando que a UWOT tem sido testada com sucesso em estudos de caso no Reino Unido (residencial Elvetham Heath l, cidade de Fleet, no Reino Unido).

Identificação de situações típicas para aplicação de pesquisa operacional

A Tabela 1 apresenta aplicações da PO na Engenharia Sanitária e Ambiental.

Tabela 1 - Aplicações da Pesquisa Operacional na Engenharia Sanitária e Ambiental

Objetivo	Local do estudo	Autores
Aumentar o controle operacional de estações de tratamento de efluentes	Barcelona, Espanha	Baeza, Ferreira e Lafuente (2000)
Formular política dos recursos hídricos	Swindon, Reino Unido	Froukh (2001)
Selecionar alternativa para minimização do problema de perdas em sistema de abastecimento de água	Carnaíba, Pernambuco, Brasil	Morais e Almeida (2006)
Analisar o consumo dinâmico mensal de água	Tijuana, México	Fullerton Jr, Tinajero e Cota (2007)
Otimização operacional de estação de tratamento de efluentes	Norwich, Reino Unido	Fu, Butler e Khu (2008)
Auxiliar ajudar gestores da água em ambiente urbano	Fleet, Reino Unido	Makropoulos, Natsis, Liu, Mittas e Butler (2008)
Controle de poluição hídrica industrial	Huhhot, China	Cheng, Yang e Chan (2003)
Selecionar alternativas de medidas de gestão da demanda de água	Zahedan, Irã	Zarghami, Abrishamchi e Ardakanian (2008)
Garantir o abastecimento de água minimizando o consumo de energia	Seville, Espanha	León, Martín, Elena, Luque (2000)
Otimização de redes de abastecimento de água	João Pessoa, Paraíba, Brasil	Gomes (2009)

Fonte:

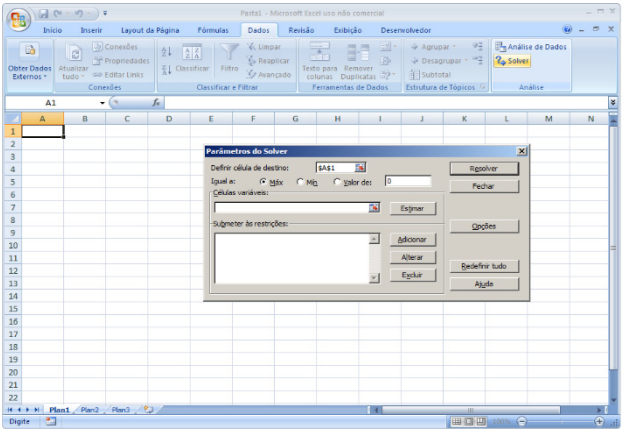
De acordo com a Tabela 1 pode-se utilizar a PO para uma grande variedade de problemas em Engenharia Sanitária e Ambiental, o que corrobora para avanços da disciplina PO no curso da Engenharia Sanitária e Ambiental.

Apresentação de ferramentas disponíveis para desenvolvimento de trabalhos em pesquisa operacional

A seguir estão apresentadas, de forma breve, algumas das ferramentas disponíveis para desenvolvimento de trabalhos em PO. Uma das ferramentas mais populares para o desenvolvimento de PO é a planilha de cálculo do Microsoft (MS-Excel). A planilha permite a realização de algumas análises estatísticas além permitir a resolução de problemas de otimização linear e não linear, utilizando para isso

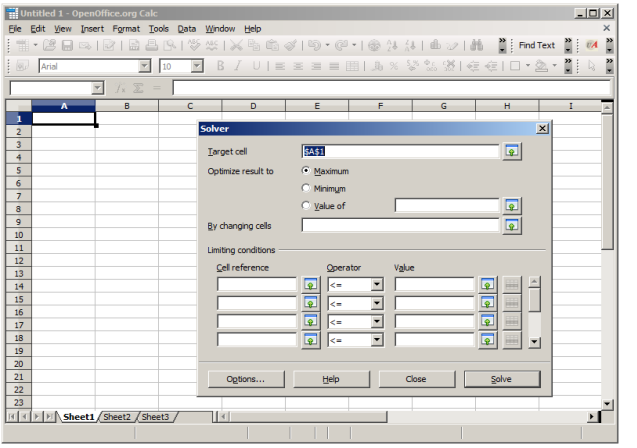
o algoritmo *simplex* e o algoritmo GRG2, respectivamente. A Figura 1 apresenta a planilha de cálculo do MS-Excel. Outra ferramenta para o desenvolvimento de PO é a planilha de cálculo do Open Office.org (OOo-Cal). Esta ferramenta possui similaridades características com a MS-Excel, no entanto, apresenta ~~um~~ algoritmos de otimização mais robustos (DEPS e PSO), indicado para problemas com alta complexidade. A Figura 2 apresenta a planilha de cálculo do OOo-Calc.

Figura 1 – Planilha de cálculo do MS-Excel



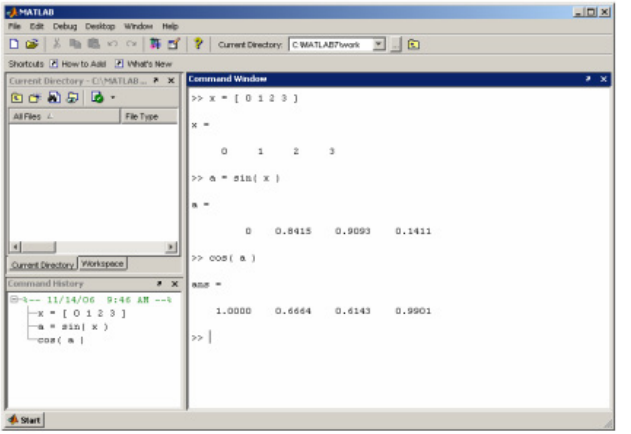
Fonte: Autor

Figura 2 – Planilha de cálculo do OOo-Calc



Fonte: Autor

Figura 3 – Interface de entrada do Matlab



Fonte: Autor

Também, em variados meios industriais e acadêmicos utiliza-se o Matlab por constituir um software interativo de alta performance direcionado para o cálculo numérico. O Matlab permite a realização de aplicações ao nível da análise numérica, de análise de dados, cálculo matricial, processamento de sinais e construção de gráficos, entre outras, abordando uma banda larga de problemas científicos e de engenharia. A Figura 3 apresenta interface de entrada do Matlab.

Considerações

Foram identificadas aplicações e ferramentas para o desenvolvimento da Pesquisa Operacional no curso de Engenharia Sanitária e Ambiental.

A Pesquisa Operacional pode ser utilizada em muitas áreas da Engenharia Sanitária e Ambiental, incluindo o tratamento de água, tratamento de efluentes, distribuição de água, resíduos sólidos, sistemas de drenagem, entre outros.

Algumas das ferramentas para o desenvolvimento da Pesquisa Operacional incluem o MS-Excel, o OOo-Calc e o Matlab.

Referências

ACKOFF, R. L.; SASSIENI, M. W. **Pesquisa operacional**. Tradução: José L. Moura Marque e Cláudio Draell Reis. Revisão técnica: Antônio Garcia de Miranda Netto. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editôra Ltda, 1971. 523p.

BAEZA, J. A.; FERREIRA, E. F.; LAFUENTE, J.. Knowledge-based supervision and control of wastewater treatment plant: a real time implementation. **Water Science and Technology**, v. 41, n. 12, p. 129-137, 2000.

CABRAL, T. C. B.; BALDINO, R. R. Cálculo infinitesimal para um curso de engenharia. **Abenge**, v. 25, n. 1, p. 3-16, 2006.

CHENG, H.; YANG, Z.; CHAN, C. W. An expert system for decision support of municipal water pollution control. **Engineering Applications of Artificial Intelligence**, 16, p. 159-166, 2003.

DESA – Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. **Curso de Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental.** [On-line]. Disponível em: http://www.finep.gov.br/prosab/1_lixo_ufmt.htm. Acesso em: 17 abr. 2012.

FROUKH, M. L. Decision-support system for domestic water demand forecasting and management. **Water Resources Management**, 15, p. 363-382, 2001.

FUL, G.; BUTLER, D.; KHU, S. T. Multiple objectives optimal control of integrated urban wastewater systems. **Environmental Modelling & Software**, 23, p. 225-234, 2008.

FULLERTON Jr., T. M.; TINAJERO, R.; COTA, J. E. M. An empirical analysis of Tijuana consumption. **Atlantic Economic**, 35, p. 357-369, 2007.

GOMES, H.P. **Sistemas de abastecimento de água**. 3. ed. PB: Editora Universitária – UFPB, 2009.

LEÓN, C.; MARTÍN, S.; ELENA, J. M.; LUQUE, J. EXPLORE – Hybrid expert system for water networks management. **Journal of Water Resources Planning and Management**, v. 126, n. 2, p. 65-74, 2000.

LERTPALANGSUNTI, N.; CHAN, C. W.; MASON, R.; TONTIWACHWUTHIKUL, P. A toolset for construction of hybrid intelligent forecasting

systems: application for water demand prediction. **Artificial Intelligence in Engineering**, v. 13, n. 1, p. 21-42, 1999.

LISBOA, E. F. A. **Apostila do curso pesquisa operacional**. Disponível em: <http://www.ecnsoft.net/wp-content/plugins/downloads-manager/upload/Apostila%20de%20Pesquisa%20Operacional%20I%20-%2057pg.pdf>. Acesso em: 17 abr. 2012.

MAKROPOULOS, C. K.; NATSIS, K.; LIU, S.; MITTAS, K.; BUTLER, D. Decision support for sustainable option selection in integrated urban water management. **Environmental Modelling & Software**, 23, p. 1448-1460, 2008.

MORAIS, D. C.; ALMEIDA, A. T. Modelo de decisão em grupo para gerenciar perdas de água. **Pesquisa Operacional**, v. 26, n. 3, p. 567-584, 2006.

PORTO, A. L. L. et al. **Técnicas quantitativas para o gerenciamento de recursos hídricos**. Porto Alegre: Editora da UFRGS/ABRH, 2002. 420p.

TAHA, H. A. **Pesquisa operacional**: uma revisão geral. Tradução: Arlete Simille Marques. Revisão técnica: Rodrigo Amaro Scarpel. 8. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2008. 359p.

ZARGHAMI, M.; ABRISHAMCHI, A.; ARDAKANIAN, R. Multi-criteria decision making for integrated urban water management. **Water Resource Management**, 22, p. 1017-1029, 2008.

Formação em engenharia: uma reflexão sobre a universidade, mundialização e trabalho

Hebert Roberto da Silva

A mudança no contexto socioeconômico agregada aos processos de reestruturação produtiva e a mudança nas relações de trabalho evidenciam à sociedade um conjunto de parâmetros que estão modificando o conceito tradicional de emprego, redefinindo formas de organização do trabalho, assim como o perfil profissional do trabalhador.

Apesar do desenvolvimento tecnológico sem precedentes, a peça central para a busca de mais competitividade das organizações está presente na produção do conhecimento e na contínua aprendizagem tidos como o insumo do futuro. Mais do que nunca, as empresas dependem dos talentos e do capital intelectual de seus profissionais para poder enfrentar um ambiente cada vez mais dinâmico e explorar com sucesso as oportunidades de negócio. A necessidade de soluções eficazes, inovação, produtos cada vez mais customizados e inteligentes, exigirá das organizações mais criatividade, e integração de conhecimentos multidisciplinares.

Se as transformações vivenciadas pelo mundo moderno, muitas advindas dos avanços tecnológicos, influenciam fortemente o campo educacional, pode-se pensar que, nos cursos de engenharia, essas influências acontecem mais rapidamente por se tratarem de áreas específicas de produção de tecnologia. Considerando este fato, surge a necessidade de os cursos de engenharia e, por conseguinte, seu corpo docente estarem atentos a essas mudanças com o intuito de aprimorar seu ensino.

A relação entre a formação profissional e o avanço do capitalismo monopolista nas últimas décadas é percebida através da interação entre o trabalho, a formação humana e os complexos processos sociais presentes na dimensão econômica, política e social. As políticas públicas voltadas para a formação de trabalhadores influenciam as

mediações existentes em seu tempo, entre as quais a divisão internacional do trabalho constitui-se em fator considerável.

Como a função ou tarefa social da Engenharia consiste em projetar instituições sociais, reconstruí-las e fazer as já existentes operarem, essa visão, portanto, a responsabiliza pela utilização dos conhecimentos técnicos e tecnológicos inseridos em um contexto social amplo, pois as instituições sociais referidas anteriormente incluem entidades de caráter público e privado.

Reflexões sobre Mundialização, Trabalho e Formação de Engenheiros

A Engenharia é uma aplicação de conhecimentos científicos e empíricos, ou seja, ela é uma atividade que aplica os conhecimentos humanos à resolução de problemas propondo soluções técnicas, utilizando as tecnologias. Mas esses problemas são sempre, de uma forma ou outra, ligados ao ser humano e à sociedade em que esse ser está inserido. Isso equivale a dizer que a engenharia deve procurar resolver os problemas do homem na sociedade e, portanto, ela tem uma função que é social.

Segundo Silveira (2006), a hegemonia da visão de mercado atual, onde a "empregabilidade" do engenheiro passa a depender mais de suas competências gerenciais e da sua capacidade de resolução de problemas do que de seu conhecimento técnico especializado. Só que agora, em um mercado globalizado, a formação multinacional (duplos diplomas e intercâmbios) e uma visão ética mais extensa passaram a ser citadas e procuradas. Muda o papel do engenheiro: de um técnico especializado, com ou sem formação científica suplementar, passa ao de um gerente com visão tecnológica, podendo atuar no mercado ou no desenvolvimento de inovações e produtos. Esta orientação geral foi oficializada, no caso brasileiro, pelas Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Engenharia, homologadas em 2002 pelo Ministério da Educação do Brasil. Os cursos de engenharia ainda estão tentando entender o seu alcance e criar uma tecnologia educacional correspondente, escolhendo novos perfis de formação e currículos correspondentes.

Com relação à capacitação para o trabalho, Lucena cita o processo de trabalho alheio aos trabalhadores.

> As transformações na organização da produção capitalista trazem à tona a discussão sobre o "novo trabalhador". Com o crescimento do trabalho morto, as teses otimistas em relação ao capital defendem a necessidade de um proletário com maior formação intelectual para o desempenho de suas funções. Essas transformações apresentam ganhos aos trabalhadores, como o aumento do nível de escolaridade e o incentivo à criatividade e à iniciativa. O trabalhador deve ter capacidade de diferenciar a sua relação no processo de produção das mercadorias, estando atualizado e apto a aceitar as mudanças impostas pelo capital. Com efeito, um maior nível escolar pode propiciar a formação de "um novo trabalhador" que teria potencialidade de desenvolver formas mais criativas no exercício da profissão. Essa afirmação deve ser vista com cuidado. O incentivo à criatividade e à iniciativa possibilita o estabelecimento de relações de trabalho em que são aproveitadas ao máximo as potencialidades dos seres humanos. Os empresários lucram com o aumento da produtividade e atendem a uma reivindicação histórica dos trabalhadores que se revoltavam contra o autoritarismo e as tarefas repetitivas relativas aos métodos tayloristas/fordistas de produção. (LUCENA, 2004, p. 113).

Existe um componente estratégico evidente nas decisões de investimento das grandes companhias. Não somente seu horizonte é sensivelmente mais amplo, como também as motivações subjacentes são muito ricas. Surge a ideia de penetração, seja para depois esvaziar os concorrentes locais, seja para 'sugar' as tecnologias locais. A produção de conhecimento em lugares além da sede da corporação mundial faz parte desse aspecto 'estratégico' do investimento direto e, geralmente, está inserida num processo complexo de tentar antecipar as ações e reações dos concorrentes.

Nesse contexto de mundialização da economia, tendo como estratégia central não mais o comércio exterior e o capital financeiro, mas

antes o capital produtivo, segundo Silva Júnior (2009), emerge um novo paradigma de empresa, com novas estruturas corporativas, novas formas organizativas e de gestão, assentadas em nova base produtiva, possibilitadas, nesse último caso, pelas atuais tecnologias produzidas no âmbito da terceira revolução tecnológica. A emergência de um "novo estilo", em cujo centro encontra-se a estratégia tecnofinanceira de internacionalização, é baseada nos ativos intangíveis da companhia, ou seja, no seu capital humano. Sobre esse aspecto Lucena, França e Palafox (2009) discutem a inserção dos trabalhadores, sua qualificação e a importância da educação nesse complexo e contraditório processo.

> Quando problematizamos esse processo de inversão imposto pelo avanço do capitalismo monopolista nas últimas décadas, verificamos que esse avanço materializa contradições que colocam possibilidades e limites para a burguesia e à reprodução do capital. Entre as possibilidades estão as formas de exploração cada vez mais substantivas, tanto no âmbito da mais-valia absoluta, como na mais-valia relativa. O investimento em capital constante, em detrimento do capital variável, reduz a velocidade da reprodução do capital, uma vez que a maquinaria industrial se paga através da depreciação. As saídas encontradas estão presentes na adoção de estratégias voltadas para a exploração máxima dos trabalhadores. A eficiência do capitalista está na sua capacidade e inventividade de assimilação máxima do trabalho na sua dimensão objetiva e subjetiva, transformando o tempo livre, a imaginação e a resistência dos trabalhadores em mais trabalho. Essas iniciativas se consolidam com a antecipação das reivindicações dos trabalhadores, incorporando seus anseios e aspirações aos interesses das empresas, bem como, em nível estrutural, à promoção de novas elites que se manifestam em governos eleitos pelos trabalhadores com potencial de promover medidas que prejudiquem os próprios trabalhadores. É nesse sentido que se

> criam e recriam ideologias voltadas para a exploração máxima das capacidades dos trabalhadores que se manifestam em políticas educacionais voltadas para esse fim, sendo o Brasil um dos exemplos (LUCENA; FRANÇA; PALAFOX, 2009, p. 150).

Para Lucena (2007), a educação expressa os conflitos sociais de seu tempo, sendo simultaneamente resistência e reprodução, expressando e materializando a ciência. Isso é possível perceber quando se leva em consideração o papel do país que a pratica em termos da divisão internacional do trabalho. A ciência é constructo humano e contraditório, pois ao mesmo tempo em que busca o sentido da vida materializa as condições para a morte. A ciência enquanto mercadoria é explorada aos interesses dos homens de negócios. Esse movimento consolidou uma contradição em que a liberdade criativa se contradiz aos interesses de reprodução do capital.

Neste contexto, para Silva Júnior (2009), as universidades públicas vão se colocando a serviço das empresas multinacionais de novo estilo e, assim, perdendo sua autonomia. Sua pauta de pesquisa é o que interessa, enquanto sua autonomia é posta em segundo plano. E o Estado nacional perde sua soberania. Por outro lado, na multinacional de novo estilo e seus capitais intangíveis, destacando o capital humano, a estratégia tecnofinanceira é o resultado de uma evolução das atividades das companhias no exterior, passando da produção material direta para o fornecimento de serviços. A contribuição de sua força econômica e de competitividade encontra-se em seu próprio know-how e na pesquisa e desenvolvimento (o capital humano – aqui, são centrais a educação básica, profissional e superior, a força de trabalho superqualificada e a produção de conhecimento).

Nesse aspecto é notável a influência das multinacionais nas escolas de engenharia ao financiar ou propor parcerias para a pesquisa, explorando a mão de obra superqualificada de professores e alunos. Coloca-se a máquina pública a serviço do capital, através da utilização de equipamentos, insumos e laboratórios financiados com recursos públicos. Grande parte do tempo de trabalho dos professores nas universidades é deslocada para esta finalidade em detrimento das atividades de ensino e extensão. Existem situações de alunos de graduação serem

excluídos da participação das atividades do laboratório em virtude de não concluírem um relatório de sua pesquisa científica, prejudicando a relação de parceria entre a universidade e as multinacionais. Surge a reflexão sobre a finalidade dos laboratórios dentro das universidades públicas: se estes são um bem a serviço da formação dos alunos e da sociedade de forma geral, ou única e exclusivamente um captador de recursos para multiplicação da mais-valia das multinacionais. Isso, sem levar em conta que o investimento aplicado pelo capital nas universidades públicas é ínfimo se comparado com os lucros obtidos a partir dos resultados das pesquisas aplicados em linha de produção e os altos investimentos públicos.

Para Lucena (2007) as explicações para o avanço da ciência e seus desdobramentos sociais oferecem notável contribuição quando se analisa a produção capitalista.

> Nesse sentido, a própria dimensão da ciência entra em discussão. A humanidade não é livre como imagina ser, até seria bom se realmente o fosse. A mesma não pode querer, pois a falta de percepção social proporciona a construção de espetáculos aterradores e injustiças sociais. A falta de liberdade humana relaciona-se com a falta de liberdade científica, pois ambos não se baseiam em princípios sobrenaturais, o contrário, são desdobramentos das ações humanas. A humanização da ciência, a liberdade inventiva e melhoria incondicional da vida são condições fundamentais para dar sentido à própria humanidade. Ao fazermos esta afirmação, não negamos e muito menos temos como princípio uma "demonização" dos seus resultados, até porque ao negarmos a metafísica, atribuímos às classes sociais e seus projetos de mundo distintos a construção de estratégias e alternativas que atingem milhões de seres humanos. O próprio Marx, dentro de suas raízes iluministas, afirmava que a ciência e tecnologia foram vitórias da humanidade sobre a natureza. No livro primeiro de "O capital",

> capítulo XIII, apontava que a tecnologia manifestava uma atitude ativa do homem para com a natureza. Esse processo significava a produção da sua vida e, por conseguinte, das suas condições sociais de vida e das representações espirituais que delas derivam. Nesse sentido, o desafio consistia não na simples negação, mas em uma socialização e humanização dos seus resultados tal qual alertou o próprio Einstein: "por que a ciência aplicada, que é tão magnífica, economiza trabalho e torna a vida mais fácil, nos proporciona tão pouca felicidade? A resposta é simples: ainda não aprendemos a utilizá-la adequadamente" (LUCENA, 2007, p. 3).

Silveira (2006) relata a passagem de acordos intraeuropeus para acordos com outros países sob interesse comercial (China e Brasil) ou histórico-cultural (antigas colônias, por exemplo). Da parte dos países europeus, há o interesse em criar interlocutores privilegiados para o intercâmbio econômico, e, especialmente no caso francês, a divulgação de sua cultura e de seus ideais humanísticos. De parte dos países em desenvolvimento há o interesse na integração em alto nível a uma mundialização considerada inevitável (senão desejada), com a formação de uma elite habilitada a discutir com os países desenvolvidos, bem formada e informada. Finalmente, o acordo entre os povos – com um manifesto desejo de paz fundada em uma real fraternidade – leva a procurar formações multiculturais, porém, respeitando e aproveitando a diversidade cultural.

Para Lucena, França e Palafox (2009), trabalhar com máquinas mais complexas, possibilitado pela transferência e intercâmbio de tecnologia, não significa a concretização de trabalhadores mais sábios e não alienados, até porque a máquina não se expressa por si só. O encanto com as máquinas e a tecnologia proporciona uma visão mecanicista que desconsidera as contradições entre o capital e o trabalho. Uma visão que dá vida a quem não tem, transformando-a como um novo "ópio" da sociedade, cujos imperativos se apresentam como neutros, mas que representam os projetos de classe e visões de mundo. São essas concepções que os otimistas tecnológicos defensores de uma

concepção educacional voltada aos estreitos interesses do mercado parecem não perceber. A alternativa não está em um processo educacional defensor de um neotecnicismo, mas sim de princípios educativos voltados para o acesso à cultura como forma de a humanidade deixar de entender a ciência como algo sobrenatural, reivindicando o uso dos seus resultados como pressuposto para a melhora das condições de vida de todos os seres humanos.

Considerações

Atualmente é perceptível uma grande diferença no sentido do título de engenheiro e do papel social esperado pelas sociedades, cada qual dependendo de sua história e tradição. No entanto, nota-se uma convergência atual na definição de novos perfis de formação, ao menos no caso do perfil de um engenheiro de alto nível, com visão gerencial, destinado a postos de gerência ou direção com base técnica. Sente-se a necessidade de preenchimento de um novo papel social, tornado comum pela sociedade pós-industrial, para o qual a formação metodológica e científica dos engenheiros é crucial. Os papéis sociais anteriores não desaparecem, apenas perdem sua predominância cultural. O novo engenheiro apresentado para o novo século deve ser empreendedor, possuir base científica suficiente para acompanhar rapidamente as mudanças tecnológicas e antever sua função econômica. Deverá assumir novas atitudes, exigindo um novo tipo de formação, pois atuará em um novo modelo social. Todas as caracterizações apresentadas na virada de século e discutidas acima parecem convergir. As características deste novo engenheiro exigem uma formação longa, embora perfis muito diferentes caibam neste esquema global. A partir daí começa a aparecer a definição de um engenheiro internacional, agregando ao perfil científico e gerencial uma formação multicultural.

Nesse contexto, o ensino de engenharia de qualidade emerge como uma demanda comum e urgente, apresentando-se como suposto elemento de convergência que se sobrepõe aos interesses mais distintos e característicos de grupos sociais diversificados e, muitas vezes, antagônicos. Entende-se, pois, que a educação ainda se revela, no século XXI, restrita a um papel compensatório, apresentando-se – num momento marcado por incertezas, por diversas formas de precarização das condições de existência e por fortes processos de exclusão – sob uma

forma ideológica de “novo tipo”, que constrói uma nova sociabilidade moldada pela lógica mercantil e que coloca sobre os indivíduos a responsabilidade pelo alcance de melhor qualidade de vida.

Diante do acima exposto, é possível ao menos inferir que o processo de mercantilização da universidade pública brasileira e de sua identidade institucional tem sua origem na pós-graduação, reorganizada especialmente pela Capes e pelo CNPq, tendo como finalidade o mercado e a resolução focal dos problemas sociais. É necessária a compreensão desse evento como um processo de controle e regulação sociais, com origem no Estado reformado, em articulação com a mundialização do capital. A universidade é uma das instituições centrais para a objetivação desta insidiosa e profunda mudança na cultura brasileira.

Referências

LUCENA, Carlos. Ciência, Educação e Precarização do Trabalho. *In*: ENCONTRO DE ESTUDOS E PESQUISAS EM HISTÓRIA, TRABALHO E EDUCAÇÃO – HISTEDBR, 2007, Campinas. **Anais** [...] Campinas, SP: Editora Unicamp, 2007. p.1-24. ISBN: 978-85-7713-050-4.

LUCENA, Carlos; FRANÇA, Robson Luiz de; PALAFOX, Gabriel Humberto Muñoz. Mundialização e Trabalho: um debate sobre a formação dos trabalhadores no Brasil. **Revista Histedbr On-line**, Campinas, p.147-161, maio 2009. Número especial. ISSN: 1676-2584.

SILVEIRA, Marcos A. *et al*. Rumo ao Engenheiro Internacional. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA (COBENGE), 34., 2006, Passo Fundo. **Anais** [...]. Passo Fundo: Ed. Universidade de Passo Fundo, 2006. p.12.45-12.55. ISBN: 85-7515-371-4.

SILVA JÚNIOR, J. dos R.; SGUISSARDI, V. **Trabalho intensificado nas federais**: pós-graduação e produtivismo econômico. São Paulo: Xamã Editora, 2009.

Primeira experiência de docência

Jefferson Alves Oliveira

A disciplina a qual será objeto de análise no presente artigo é a disciplina de Tópicos Especiais I. Esta é uma disciplina com ementa livre na qual se tem a possibilidade de abordar temas diferentes ao longo dos semestres, de acordo com a necessidade do curso. No segundo semestre do ano letivo de 2011, os assuntos abordados por esta disciplina eram referentes à área de Instrumentação Industrial, que estuda as várias maneiras existentes de se fazer a medição de grandezas físicas relacionadas ao processo produtivo industrial.

O conteúdo programático desta disciplina abordou tópicos relacionados a técnicas de medição, indicação, registro e controle de processos de transformação. Essas técnicas são normalmente baseadas em princípios físicos e/ou químicos, e são utilizadas para fazer a medição de variáveis físicas industriais, tais como medição de posição, de velocidade, de aceleração, de pressão, de massa, temperatura e umidade. Para possibilitar um maior aproveitamento por parte do discente dos assuntos abordados pela disciplina são necessários conhecimentos básicos dos assuntos tratados nas disciplinas de Química Geral, Eletricidade Básica e Eletrônica Básica.

O método de avaliação da disciplina foi realizado com base em avaliações escritas individuais e em um seminário, no qual a turma foi dividida em vários grupos que fizeram apresentações orais a fim de se discutir os temas apresentados.

A disciplina a qual será objeto de análise neste artigo foi ministrada pelo próprio autor do artigo, que no segundo semestre de 2011 era um engenheiro eletricista recém-formado no semestre anterior, pela própria UFMT. Foi um grande desafio sair de uma sala de aula como aluno e em tão pouco tempo entrar na sala de aula novamente em uma condição diferente, agora como professor. O curso de engenharia elétrica não tem como principal objetivo a formação de profissionais para a carreira de docência. Entretanto, por razões adversas, surgiu a oportunidade de um graduado assumir um cargo de professor uni-

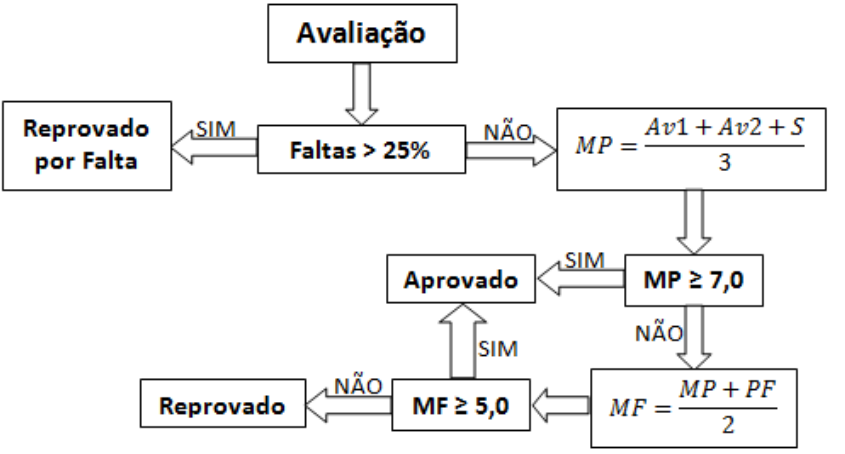
versitário, e levando em consideração a familiaridade com o ambiente acadêmico, esta passou a ser uma carreira bastante atrativa, mesmo não tendo a formação mais adequada para a mesma.

Neste artigo também será feita uma análise dos dados referentes ao nível de desistência dos alunos na disciplina, tendo em vista que se trata de uma disciplina obrigatória, ou seja, todos terão de cursar a mesma para concluir o curso.

Avaliações escritas e seminários

A disciplina de Tópicos Especiais I possui uma carga horária de 60 horas, sendo duas aulas por semana durante 15 (quinze) semanas. A avaliação da disciplina foi dividida em duas avaliações escritas individuais e um seminário, sendo que a média parcial é composta pela somatória das três avaliações dividida pelo número de avaliações realizadas. Caso o discente consiga uma nota igual ou superior a 7,0 (sete), está aprovado. Caso a nota seja maior do que 3,0 (três) e menor do que 7,0 (sete), deverá ser feita uma nova avaliação de todo o conteúdo ministrado durante o semestre. Em casos que a nota seja inferior a 3,0 (três), está reprovado. Em relação à assiduidade, caso o discente apresente uma frequência inferior a 75%, isto ocasionará em uma reprovação por faltas.

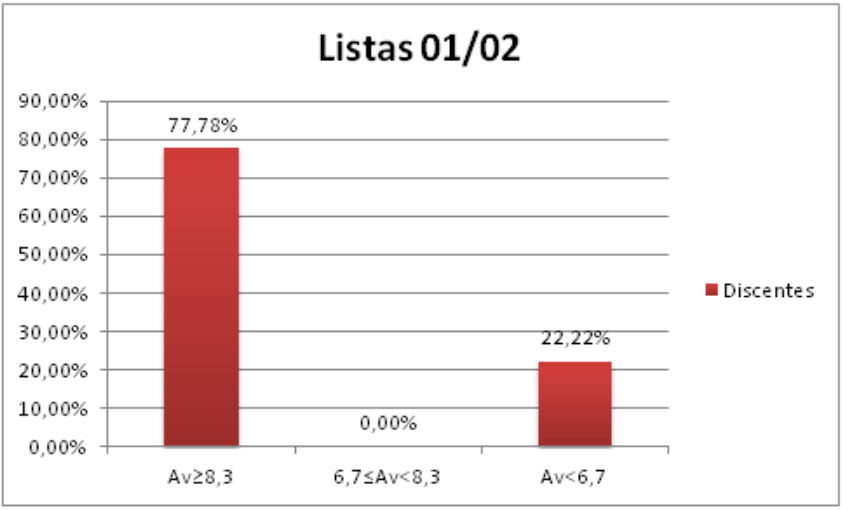
Figura 1 – Fluxograma do método de avaliação da disciplina.



Fonte: Autor

O método de avaliação adotado nesta disciplina foi baseado em meios ditos como tradicionais e amplamente utilizados nas várias etapas do ensino de modo geral. Foram feitas avaliações escritas e um seminário com apresentações orais e discussão dos temas abordados. Em relação às avaliações escritas, foram disponibilizadas listas de exercícios com questões que abordavam os mesmos temas das avaliações escritas, com o objetivo de que os discentes tivessem a oportunidade de confrontar as suas percepções do conteúdo apresentado antes de fazer a avaliação de fato. Foram disponibilizadas duas listas de exercícios para a primeira avaliação. O assunto referente às duas primeiras listas de exercícios foi baseado na primeira parte do conteúdo apresentado na disciplina que tratava de sensores de posição com princípios resistivos, indutivos e capacitivos, sensores de presença óticos e de efeito Hall, sensores de velocidade óticos, digitais e mecânicos, dinamômetros e, por último, células de carga. O balanço geral do aproveitamento destas listas é apresentado no gráfico da Figura 2.

Figura 2 – Nível de aproveitamento das listas de exercícios 01 e 02.

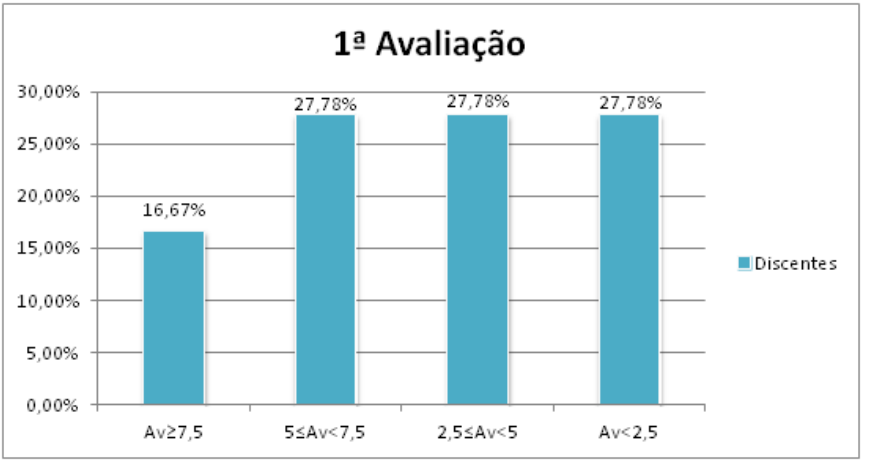


Fonte: Autor

Conforme a Figura 2, é possível observar que a grande maioria dos discentes que fizeram os exercícios das listas em questão obteve um bom aproveitamento, superior a 83% das questões propostas. Após a aplicação das listas de exercícios foi realizada a primeira avaliação

escrita que abordou o mesmo conteúdo das questões apresentadas nas listas de exercícios 01 e 02. Os resultados desta avaliação são apresentados na Figura 3.

Figura 3 – Nível de aproveitamento da 1ª avaliação escrita.



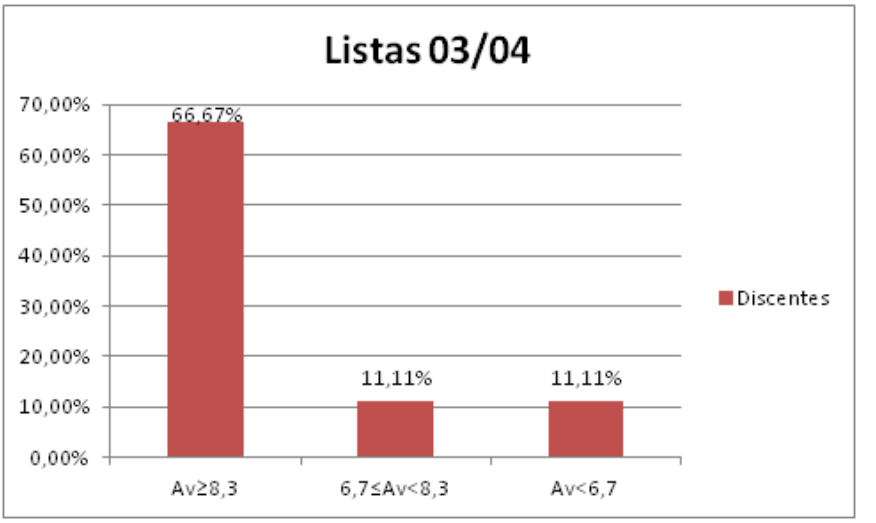
Fonte: Autor

Ao analisar o gráfico apresentado na Figura 3 verifica-se que, ao contrário do aproveitamento das listas de exercícios que versavam sobre o mesmo assunto, os resultados da primeira avaliação ficaram distante dos níveis de aproveitamento apresentados nas listas de exercícios, onde apenas 44,45% dos discentes conseguiram obter um aproveitamento superior a 50%.

Seguindo a mesma metodologia aplicada na primeira avaliação, foram disponibilizadas novamente listas de exercícios com questões sobre os temas que seriam abordados na segunda avaliação. Na lista de exercícios 03 foram abordados assuntos como acelerômetros piezorresistivos, piezelétricos e capacitivos e balanças. A lista de exercícios 04 teve como principal objetivo a medição de temperatura, porque se trata de um assunto extenso e com muitos detalhes. Nesta lista foram abordados os conceitos básicos de medição de temperatura, métodos de medição utilizando termômetros de contato direto como, por exemplo, termômetros com dilatação de líquido em vidro e capilar metálico, termômetros a pressão de vapor, elementos bimetálicos, termorresistências metálicas, termômetros semicondutores, termopares e seus

diversos tipos. Com relação ao método de medição contato indireto foram discutidos temas introdutórios, como a propagação da radiação eletromagnética, detectores térmicos, como por exemplo, pirômetros óticos, termopilha, fotoelétricos e por último a termografia. ₿ Os resultados do aproveitamento destas listas são apresentados na Figura 4.

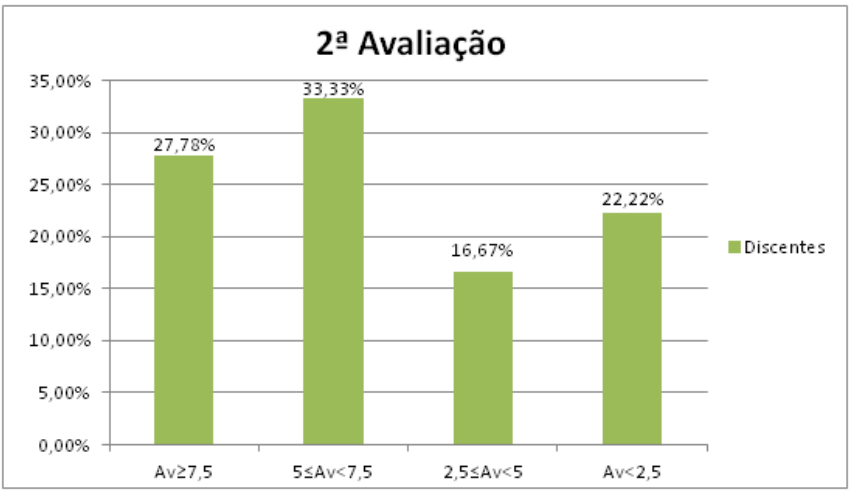
Figura 4 - Nível de aproveitamento das listas de exercícios 03 e 04



Fonte: Autor

De acordo com as informações apresentadas na Figura 4 observa-se que novamente a grande maioria dos discentes obteve um bom aproveitamento do assunto abordado nas listas, embora a quantidade de discentes com aproveitamento superior a 83% tenha sido menor do que o percentual encontrado nas listas de exercícios referentes à primeira avaliação. Após a aplicação das listas de exercícios, foi realizada a segunda avaliação escrita que abordou o mesmo conteúdo das questões apresentadas nas listas de exercícios 03 e 04, cujos resultados são apresentados na Figura 5.

Figura 5 – Nível de aproveitamento da 2ª avaliação escrita.



Fonte: Autor

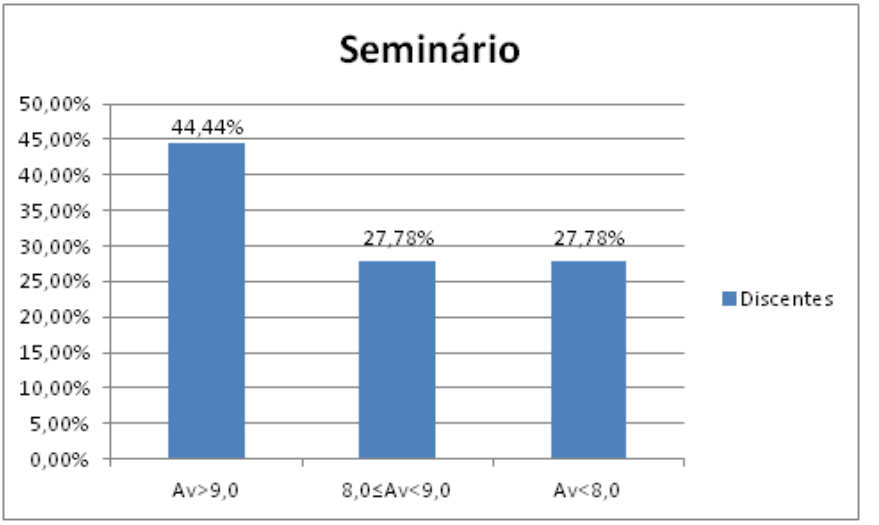
O gráfico da Figura 5 mostra que a quantidade percentual de alunos que obtiveram um aproveitamento maior do que 50% aumentou em relação à primeira avaliação escrita, que neste caso foi de 61,11% dos discentes; entretanto, este valor continua distante do percentual encontrado nos resultados de aproveitamento referentes às listas de exercícios do mesmo assunto.

A próxima etapa do método de avaliação consistiu de um seminário, no qual a turma foi dividida em grupos de 4 a 5 membros. Cada um dos grupos deveria fazer uma apresentação oral para o restante da turma, referente a um determinado tema. Nesta apresentação era permitida a utilização de recursos de vídeo como, por exemplo, projetor de imagens. Além da apresentação oral, cada grupo deveria entregar um material escrito de maneira clara e objetiva, seguindo os padrões da ABNT, contemplando o conteúdo teórico referente ao tema determinado. Neste seminário foram avaliados aspectos como clareza e domínio do conteúdo apresentado, cumprimento das normas de formatação da ABNT, profundidade e relevância do conteúdo teórico do trabalho escrito e aspectos visuais da apresentação, tais como forma de apresentação e visibilidade dos slides.

O tema proposto para a realização do seminário foi relacionado à medição de pressão. Tendo como base este tema, os grupos foram

divididos de modo que cada um deles ficou responsável por apresentar em sala tópicos como definição de pressão, princípios, leis e teoremas, unidades, tipos de pressão, instrumentos utilizados para medição de pressão, por exemplo, manômetros de coluna líquida, barômetro, pressostato, sensores de pressão indutivos, capacitivos e resistivos. E, por fim, deviam fazer uma análise comparativa entre os diferentes tipos de sensores, ressaltando as suas principais características, como campo de medida, fontes de erros de medição, métodos utilizados para a conexão destes sensores com o controle de automação e a relação custo-benefício de cada um dos instrumentos apresentados. Em relação ao aproveitamento obtido pelos discentes neste seminário, os resultados são apresentados na Figura 6.

Figura 6 – Nível de aproveitamento do seminário.



Fonte: Autor

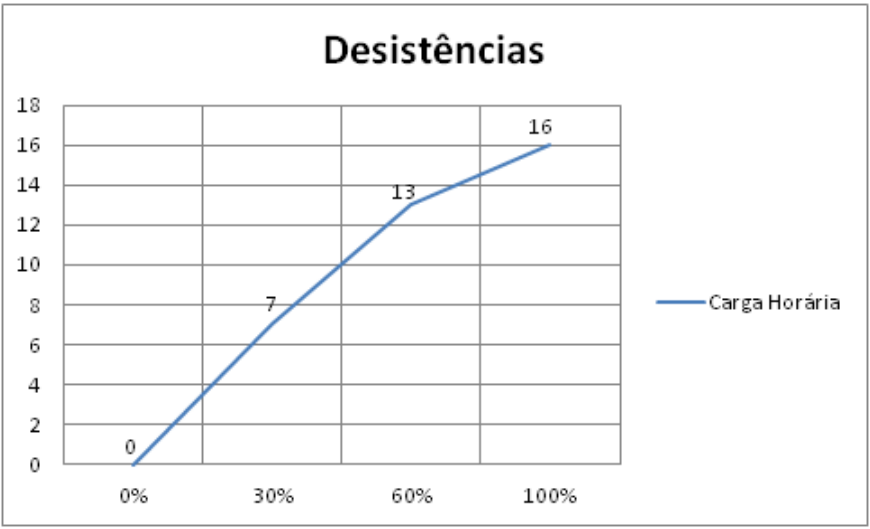
É possível observar com base na Figura 6 que mais da metade dos discentes que participaram do seminário obtiveram um aproveitamento superior a 80%, de acordo com os critérios de avaliação descritos anteriormente. Ainda com base no gráfico da Figura 6, apenas 27,78% obtiveram um aproveitamento inferior a 80%, mas mesmo assim ainda conseguiram atingir um aproveitamento muito próximo da média da disciplina.

Níveis de desistência

A disciplina de Tópicos Especiais I começou no segundo semestre letivo de 2011 com 36 discentes matriculados, na qual não existia uma predominância significativa de alunos que possuíam o mesmo nível de disciplinas cursadas, ou seja, havia discentes de todos os semestres do curso. Isto é possível, pois esta disciplina tem uma ementa livre, preenchida de acordo com a necessidade de cada semestre. No semestre em questão foi ofertada uma disciplina com ênfase em instrumentação industrial.

O critério utilizado para determinar o momento em que se considera que houve desistência da disciplina é uma data inicial a partir da qual o discente não frequenta mais nenhuma aula e também não comparece às avaliações da disciplina. O histórico resumido com as marcas consideradas mais importantes no transcorrer da disciplina é apresentado logo a seguir na Figura 7.

Figura 7 – Desistências no transcorrer do semestre.



Fonte: Autor

As referências de tempo adotadas no gráfico da Figura 7 têm como base o valor percentual da carga horária da disciplina no momento em foram realizadas as avaliações escritas e o seminário, sendo que a primeira marca corresponde à primeira avaliação escrita, a segunda

corresponde ao seminário e a marca referente a 100% corresponde à segunda avaliação escrita. Com base nas informações apresentadas na Figura 7 e também na informação da quantidade inicial de discentes, o resultado obtido é que aproximadamente 44% da turma desistiram da disciplina antes do final do semestre.

Discussão

Os resultados do desempenho acadêmico dos discentes na disciplina de Tópicos Especiais I no semestre letivo de 2011/2 mostram que menos da metade dos discentes matriculados na disciplina conseguiram obter um aproveitamento mínimo satisfatório para ser aprovado por média. Ao final do semestre, dos 29 discentes que ainda estavam matriculados, apenas 20 compareceram regularmente a todas as aulas, sendo que foram aprovados por média 12 discentes. Levando em consideração apenas a quantidade de discentes que frequentaram as aulas regularmente, o percentual de aprovação da disciplina foi igual a 60%; entretanto, quando os valores são comparados ao número total de discentes matriculados, este percentual é reduzido para aproximadamente 41%.

O primeiro aspecto a ser ressaltado com relação às causas que resultaram nestes baixos níveis de aprovação é justamente em relação à inexistência de um pré-requisito desta disciplina. Devido a este fato, qualquer discente em qualquer etapa do curso tem a liberdade de cursar esta disciplina, mesmo sem ter cursado previamente as disciplinas recomendadas, fazendo com que um percentual considerável dos discentes com este perfil tenha um aproveitamento abaixo do necessário para ser aprovado.

Uma das alternativas encontradas para tentar reduzir os efeitos da falta de conceitos básicos que a grande maioria dos discentes matriculados apresentou foi a disponibilização de listas de exercícios antes das avaliações escritas. Estas listas foram formuladas com a intenção de que os discentes tivessem a oportunidade de se questionar sobre aspectos básicos relacionados ao conteúdo ministrado. Os resultados das listas de exercícios foram bastante satisfatórios o que proporcionava a impressão de que a grande maioria da turma estava conseguindo acompanhar e entender o conteúdo apresentado. Entretanto, os resultados que foram encontrados com as listas de

exercícios foram diferentes das avaliações escritas, o que na primeira impressão não faz sentido, uma vez que as questões das avaliações escritas eram sobre os mesmos assuntos das listas de exercícios. Podem ser formuladas várias hipóteses em relação a este fato. Uma delas, e talvez a mais provável, é que nem todos os discentes que fizeram as listas tenham realizado uma análise crítica dos conhecimentos sobre os quais estavam sendo questionados, o que resultou em um baixo aproveitamento nas avaliações escritas.

Outro fator de grande relevância no desempenho acadêmico dos discentes está relacionado com o professor da disciplina, que neste caso se trata de um engenheiro recém-formado, ou seja, sem nenhuma experiência docente. Os métodos utilizados para ministrar as aulas foram basicamente exposição de conteúdo através de apresentação de slides e a proposição de assuntos para serem discutidos em sala de aula. Nesta disciplina não houve a possibilidade de ministrar aulas de laboratórios, tanto pela falta de espaço quanto pela a ausência de equipamentos e materiais. De modo geral a disciplina foi conduzida de uma forma com a qual o professor em questão estava habituado a vivenciar ao longo de sua trajetória acadêmica como discente, isto porque nos cursos de graduação de engenharias não existem disciplinas que abordem temas relacionados com as práticas de ensino.

Considerações

A análise das informações apresentadas dos aproveitamentos que os discentes obtiveram nas avaliações realizadas e um breve relato do perfil do professor da disciplina possibilitaram concluir que, apesar dos níveis de reprovação e desistências apresentados, o balanço geral da disciplina é positivo devido ao fato de esta não possuir pré-requisitos e, portanto, todos os discentes terem a liberdade de cursá-la. Entretanto, existem meios para que esta realidade melhore, como por exemplo a realização de aulas práticas, um aperfeiçoamento da questão didática do professor e também um maior envolvimento com a disciplina por parte dos discentes.

Referências

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO. FACULDADE DE ARQUITETURA, ENGENHARIA E TECNOLOGIA - FAET. Curso de Graduação Bacharelado em Engenharia Elétrica. **Diário de classe da disciplina de Tópicos Especiais I**: semestre letivo 2011/2. Responsável: Jefferson Alves Oliveira. Cuiabá: UFMT, 2011.

Simulações computacionais como ferramentas no ensino de engenharia elétrica

Carlos Enrique Portugal Poma

Atualmente os avanços tecnológicos tanto em hardware quanto em software de computadores evoluem rapidamente, sendo necessário que estudantes e professores se mantenham igualmente capacitados para acompanhar esta evolução tecnológica.

A principal motivação deve ser o interesse em aproveitar todos os recursos que a tecnologia oferece para melhorar o ensino e o aprendizado nas áreas de engenharia. Segundo Perrenoud (2000), o professor de ensino superior deve desenvolver competências que terão reflexo imediato no trabalho com os alunos em sala de aula. Neste contexto, a responsabilidade por desenvolver ou adotar software educativo (simuladores didáticos) é do professor.

De acordo com Valente (1995), o computador tem incentivado uma revolução educativa devido a seus diversos recursos que lhe outorgam capacidade de ensinar. As possibilidades de implantação de novas técnicas de ensino são praticamente ilimitadas, sendo que o custo financeiro associado à implantação e manutenção de laboratórios de computadores é atualmente relativamente baixo.

Como afirmam Santos et al. (2002), alguns fenômenos físicos, que constituem a base dos estudos nas áreas de engenharia, são tradicionalmente apresentados de forma complexa de se entender através de elementos de difícil visualização como, por exemplo, por meio de fórmulas matemáticas extensas e complexas. Muitas vezes, não permitem uma verificação direta pelo aluno, seja por observações ou experiências em laboratório.

A partir dessas observações, sugere-se a utilização de simuladores computacionais no ensino de engenharia elétrica, especificamente na área de sistemas de energia elétrica.

Simulação computacional no ensino de engenharia elétrica

Simulação computacional consiste na utilização da teoria matemática em computadores com o intuito de imitar ou representar um fenômeno físico que acontece no mundo real. Portanto, para realizar uma simulação é necessário construir um modelo computacional que corresponda à situação real que se deseja estudar e simular (VEIT, 2005).

Neste caso, todos os cálculos matemáticos são realizados pelos computadores em função dos modelos usados e explicados em aula pelo professor, permitindo que o aluno dedique maior tempo à interpretação dos resultados, das soluções, pense em novas hipóteses, valide os modelos estudados e até proponha novos modelos (VEIT, 2005).

As simulações computacionais podem ser bastante úteis, especialmente quando o fenômeno físico é impossível de ser representado em laboratório pelo aluno. Exemplo de tais situações, no contexto da engenharia elétrica, pode ser a saída de uma linha de transmissão que interliga o Norte-Nordeste com o Sul-Sudeste, um curto-circuito trifásico em Itaipu ou mesmo o aumento da demanda de energia em uma cidade, no horário de pico durante uma final da copa do mundo. Segundo Snir (1988), alguns fenômenos associados com situações de risco laboratorial, alguns fenômenos rápidos ou muito lentos e alguns outros muito caros são normalmente os mais indicados para serem simulados computacionalmente. No caso específico do ensino de engenharia elétrica, é inviável solicitar ao operador do sistema elétrico desligar uma linha de transmissão ou provocar uma falta de curto-circuito propositalmente já que isso significaria interromper o serviço de energia elétrica, dano nos equipamentos e altos custos econômicos.

Medeiros (2002) relata algumas desvantagens do ensino baseado em simulações computacionais. A principal desvantagem é que, algumas vezes, se utiliza de modelos computacionais inexatos e simplificados, os quais reproduzem resultados pouco compatíveis com os que acontecem no mundo real. Medeiros explicita que, embora as modernas técnicas computacionais 0 como alternativas aos experimentos reais, como se tivessem o mesmo status epistemológico e educacional.

No caso de sistemas de energia elétrica, existem modelos matemáticos já consolidados, padronizados e muito confiáveis. Portanto,

não existe necessidade de procurar novos modelos matemáticos, e sim ferramentas computacionais que usem estes modelos em simuladores computacionais para o ensino didático das disciplinas mais importantes de engenharia elétrica.

Desenvolvimento dos simuladores computacionais

Atualmente o desenvolvimento de software educativo para ensino de engenharia elétrica é ainda escasso, principalmente pelas limitações de conhecimentos em computação dos professores de engenharia elétrica. No entanto, existem muitos simuladores computacionais comerciais e não educativos que alguns professores costumam usar apenas em listas de exercícios e trabalhos encaminhados para os alunos, forçando o aluno a um aprendizado autodidata. Estes simuladores foram criados para desenvolver estudos e projetos de engenharia, e não para serem usados em sala de aula.

Segundo Heckler (2004), as simulações computacionais podem ser divididas em dois grupos, sendo estes: simuladores computacionais interativos e simuladores computacionais não interativos. Nas simulações não interativas, o estudante tem pouco ou nenhum controle sobre os parâmetros da simulação. Nas simulações interativas, os parâmetros dos modelos matemáticos podem ser modificados com grau de liberdade bem maior, a fim de que o aluno possa conferir as implicações de cada parâmetro no resultado do fenômeno estudado, conseguindo-se maior autonomia e abrangência.

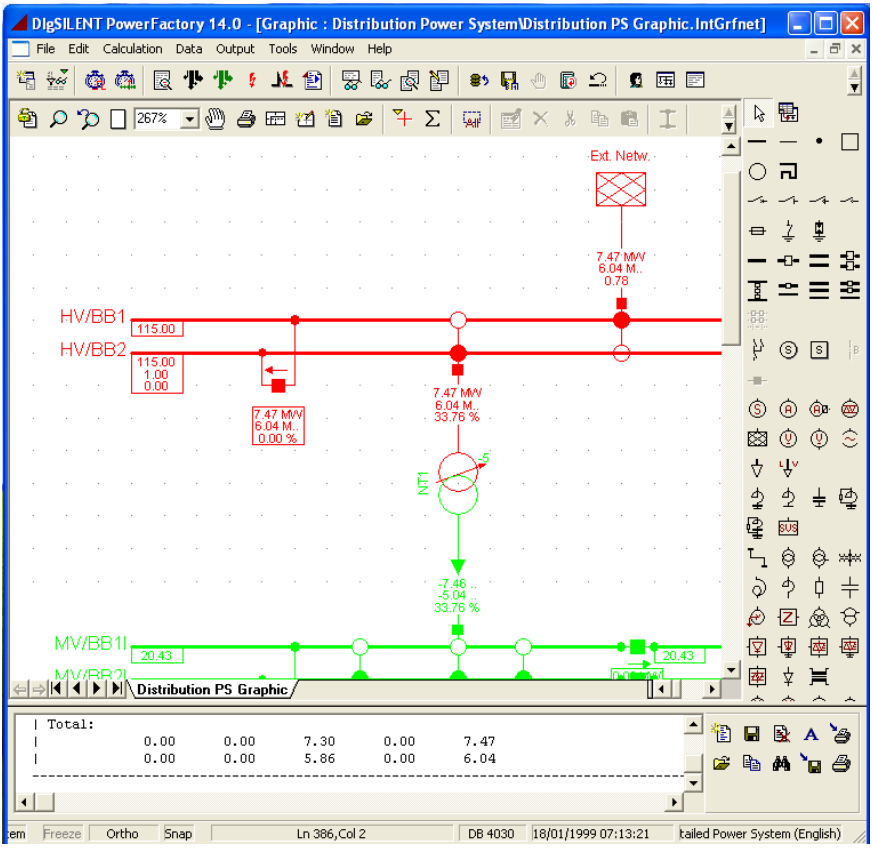
Muitas dúvidas e questões devem aparecer em função dos diversos resultados conseguidos, consequentemente, uma maior participação do professor será requerida, sendo que o maior beneficiado será sempre o estudante.

Na Figura 1 apresenta-se um exemplo de simulação interativa. Neste caso, o aluno pode montar qualquer parte do Sistema Elétrico Interconectado Nacional, pode carregar os dados do sistema completo ou pode montar um sistema-teste (não real). Todos os equipamentos do sistema encontram-se como ícones no lado direito da janela do simulador. O aluno deve apenas escolher o equipamento e arrastá-lo até a janela esquerda onde está se montando o sistema elétrico.

O resultado de uma simulação de curto-circuito trifásico em uma subestação elétrica, que faz parte do sistema apresentado na Figura

1, é mostrado na Figura 2. A curva verde apresentada nesta figura representa a resposta de uma usina hidrelétrica após acontecida a falta. Resultados similares podem ser obtidos para diversos parâmetros dos equipamentos do sistema elétrico modelado no simulador. Estes resultados facilitam a análise e aprendizado do aluno, também permitem que o aluno não se limite a aprender apenas como são os modelos dos equipamentos do sistema (fórmulas e equações), da mesma forma permitem conhecer como são os fenômenos físicos associados com as diversas situações e faltas que podem acontecer em um sistema real.

Figura 1: Exemplo de simulação interativa em engenharia elétrica



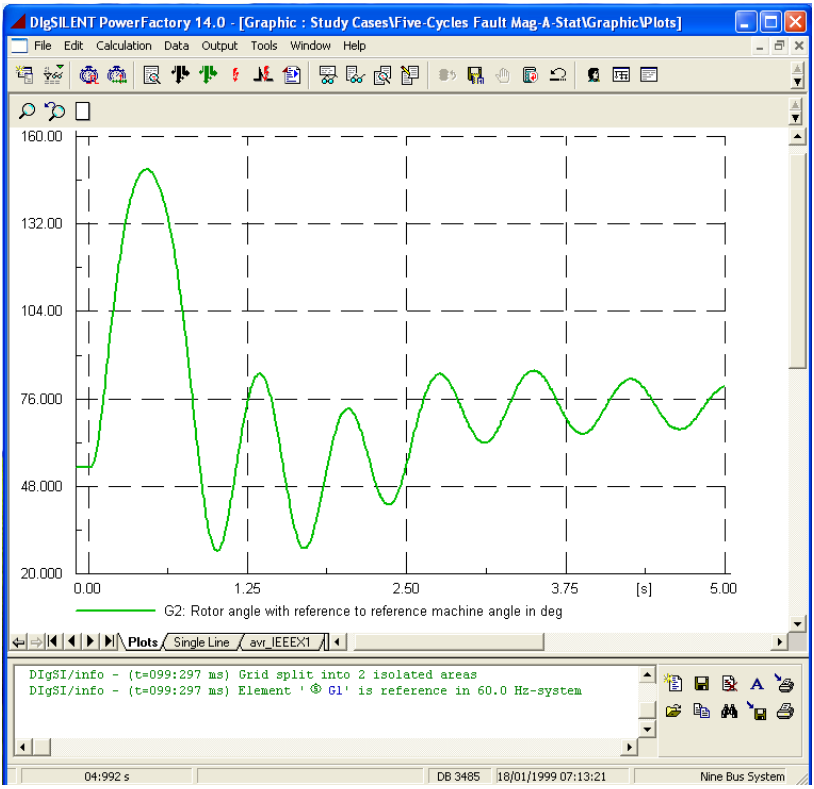
Fonte: Autor

O simulador apresentado na Figura 1 não é um simulador didático. Este simulador comercial é usado pelos engenheiros para realizarem estudos e projetos, porém, também é usado por alguns professores em listas de exercícios.

A proposta ora apresentada é a de recomendar ao aluno o uso do simulador por etapas, isto é, antes de passar às simulações e obtenção de resultados, o aluno deve experimentar por etapas os chamados momentos pedagógicos de Delizoicov (1994), sendo estes: Problematização inicial; Organização do conhecimento; e, finalmente, Aplicação do conhecimento.

A implementação computacional de cada uma destas etapas deve ser projetada e realizada criteriosamente pelo professor, em função do tema específico que se deseja abordar na disciplina e dos objetivos especificados no plano de trabalho da disciplina.

Figura 2: Resultado de uma simulação interativa em engenharia elétrica



Fonte: Autor

Momentos pedagógicos de Delizoicov

Segundo Delizoicov (1994), a atividade educativa deve ser dividida em três etapas ou momentos pedagógicos: Problematização inicial; Organização do conhecimento; e, finalmente, Aplicação do conhecimento.

Problematização inicial

Nesta primeira etapa, são apresentadas para o aluno situações problemáticas para discussão, com o intuito de formar dúvidas e questões que provoquem a curiosidade e a procura de respostas por parte do aluno. Esta etapa deve ser motivadora para se introduzir um conteúdo específico, a problematização visa a interligação entre situações reais e o conteúdo da disciplina. Estas situações reais podem até ser de conhecimento dos alunos, porém, difíceis de interpretar completamente ou corretamente, porque provavelmente não dispõem de conhecimentos científicos suficientes (DELIZOICOV, 1994).

Organização do conhecimento

O professor pode adotar diversas estratégias com o intuito de que os estudantes adquiram o conhecimento necessário para responder todas as dúvidas e questões colocadas durante o primeiro momento. Na visão de Delizoicov (1994), o conhecimento necessário para a compreensão do tema e da problematização inicial será sistematicamente estudado sob orientação do professor. Estas estratégias já podem ser incorporadas no software educativo como parte inicial do simulador didático de forma a destacar os conceitos mais importantes que já foram passados em aula.

Aplicação do conhecimento

Nesta etapa, deve-se aplicar o conhecimento até então construído na análise e interpretação da problematização inicial. De acordo com Delizoicov (1994), destina-se, sobretudo, a abordar sistematicamente o conhecimento que vem sendo incorporado pelo aluno para analisar e interpretar tanto as situações iniciais que determinaram o seu estudo, como outras situações que não estejam diretamente ligadas ao motivo inicial, mas que são explicadas pelo mesmo conhecimento.

Esta etapa explora os recursos do simulador didático a fim de incorporar novas situações e análises que não foram discutidas em aula pelo professor. Como o simulador permite representar um sistema elétrico real e já que dá liberdade para que o aluno construa diversos cenários e novas situações que podem acontecer na vida real, esta ferramenta pode se tornar fundamental para complementar o aprendizado normalmente passado em aula.

Considerações

Sugere-se o uso e desenvolvimento de simuladores computacionais didáticos para serem usados nas disciplinas do curso de engenharia elétrica associadas a sistemas elétricos de energia. Alguns exemplos ilustraram que o uso deste software didático se torna muito interessante no estudo da engenharia elétrica. Foi explicado como estes simuladores didáticos podem ser incorporados no ensino da engenharia elétrica através das etapas ou momentos pedagógicos de Delizoicov.

Referências

DELIZOICOV, D; ANGOTTI, J. A. P. **Metodologia do ensino de ciências**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 1994.

HECKLER, V. **Uso de simuladores e imagens como ferramentas auxiliares no ensino/aprendizagem de ótica**. 2004 229p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física. – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

MEDEIROS, A.; MEDEIROS, C. F. Possibilidades e limitações das simulações computacionais no ensino de física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 24, n. 2, p.77-86, 2002.

PERRENOUD, P. **Dez novas competências para ensinar**. Porto Alegre: Ed. Artmed, 2000.

SANTOS, A. V. dos; SANTOS, S. R. dos; FRAGA, L. M. Sistema de realidade virtual para simulação e visualização de cargas pontuais discretas e seu campo elétrico. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 185-195, 2002.

SNIR, J. **The Truth, but Not the Whole Truth**: An Essay on Building a Conceptually Enhanced Computer Simulation for Science Teaching.

Draft Article. Technical Report 88-18. Cambridge, USA: MIT, 1988.

VALENTE, J. A. **Diferentes usos de computador na Educação**. Campinas: Unicamp, 1995.

VEIT, E. A.; ARAUJO, I. S. Modelagem computacional no ensino de física. In: ENCONTRO DE FÍSICOS DO NORTE E NORDESTE, 23., 2005, Maceió. Disponível em http://www.if.ufrgs.br/cref/ntef/producao/modelagem_computacional_Maceio.pdf, Acesso em 16 de julho de 2012.

Contextualização da necessidade de criação do curso de graduação em engenharia elétrica em Rondonópolis

Rafael Cruz Borges
Carlos Henrique Beuter

Com o atual e crescente desenvolvimento do país nos últimos anos, em especial no estado de Mato Grosso, dentro do setor do agronegócio, que por sua vez alavanca todos outros setores industriais, percebe-se que cada vez mais a escassez de mão de obra especializada é um fator que pode conter muito o crescimento de um país e de uma região-polo do agronegócio, como a de Rondonópolis-MT, por exemplo.

A disponibilização de oferta de energia é fundamental para o funcionamento e projeção do crescimento dos setores industriais, comerciais, residenciais e agronegócio. Para garantir todo esse crescimento e manutenção desses setores, as Universidades Federais tem um papel fundamental, que vão desde a criação de novas tecnologias, bem como garantir o fornecimento da mão de obra especializada que cada setor necessita, não só na área de energia elétrica, como em todas as áreas do conhecimento.

Estudos realizados pelo Ministério de Minas e Energia (MME) através do Plano Decenal de Expansão de Energia (PDE) 2020 (BRASIL, 2011b) indicam que o Brasil deverá investir muito na área de energia para manter o crescimento do país. Da mesma forma, a política do Ministério da Educação de 2011-2014 é expandir, ampliar e interiorizar as Universidades e Institutos Federais. Dentro dessa visão, defende-se a criação de um curso de Engenharia Elétrica na Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT) no Campus Rondonópolis, para que este possa contribuir com o desenvolvimento local, regional e nacional dentro da área de energia.

Contexto nacional

Segundo os objetivos gerais da Expansão da Educação Superior e Profissional e Tecnológica (EESPT) do Ministério da Educação (MEC) de 2011-2014 (BRASIL, 2011a), a meta é expandir, ampliar, interiorizar e consolidar a rede de Institutos e Universidades Federais, democratizando e ampliando o acesso de vagas na Educação Profissional, Tecnológica e Superior; promover a formação de profissionais qualificados, fomentando o desenvolvimento regional e estimulando a permanência de profissionais qualificados no interior do Brasil.

Dentro deste contexto, torna-se viável a implantação de novos cursos de engenharia nos campus das Universidades Federais a fim de suprir a necessidade do Brasil e garantir o crescimento do país no segmento tecnológico. Para alavancar este crescimento, em especial o energético, como pode ser visto pelo PDE/MME 2020 (BRASIL, 2011b), propõe-se a criação do curso de engenharia elétrica no campus de Rondonópolis da Universidade Federal de Mato Grosso.

Segundo o PDE/MME 2020 (BRASIL, 2011b), no que concerne ao setor elétrico, ressalta-se a continuidade dada ao sucesso dos leilões de energia nova e de reserva, por meio dos quais foram comercializados em 2010, em cinco leilões, cerca de 17.000 MW de potência. Estão inclusas neste total, vale destacar, a energia proveniente do aproveitamento hidrelétrico de Belo Monte, com potência de 11.233 MW, e a geração de origem eólica, com uma potência total de cerca de 2.000 MW. Foi também dado prosseguimento ao exitoso processo das licitações de empreendimentos de transporte de energia, tendo sido licitado em 2010, em três leilões, um total da ordem de 1.600 km de linhas de transmissão. Quanto à expansão da geração no horizonte do presente Plano, foi mantida a significativa participação das fontes renováveis na matriz elétrica a partir do ano de 2014, contribuindo para o desenvolvimento sustentável das fontes de geração, diretriz esta reafirmada pelo preço competitivo destas fontes demonstrado nos últimos leilões de energia.

Segundo ainda o PDE/MME 2020 (BRASIL, 2011b), a projeção do consumo total de energia elétrica resultou em crescimento continuado do consumo per capita de eletricidade, que registra expansão em torno de 50% no período 2010-2020. Isso registra um aumento considerável

no consumo de energia elétrica no país. Conseguir aumentar a oferta de energia será um grande desafio, pois o país não pode parar de crescer. Dentre estes desafios destacam-se a disponibilização de recursos financeiros, a minimização dos impactos ambientais que serão causados e sem dúvida outro ainda maior será a disponibilização de recursos humanos especializados na área de energia. Com isso, a Universidade tem um importante papel na formação dos recursos humanos, bem como na pesquisa de melhores formas alternativas de energia a fim de suprir toda demanda prevista de energia.

O Brasil possui um déficit de engenheiros que necessita ser reduzido, pois apresenta uma baixa densidade de engenheiros por habitantes se comparado com outros países, como os Estados Unidos por exemplo. Segundo reportagem dos jornais Estadão (PASTORE, 2011a) e O Globo (PASTORE, 2011b), o Brasil tem cerca de 600 mil engenheiros, o que equivale a seis engenheiros para cada mil pessoas economicamente ativas, enquanto nos Estados Unidos essa relação equivale a 25:1. Segundo o Projeto Político Pedagógico (PPP) do curso de graduação em engenharia elétrica da Universidade Federal da Paraíba ~~(UFPB)~~ (UFPB, 2008), a China forma cerca de 300 mil engenheiros por ano. Já os especialistas, segundo o jornal Estadão, dizem que se formam no Brasil cerca de 35 mil engenheiros por ano, ou seja, 8,5 vezes menos que a China. Segundo o mesmo jornal, a Confederação Nacional da Indústria (CNI) cita que até 2012 faltarão cerca de 150 mil engenheiros para ocupar as novas vagas do mercado brasileiro. A maior demanda será por engenheiros na área de energia.

Aliando a visão do PDE/MME 2020 (BRASIL, 2011b) com a política de Expansão da Educação Superior do Ministério da Educação, e com a falta de engenheiros no mercado, necessitamos emergencialmente da criação de novos cursos de engenharia nos campus das Universidades Federais.

Contexto regional

Até meados de 2000, grande parte da energia consumida em Mato Grosso era oriunda das Usinas de Cachoeira Dourada e Itumbiara, localizadas no estado de Goiás, mas esta situação foi revertida entre 2000 e 2003, com a implantação das usinas hidrelétricas Manso, Itiquira I e II, Jauru e Guaporé, e da Usina Termelétrica de Cuiabá. No ano de

2005, com a entrada em operação da hidrelétrica Ponte de Pedra, a capacidade instalada no estado atingiu 1.450 MW, contra uma demanda máxima estimada em 620 MW, gerando um excedente de 830 MW (HAYASHIDA, 2007).

No levantamento feito pela Federação das Indústrias do Estado de Mato Grosso (FIEMT) (SALIES, 2011), os geradores de corrente alternada de potência superior a 750 KVA e as Turbinas e Rodas Hidráulicas de potência superior a 10.000 KW estavam figurados entre os 12 itens mais importados por MT em 2011, representando quase 1,5% do total das importações em MT.

Mato Grosso é conhecido como o 2° estado brasileiro em potencial hidrelétrico, cuja rede hidrográfica abrange a Bacia Amazônica e a do Tocantins ao norte, e a Bacia do Paraguai ao sul do estado, tendo os planaltos de Campo Verde – Primavera do Leste (BITTENCOURT ROSA, 2005) e dos Parecis (DERBY, 1895). Todo esse potencial foi muito importante para o crescimento energético do estado, pois várias Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH's) e Usinas Hidrelétricas (UHE's) foram e estão sendo construídas para aumentar a oferta de energia, tanto para o estado como para o Brasil.

Em Hayashida (2007) foi levantado o potencial energético do estado, segundo a classificação abaixo:

- APM: Potencial Hidrelétrico com barragem de aproveitamento múltiplo com potência superior a 30 MW;
- CGH: Central Geradora de Energia com capacidade de até 1 MW;
- PCH: Pequena Central Hidrelétrica com capacidade de geração de 1 a 30 MW;
- UHE: Usina Hidrelétrica em operação com capacidade instalada superior a 30 MW;
- AHE: Usina Hidrelétrica em fase de inventário (fase de determinação do potencial energético da bacia do rio), ou estudo de viabilidade ou em projeto com capacidade superior a 30 MW.

Nesse levantamento realizado até março de 2007, foram encontrados 259 potenciais hidrelétricos, somando uma capacidade de geração de energia de 9.345,612 MW, que podem ser visualizados na Tabela 3.

Tabela 3 - Distribuição dos números de potenciais, conforme a sua classificação e a potência total.

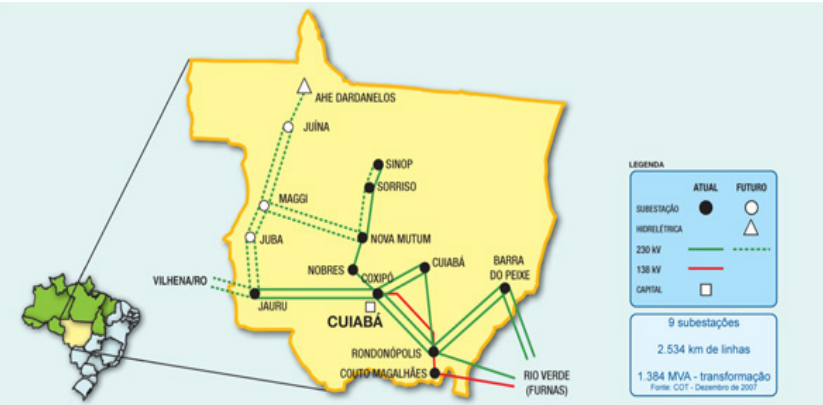
Tipo	No	Potência (MW)
APM	1	213,000
CGH	34	18,300
PCH	194	2.274,782
UHE	6	658,100
AHE	22	6.176,400
Total	259	9.345,612

Fonte: Autor

Devido ao aumento do consumo de energia (carga) nos Sistemas Elétricos de Potência (SEPs) nos últimos anos, houve a necessidade de se fazer a interconexão dos sistemas (através da construção de Linhas de Transmissão) para se ter um melhor fornecimento de energia a essas cargas, ou seja, para se ter uma maior confiabilidade do sistema. A interligação do sistema resulta em um menor custo, pois permite menores reservas energéticas para o atendimento das cargas em horários de ponta e como consequência um menor número de geradores funcionando a vazio (reserva girante), caso haja um aumento de carga inesperado (BORGES, 2009).

De acordo com os dados da Eletronorte (ELETRONORTE, 2011), Mato Grosso tem cerca de 2.534 km de linhas de transmissão, como pode ser visto na Figura 01.

Figura 1 – Linhas de Transmissão de Mato Grosso.



Fonte: Eletronorte (2011).

Com o aumento do consumo de energia, que ocorre naturalmente durante os anos, devido ao aumento da população, aumento das fábricas etc., sempre existe a necessidade do aumento da oferta de energia para atender a demandas, bem como garantir o crescimento do país, por isso necessita-se cada vez mais de engenheiros eletricistas para realizar este trabalho. Trabalho que compreende a elaboração de novos projetos e criação de novas tecnologias. Dentro deste contexto, Mato Grosso oferece grandes oportunidades para o engenheiro eletricista, que vai desde a geração e transmissão, até distribuição de energia elétrica. O Engenheiro Eletricista é um profissional extremamente flexível e imprescindível em muitos segmentos, com atuação em diferentes áreas da indústria e em concessionárias de energia, bem como no setor de serviços.

Contexto local

Segundo levantamentos feitos pela FIEMT (OLIVEIRA, 2011a), comparando o PIB por região de Mato Grosso entre 2000 e 2008, enquanto o PIB MT teve um incremento de 257%, a região de Rondonópolis teve um aumento de 336,6%, passando de R$2,68 bilhões para R$11,72 bilhões. Sendo assim, no ano de 2008, a região de Rondonópolis possuía o segundo maior PIB do estado, ficando atrás apenas de Cuiabá, por uma diferença pouco maior de 9%. No mesmo período, se comparado o VAB (Valor Agregado Bruto), ou seja, valor do PIB deduzido dos impostos, o VAB de MT teve um aumento de 240%, enquanto região de Rondonópolis teve um crescimento expressivo de 579,3%, passando de R$0,33 bilhões para aproximadamente R$2,25 bilhões, sendo o primeiro no ranking do estado.

A FIEMT (OLIVEIRA, 2011b) indicou, com base no VAB de 2008, que no estado de Mato Grosso o segmento industrial contribuiu com 16% deste valor. Em Rondonópolis esta contribuição é de 35,4%, demonstrando a vocação industrial da região.

Hoje, há uma clara carência de profissionais na nossa região para manter o crescimento econômico em curso. Essa demanda aumentará significativamente, o que exige uma pronta reação da sociedade política e do setor privado em termos de oferta de técnicos graduados em engenharia.

Portanto, o atual contexto socioeconômico de Rondonópolis e a crescente demanda futura exigem a imediata criação do curso de graduação em Engenharia Elétrica, pois existe demanda desses profissionais.

Considerações

Analisando os três contextos apresentados, verificou-se a importância de investimentos na criação de uma fonte de mão obra especializada na área de energia, pois dentre os aspectos abordados, até a próxima década, existe projeção de crescimento de 50% no consumo nacional de energia.

Dentro desta série de levantamentos, o Brasil terá grandes desafios para atender o ritmo de crescimento esperado. Em Mato Grosso, por exemplo, Rondonópolis é apontado como um dos maiores contribuintes do Valor Agregado Bruto (VAB), contribuindo significativamente para este aumento no estado.

Diante dos contextos apresentados, verifica-se a necessidade da criação do curso de Engenharia Elétrica no campus da UFMT em Rondonópolis.

Referências

BITTENCOURT ROSA, D. **Estudo das Rochas com Potencial para o Desenvolvimento de Crostas na Elaboração do Relevo nas Áreas das Bacias Hidrográficas do Alto Rio Paraguai e do Rio Juruena no Estado de Mato Grosso**. Brasília: [CNPq], 2005. 185 p. Projeto de Pesquisa: Relatório Final de Pesquisa de Bolsa de Pós-Doutorado. CNPq: Processo n. 200181-2004-1.

BRASIL. Ministério da Educação. **Expansão da Educação Superior e Profissional e Tecnológica:** Mais Formação e Oportunidades para os Brasileiros (2011-2014). Brasília: MEC, 2011a. 19p.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Plano Decenal de Expansão de Energia 2020**: Ministério de Minas e Energia: Empresa de Pesquisa Energética. Brasília: MME/EPE, 2011b. 344p.

BORGES, R. C. **Um algoritmo para sintonia de controladores robustos para amortecimento de modos intra-planta em sistemas de potência**. 2009. Dissertação (Mestrado em Sistemas Elétricos de

Potência) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2009. Disponível em: http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18154/tde-10082009-114735. Acesso em: 15 abr. 2012.

DERBY, O. A. Nota sobre a Geologia e a Paleontologia de Mato Grosso. **Archivos do Museu Nacional**, Rio de Janeiro, n. 9, p. 59-88, 1895.

ELETRONORTE. **Linhas de Transmissão**: MT. Brasília, 2011 Disponível em: http://www.eln.gov.br/opencms/opencms/pilares/transmissao/estados/matoGrosso/ Acesso em: 19 mar. 2012.

HAYASHIDA, L. M. *et al*. Análise dos potenciais hidrelétricos inventariados, autorizados e instalados no estado de Mato Grosso, até março 2007. *In*: SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORTE E CENTRO-OESTE, 1., 2007, Cuiabá. **Anais**.: São Paulo: Editora da ABRH, 2007. v. 1, p. 24-38.

OLIVEIRA, G. Desenvolvimento Econômico e Incentivos Fiscais. *In:* MATO GROSSO. Assembleia Legislativa do Estado (AL-MT). **Audiência Pública**: Política de Incentivos Fiscais de Mato Grosso. Cuiabá: AL-MT, 2011. Palestra proferida durante Audiência Pública sobre os Incentivos Fiscais realizada na Assembleia Legislativa de Mato Grosso, 17 nov. 2011a.

OLIVEIRA, G. **Evolução da Economia Industrial Mato Grosso**. Rondonópolis: FIEMT, 2011b. Apresentação realizada na FIEMT, Rondonópolis, jun. 2011.

PASTORE, J. A Escassez de Engenheiros. **O Estado de São Paulo**, São Paulo, 2010. 20 jul. 2010. Economia & Negócios. Disponível em: http://www.estadao.com.br/noticias/impresso,escassez-de-engenheiros,583492,0.htm. Acesso em: 26 fev. 2012.

PASTORE, J. Escassez de engenheiros: obstáculo para o crescimento do país. **O Globo**, Rio de Janeiro, 10 ago. 2010. Disponível em: http://oglobo.globo.com/emprego/escassez-de-engenheiros-obstaculo-para--crescimento-do-pais-2968640. Acesso em: 27 fev. 2012.

SALIES, A. **Exportações, Balanço em Novembro de 2011**. Rondonópolis: [FIEMT], 2011. Apresentação realizada na FIEMT, 201, Rondonópolis.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO. **Projeto Político Pedagógico (PPP) do curso de Graduação em Engenharia Mecânica**. Rondonópolis, 2007. 169p.

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA. **Projeto Político Pedagógico (PPP) do curso de Graduação em Engenharia Elétrica**. João Pessoa, 2008.

Uso da taxonomia de Bloom revisada no ensino de engenharia

Christian Luiz Perlin

A área de Engenharia é de fundamental importância para o crescimento econômico e social de um país. Os profissionais que possuem essa formação atuam em segmentos estratégicos para o desenvolvimento, como construção civil, infraestrutura, transportes, logística, indústria e tecnologia.

Observando este panorama, faz-se necessário que os cursos superiores forneçam uma formação adequada aos futuros profissionais da Engenharia. A Taxonomia de Bloom revisada é uma ferramenta que pode ser utilizada para auxiliar no planejamento didático-pedagógico e na escolha e estruturação de instrumentos de avaliação pelos professores. Entretanto, tem-se observado que os docentes dessa área apresentam certa dificuldade no uso da Taxonomia (GALHARDI; AZEVEDO, 2013). Neste capítulo apresenta-se a Taxonomia de Bloom revisada para os professores dos cursos superiores de Engenharia e mostram-se exemplos de aplicação em objetivos educacionais de disciplina e em questões de avaliação para as áreas de Isostática e Resistência dos Materiais.

Classificação dos objetivos educacionais

Os objetivos educacionais são assertivas que explicitam o que os estudantes serão capazes de realizar ao final de um curso ou disciplina com os conhecimentos que esse curso ou disciplina supostamente deve ensinar (FELDER; BRENT, 2004). Por exemplo: “ao final da disciplina, o aluno deverá ser capaz de calcular as reações de apoio em uma estrutura isostática”. Dessa forma, os objetivos educacionais indicam, no caso de uma disciplina, quais conhecimentos e habilidades os alunos devem adquirir.

Por volta dos anos 1950, um grupo de pesquisadores da *American Psycological Association* (APA – Associação Norte-americana de Psi-

cologia), liderados por Benjamin Bloom, iniciou um projeto visando criar uma classificação dos objetivos educacionais. Essa classificação foi dividida em três domínios (BLOOM *et al.*, 1979):

a. Cognitivo – relacionado ao conhecimento e desenvolvimento de habilidades de memória e intelectuais. Inclui lembrar ou reconhecer fatos, procedimentos e conceitos;
b. Afetivo – relacionado a sentimentos e atitudes. Envolve o desenvolvimento da área emocional e comportamental (responsabilidade, respeito, emoções, valores etc.);
c. Psicomotor – relacionado a habilidades físicas. Esse domínio está relacionado com a coordenação motora e movimentos físicos. O desenvolvimento dessas habilidades é medido em termos de velocidade, precisão, procedimentos e execução.

Os comportamentos compreendidos no domínio cognitivo são realizados com maior nível de consciência por parte do aluno; por esse motivo, são mais fáceis de serem classificados (BLOOM *et al.*, 1979). Os objetivos deste domínio foram agrupados em seis categorias, organizadas hierarquicamente em relação à complexidade do processo cognitivo (do mais simples ao mais complexo). As categorias são as seguintes, apresentadas na ordem de complexidade crescente:

1 – Conhecimento
4 – Análise
2 – Compreensão
5 – Síntese
3 – Aplicação
6 – Avaliação

O domínio dos níveis inferiores é um pré-requisito para dominar um objetivo dos níveis superiores, pois estes envolvem comportamentos relacionados àqueles. Como exemplo, um objetivo classificado na categoria Compreensão envolve comportamentos do nível Conhecimento; um objetivo classificado na categoria Aplicação envolve comportamentos dos níveis Conhecimento e Compreensão, e assim por diante.

Embora os três domínios sejam bastante conhecidos, o domínio cognitivo é o mais utilizado pelos educadores no planejamento educacional (FERRAZ; BELHOT, 2010). O trabalho final da equipe liderada por Bloom foi publicado em 1956, sob o título *Taxonomy of educational*

objectives: The classification of educational goals. Handbook I: Cognitive domain. A classificação dos objetivos educacionais de acordo com as seis categorias do domínio cognitivo é conhecida como Taxonomia de Bloom e é utilizada até os dias atuais.

Taxonomia de Bloom para o domínio cognitivo

Dentre outros pontos, Bloom e seu grupo de pesquisadores conceberam a Taxonomia com os seguintes objetivos (KRATHWOHL, 2002):

a. padronizar a linguagem sobre os objetivos educacionais, facilitando a comunicação;
b. servir de base para que um curso pudesse definir a amplitude dos objetivos educacionais de modo a atender ao disposto em padrões nacionais, estaduais ou locais;
c. determinar a congruência entre objetivos educacionais, atividades e avaliações em um curso ou disciplina;
d. definir um panorama do alcance das possibilidades educacionais com o qual pudesse ser comparada a profundidade de um conteúdo ou curso.

Por ser organizada de modo hierárquico, a Taxonomia de Bloom fornece meios para que o planejamento educacional possa ser realizado de modo a facilitar o processo de aprendizagem do aluno. Uma atividade de criação (classificada como Síntese, nível 5) deve ser apresentada ou requerida ao aluno posteriormente a uma atividade de aplicação (nível 3), visto que a síntese é uma atividade cognitivamente mais complexa e requer o domínio das atividades de níveis mais simples.

Segundo Felder e Brent (2004), um erro comumente cometido pelos professores de engenharia é ensinar conteúdos que envolvem níveis mais baixos da Taxonomia (comumente o nível 3, aplicação) e colocar questões de níveis mais complexos nas avaliações (por exemplo, níveis 4, 5 ou 6). Nestes casos, o desempenho dos alunos normalmente não é satisfatório (o que é compreensível), porém, os professores atribuem o resultado à falta de habilidade ou estudo.

As categorias da Taxonomia de Bloom são divididas em subcategorias, com o objetivo de melhor esclarecer os limites entre elas. O Quadro 1 mostra a definição de cada uma das categorias.

Quadro 1 – Taxonomia de Bloom para o domínio cognitivo.

Categorias e Descrição
1. CONHECIMENTO
Definição: Habilidade de lembrar informações e conteúdos previamente abordados como fatos, datas, palavras, teorias, métodos, classificações, lugares, regras, critérios, procedimentos etc. A habilidade pode envolver lembrar uma significativa quantidade de informação ou fatos específicos. O objetivo principal desta categoria é trazer à consciência esses conhecimentos.
Subcategorias: *1.1 Conhecimento específico*: Conhecimento de terminologia; Conhecimento de tendências e sequências; *1.2 Conhecimento de formas e significados relacionados às especificidades do conteúdo*: Conhecimento de convenção; Conhecimento de tendência e sequência; Conhecimento de classificação e categoria; Conhecimento de critério; Conhecimento de metodologia; *1.3 Conhecimento universal e abstração relacionado a um determinado campo de conhecimento*: Conhecimento de princípios e generalizações; Conhecimento de teorias e estruturas.
2. COMPREENSÃO
Definição: Habilidade de compreender e dar significado ao conteúdo. Essa habilidade pode ser demonstrada por meio da tradução do conteúdo compreendido para uma nova forma (oral, escrita, diagramas etc.) ou contexto. Nessa categoria, encontra-se a capacidade de entender a informação ou fato, de captar seu significado e de utilizá-la em contextos diferentes.
Subcategorias: *2.1 Translação; 2.2 Interpretação*; *2.3 Extrapolação*.
3. APLICAÇÃO
Definição: Habilidade de usar informações, métodos e conteúdos aprendidos em novas situações concretas. Isso pode incluir aplicações de regras, métodos, modelos, conceitos, princípios, leis e teorias.
4. ANÁLISE
Definição: Habilidade de subdividir o conteúdo em partes menores com a finalidade de entender a estrutura final. Essa habilidade pode incluir a identificação das partes, análise de relacionamento entre as partes e reconhecimento dos princípios organizacionais envolvidos. Identificar partes e suas inter-relações. Nesse ponto é necessário não apenas ter compreendido o conteúdo, mas também a estrutura do objeto de estudo.
Subcategorias: *4.1 Análise de elementos; 4.2 Análise de relacionamentos; 4.3 Análise de princípios organizacionais*.
5. SÍNTESE
Definição: Habilidade de agregar e juntar partes com a finalidade de criar um novo todo. Essa habilidade envolve a produção de uma comunicação única (tema ou discurso), um plano de operações (propostas de pesquisas) ou um conjunto de relações abstratas (esquema para classificar informações). Combinar partes não organizadas para formar um "todo".
Subcategorias: *5.1 Produção de uma comunicação original; 5.2 Produção de um plano ou propostas de um conjunto de operações; 5.3 Derivação de um conjunto de relacionamentos abstratos*.
6. AVALIAÇÃO
Definição: Habilidade de julgar o valor do material (proposta, pesquisa, projeto) para um propósito específico. O julgamento é baseado em critérios bem definidos que podem ser externos (relevância) ou internos (organização) e podem ser fornecidos ou conjuntamente identificados. Julgar o valor do conhecimento.
Subcategorias: *6.1 Avaliação em termos de evidências internas; 6.2 Julgamento em termos de critérios externos.*

Fonte: Adaptado de Ferraz e Belhot (2010).

A revisão da taxonomia de Bloom

Com o passar dos anos, surgiram avanços nas áreas da tecnologia e pedagogia que ocasionaram mudanças no processo educacional, incorporando a este uma série de novos conceitos, recursos e teorias (FERRAZ; BELHOT, 2010). Isso levou a APA a convidar, de maneira análoga à realizada anteriormente, um novo grupo de pesquisadores para realizar uma revisão da Taxonomia de Bloom. O trabalho final de revisão foi publicado no ano de 2001 num livro intitulado *A taxonomy for learning, teaching and assessing: a revision of Bloom's taxonomy for educational objectives*. Este grupo contou com a participação do pesquisador David Krathwohl, que participou da elaboração da taxonomia original.

Os objetivos educacionais normalmente são formulados em uma estrutura de verbo + substantivo (KRATHWOHL, 2002). O substantivo indica o conteúdo do curso ou disciplina e o verbo indica o processo cognitivo. Exemplificando: "O aluno deverá ser capaz de *lembrar* (verbo) o que é o *centro de gravidade de um corpo* (conteúdo ou substantivo)".

Na taxonomia original, a categoria Conhecimento envolvia os aspectos de verbo e também de substantivo. O verbo estava incluído na definição da categoria e o substantivo estava incluído nas subcategorias. No processo de revisão, esse caráter dual da categoria Conhecimento foi eliminado. Portanto, a taxonomia de Bloom revisada passou a possuir uma estrutura bidimensional: a dimensão conhecimento (substantivo) e a dimensão processo cognitivo (verbo).

Dimensão conhecimento

A dimensão conhecimento inclui as subdivisões do nível Conhecimento da taxonomia original, passando, contudo, a conter quatro ao invés de somente três categorias, como mostra o Quadro 2. Três delas (conhecimento factual, conceitual e procedimental) reproduzem a essência do trabalho original, porém, foram renomeadas e reorganizadas visando facilitar o reconhecimento das diferenças psicocognitivas que seriam desenvolvidas (FERRAZ; BELHOT, 2010; KRATHWOHL, 2002).

Quadro 2 – Estrutura da dimensão conhecimento da Taxonomia de Bloom revisada.

A -Conhecimento Factual: relacionado ao conteúdo básico que o discente deve dominar a fim de que consiga realizar e resolver problemas apoiados nesse conhecimento. Relacionado aos fatos que não precisam ser entendidos ou combinados, apenas reproduzidos como apresentados. *Aa - Conhecimento da terminologia*; *Ab - Conhecimento de detalhes e elementos específicos.*
B - Conhecimento Conceitual: relacionado à inter-relação dos elementos básicos num contexto mais elaborado que os discentes seriam capazes de descobrir. Elementos mais simples foram abordados e agora precisam ser conectados. Esquemas, estruturas e modelos foram organizados e explicados. Nessa fase, não é a aplicação de um modelo que é importante, mas a consciência de sua existência. Ba- Conhecimento de classificação e categorização; Bb- Conhecimento de princípios e generalizações; Bc- Conhecimento de teorias, modelos e estruturas.
C - Conhecimento Procedimental: relacionado ao conhecimento de "como realizar alguma coisa" utilizando métodos, critérios, algoritmos e técnicas. Nesse momento, o conhecimento abstrato começa a ser estimulado, mas dentro de um contexto único e não interdisciplinar. Ca - Conhecimento de conteúdos específicos, habilidades e algoritmos; Cb- Conhecimento de técnicas específicas e métodos; Cc- Conhecimento de critérios e percepção de como e quando usar um procedimento específico.
D - Conhecimento Metacognitivo: relacionado ao reconhecimento da cognição em geral e da consciência da amplitude e profundidade de conhecimento adquirido de um determinado conteúdo**.** Em contraste com o conhecimento procedimental, esse conhecimento é relacionado à interdisciplinaridade. A ideia principal é utilizar conhecimentos previamente assimilados (interdisciplinares) para resolução de problemas e/ou a escolha do melhor método, teoria ou estrutura. Da - Conhecimento estratégico; Db - Conhecimento sobre atividades cognitivas incluindo contextos preferenciais e situações de aprendizagem (estilos); Dc - Autoconhecimento.

Fonte: Adaptado de Ferraz e Belhot (2010) e Krathwohl (2002).

Uma quarta categoria foi adicionada, a de conhecimento metacognitivo, que envolve o conhecimento da cognição em geral e a consciência do próprio aprendizado. O uso desse conhecimento é importante para que o aluno adapte suas próprias maneiras de pensar e operar (KRATHWOHL, 2002). A importância do conhecimento metacognitivo

vem crescendo em vista das possibilidades atuais de autoaprendizado e da necessidade de que os alunos possam avaliar seu próprio nível de aprendizagem, como nos casos de educação à distância (FERRAZ; BELHOT, 2010).

Dimensão processo cognitivo

Entende-se por processo cognitivo a maneira pela qual o conhecimento é obtido ou construído pelo indivíduo e utilizado para resolver problemas (FERRAZ; BELHOT, 2010). Na taxonomia original, cinco das seis categorias estavam diretamente relacionadas a essa dimensão (excetuava-se apenas a categoria Conhecimento). O Quadro 3 mostra a estrutura da taxonomia revisada e também a definição das categorias.

Quadro 3 – Estrutura da dimensão processo cognitivo da Taxonomia de Bloom revisada.

1. Lembrar: Relacionado a reconhecer e reproduzir ideias e conteúdos. Reconhecer requer distinguir e selecionar uma determinada informação e reproduzir ou recordar está mais relacionado à busca por uma informação relevante memorizada. *1.1 Reconhecendo; 1.2 Reproduzindo.*
2. Entender: Relacionado a estabelecer uma conexão entre o novo e o conhecimento previamente adquirido. A informação é entendida quando o aprendiz consegue reproduzi-la com suas "próprias palavras". *2.1 Interpretando; 2.2 Exemplificando; 2.3 Classificando; 2.4 Resumindo; 2.5 Inferindo; 2.6 Comparando;2.7 Explicando.*
3. Aplicar: Relacionado a executar ou usar um procedimento numa situação específica e pode também abordar a aplicação de um conhecimento numa situação nova. *3.1 Executando;3.2 Implementando.*
4. Analisar: Relacionado a dividir a informação em partes relevantes e irrelevantes, importantes e menos importantes e entender a inter-relação existente entre as partes. *4.1 Diferenciando;4.2 Organizando;4.3 Atribuindo.*
5. Avaliar: Relacionado a realizar julgamentos baseados em critérios e padrões qualitativos e quantitativos ou de eficiência e eficácia. *5.1 Checando;5.2 Criticando.*
6. Criar: Significa colocar elementos juntos com o objetivo de criar uma nova visão, uma nova solução, estrutura ou modelo utilizando conhecimentos e habilidades previamente adquiridos. Envolve o desenvolvimento de ideias novas e originais, produtos e métodos por meio da percepção da interdisciplinaridade e da interdependência de conceitos. *6.1 Gerando; 6.2 Planejando;6.3 Produzindo.*

Fonte: Adaptado de Ferraz e Belhot (2010).

Nessa dimensão, as principais mudanças após a revisão foram:

a. o número de categorias foi mantido, porém elas foram renomeadas para uma forma verbal, visando ajustar-se aos termos utilizados nos objetivos educacionais e tornarem mais clara a ação pretendida do aluno (KRATHWOHL, 2002). Os aspectos verbais da categoria Conhecimento foram mantidos, porém com o nome Lembrar. Compreensão, Aplicação, Análise, Síntese e Avaliação foram renomeadas para Entender, Aplicar, Analisar, Criar e Avaliar;
b. a ordem das categorias Síntese e Avaliação foi trocada. Na taxonomia revisada, a categoria 5 é Avaliar e a categoria 6 é Criar;
c. também foram alterados os nomes das subcategorias, porém neste caso utilizaram-se formas verbais no gerúndio.

Tabela taxonômica

Um instrumento bastante útil para caracterizar objetivos educacionais segundo a taxonomia revisada é a Tabela Taxonômica (*Taxonomy Table*). Essa Tabela é organizada com as categorias da dimensão Conhecimento no eixo vertical e com as categorias da dimensão Processo cognitivo no eixo horizontal (KRATHWOHL, 2002). As interseções desses eixos formam as células segundo as quais os objetivos podem ser classificados, simultaneamente, nas duas dimensões.

Por meio da Tabela Taxonômica, percebe-se a extensão dos conhecimentos e processos cognitivos que serão desenvolvidos na disciplina ou curso. Segundo Krathwohl (2002), normalmente os objetivos incluídos nas categorias de número 2 (Entender) até 6 (Criar) são os resultados mais importantes do processo educacional. Apesar de servir de base para processos cognitivos mais complexos, os conhecimentos classificados na categoria Lembrar são de pouco valor, se não utilizados em situações diferentes daquela em que o conhecimento foi adquirido (BLOOM *et al.*, 1979).

Exemplos de uso na área de engenharia

Classificação de objetivos educacionais de disciplina

Tomemos como exemplo uma disciplina de um curso de engenharia cujos objetivos educacionais são os seguintes:

1. **Classificar as estruturas quanto à estaticidade** – quanto à dimensão Processo cognitivo, "classificar" encontra-se na categoria 2 (Entender). A realização dessa classificação, por parte do aluno, requer conhecimento do conceito de estaticidade das estruturas, classificados na categoria B da dimensão Conhecimento (conceitual).
2. **Reconhecer os principais sistemas estruturais planos** – a parte substantiva do objetivo educacional ("principais sistemas estruturais planos") envolve conhecer as características próprias de cada sistema estrutural (pórtico, viga, treliça etc.), sendo classificada na categoria B da dimensão Conhecimento (conceitual). Quanto ao processo cognitivo, relaciona-se com a categoria 1 (Lembrar).
3. **Determinar os esforços internos em estruturas isostáticas** – o processo cognitivo descrito enquadra-se na categoria 3 (Aplicar). Para realizar esse objetivo, o aluno precisa conhecer métodos específicos (procedimentos, portanto) para calcular os esforços. Dessa forma, o conteúdo é classificado na categoria C da dimensão Conhecimento (procedimental).
4. **Desenhar diagramas de esforços solicitantes para estruturas isostáticas** –esse último objetivo é uma extensão do anterior. Envolve dois aspectos: o cálculo do esforço solicitante em um ponto genérico (comportamento análogo ao do objetivo anterior) e o desenho de um diagrama que represente o valor do esforço em cada ponto da estrutura. O segundo aspecto requer um processo cognitivo semelhante ao primeiro, considerando que o problema não seria novo para o aluno. Dessa forma, este objetivo também se enquadra na célula C3.

Mostra-se, a seguir, a Tabela Taxonômica resultante para o conjunto de objetivos educacionais da disciplina.

Quadro 4 – Tabela Taxonômica para os objetivos educacionais do exemplo mostrado.

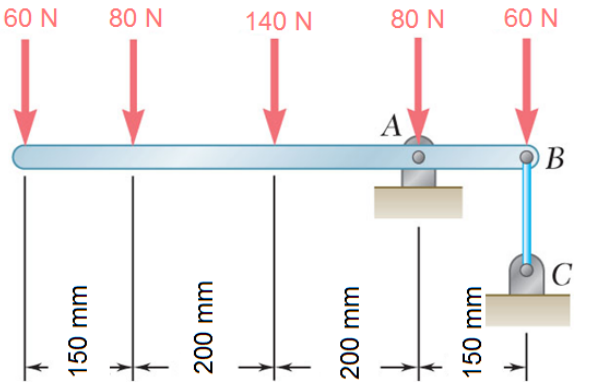
Dimensão conhecimento	Dimensão processo cognitivo					
	1 - Lembrar	2 - Entender	3 - Aplicar	4 - Analisar	5 - Avaliar	6 - Criar
A - Conhecimento factual						
B - Conhecimento conceitual	Objetivo 2	Objetivo 1				
C - Conhecimento procedimental			Objetivo 3 Objetivo 4			
D - Conhecimento metacognitivo						

Fonte: Autor

Classificaçãode questões de avaliação

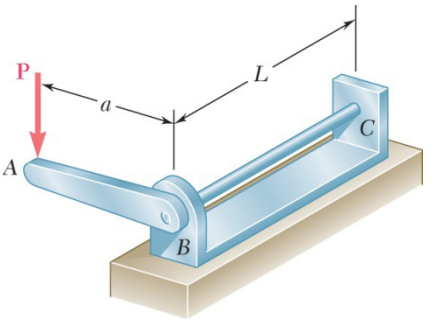
No que se refere às avaliações de uma disciplina, é importante que haja adequação entre as questões da avaliação, o conteúdo ministrado em sala de aula e os objetivos educacionais. Dessa forma, a resolução das questões deve requerer do aluno os processos cognitivos referentes à Tabela Taxonômica para os objetivos.

Em seguida, mostram-se alguns exemplos de questões das áreas de Isostática e Resistência dos Materiais.



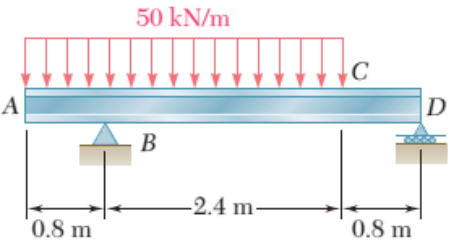
1 - Para a viga e o carregamento mostrados na figura, determine a reação de apoio em A e a tração no cabo BC. (Extraído de Beeret al., 2012, p. 173)

Este exercício busca avaliar o uso de uma abstração (análise de equilíbrio no plano com as três equações da estática) em um caso concreto, sendo classificado na categoria 3 (Aplicar). É necessário o uso de métodos e procedimentos, portanto envolve a categoria C da dimensão Conhecimento (procedimental).



2 - A barra cilíndrica de seção cheia BC está ligada à alavanca rígida AB e fixada a um suporte em C. A força vertical P aplicada em A provoca um pequeno deslocamento Δ *no ponto A. Mostre que a tensão de cisalhamento máxima na barra é* $\tau = (Gd\Delta)/(2La)$*, em que* d *é o diâmetro da barra e* G *o seu módulo de elasticidade transversal.* (Extraído de Beeret al., 2011, p. 223)

Este tipo de exercício (menos comum que o anterior) requer que o aluno demonstre a relação entre as variáveis de um problema, tendo em vista os conceitos já estudados (categoria B da dimensão Conhecimento). O processo cognitivo em questão é o de análise (categoria 4).



3 – Sabendo que a tensão admissível para o aço utilizado é de 160 MPa, selecione a viga de mesa larga mais econômica para suportar o carregamento mostrado. (Extraído de Beeret al., 2011, p. 358)

A resolução deste problema requer, por parte do aluno, a escolha de uma seção transversal que atenda a dois critérios: primeiro, a tensão máxima no material deve ser menor que a tensão admissível; segundo, dentre as várias seções que atendem à característica anterior, deve-se escolher a seção mais econômica (deve-se disponibilizar uma tabela de perfis de mesa larga para o aluno).

O processo cognitivo em questão é o de avaliar (categoria 5). O primeiro critério demanda o conhecimento de procedimentos para determinar a tensão no material (categoria C); o segundo, por envolver a interdisciplinaridade (noções sobre a quantidade do material utilizado e o conceito de minimização dos custos) se enquadra na categoria D (metacognitivo).

O Quadro 5 resume a classificação das questões mostradas.

Quadro 5 – Tabela Taxonômica para as questões avaliativas mostradas.

Dimensão conhecimento	Dimensão processo cognitivo					
	1 - Lembrar	2 - Entender	3 - Aplicar	4 - Analisar	5 - Avaliar	6 - Criar
A - Conhecimento factual						
B - Conhecimento conceitual				Questão 2		
C - Conhecimento procedimental			Questão 1		Questão 3	
D - Conhecimento metacognitivo					Questão 3	

Fonte: Autor

Considerações

Na realidade do ensino superior no Brasil, não é rara a ocorrência de situações em que os professores, apesar de possuírem o saber do conhecimento que é ministrado, não receberam em sua formação o preparo didático e pedagógico. Tal fato é mais comum nos cursos de bacharelado, como é o caso da área de Engenharia.

Devido ao desconhecimento quanto ao saber pedagógico, tais professores podem encontrar dificuldades no planejamento de estratégias

de ensino e avaliações, ocasionando um alto grau de evasão nas disciplinas ou mesmo diminuindo o nível de aprendizagem dos alunos.

Tendo em vista este cenário, a Taxonomia de Bloom revisada é uma ferramenta de grande valia, pois auxilia os docentes a realizarem o planejamento educacional de forma hierárquica, facilitando a compreensão dos conteúdos pelos estudantes. Além disso, o uso da Taxonomia aponta para um ensino baseado em objetivos educacionais, assistindo o professor no preparo das aulas, na elaboração das avaliações e na decisão de quais tópicos serão enfatizados e quais serão vistos de maneira secundária (FELDER; BRENT, 2004).

Referências

BEER, Ferdinand P. *et al*. **Mecânica dos materiais**. 5. ed. Porto Alegre: AMGH, 2011.

BEER, Ferdinand P. *et al*. **Mecânica vetorial para engenheiros**: estática. 9. ed. Porto Alegre: AMGH, 2012.

BLOOM, Benjamin S. et al. **Taxionomia de objetivos educacionais**: 1 – Domínio cognitivo. 7. ed. Porto Alegre: Globo, 1979.

FELDER, Richard M.; BRENT, Rebecca. The ABC's of engineering education: ABET, Bloom's Taxonomy, cooperative learning, and so on. *In*: AMERICAN SOCIETY FOR ENGINEERING EDUCATION ANNUAL CONFERENCE & EXPOSITION, Session 1375, 2004, Salt Lake City. **Proceedings** [...]. Salt Lake City, 2004. Disponível em: http://www4.ncsu.edu/unity/lockers/users/f/felder/public/Papers/ASEE04(ABCs).pdf. Acesso em: 17 jul. 2015.

FERRAZ, Ana Paula do Carmo Marcheti; BELHOT, Renato Vairo. Taxonomia de Bloom: revisão teórica e adequação do instrumento para definição de objetivos educacionais. **Gest. Prod.**, v. 17, n. 2, p. 421-431, 2010.

GALHARDI, Antonio César; AZEVEDO, Marília Macorin de. Avaliações de aprendizagem: o uso da Taxonomia de Bloom. *In*: WORKSHOP DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA DO CENTRO PAULA SOUZA, 8., 2013, São Paulo. **Anais** [...]. São Paulo: 2013.

KRATHWOHL, David R. A revision of Bloom's Taxonomy: an overview. **Theory Into Practice**, v.41, n. 4, p. 212-218, 2002.

A importância da utilização das redes sociais como instrumento do processo de ensino-aprendizagem

Maurício Alves Rodrigues Pugas

É notório que a educação e a tecnologia – particularmente a comunicação –, passam por rápidas e importantes transformações diárias, fazendo-se necessária a elaboração de estudos específicos para a obtenção de informações fundamentais à compreensão da importância da utilização das redes sociais como instrumento no processo ensino-aprendizagem. Diante deste pressuposto, neste artigo procurou-se evidenciar uma resposta para a sua questão problema: A serviço de que propósito estariam as redes sociais quando se fala em educação e tecnologia?

O objetivo geral desse questionamento foi o de destacar a importância das redes sociais como instrumento no processo ensino-aprendizagem, apresentando os principais conceitos teóricos e a importância da utilização de tais redes no processo ensino-aprendizagem. Para o efetivo atingimento da finalidade central, este ensaio foi desenvolvido através dos seguintes objetivos específicos, que nortearam algumas considerações em torno da questão que suscitou a pesquisa: a) desenvolver um aporte teórico sobre redes sociais e sua utilização na docência do ensino superior; b) investigar a evolução da tecnologia como ferramenta na prática da docência; c) pesquisar o papel da tecnologia e o processo de aprendizagem no ensino superior; d) destacar a prática e a importância das redes sociais na educação superior; e, e) identificar as perspectivas acadêmicas e sociais na utilização de instrumentos tecnológicos.

Quanto à metodologia, realizou-se uma pesquisa aplicada, exploratória em referência aos objetivos, com o propósito de gerar conhecimento, buscando a descrição das características da prática da docência com o uso das redes sociais como instrumento no processo de ensino. Conforme Gil (1999), as pesquisas exploratórias objetivam

facilitar familiaridade com o problema objeto de estudo, para permitir a construção de hipóteses ou tornar a questão mais clara.

Utilizou-se de uma pesquisa bibliográfica quanto aos procedimentos, considerando-se a afirmação de Gil (1999 que a trata como um trabalho de natureza exploratória, que propicia bases teóricas ao pesquisador para auxiliar no exercício reflexivo e crítico sobre o tema em estudo, e qualitativa quanto à abordagem do problema, baseada na interpretação dos fenômenos observados, bem como seus significados, dada a realidade em que estão inseridos.

Considerando a amplitude da busca de informações e análises futuras, o estudo que deu origem a este texto poderia ser complementado por uma abordagem quantitativa, pois tais métodos têm características diferentes, mas com caráter complementar, não excludente, conforme afirmam Ludke e André (1999), em que uma pesquisa não seria somente quantitativa, pois na escolha das variáveis o pesquisador estaria operando com aspectos qualitativos, e também não seria somente qualitativa, pois não haveria quantificação na escolha das variáveis a serem estudadas.

E, ainda, quanto aos objetivos poderia ser uma pesquisa descritiva, através do desenvolvimento da abordagem quantitativa, buscando a descrição de características de populações ou fenômenos e de correlação entre variáveis, bem apropriadas para levantamentos, investigando-se opiniões, atitudes, crenças e valores, correlação entre variáveis, inclusive determinando a natureza dessa correlação. De acordo com Thomas, Nelson e Silverman (2007), a pesquisa descritiva tem por premissa buscar a resolução de problemas melhorando as práticas por meio da observação, análise e descrições objetivas, através de entrevistas com peritos para a padronização de técnicas e validação de conteúdo.

Para Vygotsky (1998), a interação social exerce um papel fundamental no desenvolvimento cognitivo, sendo que a origem dos processos de aprendizagem está na relação com outras pessoas, com o uso da linguagem. Para ele, o homem é um ser eminentemente social, e o conhecimento, um produto social. A educação com o emprego de novas tecnologias de informação e comunicação pode oferecer as condições para uma aprendizagem eficaz, alicerçada nos fundamentos sociointeracionistas, sempre que a proposta educativa seja estruturada com processos interativos que favoreçam a construção de um ambiente

de colaboração no qual o professor possa orientar e acompanhar o aprendizado do aluno.

Para esse autor, cabe ao educador associar aquilo que o aprendiz sabe a uma linguagem culta ou científica, para ampliar os conhecimentos daquele que aprende, de forma a integrá-lo histórica e socialmente no mundo.

A evolução da tecnologia como ferramenta na prática da docência

Novas ferramentas tecnológicas são criadas a cada dia visando o benefício da sociedade. Com o propósito de facilitar o processo de ensino e aprendizagem na educação, elas ganham força, mas pode tornar-se um vilão entre os docentes, quando não estimulados a conhecerem, entenderem e utilizarem adequadamente essas ferramentas de forma produtiva.

De acordo com Parcianello e Konzen (2011), no final da década de 1960, a educadora L.G. Kelly proferiu uma frase muito famosa no meio educacional e tecnológico justamente por predizer o futuro, mesmo estando ela num passado relativamente distante: "As máquinas dominam as comunicações no mundo moderno. O ambiente linguístico tem sido recriado artificialmente e o professor e o livro têm sido forçados a se integrarem a esses novos meios de transmissão". Considerando-se essa afirmação, verifica-se a existência de um cordão umbilical entre o homem e a máquina que nunca se rompe, mas se recicla, e a educação, por sua vez, caminha a passos lentos na utilização da tecnologia, ao procurar ganhar novos espaços na aproximação de alunos e professores.

No passado, a prática da docência, com sua formalidade em sala de aula, exigia do professor uma metodologia no processo ensino-aprendizagem baseada apenas na utilização de quadros de giz e livros (também considerados tecnologia), em sua essência, fazendo da aula uma mera transposição didática na qual o professor, na prática do movimento reflexivo, transmitia o conteúdo que era simplesmente absorvido pelo aluno, sem a existência de interatividade.

Diante das novas e crescentes demandas impostas pela sociedade em decorrência da constante e rápida transformação tecnológica, o uso dessas ferramentas tornou-se vital para a otimização de resultados

satisfatórios na prática da docência. A Internet no presente tornou-se o elo entre os atores no processo ensino-aprendizagem, jamais considerando-a como sucessora do livro (este, insubstituível), a exigir, de todos os docentes, mudanças de hábitos e posturas na maneira de ensinar.

Atualmente, não é o professor que ensina, mas o aluno que aprende. De acordo com Torres (2013), hoje, os novos ventos educativos estão finalmente fixando sua atenção na aprendizagem, ou seja, no ponto de vista do aluno, e esse fato marca uma mudança radical na pedagogia, pois, se o objetivo final da educação é a aprendizagem, então, é a partir dela que se avalia o aluno, o professor e o sistema. Considerando-se essa afirmação, pode-se dizer que o bom professor não é aquele que ensina muitas coisas, mas sim o que consegue que seus alunos aprendam efetivamente aquilo que lhes ensinou.

É pressuposto o aluno desenvolver outras competências, tais como: atitudes e valores, e não somente uma assimilação dos conteúdos, valorizando assim cada vez mais a sua sociabilização, interação com o mundo em constante evolução e mudança. Para isso, o papel do professor na sala de aula é cada vez mais descentrado, e este acaba por recorrer à diversidade de situações, experiências e materiais tecnológicos. Nesse aspecto, Masetto, Moran e Behrens (2010, p. 21), entendem que "[...] o papel de transmissor de conhecimento, função desempenhada até quase os dias de hoje, está superado pela própria tecnologia existente".

A necessidade de qualificação do professor para utilizar recursos tecnológicos de forma a aperfeiçoar o processo de ensino-aprendizagem e, consequentemente, a formação profissional nas diferentes áreas é, sem dúvida, um dos principais desafios para aqueles que pretendem utilizar as redes sociais na educação.

Ao tratar de tecnologia aplicada à educação, Marcovitch afirma:

> A informação permeia as ações da universidade. É o objetivo final da pesquisa e o que efetivamente se transmite nas atividades de ensino e de extensão. Descendente direta de estudos exploratórios desenvolvidos há décadas nos laboratórios acadêmicos, a tecnologia da informação volta à universidade como uma espécie de criatura que desafia o

> criador a decifrá-la incessantemente [...] A universidade, como as pessoas, deve «desaprender» certos métodos, embora mantendo intacto o seu cabedal de conhecimentos. Não se trata de renunciar ao passado, mas de preparar-se para o futuro com sabedoria, lançando mão das armas disponíveis.

Não é preciso ser um entusiasta em eletrônica e vídeo para constatar que o movimento transformador que atinge hoje a informação, a comunicação e a própria educação constitui uma profunda revolução tecnológica, e a introdução dos recursos tecnológicos na educação não se restringe apenas à utilização de determinados equipamentos e produtos.

É fundamental que a correta utilização dos recursos tecnológicos seja uma prática consciente do corpo docente, sem restrições e limitações de práticas recomendadas por outros. "A internet não será extinta e novas tecnologias ainda estão a surgir. Com o passar do tempo, muito mais pessoas estarão conectadas à rede mundial, e negar tal fato é como negar a própria evolução da sociedade" (PINHEIRO, 2010, p. 408).

Devido aos novos espaços de informação (diversas mídias, ONGs, Internet, espaços públicos e privados entre outros.), esse novo professor faz a integração entre esses espaços deixando de ser o lecionador para se tornar um "gestor", tendo como função selecionar a informação e construí-la de forma que os alunos possam obter o conhecimento (GADOTTI, 2002, p. 34 *apud* BARROS; MORAIS, 2013).

A grande evolução e utilização das novas tecnologias informacionais vêm provocando transformações radicais nas concepções de ciência, e impulsionam as pessoas a conviverem com a ideia de aprendizagem sem fronteiras e sem pré-requisitos.

Tecnologia e o processo de aprendizagem no ensino superior

Considerando-se a prática consciente do corpo docente no uso correto dos recursos tecnológicos, e diante das novas e crescentes demandas impostas pela sociedade do tempo presente, em constante e rápida transformação, o uso das redes sociais é condição irrestrita na prática da docência.

As redes sociais são estruturas básicas da sociedade, formadas pelas pessoas (nós) e seus relacionamentos (conexões) (FERREIRA, 2005; RECUERO, 2006 *apud* SANTANA, 2014).

Conforme Recuero (2009 *apud* REIS, 2011), rede social é gente, é interação, é troca social. É um grupo de pessoas, compreendido através de uma metáfora de estrutura, a estrutura de rede. Os nós da rede representam cada indivíduo e suas conexões, os laços sociais que compõem os grupos. Esses laços são ampliados, complexificados e modificados a cada nova pessoa que conhecemos e interagimos (RECUERO, 2009 *apud* REIS, 2011).

Embora a utilização de novas tecnologias de mediação eletrônica, como o caso das redes sociais, entusiasme um grande número de alunos, professores e gestores, o seu desenvolvimento cria desafios aos atores do processo educativo. Nesse sentido, Souza (2006) entende que deve haver pertinência e qualidade da aprendizagem em tais contextos, bem como deve-se aperfeiçoar os espaços e as tecnologias para que a aprendizagem aconteça. Outra questão abordada pelo autor é se o uso desses recursos tecnológicos, como as redes sociais, promove um processo efetivo de inclusão social.

A utilização de novos meios eletrônicos de interação, incentivada pela necessidade premente de se aprimorar o processo de ensino-aprendizagem no ensino superior, com as demandas do mercado de trabalho e principalmente do mundo cada vez mais complexo, onde as informações se disseminam em altíssima velocidade, exigem um novo posicionamento no papel de alunos e, principalmente, no papel de professores.

A necessidade de qualificação docente para utilizar recursos tecnológicos de forma a aperfeiçoar o processo de ensino-aprendizagem e, consequentemente, a formação profissional nas diferentes áreas é, sem dúvida, um dos principais desafios para aqueles que pretendem utilizar as redes sociais na educação.

Segundo Perrenoud (2000), no modelo pedagógico que até bem pouco tempo imperava na maioria das universidades brasileiras, onde o aluno era tratado como um receptor de conteúdos, sua tarefa era apenas assimilar e reproduzir, ao invés de problematizar, analisar, refletir, discutir e conversar. Em processos de ensino controladores, com

professores autoritários, pouco se avança na formação de profissionais capazes de atender às necessidades sociais atuais (PERRENOUD, 2000).

Uma das possibilidades de se estabelecerem transformações no sistema educacional consiste em desenvolver processos de comunicação que envolvam as dimensões cognitivas, afetivas, sociais e éticas, entre alunos e professores abertos, democráticos e interativos (MASETTO; MORAN; BEHRENS, 2010). O processo educacional moderno valoriza cada vez mais a interação e a troca de informações entre os atores envolvidos no processo educativo e o estímulo à criatividade em substituição à reprodução passiva de conhecimentos já existentes.

De acordo com Freire (2003), o processo educacional deve propiciar a autonomia, liberdade, cooperação e solidariedade, e pode acontecer com ou sem o uso de novas tecnologias de mediação eletrônica. O que promove o processo educativo é a atitude e o compromisso dos sujeitos em estabelecer processos comunicativos autênticos, considerando os diferentes contextos institucionais, sociais e políticos.

Segundo Kenski (2002), os ambientes de comunicação mediados por computadores com acesso à *internet*, como é o caso das redes sociais, promovem o desenvolvimento de interações educativas mais amplas, que em um passado recente era totalmente impensável, tornando possível combinar momentos presenciais e a distância, nos quais os participantes podem trocar ideias e experiências, vivenciar atividades individuais e grupais, e criar condições para a construção de conhecimentos de forma colaborativa.

Com a chegada da *Web* 2.0, as relações entre as pessoas foram estendidas ao ciberespaço, ambiente em que as redes sociais são sistemas que permitem a interação entre pessoas de diferentes partes do mundo, a criação e o compartilhamento de informações entre seus membros baseadas em algum tipo de relacionamento (MACIEL, 2009; MEIRA *et al*., 2011).

Podemos tentar a síntese dos dois modos de comunicação: o presencial e o virtual, valorizando o melhor de cada um deles. Estar junto fisicamente é importante em determinados momentos fortes: conhecer-nos, criar elos de confiança, afeto. Conectados, podemos realizar trocas mais rápidas, cômodas e práticas. (...) A comunicação virtual permite interações espaçotemporais mais livres, a adaptação a ritmos diferentes dos alunos, novos contatos com pessoas semelhan-

tes, fisicamente distantes, maior liberdade de expressão a distância (MASETTO; MORAN; BEHRENS, 2010, p.57-58).

De acordo com Soares (2003), o aprendizado acontece quando se estabelecem determinadas dinâmicas de troca e relacionamentos, intelectuais e afetivos, com vistas a alcançar objetivos específicos, constituindo-se, assim, as comunidades virtuais. Souza (2006) define as redes sociais como "[...] comunidades de pessoas compartilhando interesses comuns, ideias e relacionamentos, por meio da Internet ou outras redes colaborativas". O mesmo autor observa também que as interações *on-line* promovem um maior grau de profundidade, permitindo a discussão simultânea de diversos tópicos e ampliando as possibilidades, tanto de espaço como de tempo, favorecendo, desta forma, a interação entre os atores do processo ensino-aprendizagem.

Pittamiglio (2004) afirma que, sem dúvida, a utilização das redes sociais como instrumento do processo ensino-aprendizagem cria desafios tanto para docentes quanto para alunos, os quais devem saber: lidar com os equipamentos, navegar na *internet*, desenvolver a capacidade de leitura de hipertextos multimodais, operar *softwares* e assimilar conceitos e vocabulário próprios de uma nova área. As instituições também são mobilizadas a disponibilizar uma infraestrutura física adequada, promover cursos de educação continuada em novas tecnologias e incentivar o uso dos ambientes virtuais.

O docente, como mediador do processo educacional, deve desenvolver flexibilidade e intuição para lidar com a incerteza, a provisoriedade e o volume crescente de informações na sua área de atuação. É urgente a necessidade de formação de educadores que se proponham a lidar com as novas tecnologias de forma crítica e reflexiva para superar resistências e preconceitos, ou, ainda, evitar a ilusão de que esses novos instrumentos *per se* poderiam ser a solução para todos os problemas educacionais da atualidade.

Segundo Silva (2008), os alunos, por sua vez, precisam desenvolver competências, como a busca ativa de informação e senso crítico, além de uma participação responsável no processo de aprendizagem e avaliação. Geralmente, eles apresentam maior familiaridade com essas ferramentas, mas é preciso que também desenvolvam habilidades como: intuição, bom senso, sentido estético, capacidade para selecionar e comparar diante de tantas possibilidades que lhe são oferecidas.

A prática e a importância das redes sociais na educação superior

A utilização das redes sociais na educação torna-se cada vez mais apropriada para melhorar o desenvolvimento da comunicação e envolvimento entre professores e alunos. Desta forma, professores e alunos podem utilizar as redes sociais para trocar experiências, avaliações e conteúdos com informações de aprendizagem em todos os níveis de estudos.

Kolowick (2011) destaca que o uso do e-mail dia a dia está diminuindo pelo fato de que os alunos estão utilizando mensagens de texto via celular e as redes sociais para se comunicarem e, ainda, é mais interessante e divertida a comunicação através das redes sociais do que pelas formas tradicionais de comunicação. Contatar pessoas, compartilhar documentos, sons, imagens ou vídeos, discutir sobre temáticas específicas, são alguns dos atrativos disponibilizados pelas RS, que fazem os usuários interagirem de forma cada vez mais ativa (SANTANA *et al.*, 2009 apud SANTANA, 2014).

As redes sociais facilitam a construção de aprendizado coletivo e apresentam alguns benefícios para a educação no processo ensino-aprendizagem. De acordo com Kolowick (2011): a) promovem a integração e o grau de confiabilidade entre alunos e professores; b) possibilitam o compartilhamento e ampliação de conhecimento fora da sala de aula; e, c) por serem plataformas alternativas de comunicação tanto ao nível professor-aluno, quanto Instituição-alunos.

Embora para muitos professores habituados com a antiga pedagogia, chamada por Paulo Freire de “pedagogia bancária”, possa parecer de difícil aplicação, quando o professor começa a utilizar essas novas tecnologias como aliadas no processo educacional, acaba se estruturando por meio da construção evolutiva da aprendizagem do aluno, em uma troca de conhecimentos, já que se estreita a relação professor-aluno.

Para haver a utilização crítica e com qualidade de toda e qualquer ferramenta tecnológica e em especial das redes sociais, é necessário compreender muito bem os conceitos e os processos, o que vai além do conhecimento técnico das máquinas ou dos programas. Por isso, o recurso às novas tecnologias do ensino pretende muito mais do que

preparar os alunos do ponto de vista daquele que sabe manusear, visa também abrir a possibilidade de diversificar mais e de ambicionar melhores objetivos educacionais. A questão não está no que se aprende, mas no como se aprende. Sendo assim, isso não contribui para perda de identidade, mas antes, pelo contrário, retribui para um reforço de uma identidade que nunca esteve em risco.

Perspectivas acadêmicas e sociais

É indiscutível que o emprego de instrumentos tecnológicos bem utilizados favorece o desenvolvimento do processo educacional em todos os seus níveis de aprendizagem, desde a educação básica até a formação acadêmica. O acesso a essas tecnologias permite que professor e aluno ampliem seus conceitos e estreitem sua relação física e virtual.

De acordo com Parcianello e Konzen (2011), o que se aprende em sala de aula, com especificidades de determinado assunto, pode facilmente ser estudado num âmbito maior, como é o caso das redes sociais onde as interações com um número maior de pessoas se fazem notar outros aspectos ou variáveis desse mesmo assunto, que não foi percebido no ambiente da sala de aula. Isso quer dizer que a tecnologia passa a ser uma extensão da sala de aula na busca por mais conhecimento, já que podem ser propostos novos modos de aprender e ensinar.

Segundo Masetto, Moran e Behrens (2010), com essas novas tecnologias também se desenvolvem processos de aprendizagem à distância. São as listas e os grupos de discussão, é a elaboração de relatórios de pesquisa, é a construção em conjunto de conhecimentos e são os textos espelhando o conhecimento produzido, são os e-mails colocando professores e alunos em contato fora dos horários de aula, é a facilidade de troca de informações e trabalhos à distância e num tempo de grande velocidade, é a possibilidade de buscar dados nos mais diversos centros de pesquisa através da Internet.

Considerações

Num ritmo cada vez mais acelerado e com uma expressiva ascendência na participação de usuários, negar o uso da tecnologia no meio da educação é como negar a cultura com a qual os alunos estão

familiarizados. E, diante de tantas novidades e ambientes para interconexão dos alunos e os demais interlocutores, é necessária a atuação do professor em orientá-los e fazer com que as ferramentas computacionais sejam utilizadas de forma que esse objetivo seja alcançado: a busca do conhecimento através do processo ensino-aprendizagem.

A Internet com sua infinidade de recursos invade irremediavelmente a vida de crianças, jovens, adultos e terceira idade, contribuindo para que o processo de comunicação fique cada vez mais veloz, fazendo com que a informação perca sua validade muito rapidamente. Na educação, manter-se bem informado com essas mudanças é premissa básica de um relacionamento construtivo e interativo entre docentes e discentes, e o domínio e acesso às novas tecnologias é condição *sine qua non* na retenção da atenção dos alunos, maior interação nas atividades acadêmicas, bem como interesse em compartilhar informações, despertando assim o senso crítico de cada envolvido no processo.

As redes sociais estimulam essa comunicação instantânea, mantendo uma sinergia física entre alunos e professores de um modo atrativo, colaborativo, criativo e dinâmico, e os docentes do ensino superior, como mediadores no processo ensino-aprendizagem, devem estar familiarizados com as ferramentas pedagógicas oportunizadas pelas redes sociais, fazendo com que a tecnologia não possa se transformar num obstáculo, mas, sim, facilitar a atividade docente.

Neste capítulo, procurou-se apresentar a importância das redes sociais como instrumento do processo ensino-aprendizagem com a utilização da ferramenta Grupos. ~~e~~ Além disso, seu emprego nas práticas educacionais não deve ser visto como uma substituição completa de aprendizagem tradicional, mas sim como ferramentas alternativas que complementam a experiência educacional fora da sala de aula. ~~e~~ Para uma efetiva e melhor compreensão sobre o tema pesquisado, torna-se necessário a realização de pesquisas complementares com maior profundidade, e metodologias próprias, numa análise quantitativa de muitas questões que permeiam a prática da docência com o uso de tecnologia.

Enfim, é chegada a hora de reciclar o método de ensino em sala de aula. A evolução da comunicação coloca à disposição da sociedade formas dinâmicas de trocar e absorver conhecimentos. E na ponta desse processo estão as instituições de ensino, principalmente as de

ensino superior, que formam novos profissionais, e que devem não só disponibilizar esses recursos, mas instruir seu corpo docente a extrair ao máximo seus benefícios.

Referências

BARROS, C. E. L.; MORAIS, S. A. S. **O professor no processo de ensino aprendizagem:** novas tecnologias, novos caminhos. Disponível em: http://www.atenas.edu.br/faculdade/arquivos/NucleoIniciacaoCiencia/revistas/revist2013/6%20o%20professor%20no%20processo%20de%20ensino%20aprendizagem%20novas%20tecnologias,%20novos%20caminhos.pdf. Acesso em: 5 jun. 2015.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia:** saberes necessários à prática educativa. 25. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2003.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

KENSKI, V. M. Processos de interação e comunicação mediados pelas tecnologias. *In*: ROSA, D.; SOUZA, V. (org.). **Didática e práticas de ensino**: interfaces com diferentes saberes e lugares formativos. Rio de Janeiro: DP&A, 2002.

KOLOWICH, S. How will students communicate? **Inside Higher Ed**, 6 Jan. 2011. Disponível em: http://www.insidehighered.com/news/2011/01/06/college_technology_officers_consider_changing_norms_in_student_communications. Acesso em: 05 jun. 2015.

LÜDKE, Menga; ANDRÉ, Marli E.D.A. **Pesquisa em educação**: abordagens qualitativas. São Paulo: EPU, 1999.

MACIEL, C. **A internet como ferramenta educacional**. Cuiabá: UFMT/UAB, 2009. 159 p.

MARCOVITCH, J. Universidade e inovação tecnológica. **Revista Iberoamericana de Educação**, n. 21, Set./Dic. 1999. Disponível em: http://www.campus-oei.org/revista/rie21a0305.htm. Acesso em: 27 maio 2015.

MASETTO, Marcos T.; MORAN, José Manuel; BEHRENS, Marilda Aparecida. **Novas Tecnologias e mediação pedagógica**. 17. ed. São Paulo: Editora Papirus, 2010.

MEIRA, S. R. L.; COSTA, R. A.; JUCÁ, P. M.; SILVA, M. E. Redes Sociais. *In*: PIMENTEL, M.; FUKS, H. **Sistemas Colaborativos**. Rio de Janeiro: Editora Campus, 2011.

PARCIANELLO, Leudemila; KONZEN, Paulo C. **Docência no ensino superior**: o uso das novas tecnologias na formação de professores na licenciatura. Disponível em: http://www.arcos.org.br/artigos/docencia-no-ensino-superior-o-uso-das-novas-tecnologias-na-formacao-de--professores-na-licenciatura. Acesso em: 01 jun. 2015.

PERRENOUD, P. **10 novas competências para ensinar**. Porto Alegre: Artmed, 2000.

PINHEIRO, Patrícia Peck. **Direito Digital.** 4. ed. São Paulo: Editora Saraiva, 2010.

PITTAMIGLIO, S.E.L. **Novas tecnologias e a prática docente**: um estudo a partir do livro-texto digital "Aprendendo a estudar". São Paulo, 2004. 112 f. Dissertação (Mestrado Profissional) – Centro de Desenvolvimento do Ensino Superior em Saúde, Universidade Federal de São Paulo.

REIS, Allan. **Redes Sociais**: a importância de sua utilização como ferramenta de ensino em instituições acadêmicas. 2011. Disponível em: http://pt.slideshare.net/AllanReis1/redes-sociais-a-importncia-de-sua--utilizao-como-ferramenta-de-ensino-em-instituies-acadmicas-apresentao. Acesso em: 05 jun. 2015.

SANTANA, E. C. **Ambientes Virtuais de Aprendizagem e Redes Sociais**: sobre complementos, realizações e possibilidades. Cuiabá, 2014. 102 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Programa de Pós--Graduação em Educação, Instituto de Educação, Universidade Federal de Mato Grosso.

SILVA, Siony. **Ambiente virtual de aprendizagem e a educação** à distância. 2008. Disponível em: www4.uninove.br/ojs/index.php/dialogia/article/viewFile/1285/1539. Acesso em: 28 nov. 2011.

SOARES, I.O. EAD como prática educomunicativa: emoção e racionalidade operativa. *In*: SILVA, M. (org.). **Educação on-line**: teorias, práticas, legislação e formação corporativa. São Paulo: Loyola, 2003. p.95-109.

SOUZA, R.R. Algumas considerações sobre as abordagens construtivistas para utilização de tecnologia na educação. **Liinc Rev.**, v. 2, n. 1,

p. 40-52, 2006. Disponível em: http://www.ibict.br/liinc/viewarticle.php?id=25&layout= abstract. Acesso em: 7 nov. 2011.

THOMAS, J. R.; NELSON, J. K.; SILVERMAN, S. J. **Métodos de pesquisa em atividade física**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2007.

TORRES, R. M. **Ensinar e Aprender**: duas coisas diferentes. Disponível em: http://www.redemulher.org.br/rosa.htm. Acesso em: 27 maio 2015.

VYGOTSKY, L.S. **Pensamento e linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 1998.

Desempenho de frangos de corte tratados com antibióticos promotores de crescimento sob estresse térmico crônico

Weskley da Silva Cotrim
Lúcio Alberto de Miranda Gomide

As condições climáticas de criação são um dos fatores que mais afetam as aves, por comprometer a manutenção da homeotermia (OLIVEIRA *et al.*, 2006a). Quando a temperatura e umidade ambiente excedem a zona de conforto térmico, as aves diminuem sua capacidade de troca de calor com o ambiente, levando a alterações metabólicas compensatórias. Como consequência, em animais submetidos ao estresse térmico crônico, é observada redução na ingestão de alimentos, no ganho de peso, e piora na conversão alimentar (MAMPUTU *et al.*, 1992; BONNET *et al.*, 1997; CHENG *et al.*, 1997; YUNIANTO *et al.*, 1997; YUNIANTO *et al.*, 1999; BARTLETT; SMITH, 2003; GONZALEZ-ESQUERRA; LEESON, 2005; OLIVEIRA *et al.*, 2006a; LU *et al.*, 2007; ABDELATIF; ELKHAIR, 2009).

Nos eventos de longa duração (estresse térmico crônico), o sistema homeostático das aves induz modificações fisiológicas adaptativas, como a redução do peso de órgãos metabolicamente ativos (coração, fígado e moela), o que provoca alteração na demanda energética dessas aves, visto que o gasto energético desses órgãos é maior que aquele observado no tecido esquelético (BALDWIN *et al.*, 1980; HORNICK *et al.*, 2000).

Nos eventos de longa duração, observa-se ainda alterações fisiológicas tais como manutenção de altos níveis plasmáticos do hormônio corticosterona, o que provoca aumento na relação heterofilos/linfócitos, redução nos níveis totais de anticorpos primários e secundários, modificação no metabolismo de glicose, aumento na deposição de gordura abdominal, alterações no metabolismo de minerais, ocorrência de doenças cardiovasculares, hipercolesterolemia, lesões gastroin-

testinais, diminuição na deposição de proteína muscular e aumento do turnover proteico, e alterações no sistema imune (YUNIANTO *et al.*, 1997; YUNIANTO *et al.*, 1999; BARTLETT; SMITH, 2003; VIRDEN; KIDD, 2009). Essas modificações trazem sérios impactos no desempenho produtivo das aves, além de comprometer a capacidade do sistema imune de combater doenças de origem microbiana, o que pode permitir a instalação de infecções subclínicas, oriundas da contaminação das aves por bactérias e vírus presentes na cama, na ração, na água e no ar (ROURA *et al.*, 1992; BARTLETT; SMITH, 2003; COSTA *et al.*, 2007; MOURA-OLIVEIRA *et al.*, 2008).

A administração de antibióticos como promotores de crescimento (APC) tem sido prática comum na produção animal como forma de reduzir a pressão exercida pelas doenças subclínicas de origem microbiana sobre o desempenho produtivo das aves. Diversos trabalhos têm associado a ingestão de antibióticos promotores de crescimento (APC) com o aumento da produtividade de animais de corte (ROURA *et al.*, 1992; DIBNER; RICHARDS, 2005).

Pelo exposto, esse estudo foi conduzido com o objetivo de avaliar o efeito do estresse térmico e do uso de antibióticos na ração sobre o desempenho e o rendimento de cortes nobres e de órgãos de frangos de corte.

Métodos utilizados

Foram utilizados 320 frangos de corte machos, da linhagem Cobb, vacinados contra as doenças de Marek e Bouba aviária e criados, a partir do primeiro dia de idade, por 42 dias. Na primeira fase as aves foram alojadas em 32 gaiolas dispostas em baterias metálicas (10 aves por gaiola), de área igual a 0,72 m^2/compartimento, dotadas de comedouros e bebedouros tipo calha. As baterias metálicas possuíam piso telado, possibilitando a eliminação de resíduos (fezes, urina e ração não consumida). Após a primeira fase de criação as aves de cada gaiola foram pesadas e, para que a competição entre aves por ração não fosse exacerbada, retirou-se três aves que mais destoavam da média de peso. Assim, para a segunda fase de criação, cada gaiola continha sete aves. As 32 gaiolas foram divididas em quatro tratamentos constituídos por duas condições térmicas de criação (CTC) e pela administração ou não de antibiótico.

Para estabelecimento das condições térmicas de criação (CTC) as gaiolas metálicas foram colocadas em duas câmaras climatizadas, de forma a constituir dois grupos experimentais: um com conforto térmico (CT) e outro sob desconforto térmico (DT). Ambos os grupos foram submetidos a programa de luz contínuo (24 horas de luz artificial) durante todo período experimental, utilizando-se lâmpadas fluorescentes. O monitoramento da temperatura e umidade relativa do ar de cada sala foi realizado por meio de termômetros de máxima e mínima, bulbos seco e úmido e de globo negro, mantidos no centro da sala. As leituras da temperatura e umidade relativa foram realizadas diariamente, às 8h e às 18h, durante todo o período experimental.

Durante a criação, metade dos frangos/gaiolas de cada condição térmica de criação (CTC) recebeu dieta contendo antibiótico (Avilamicina) e metade recebeu dieta sem antibiótico. As aves foram alimentadas com rações formuladas à base de milho e farelo de soja, seguindo as recomendações em Rostagno *et al.* (2000).

O fornecimento de ração e água foi à vontade, sendo a água trocada duas vezes ao dia. Os animais foram pesados nos dias 1 e 42; o ganho de peso foi obtido pela diferença de pesagem. Calculou-se o consumo de ração ao final do experimento (1 a 42 dias de idade) pela diferença entre a quantidade de ração fornecida e as sobras de rações experimentais, pesadas a cada três dias.

A partir dos dados de consumo de ração e ganho de peso, foram calculadas as conversões alimentares (relação entre consumo de ração e ganho de peso) das aves vivas no período de 1 a 42 dias de idade.

O delineamento adotado foi o inteiramente ao acaso, com arranjo fatorial 2 X 2, em que os fatores são condição térmica de criação (CTC), em dois níveis (conforto [CT] e desconforto térmico [DT]), e uso antibióticos (ANT), também em dois níveis (com antibióticos [CANT] e sem antibióticos [SANT]). Para os dados de desempenho zootécnico considerou-se oito repetições, com duas aves mais homogêneas de cada gaiola constituindo uma repetição, uma vez que dentro de cada gaiola costuma haver competição pelo acesso à ração.

Os dados foram analisados no software SAS®, versão 9.1 licenciada para a Universidade Federal de Viçosa, através de análise de variância (ANOVA) e médias comparadas pelo teste F, adotando-se o nível de 5% de probabilidade.

Discussões

Na Tabela 1 são apresentados os resultados para o desempenho produtivo das aves no período de 1 a 42 dias de idade. Exceto para o consumo de ração final (CR) (P<0,05), para as demais variáveis estudadas não houve interação significativa (P>0,05) entre as condições térmicas de criação (CTC) e uso de antibiótico (ANT).

Tabela 1 - Desempenho de frangos de corte mantidos em diferentes condições térmicas de criação (CTC) de 1 a 42 dias de idade, tratados ou não com antibióticos.

Índices	nº	Condição Térmica de Criação				Antibióticos				P(F)	
		Conforto	±DP	Desconforto	±DP	SANT	±DP	CANT	±DP	CTC	ANT
CR (g)	16	4263,50	104,26	3086,31	169,53	3690,12	563,19	3659,69	678,97	<0,0001*	0,5251^{ns}
GP (g)	16	2828,06	85,58	1902,25	144,97	2392,93	469,47	2337,38	513,26	<0,0001*	0,1942^{ns}
CA	16	1,51	0,05	1,62	0,05	1,57	0,08	1,59	0,07	<0,0001*	0,2215^{ns}

CR: Consumo de ração; GP: Ganho de peso; CA: Conversão Alimentar; DP: Desvio padrão; CTC: Condição térmica de criação; ANT: Antibiótico; SANT: Sem Antibiótico; CANT: Com Antibiótico; P(F): Probabilidade de F. * Significativo ^{ns} Não significativo

As aves criadas em ambiente de conforto térmico apresentaram maior ganho de peso no período de 1 a 42 dias (P<0,01) quando comparadas àquelas criadas em desconforto térmico. O grupo de animais criados em ambiente de desconforto térmico apresentou maior conversão alimentar (p<0,01) medido no período de 1 a 42 dias. Resultados semelhantes também foram observados por outros autores, sendo associada a redução no ganho de peso com a redução no consumo de ração (MENDES *et al.*, 1997; COOPER; WASHBURN, 1998; OLIVEIRA-NETO *et al.*, 2000; TEMIM *et al.*, 2000; OLIVEIRA *et al.*, 2006a). Oliveira *et al.* (2006a) associaram a piora na conversão alimentar ao aumento do gasto energético para dissipação do calor corporal. Entretanto, outros autores argumentam que o estresse térmico promove alterações significativas no turnover proteico. Esse aumento no turnover proteico é caracterizado pelo aumento na taxa de síntese proteica, aumentando o consumo de alimentos, e aumento na taxa de degradação proteica, contribuindo para a redução na taxa de deposição muscular, o que pode explicar parte da redução do ganho de peso e piora na conversão alimentar (YUNIANTO *et al.*, 1997; YUNIANTO *et al.*, 1999). Yunianto *et*

al. (1997) relacionaram o aumento na concentração plasmática do hormônio corticosterona, hormônio normalmente associado com quadros de estresse crônico em aves, com o aumento na taxa de degradação e síntese proteica. Por outro lado, Temim *et al.* (2000) relacionaram o estresse térmico crônico com a redução na taxa de síntese proteica, o que explicaria a baixa eficiência de deposição muscular nessas condições.

O uso de antibióticos não influenciou o desempenho produtivo das aves (P>0,05), exceto no desconforto térmico, no qual o consumo de ração, aos 42 dias de idade, foi 4,2% menor no grupo tratado com antibióticos (P<0,05) (Tabela 2). Embora tenha sido observada redução no consumo de ração nas aves criadas em desconforto térmico e que receberam antibióticos na ração, não foi observada diferença no ganho de peso e conversão alimentar das mesmas. O uso do antibiótico pode ter permitido um melhor aproveitamento dos nutrientes, por reduzir a microbiota intestinal, permitindo assim que tanto os frangos que receberam antibióticos quanto o grupo controle não apresentassem diferenças no ganho de peso e conversão alimentar, quando criados em ambiente de desconforto térmico.

Considerações

O estresse térmico crônico exerce efeito negativo sobre o desempenho produtivo de frangos de corte, afetando negativamente o ganho de peso, a conversão alimentar.

O uso de antibióticos pouco interferiu sobre o desempenho produtivo das aves, provavelmente em função do baixo desafio sanitário ocorrido durante a criação das aves.

Referências

ABDELATIF, A. M.; ELKHAIR, N. M. Effects of seasonal change in the thermal environment on physiological responses of unsexed broilers to dietary supplementation of antithyroid drug carbamizole. **Middle-East Journal of Scientific Research,** v. 4, n. 2, p. 122-126, 2009.

BALDWIN, R. L.; SMITH, N. E.; TAYLOR, J.; SHARP, M. Manipulating metabolic parameters to improve growth rate and milk secretion. **Journal of Animal Science,** v. 51, p. 1416-1428, 1980.

BARTLETT, J. R.; SMITH, M. O. Effects of different levels of zinc on the performance and immunocompetence of broilers under heat stress. **Poultry Science,** v. 82, p. 1580-1588, 2003.

BONNET, S.; GERAERT, P. A.; LESSIRE, M.; CARRE, B.; GUILLAUMIN, S. Effect of high ambient temperature on feed digestibility in broilers. **Poultry Science**, v. 76, p. 857-863, 1997.

CHENG, T. K.; HAMRE, M. L.; COON, C. N. Protein levels and amino acid supplementation to low protein diets at various environmental temperatures. **Journal of Applied Poultry Research,** v. 6, p. 18-33, 1997.

COOPER, M. A.; WASHBURN, K. W. The relationships of body temperature to weight gain, feed consumption, and feed utilization in broilers under heat stress. **Poultry Science,** v. 77, p. 237-242, 1998.

COSTA, P. M. D.; OLIVEIRA, M.; BICA, A.; VAZ-PIRES, P.; BERNARDO, F. Antimicrobial resistence in *Enterococcus* spp. and *Escherichia coli* isolated from poultry feed and feed ingredients. **Veterinary Microbiology**, v. 120, p. 122-131, 2007b.

DIBNER, J. J.; RICHARDS, J. D. Antibiotic growth promoters in agriculture: History and mode of action. **Poultry Science,** v. 84, p. 634-643, 2005.

GONZALEZ-ESQUERRA, R.; LEESON, S. Effects of acute versus chronic heat stress on broiler response to dietary protein. **Poultry Science,** v. 84, p. 1562-1569, 2005.

HORNICK, J. L.; EENAEME, C. V.; GÉRARD, O.; DUFRASNE, I.; ISTASSE, L. Mechanisms of reduced and compensatory growth. **Domestic Animal Endocrinology,** v. 19, p. 121-132, 2000.

LU, Q.; WEN, J.; ZHANG, H. Effect of chronic heat exposure on fat deposition and meat quality in two genetic types of chicken. **Poultry Science,** v. 86, p. 1059-1064, 2007.

MAMPUTU, M.; CUNNINGHAM, D. L.; BUHR, R. J. Performance of turkeys subjected to day and night feeding programs during heat stress. **Journal of Applied Poultry Research,** v. 1, p. 296-299, 1992.

MENDES, A. A.; WATKINS, S. E.; ENGLAND, J. A.; SALEH, E. A.; WALDROUP, A. L.; WALDROUP, P. W. Influence of dietary lysine levels and arginine:lysine ratios on performance of broilers exposed to heat or

cold stress during the period of three to six weeks of ages. **Poultry Science,** v. 76, p. 472-481, 1997.

MOURA-OLIVEIRA, K. A. D.; MENDONÇA, R. C. S.; ANDRADE, N. J. D.; ALBINO, L. F. T. Ocorrência de Campylobacter no ambinente de criação de frango de corte. **Revista Ceres,** v. 55, n. 6, p. 556-561, 2008.

OLIVEIRA-NETO, A. R. D.; OLIVEIRA, R. F. M. D.; DONZELE, J. L.; ROSTAGNO, H. S.; FERREIRA, R. A.; MAXIMIANO, H. D. C.; GASPARINO, E. Efeito da temperatura ambiente sobre o desempenho e características de carcaça de frangos de corte alimentados com dieta controlada e dois níveis de energia metabolizável. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v. 29, n. 1, p. 183-190, 2000.

OLIVEIRA, G. A.; OLIVEIRA, R. F. M. D.; DONZELE, J. L.; CECON, P. R.; VAZ, R. G. M. V.; ORLANDO, U. A. D. Efeito da temperatura ambiente sobre o desempenho e as características de carcaça de frangos de corte dos 22 aos 42 dias. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v. 35, n. 4, p. 1398-1405, 2006.

ROURA, E.; HOMEDES, J.; KLASING, K. C. Prevention of immunologic stress contributes to the growth-permitting ability of dietary antibiotics in chicks. **Journal of Nutrition,** v. 122, p. 2383-2390, 1992.

TEMIM, S.; CHAGNEAU, A.-M.; PERESSON, R.; TESSERAUD, S. Chronic heat exposure alters protein turnover of three different skeletal muscles in finishing broiler chickens fed 20 or 25% protein diets. **The Journal of Nutrition,** v. 130, p. 813-819, 2000.

VIRDEN, W. S.; KIDD, M. T. Physiological stress in broilers: Ramifications on nutrient digestibility and responses. **Journal of Applied Poultry Research,** v. 18, p. 338-347, 2009.

YUNIANTO, V. D.; HAYASHI, K.; KANEDA, S.; OHTSUKA, A.; TOMITA, Y. Effect of environmental temperature on muscle protein turnover and heat production in tube-fed broiler chickens. **British Journal of Nutrition,** v. 77, p. 897-909, 1997.

YUNIANTO, V. D.; TANIGUCHI, N.; OHTSUKA, A.; HAYASHI, K. Effect of environmental temperature on heat production and muscle protein turnover in layer chickens. **Japonese Poultry Science,** v. 36, p. 219-228, 1999.

O tamanho da classe afeta o desempenho dos alunos? Experiência com a disciplina Engenharia Econômica na Unemat

Carla Cristina Rosa de Almeida
Cinthia Serenotti

Um tema recorrente em discussões acadêmicas é a influência do tamanho das turmas no desempenho dos alunos. Existe um consenso entre professores e alunos que acreditam que turmas menores facilitam o entendimento das disciplinas e, dessa forma, permite aos alunos terem um desempenho melhor. Apesar dessa crença, existem poucos estudos sobre este tema, especialmente em relação ao ensino superior. No Brasil, todos os estudos existentes estão relacionados ao ensino básico ou médio e apresentam um resultado semelhante ao encontrado em estudos internacionais, que não encontram evidências de que o tamanho da turma realmente influencia no desempenho dos alunos.

Na literatura internacional, a maioria dos trabalhos enfocam o ensino fundamental e poucos abordam o ensino superior, mesmo porque em muitos países desenvolvidos é consolidado o sistema de grandes turmas nos cursos de graduação. No Brasil, o baixo nível de rendimento de grande parte dos alunos matriculados nas universidades, em parte, devido à baixa qualidade do ensino fundamental e médio, torna a problemática relevante, no sentido de que é preciso encontrar formas pedagógicas de lidar com alunos com dificuldades de aprendizagem.

Nesse sentido, o objetivo ora apresentado é verificar se existe diferença no desempenho dos discentes, em decorrência do tamanho da classe. A hipótese inicial é que turmas menores tendem a ter maior percentual de aprovação e maior média de nota final. Para tanto, utilizou-se a experiência de docência das autoras ao ministrarem a disciplina Engenharia Econômica, no curso de Engenharia de Produção Agroindustrial da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), entre 2006 e 2013.

Dessa forma, este capítulo está estruturado da seguinte forma. Após esta introdução, a seção 2 traz uma revisão bibliográfica sobre trabalhos empíricos que avaliaram o desempenho escolar e de universitários considerando o tamanho das turmas. Na seção 3, demonstra-se a metodologia, enquanto as seções 4 e 5 trazem, respectivamente, os resultados e as conclusões.

Revisão bibliográfica

É reconhecida a importância da educação no desenvolvimento econômico, inclusive como justificativa dos investimentos públicos. Porém, acerca dos fatores que influenciam na qualidade do ensino não existe consenso e, particularmente no caso dos tamanhos das turmas, os diversos estudos chegam a conclusões divergentes. Esse debate sobre os fatores que influenciam o rendimento escolar tem estimulado diversas pesquisas, não somente na área de Educação, mas em outras áreas do conhecimento. Especificamente sobre número ideal de alunos por classe, não existe consenso na literatura. A defesa da redução das turmas baseia-se, em geral, no argumento de que

> [...] quanto menor a turma, melhores condições tem o professor para se dedicar e acompanhar individualmente seus alunos, flexibilizando suas estratégias e ritmos de acordo com as necessidades individuais, e ampliando, dessa forma, o leque de possibilidades e oportunidades educacionais para os alunos. (WAISELFISZ, 2000, p. 11).

De acordo com Waiselfisz (2000), mesmo entre os que defendem a redução das turmas, colocam a questão do alto custo econômico da implementação de políticas públicas nessa direção, sob o argumento de que os recursos poderiam ser utilizados em fatores de maior influência no rendimento. Por outro lado, extensa literatura internacional aponta evidências contrárias e, no Brasil, a maioria dos trabalhos não encontraram evidências empíricas sobre os benefícios do número reduzidos de alunos por turma.

Na literatura internacional, o trabalho de Crahay (2007) traz uma revisão das pesquisas empíricas sobre os procedimentos pedagógicos

utilizados para aperfeiçoar o ensino de alunos nos primeiros anos de escolares. Especificamente sobre a eficácia de reduzir o tamanho das turmas, apresenta dois estudos experimentais realizados nos Estados Unidos, ou seja, em que os alunos são distribuídos aleatoriamente entre as salas de aula. A principal contribuição de Glass *et al.* (1982 *apud* CRAHAY, 2007) foi verificar que a relação entre rendimento escolar e tamanho de classe é logarítmica, na qual o efeito da redução do número de alunos vai diminuindo conforme o tamanho da turma aumenta.

Por sua vez, Molnar (1999 *apud* CRAHAY, 2007, p. 189) "acompanhou os mesmos alunos até o fim do ensino superior e desse modo avaliou os benefícios a longo prazo da frequência a uma classe de tamanho pequeno durante quatro anos". Observou efeitos positivos no rendimento inclusive no nível superior em todas as classes sociais e que os alunos mais vulneráveis são os maiores beneficiados em comparação aos demais. O estudo de Picketty (2004 *apud* CRAHAY, 2007), na França, confirma esse último resultado.

No Brasil, Waiselfisz (2000) traz um estudo desenvolvido pelo Fundescola/Ministério da Educação, cujo objetivo foi verificar o quanto os aspectos físicos da escola influenciam no rendimento dos estudantes do ensino fundamental das zonas prioritárias das regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste. A partir de dados de mais de 4.400 turmas, disponibilizados pelo Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB) de 1997, não encontrou evidências de que salas de aula menores melhoram o desempenho dos alunos nas provas do SAEB.

Por sua vez, Camargo (2012) estimou os efeitos do aumento do número de alunos por turmas no ensino fundamental do Rio Grande do Sul, a partir de suas notas obtidas na Prova Brasil de 2007. A motivação foi a política de 'enturmação' realizada pela Secretaria Estadual de Educação, cuja proposta foi uniformizar o tamanho das turmas, tendo em vista o grande número de turmas com poucos alunos. Como a decisão foi exógena aos diretores das escolas, foi possível estimar um modelo de variável instrumental e outro de regressão descontínua, cujos resultados foram inconclusivos em relação a mudança no desempenho.

Em termos de avaliação de custo-benefício da redução da proporção professor-aluno, destaca-se o trabalho de Oliveira (2010), que utilizou dados do SAEB de 2005. Através do método de *propensity score matching*:

> Os resultados indicaram que a ampliação da jornada escolar de quatro para cinco horas possui a maior razão benefício-custo, comparativamente às políticas de redução do tamanho da classe, quando as classes têm 33 alunos ou menos. Para classes maiores, a política de redução das classes é mais custo-efetiva. (OLIVEIRA, 2010, p. 18).

Nos estudos sobre desempenho nas universidades, destacam-se os trabalhos de Chatman (1997), Hill (1998) e Saunders (1998). De modo geral, professores e alunos preferem turmas menores, pois acreditam que classes menores estimulam o aprendizado e concentração dos alunos. Segundo Chatman (1997), o tamanho das turmas pode variar de acordo com a interação necessária na sala de aula, isto é, turmas que requerem participação ativa dos alunos são menores. Embora existam evidências de que o rendimento nessas turmas menores seja superior ao de turmas grandes, neste caso, os dados obtidos não são suficientes para que se faça uma generalização de que o desempenho de turmas menores sempre será melhor do que de turmas maiores. Em oposição, Saunders (1998) defende que turmas maiores possuem melhor desempenho que turmas menores, pois tanto a convivência como a concorrência entre os estudantes incentivam estes a ser esforçarem mais e, consequentemente, o desempenho dessas turmas é melhor.

Hill (1998) em seu estudo também analisa a influência do tamanho das turmas em relação ao seu desempenho e chega a um resultado parecido com o de Saunders (1998), ou seja, as turmas maiores apresentaram um desempenho um pouco melhor. Apesar disso, a diferença entre os resultados não é significativa para se afirmar que o tamanho das turmas influencia no seu desempenho. Além disso, o método de ensino aplicado em cada amostra foi diferente, em turmas pequenas os professores eram doutorandos e ministravam apenas aulas teóricas; já nas turmas maiores, os professores eram doutores com experiência e também ministravam laboratórios. Uma vez que as outras variáveis não foram homogêneas, o resultado obtido relacionado ao tamanho da turma não pode ser conclusivo. A dificuldade em se isolar a variável de análise é um dos motivos declarados pelos pesquisadores este resultado.

Metodologia

A realização da pesquisa ampara-se em dados quantitativos para analisar se existe diferença entre o desempenho médio dos discentes de Engenharia Econômica em decorrência do número de alunos em sala de aula, cuja análise será realizada através de uma amostra. O objeto de estudo são as turmas de Engenharia Econômica do curso de Engenharia de Produção Agroindustrial da UNEMAT, Campus de Barra do Bugres, no período entre 2006 e 2013.

A fonte de dados principal consiste nas planilhas de notas dos alunos, bem como nos planos de ensino, com objetivo de analisar se houve mudança na metodologia de ensino e/ou avaliação no período em estudo. As autoras têm acesso a tais informações porque foram as professoras, em semestres distintos, das turmas analisadas. Além disso, cabe ressaltar que a identidade dos alunos é mantida em sigilo.

A variável observada é o desempenho dos alunos, cujas proxies são a média de notas finais e a taxa de aprovação das turmas. Para a variável explicativa, que é o tamanho da turma, adotou-se o seguinte critério: turma pequena caracteriza grupos com 30 ou menos estudantes matriculados, enquanto turma grande são aquelas com mais de 35 estudantes. Além do tamanho da sala, considera-se ainda, na análise, as diferenças em termos de metodologia de ensino e de avaliação. Quanto a avaliação, a principal mudança foi em relação ao número de avaliações e tipo de avaliação, ou seja, se consistem em provas, trabalhos e/ou listas de exercícios.

Assim, obteve-se a uma amostra composta de dez turmas, sendo cinco turmas de tamanho grande, e cinco pequenas. A análise dos dados foi realizada através de estatísticas descritivas para verificar a hipótese de diferença de médias entre as turmas pequenas e grandes.

Discussões

A Tabela 1 apresenta as características da amostra, tais como número de alunos, número de avaliações, nota média final e percentual de alunos aprovados no período letivo, segundo cada uma das dez turmas selecionadas. Ao todo, observa-se que as duas primeiras turmas foram anuais e as demais semestrais, essa mudança ocorreu devido a alteração do projeto pedagógico do curso, que incluiu a mudança dos

períodos letivos anuais para semestrais. Todas as variáveis mudam significativamente ao longo do tempo: a menor turma foi composta por 23 alunos, no semestre letivo 2009.01, contra 52 alunos da maior turma, do período anual 2007.02-2008.01. O total de avaliações também variou entre duas (2011.01) e sete (2007.02-2008.01) avaliações, enquanto a taxa de aprovação alterou-se de 26,32% (2006.02-2007.01) a 82,14% (2013.01).

Tabela 1: Características gerais da amostra

Período letivo	Número de alunos	Média final	Desvio padrão da média final	Número de avaliações	Taxa de aprovação (%)
2006.02-2007.01	38	3,73	0,45	6	26,32
2007.02-2008.01	52	5,13	0,40	7	65,38
2008.02	26	4,97	0,54	4	69,23
2009.01	23	4,43	0,48	4	43,48
2009.02	27	4,53	0,50	4	44,44
2010.01	49	4,28	0,38	3	44,90
2010.02	29	3,33	0,57	3	37,93
2011.01	49	4,39	0,41	2	48,98
2013.01	28	5,82	0,51	3	82,14
2013.02	36	6,07	0,39	3	80,56

Fonte: Elaboração própria.

Na média, o número de alunos por turma foi de 38,67 e o número de avaliações foi de 3,98. Por sua vez, a nota média final foi de 4,66, abaixo da média de aprovação da universidade, que é sete – para alunos aprovados sem de prova final – e cinco, no caso de realização de prova final. Esse resultado está em conformidade com a baixa taxa de média de aprovação, igual a 54,06%. Os resultados são demonstrados na Tabela 2.

Tabela 2: Estatísticas descritivas da amostra

Descrição	Nota final média	
	Média	Desvio padrão
Número de alunos por turma	38,67	0,56
Número de avaliações	3,98	0,09
Nota final	4,66	0,15
Taxa de aprovação (%)	54,06	0,92

Fonte: Elaboração própria.

No que tange à comparação entre turmas grandes (maiores do que 35 alunos) e pequenas (menores do que 30), os dados não revelam diferença de desempenho. Ambas as médias são abaixo do mínimo requerido à aprovação, com diferença de apenas 0,09 ponto a favor da turma grande, conforme Tabela 3. Já a taxa de aprovação é menor para essas turmas, igual a 53,13%, em comparação às pequenas, equivalente a 55,64%.

Dado que o tamanho da turma não parece influenciar no desempenho dos alunos, optou-se por verificar se existe alguma diferença decorrente da modalidade de ensino e do número de avaliações. No que diz respeito às notas médias finais, não se encontra evidências de diferenças para ambos os casos. Porém, a taxa de aprovação aumenta ligeiramente para as turmas semestrais, com o 55,81% dos alunos aprovados, em comparação a 48,89% das turmas anuais.

Tabela 3: Nota média final e taxa de aprovação segundo características da disciplina

Descrição	Nota final média		Taxa de aprovação (%)	
	Média	Desvio padrão	Média	Desvio padrão
Tamanho da turma				
Pequena (<30 alunos)	4,61	0,24	55,64	1,52
Grande (>35 alunos)	4,70	0,19	53,13	1,15
Modalidade				
Anual	4,54	0,31	48,89	2,04
Semestral	4,71	0,17	55,81	1,00

Número de avaliações				
Duas	4,39	0,41	48,98	0,00
Três	4,85	0,24	59,86	1,65
Quatro	4,65	0,29	52,63	1,38
Seis	3,73	0,45	26,32	0,00
Sete	5,13	0,40	65,38	0,00

Fonte: Elaboração própria.

Esse resultado pode estar vinculado tanto à mudança do período letivo, de anual para semestral, como às modificações nos métodos de ensino que ocorreram entre as turmas anuais, que foram as duas primeiras, e as semestrais. Em geral, os planos de ensino não foram alterados nesse período em relação ao conteúdo, mas houve mudanças relacionadas à técnica de ensino e forma de avaliação. No início do período analisado, as aulas eram principalmente teóricas, com o passar do tempo percebeu-se a necessidade de resolução de exercícios em sala.

Com relação à avaliação, esta era feita por meio de provas, listas de exercícios e um exercício prático de viabilidade econômica. Esse método foi sendo alterado na medida em que as listas de exercício deixaram de ser um método avaliativo e passaram a ser um método de fixação de conteúdo. Todas as mudanças realizadas tiveram como objetivo melhorar o entendimento do conteúdo da disciplina e o desempenho dos alunos.

Como resultado, observou-se uma melhora no desempenho à medida que se passou a ter mais resoluções de exercícios em sala de aula, e não como forma avaliativa. Embora a nota média final não tenha sido alterada, o desempenho em função das mudanças didáticas é refletido no maior percentual de acadêmicos aprovados. Contudo, não se pode concluir que essa é a única razão para variação no desempenho, pois ocorreu de forma simultânea a mudança no projeto pedagógico do curso, que alterou o período letivo de anual para semestral, como já mencionado.

Considerações

A pesquisa não encontrou evidências de que o tamanho da turma afeta o desempenho acadêmico, tanto através da nota média final, como do percentual de alunos aprovados, em conformidade com a maior parte dos estudos apresentados. Contudo, independentemente do tamanho da turma, verificou-se um aumento na taxa de aprovação quando se compara as turmas anuais com as semestrais, a favor dessas últimas. Tal resultado pode estar relacionado tanto com a apresentação do conteúdo em um menor período de tempo (passagem de ano para semestre), quanto com as mudanças nos métodos avaliativos promovidos pelas docentes. Como os dois fatores ocorreram em conjunto, não é possível isolar os efeitos e concluir qual deles influenciou realmente a mudança de desempenho.

Outra limitação, e talvez a principal desse tipo de estudo, é o fato de que os estudantes não são os mesmos ao longo do tempo. Em outras palavras, não é possível avaliar o desempenho do mesmo aluno em ambas as situações: medir sua nota/aprovação em sala grande e, posteriormente, comparar com o desempenho desse mesmo aluno caso estivesse cursando a disciplina em turma pequena. Essa restrição, comum em pesquisas não aleatórias, causam o problema de variável omitida, que, consequentemente, tornam o resultado viesado.

Nos casos de desempenho, seja acadêmico, seja no mercado de trabalho, é consenso que a habilidade do indivíduo, que é uma variável não observável, pode estar afetando o resultado. Isso ocorre diante da impossibilidade de mensurar "habilidade", característica ligada a cognição e afinidade com a disciplina. Além disso, também é consensual que fatores socioeconômicos afetam o desempenho acadêmico e tais variáveis não foram consideradas no estudo em questão. Dessa forma, é importante ressaltar que os respectivos resultados encontrados não podem ser generalizados.

Referências

CARHAY, M. Tradução de Neide Luzia de Rezende. Qual pedagogia para os alunos em dificuldade escolar? **Cadernos de Pesquisa**, v. 37, n. 130, p. 181-208, jan./abr. 2007.

CARMARGO, J. **O efeito do tamanho da turma sobre o desempenho escolar**: uma avaliação do impacto da "enturmação" no ensino fundamental do Rio Grande do Sul. 2014. 32 p. Dissertação (Mestrado em Economia) Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, 2012.

CHATMAN, S. Lower-division class size at U.S. postsecundary institutions. **Research in Higher Education**, v. 38, n. 5, p. 615-630, 1997.

HILL, Mary Callahan.Class size and student performance in introductory accounting courses: Further Evidence. **Issues in Accounting Education**, v. 13, n. 1, 1998.

OLIVEIRA, J. M. **Custo-efetividade de políticas de redução do tamanho da classe e ampliação da jornada escolar**: uma aplicação de estimadores de matching. Rio de Janeiro: BNDES, 2010.

SAUNDERS, Gary. Class size and structure of accounting principles courses. **The Review of Accounting Information Systems**, v. 4, n. 3, 1998.

WAISELFISZ, J. **Tamanho da Turma**: faz diferença? Brasília: Fundescola/MEC, 2000. 30 p. (Série Estudos, n. 12).

Uma metodologia de ensino para a construção da aprendizagem em engenharia de *software*: um relato de experiência

Michelle de Oliveira Parreira[10]

Disciplinas de Engenharia de Software (ES) tendem a ser muito teóricas e os alunos, em sua grande parte, possuem pouco interesse em aulas efetivamente teóricas, apresentando taxas significativas de evasão e reprovação. Além disso, observa-se que há pouca interação entre professores e alunos na construção do conhecimento, fazendo com que o índice de aprendizagem seja questionável. Paiva e Medeiros (2011) apontam exatamente estas questões citadas como os principais problemas apresentados por pesquisadores na área de ensino e aprendizagem em ES.

Atualmente, as atividades práticas existentes são construções de diagramas-padrões, baseados em exemplos isolados para compreensão da matéria ministrada em aula. Essas atividades não deixam de ser exemplos que o professor propõe em sala como atividades de práticas de exercícios, não trazendo a capacidade de compreensão própria do aluno em análise de uma situação real cotidiana. É importante que tenham exercícios guiados e monitorados pelos docentes, mas também é necessário estimular a visão crítica através da potencialidade de cada discente.

Ao longo dos últimos anos, percebe-se na literatura uma série de trabalhos objetivando melhorias no desenvolvimento e uso de metodologias, visto a grande dificuldade no aprendizado dos alunos. Existem diversas técnicas para o ensino e aprendizagem em ES que, em sua maioria, são metodologias baseadas em:

10 A autora agradece aos alunos de engenharia de software, do curso de Sistemas de Informação, dos semestres letivos 2014/1 e 2014/2, da UFMT, campus Rondonópolis, por apoiar e acreditar no desenvolvimento da metodologia pedagógica.

- Atividades lúdicas e dinâmicas em grupo (PRIKLADNICKI *et al.*, 2009; MOTTOK; GARDEIA, 2011; SCHOEFFEL, 2014);
- Avaliação baseada em estudo de casos (GARG; VARMA, 2009; QIU; CHEN, 2010);
- Experimentos e Exercícios (COUTINHO; BEZERRA, 2010; MIRIAN-HOSSEINABADI *et al*, 2010);
- Ferramentas e/ou Ambientes Colaborativos (SILVA *et al.*, 2004); GIRALDO, 2009; PAIVA; MEDEIROS, 2011);
- Interação entre pesquisa e ensino usando projetos (ANDRADE *et al.*, 2008; GOTEL, 2009; JIANGUO, 2009; GAROUSI, 2010; YADAV; XIAHOU, 2010; COCCOLI *et al*, 2011);

O objetivo neste texto é apresentar uma metodologia desenvolvida para aproveitamento do aprendizado do aluno, buscando melhor compreensão dos assuntos relacionados à engenharia de software, capacitando-o para a visão do mercado de trabalho, guiado pelo conteúdo discutido em cada aula e o monitoramento do professor em suas atividades durante o semestre.

A metodologia proposta é a de uma avaliação formativa ao final de cada conteúdo ministrado em sala de aula, que irá se materializar com os contextos vividos pelo professor e alunos. A partir de uma situação-problema real o aluno deverá propor uma solução baseada no conteúdo assimilado em sala de aula, avaliando suas competências cognitivas e apropriação do conhecimento.

Metodologia de ensino e aprendizagem aplicada: um estudo de caso

Contexto da experiência

O trabalho foi aplicado na Universidade Federal de Mato Grosso, Campus de Rondonópolis, uma instituição pública de ensino superior fundada em 1982. Os alunos da disciplina de ES I fazem parte do quarto semestre letivo do curso de Bacharelado em Sistemas de Informação. No quinto semestre é dada sequência com a disciplina ES II. As disciplinas são semestrais, com 64 horas/aula. A experiência foi realizada durante dois semestres letivos consecutivos.

A ES tem por objetivo cumprir com os quesitos: Princípios da Engenharia de Software; Processo de desenvolvimento de software; Projeto de Software; Especificação de requisitos; Técnicas de planejamento e gerenciamento de software; Verificação, teste e validação; Manutenção; Qualidade de software; Padrões de projeto; Engenharia reversa; Reengenharia; e Engenharia de Software Apoiada por Computador.

Plano de ensino

Na primeira aula, como qualquer outra ministrada por um professor, é apresentado o plano de ensino aos alunos. Neste plano de ensino, como padrão, deverá conter objetivos geral e específicos, ementa, conteúdo programático, recursos didáticos, procedimentos de ensino, bibliográficas básicas e complementares, e avaliação.

O professor deve realizar a contagem de dias letivos de sua disciplina, identificando esses dias letivos para a divisão coerente da ementa através do conteúdo programático.

Neste estudo havia 16 dias letivos e assim a disciplina de Engenharia de Software I foi dividida conforme apresentada na Figura 1.

Figura 1 – Conteúdo Programático – Engenharia de Software I

1. Apresentação do Curso e Definição das Regras.
2. Princípios da Engenharia de Software.
3. Processo de desenvolvimento de software.
4. Projeto de Software. Técnicas de planejamento e gerenciamento de software.
5. Especificação de requisitos.
6. Documentos de Requisitos.
7. Diagramas UML: Diagrama Casos de Uso. Documento de Descrição de Casos de Uso.
8. Diagramas UML: Diagrama Casos de Uso. Documento de Descrição de Casos de Uso.
9. Apresentação parcial dos trabalhos.
10. Diagramas UML: Diagramas de Atividades.
11. Diagramas UML: Diagramas de Atividades.
12. Verificação, teste e validação. Manutenção. Testes de Software (Caixa Branca e Caixa Preta).
13. Qualidade de software. Padrões de projeto.
14. Engenharia reversa. Reengenharia.
15. Engenharia de Software Apoiada por Computador.
16. Prova / Entrega Final do Relatório.

Quanto ao método avaliativo, há uma prova teórica escrita (50% da nota final) e um projeto (50% da nota final). A prova é realizada apenas ao final do semestre incorporando todo o conteúdo ministrado. Em geral, a ideia de realizar apenas uma prova com matéria acumulativa pode provocar certo desconforto no início do semestre. Porém, vale salientar aos alunos que a metodologia aplicada é formativa. Assim sendo, os alunos estarão em constante aprendizado e em avaliações semanais, diante das atividades desempenhadas durante e fora das aulas. Para o aluno assíduo e participativo a avaliação ao final não será o problema. A prática do projeto irá construir base para a construção do conhecimento.

Quanto ao projeto, a turma irá se dividir em grupos de no máximo quatro alunos. Cada grupo deve, preferencialmente na primeira semana de aula, escolher um sistema para ser o tema do seu trabalho. A proposta para Engenharia de Software I é construir um projeto de sistema e na disciplina de Engenharia de Software II desenvolver este sistema. Para a escolha do tema, faz-se necessário escolher um local para estudo de caso. O local escolhido não pode ter o sistema proposto implantado. Há possibilidades em empresas públicas ou privadas. É estimulado aos alunos desenvolverem sistemas de cunho público, que auxilie nas transações cotidianas manuais de setores públicos, principalmente dentro da própria instituição. Promove-se a iniciativa de trabalhos em extensão.

O trabalho consiste em utilizar as técnicas aprendidas para explicitar os requisitos do sistema em questão e produzir os diagramas de análise e projeto para esse sistema. À medida que o curso for evoluindo, a aplicação dos conceitos aprendidos deve ser implementada no sistema escolhido. Ou seja, a cada semana, a cada matéria nova finalizada e praticada com exercícios em sala de aula, o aluno deve replicar o aprendizado no projeto.

Os alunos deverão agendar reuniões periódicas com o professor da disciplina. A cada matéria finalizada, o professor irá orientá-los na execução do trabalho. Estes agendamentos e acompanhamentos farão parte da avaliação final do projeto. O professor deve registrar essas reuniões.

Será feito um seminário durante o curso, no qual os grupos irão detalhar o tema do projeto, local do estudo de caso e apresentação das

atividades realizadas até a data da apresentação. No planejamento consta que esta apresentação seja realizada em torno da metade do semestre. Assim os alunos poderão apresentar o andamento do trabalho e compartilhar experiências com os colegas de sala, em fase prévia de construção do projeto. A apresentação deve durar em torno de 20 minutos. Faz-se obrigatória a participação de todos os alunos nas apresentações de todos os grupos, inclusive faz parte da avaliação a participação dos alunos no questionamento dos trabalhos dos colegas. Cada grupo deve realizar uma pergunta ao final da apresentação dos demais grupos. Deixa-se 20 minutos para arguição ao final de cada apresentação.

Ao final do curso deverá ser entregue um relatório final em formato da ABNT. Os alunos deverão ser arguidos pelo professor da disciplina sobre o conteúdo específico e sobre a participação individual dos membros de cada equipe.

As datas das avaliações serão marcadas com pelo menos uma semana de antecedência.

Método aplicado

Foi criado um modelo de relatório final a ser entregue pelos alunos. A partir deste material o aluno tem uma trajetória a ser percorrida durante o curso, facilitando a visão do objetivo a ser alcançado. O sumário deste documento é visualizado na Figura 2.

Figura 2 – Sumário do Relatório Final

1 Introdução
1.1 Descrição do Propósito do Sistema
1.2 Cenário
1.3 Elicitação de Requisitos
1.4 Descrição do Cenário
1.5 Descrição do Minimundo
2 Metodologia de Desenvolvimento de Software Implementada
2.1 Definição e abordagens dos processos de desenvolvimento de software
2.2 Fluxograma da metodologia
2.3 Atividades, papéis e pessoas envolvidas
2.4 Linguagens de programação e ferramentas a serem utilizadas
2.5 Cronograma de atividades
2.6 Cronograma de acompanhamento das reuniões
2.7 Cronograma de acompanhamento das atividades
3 Requisitos de Usuário
3.1 Requisitos Funcionais
3.2 Regras de Negócio
3.3 Requisitos Não Funcionais
4 Modelo de Casos de Uso
4.1 Diagrama de Casos de Uso
4.2 Descrição de Casos de Uso
5 Diagramas de Atividades
6 Modelo de Entidade-Relacionamento
7 Modelo Relacional
8 Trabalhos Relacionados
9 Considerações Finais
10 Referências Bibliográficas
Apêndice A – Técnica de Levantamento de Requisitos – Modelo base para entrevista
Apêndice B – Modelo de Consentimento Livre e Esclarecido
Apêndice C – Respostas dos Entrevistados

Na Introdução do documento o aluno deve realizar uma apresentação da descrição do problema e justificativa do trabalho. Ainda neste capítulo, são abordados os seguintes tópicos:

Descrição do Propósito do Sistema: O aluno deve apresentar o objetivo geral do trabalho, além dos objetivos específicos.

Cenário: O aluno deve apresentar uma descrição do cenário, ou seja, apresentar o local de estudo de caso, descrevendo sobre a empresa ou instituição, informando endereço, produtos oferecidos, pessoas

envolvidas, carteira de clientes, dentre outros dados que julgar serem importantes para a imersão da realidade. Quando julgar necessário, pode acrescentar fotos do local.

Elicitação de Requisitos: Para realizar a descrição do minimundo o aluno deve utilizar das técnicas de levantamentos de requisitos, tais como: entrevistas, questionários, workshops de requisitos, observação, investigação de documentos, prototipagem, cenários, abordagens baseadas em objetivos e reutilização de requisitos. As técnicas utilizadas devem ser referenciadas ao Apêndice, onde o aluno adicionará o material utilizado.

Descrição do Cenário: O aluno deve descrever as rotinas de trabalhos manuais, quando houver, que são realizadas no cenário de estudo de forma genérica.

Descrição do Minimundo: A partir da descrição das rotinas do cenário, o aluno deve descrever o sistema que será implementado de forma objetiva, informando os dados a serem coletados e pessoas que irão interagir com o sistema. Ao final o aluno adicionará um fluxograma, que estará diretamente relacionado com o texto descrito.

Em seu capítulo 2, o aluno fará uma abordagem sobre as técnicas de desenvolvimento de software, ou seja, irá descrever a metodologia de engenharia de software escolhida para ser implementada no projeto. Apresentará o fluxograma desta metodologia, adaptada para seu projeto e cronograma, além das atividades, papéis, pessoas envolvidas, linguagens e ferramentas a serem utilizadas no próximo passo. Deverá fornecer um esquema de acompanhamento das reuniões e atividades da equipe. Um cronograma inicial deve ser proposto.

Em seu capítulo 3 deverá apresentar os requisitos funcionais, não funcionais e regras de negócio. Em seu capítulo 4, os diagramas e descrições de casos de uso. Em seu capítulo 5, os diagramas de atividades. Em seu capítulo 6, o modelo de Entidade-Relacionamento. Em seu capítulo 7, a conversão do modelo anterior para o modelo Relacional. Estes dois últimos capítulos estão relacionados com o Banco de Dados do sistema. Em seu capítulo 8, fará uma pesquisa de sistemas correlacionados com seu projeto, a fim de propor alternativas e melhorias de implementação e implantação. Em seu capítulo 9, abordará a relevância do projeto de sistema desenvolvido, apontando as dificuldades,

facilidades e desafios do trabalho. Posteriormente, também apontará as referências bibliográficas utilizadas e inserirá os apêndices, que poderão ser, neste primeiro momento do projeto, os documentos utilizados através das técnicas de levantamento de requisitos.

O professor pode construir um documento-exemplo preenchido.

Discussões

Os alunos desenvolveram projetos de sistemas sob os mais diversos temas, a seguir alguns deles:

a. **Sistema para controle do processo de matrícula em escolas estaduais.**

   O sistema automatiza o processo de matrículas das escolas estaduais, diminuindo ou até mesmo eliminando as filas nas portas das escolas estaduais de ensino médio, tornando o processo de matrícula mais simples e dinâmico, de forma que os interessados possam se cadastrar por meio on-line. Desta forma, evita-se o desgaste de pessoas e funcionários das escolas.

b. **Sistema de gerenciamento de consultas médicas especializadas.**

   O software tem por objetivo auxiliar funcionários do setor de regulação da secretaria de saúde na organização e arquivamento dos pedidos de consultas médicas, pedidos de retorno e pedidos de exames, tendo em vista o grande fluxo diário dessa documentação. Tem também como objetivo promover a pesquisa dos documentos arquivados.

c. **Sistemas para controle de vagas de estágios em centros universitários.**

   O sistema otimiza as vagas de estágio do Curso de Sistema de Informação. O administrador do sistema poderá gerenciar de modo prático os cadastros de alunos e empresas do curso de Sistema de Informação, controlando as vagas disponíveis ofertadas.

d. **Rede social para divulgação e gerenciamento de projetos científicos da UFMT, *campus* de Rondonópolis.**

   O sistema proposto possui como principal objetivo facilitar o acesso e o gerenciamento dos projetos desenvolvidos na UFMT.

Assim, consiste em uma ferramenta para divulgar os projetos desenvolvidos no *Campus*, propiciar o estabelecimento de parcerias, promover a integração entre alunos e professores, além de se apresentar como uma alternativa gratuita e intuitiva para o gerenciamento de projetos.

e. Sistema para controle de gastos em restaurantes universitários.

O Sistema proposto tem como objetivo solucionar os problemas encontrados no processo de requisição e estoque de produtos do restaurante universitário. O sistema propõe calcular todas as despesas dos cardápios criados pelos nutricionistas da empresa, gerando médias automáticas para o restaurante, possibilitando uma administração estável do teto mensal de gasto. O sistema também possibilitará que o gerente do restaurante realize requisições de produtos aos fornecedores relacionados. Possibilita ainda uma escolha adequada do menor preço e do melhor fornecedor.

f. Sistema Multimídia para auxílio de comunicação visual e de gestão acadêmica no controle de notas para o *campus* de Rondonópolis.

O objetivo geral é auxiliar, ajudar e facilitar processos de discentes, docentes, servidores e visitantes da Universidade Federal de Mato Grosso, *Campus* de Rondonópolis, e melhorar a comunicação interna no sentido de gestão acadêmica. Também busca melhorar o acesso a locais e informações dentro do campus.

g. Sistema de apoio ao visitante (SAP) - Terminal de consulta.

O Software tem como principal objetivo facilitar e instruir a comunidade acadêmica na localização das dependências do *campus*. A plataforma apresenta as seguintes funcionalidades: (1) apresentar a localização de salas, blocos, laboratórios, departamentos de curso, auditório, biblioteca, demais departamentos, setores de registros, setores administrativos, restaurante, banheiros; (2) apresentar as informações sobre a disciplina, tais como: horário, sala e docente no dia selecionado; (3) apresentar os detalhes sobre eventos, como tema, carga horária, período e organização; (4) apresentar de forma intuitiva através de setas informativas o ponto de partida até o ponto de destino, a fim de facilitar o deslocamento até o local selecionado.

h. **Sistema para gestão de locação**.

O sistema propicia o controle da locação de produtos, administrando estoque, manutenção, higienização e anomalias, além de controlar a cartela de clientes de uma empresa.

i. **Sistema de cadastro e gerenciamento de aves - SYSTEM BIRDS.**

O sistema automatiza as atividades de gerenciamento dos Criatórios, controlando informações como: Criador, Logradouro, Aves, Árvore Genealógica, Adquirente, Vendas e Relatórios.

j. **Sistema KA-CHING**.

O sistema economiza tempo das pessoas realizando o controle doméstico básico de uma família. Esse controle compreende em: somar todas as despesas lançadas no sistema, calcular a diferença da renda com as despesas, prevê as despesas futuras com base dos dados do usuário. Além disso, o sistema auxilia o usuário a ter o hábito de realizar um controle de suas próprias finanças com um design prático e objetivo.

Nota-se a diversidade dos trabalhos projetados na disciplina e principalmente a percepção do atendimento às instituições públicas, como hospitais, escolas estaduais e centro universitário.

Conforme mencionado na segunda seção deste capítulo, os trabalhos possuem acompanhamentos semanais, com reuniões previamente agendadas com cada representante dos grupos de trabalhos, e as dificuldades e problemas encontrados vão sendo solucionados também na mesma progressão. Interessante observar que este método garante que os alunos não atrasem nas entregas das atividades. O que é previsto são correções, e isto gera retrocesso no trabalho. Porém, como o encontro é semanal, isto não provoca ônus na construção final do trabalho, os ciclos das correções são curtos.

Considerações

A simples metodologia proposta veio da dificuldade de os alunos encontrarem material disponível na internet e livros que os orientassem em um roteiro prático de construção das etapas da engenharia de software aplicado a um problema real, que fornecesse entendimento de todo o processo.

Com o roteiro proposto e com o acompanhamento do professor em cada fase, o aluno obtém maior confiança no trabalho que está sendo desenvolvido, pois ele pode visualizar todo o processo. Desta forma, o conteúdo ministrado passa a receber maior interesse por parte dos alunos durante as aulas, já que deverão colocá-lo em prática além de serem orientados e avaliados periodicamente pelo professor.

Outro ponto importante a ser avaliado é que o aluno também possui uma responsabilidade com algum setor público ou privado a partir da intenção da entrega de um novo sistema. A prática do projeto, visitas à empresa, diálogos com pessoas responsáveis por determinados setores, *feedback* de informações, trabalho em equipe, liderança, desenvolvimento e aplicação de uma metodologia de engenharia de software geram no aluno, após finalização do trabalho, maior segurança na construção de um perfil profissional de prestação de serviço em sua área de formação, facilitando sua dinâmica no mercado de trabalho.

Foi possível observar alunos que, após finalizarem as disciplinas de Engenharia de Software I e II, deram sequência às suas atividades em projetos de extensão, estágios supervisionados e prestação de serviços em empresas. Muitos começaram a atuar no mercado de trabalho após estas disciplinas, dizendo estar mais seguros na procura por uma oportunidade de emprego.

A aplicação desta metodologia dependerá da disponibilidade do docente na orientação incisiva dos alunos, pois deverá realizar um acompanhamento periódico de diversos trabalhos, promovendo *feedback* aos alunos de cada etapa relatada por eles. Às vezes faz-se necessário inclusive o diálogo com o responsável pelo local de estudo de caso.

A resolução da prova é facilitada após a finalização do projeto por aqueles alunos que desempenharam suas atividades durante o semestre de forma ativa.

Como proposta futura, tem-se a intenção de propor uma banca de projetos de engenharia de software ao final da disciplina. A participação de outros professores na discussão sobre os projetos construídos poderá auxiliar os alunos em novas soluções e melhorias das técnicas utilizadas no trabalho, além de terem a prática de banca examinadora logo no início do curso.

Referências

ANDRADE, R. M. C. A., MARINHO, F. G., LEITÃO, V. L., ROCHA, L. S. Uma Proposta de Metodologia para o Ensino de Engenharia de Software. Disponível em:http://fees.inf.pucrio.br/FEESArtigos/artigos/artigos_FEES08/andrade.pdf. Acesso em: 29 out. 2015.

COCCOLI, M.; STANGANELLI, L.; MARESCA, P. Computer Supported Collaborative Learning in software engineering. *In*: https://ieeexplore.ieee.org/document/577326. Proc. IEEE Global Engineering Education Conf. (EDUCON), 2011, p. 990-995.

COUTINHO, E. F; BEZERRA, C. I. Aplicação de Técnicas e Conceitos no Ensino de Engenharia de *Software* na Faculdade Lourenço Filho. **Revista Científica da Faculdade Lourenço Filho**, v.7, n.1, 2010.

GARG, K.; VARMA, V. Case Studies as Assessment Tools in Software Engineering Classrooms. *In*: Proc. 22nd Conf. Software Engineering Education and Training CSEET'09, 2009, p. 8-11.

GAROUSI, V. Applying Peer Reviews in Software Engineering Education: An Experiment and Lessons Learned. #**IEEE_J_EDU**#, 2010, 53, p. 182-193.

GHANDEHARI, M. Emphasizing experiences in teaching software engineering courses. *In*: Proc. 2nd Int Education Technology and Computer (ICETC) Conf, 2010.

GIRALDO, F. D.; COLLAZOS, C. A.; OCHOA, S. F.; ZAPATA, S. & DE CLUNIE, G. T. Teaching Software Engineering from a Collaborative Perspective: Some Latin-American Experiences. *In*: Proc. Workshop Database and Expert Systems Applications (DEXA), 2010, p. 97-101.

GOTEL, O.; KULKARNI, V.; SAY, M.; SCHARFF, C.; SUNETNANTA, T. A Global and Competition-Based Model for Fostering Technical and Soft Skills in Software Engineering Education. *In*: Proc. 22nd Conf. Software Engineering Education and Training CSEET'09, 2009, p. 271-278.

JIANGUO, L. Combination of Research and Teaching in Software Engineering Education. *In*: [Proc. WASE Int. Conf. Information Engineering ICIE'09, 2009, 2, p. 437-440.

MIRIAN-HOSSEINABADI, S.-H.; AGHAKASIRI, Z.; SADEGHI, A.;DELFANI, P.; MOTTOK, J.; GARDEIA, A. The Regensburg Concept of P-Seminars – How to organize the interface between secondary school and uni-

versity education to create a didactic cooperation between teaching and learning of Software Engineering with Lego Mindstorms NXT Embedded Robot Systems. *In*: Proc. IEEE Global Engineering Education Conf. (EDUCON), 2011, p. 917-920.

PAIVA, Severino R. Uma Revisão Sistemática das Pesquisas Realizadas sobre a melhoria no ensino de Engenharia de Software. João Pessoa: UFPB, 2011. Relatório Técnico – UFPB/CCEN.

PAIVA, Severino Paiva; MEDEIROS, Álvaro. *ESCollab*: Uma metodologia colaborativa voltada para o ensino de Engenharia de Software. *In*: Anais do XXII SBIE - XVII WIE, Aracaju, 2011.

PRIKLADNICKI, Rafael *et al*. Ensino de Engenharia de Software: desafios, estratégias de ensino e lições aprendidas. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE SOFTWARE, 12., 2009, Fortaleza.

QIU, M. & CHEN, L. A Problem-Based Learning Approach to Teaching an Advanced Software Engineering Course. *In*: Proc. Second Int Education Technology and Computer Science (ETCS) Workshop, 2010, 3, p. 252-255.

SCHOEFFEL, P. PizzaMia: Dinâmica Vivencial para Apoio ao Ensino de Gerenciamento de Projetos Baseado no PMBOK. *In*: WORKSHOP SOBRE EDUCAÇÃO EM COMPUTAÇÃO, 12., 2014, CSBC. Brasília.

SILVA, L. F.; LEITE, J. C. S. P.; BREITMAN, K. K. Ensino de Engenharia de Software: Relato de Experiências. *In*: WORKSHOP SOBRE EDUCAÇÃO EM COMPUTAÇÃO, 12., 2004, Salvador.

YADAV, S. S.; XIAHOU, J. Integrated project based learning in software engineering education. *In*: Proc. Int Educational and Network Technology (ICENT) Conf, 2010, p. 34-36.

O desafio do ensino do desenho técnico manual nos cursos de engenharia na era digital

Flávia Regina Pereira Santos
Juliana Queiroz Borges de Magalhães Chegury

A disciplina de desenho técnico faz parte das matrizes curriculares de diversos cursos de graduação. Agronomia, Zootecnia, Engenharias e Arquitetura são os cursos nos quais a disciplina é ministrada nos primeiros períodos e, dependendo da instituição e das necessidades do curso, pode ser aprofundada em período mais avançados.

As metodologias utilizadas no ensino do desenho técnico variam muito de acordo com as características dos cursos nos quais a disciplina é ministrada. Especificamente nos cursos de Engenharia as metodologias variam muito de acordo com a formação do professor que leciona a disciplina. Normalmente essa disciplina pertencente ao núcleo básico e é ministrada por arquitetos, designers ou por engenheiros, embora também possa ser ministrada por professores licenciados na área de matemática, com conhecimentos apurados da geometria e suas implicações.

Independente da formação do professor, a multidisciplinaridade existente entre os cursos de Engenharia faz com que o docente abandone as técnicas convencionais de ensino, baseadas apenas no quadro e giz, para adotar metodologias mais dinâmicas em suas aulas. Além disso, não há como desconsiderar o uso de *softwares* específicos para a área da representação gráfica.

Em muitas universidades, o desenho manual tem sido substituído de forma parcial ou integral pelo uso do desenho auxiliado por computador (*Computer Aided Design* – CAD). Por maiores que sejam os avanços tecnológicos, estes não superam e nem substituem as técnicas tradicionais do ensino do desenho técnico. A forma tradicional (manual) permite o contato dos alunos com o papel, a noção de espaço, as definições dos traços e as proporções, as quais são características

indispensáveis. Acredita-se que os softwares devem ser utilizados para complementar o ensino manual, mas jamais para desqualificá-lo ou substituí-lo.

Nesse sentido, neste texto se apresenta uma discussão acerca do ensino do desenho técnico nos cursos de Engenharia em plena Era Digital, assim como os desafios e as alternativas encontradas pelos professores da disciplina para associar as técnicas existentes, com o objetivo de colaborar efetivamente para a aprendizagem dos alunos, para que os conhecimentos adquiridos sejam utilizados de forma plena na sua formação profissional.

A disciplina de desenho técnico no núcleo básico dos cursos de engenharia

Os cursos do Instituto de Engenharia (IE) do Campus Universitário de Várzea Grande da UFMT (CUVG/UFMT) tiveram seu projeto iniciado em 2012. Para todas as Engenharias há apenas uma Diretriz Curricular Nacional, instituída pela Resolução CNE/CES 11, de 11 de março de 2002. Essa diretriz define "os princípios, fundamentos, condições e procedimentos da formação de engenheiros, estabelecidas pela Câmara de Educação Superior do Conselho Nacional de Educação, para aplicação em âmbito nacional na organização, desenvolvimento e avaliação dos projetos pedagógicos dos Cursos de Graduação em Engenharia das Instituições do Sistema de Ensino Superior". Além disso, ressaltam a formação do profissional generalista, com conhecimentos multidisciplinares, adquiridos através das áreas de conhecimento ministradas nos núcleos básico, profissionalizante e especifico.

No CUVG/UFMT em 2013 foram aprovados os cursos a serem criados e nomeadas as comissões para elaboração dos projetos pedagógicos, que são: Engenharia de Computação, Engenharia de Controle e Automação, Engenharia de Minas, Engenharia de Transportes e Engenharia Química. Os cursos de engenharia foram criados conforme a Diretriz Curricular Nacional.

As diretrizes curriculares estabelecem que todo o curso de Engenharia, independentemente de sua modalidade, deve possuir em seu currículo um núcleo de conteúdos básicos, um núcleo de conteúdos profissionalizantes e um núcleo de conteúdos específicos que carac-

terizem a modalidade. Além disso, a expressão gráfica consta na lista dos tópicos a compor o núcleo básico dos cursos de engenharia.

Assim sendo, a disciplina Desenho técnico e expressão gráfica está presente no Projeto Pedagógico (2014-2019) dos cinco cursos de engenharia do CUVG/UFMT como uma disciplina obrigatória componente do 1º semestre. A mesma conta com 64 horas aula no total, sendo 32 horas de aulas práticas e 32 horas de aulas teóricas.

Esta disciplina apresenta os seguintes objetivos: "Dominar as técnicas de representação gráfica com vistas a interpretar e executar desenhos no campo das Engenharias. Realizar e reconhecer traços técnicos gráficos de um desenho, considerando as instruções das normas para desenho técnico."

Esta disciplina apresenta como ementa os seguintes tópicos: "Desenho técnico. Normas técnicas, convenções, legendas e escalas. Desenho arquitetônico de estruturas e engenharia. Desenho de curvas de nível. Desenho de detalhes técnicos, projeções, vistas ortográficas, cortes e secções. Mapas: conceitos, tipos, símbolos e construção. Aplicações através de computadores".

Pelo que vemos no parágrafo anterior, a disciplina é obrigatória e de caráter amplo, com conteúdo que abrange diversos ramos da engenharia, colocando-se como base para matérias dos núcleos profissionalizantes e específicos de cada curso.

As aulas teóricas do curso são focadas nas normas técnicas brasileiras (ABNT) e outros padrões reconhecidos mundialmente; projeções; conceitos de mapas; conceitos de topografia; tipos de representação. A parte prática do curso é dividida em aulas práticas com desenho manual e com aplicações em computadores. No desenho manual são utilizados os equipamentos tradicionais de desenho técnico (Figura 1): esquadros (30°/60°/90° e 45°/45°/90°) lápis; lapiseira; borracha; papel tipo sulfite (formatos A4, A3, A2, A1 e A0); escalímetro; compasso; prancheta portátil; entre outros artigos. A prancheta portátil se faz necessária, pois estas aulas ocorrem em salas de aula comuns e os alunos apoiam as pranchetas no braço das carteiras convencionais.

No desenho com o auxílio de computadores (Figura 1), é utilizado um *software* de ampla aplicação nas engenharias, o AUTOCAD, fornecido gratuitamente pela Autodesk. As aulas práticas em laboratório de

informática estão ocorrendo em laboratório cedido pelo Instituto de Computação do Campus Cuiabá da UFMT. Atualmente nos computadores está instalada a versão 2014, versão educacional para instituições de ensino. Os alunos podem inclusive utilizar em casa a versão educacional de maneira gratuita em seus computadores pessoais.

Figura 1 – Foto dos materiais usados pelos alunos no desenho técnico manual e imagem do software utilizando nas aulas práticas no computador.

Fonte: Autor

Metodologias de ensino adotadas nas universidades brasileiras

As metodologias utilizadas no ensino do desenho técnico nos cursos de Engenharia variam muito de acordo com a formação do professor que leciona a disciplina. Normalmente, essa disciplina pertencente o núcleo básico, é ministrada por Arquitetos, Designers ou por Engenheiros, embora também possa ser ministrada por professores licenciados na área de Matemática, com conhecimentos apurados da geometria e suas implicações.

A formação do professor reflete diretamente na qualidade das técnicas de ensino utilizadas em sala de aulas. Os arquitetos e designers são mais adeptos ao desenho manual pelas características próprias de sua formação, enquanto os engenheiros são mais exatos e sucintos. Já os licenciados, exaltam sua habilidade com a didática, com as técnicas precisas e simplicidade de execução de formas geométricas.

A disciplina de desenho técnico, muitas vezes conhecida como "desenho técnico e projetivo", deve estar associada à experimentação, integração e coordenação. Independente da formação do professor, o desenho deve auxiliar a articulação entre os diferentes profissionais, a partir do uso de linguagens comuns (ANDRADE, 2002).

A multidisciplinaridade existente entre os cursos de Engenharia faz com que o professor abandone as técnicas convencionais de ensino, baseadas apenas no quadro e giz, para adotar metodologias mais dinâmicas em suas aulas. O uso de recursos como os projetores multimídia tem viabilizado bastante as aulas no sentido de possibilitar a visualização de imagens, o que maximiza a aprendizagem do aluno. Além disso, com aulas mais dinâmicas, os professores têm mais tempo para se dedicar ao atendimento individual aos alunos.

De acordo com Monnerat (2012), "o ensino e o aprendizado de desenho técnico podem ser realizados de maneira mais produtiva se mediado pelas novas tecnologias de comunicação, gerando inovação para o processo de ensino-aprendizagem e criando formas alternativas de geração e disseminação do conhecimento".

Outra questão importante a ser mencionada é a utilização de normas técnicas nas aulas de desenho técnico. Em 1940, foi fundada no Brasil a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Seus

documentos fazem parte das referências bibliográficas das disciplinas de desenho na maioria das instituições de ensino técnico e superior do país. Para cada etapa a ser cumprida nas ementas das disciplinas de desenho, existe uma norma técnica para subsidiá-la.

A obrigatoriedade da disciplina nos cursos de Engenharia não é muito aceita por parte de alguns alunos, principalmente quando é ministrada de forma tradicional e os desenhos executados de forma manual, na prancheta. Com o avanço e o fácil acesso aos softwares específicos para o desenho, como o AutoCAD, o desenho manual tem sido considerado desnecessário e a resistência com a aula tradicional tem sido um problema para os professores.

Kempter et *al.* (2012) relataram suas experiências com relação ao ensino do desenho técnico nos cursos superiores de Tecnologia Ambiental e Construção Civil da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). Os autores explicaram que parte significativa dos alunos que ingressam nesses cursos, principalmente na modalidade de Saneamento Ambiental, revela certo preconceito em relação à disciplina de desenho técnico, principalmente no que se refere ao ensino/aprendizagem de desenho tradicional, instrumental, na prancheta. ~~e~~ Os mesmos autores ressaltaram que, para a aceitação do conteúdo didático da disciplina como essencial à formação profissional dos tecnólogos, torna-se necessário esclarecer que o desenho técnico, enquanto linguagem gráfica, é o principal instrumento de comunicação em muitas áreas do conhecimento.

Realmente os questionamentos dos alunos não são infundados, principalmente quando se considera o fato de que muitos já trabalhavam com os softwares de desenho profissional antes de ingressarem nos cursos superiores. No entanto, um profissional de engenharia não pode ser considerado “leigo” profissionalmente por não saber utilizar a linguagem gráfica se não tiver um computador disponível para utilizar.

Nas aulas de desenho técnico dos cursos do Instituto de Engenharia da Universidade Federal de Mato Grosso, a técnica do desenho manual é utilizada na primeira metade do semestre letivo e complementada com aulas de AutoCAD nos laboratórios de informática. Acredita-se que desenhar manualmente antes de se iniciar os desenhos nos softwares permite uma aprendizagem mais significativa e consistente da representação gráfica.

Segundo Ferreira (2004),

> "o desenho é um meio de expressão que influencia o pensamento tanto quanto o pensamento dirige o desenho. Esquematizar uma ideia no papel permite explorá-la e torná-la clara da mesma forma como é formado e ordenado um pensamento, transformando-o em palavras. O processo de tornar os pensamentos concretos e visíveis permite, também, atuar sobre eles. Pode-se analisá-los, vê-los sob nova ótica, combiná-los de diferentes maneiras e transformá-los em novas ideias. Assim, o desenho, usado desta maneira, estimula a imaginação e a criatividade".

Nos cursos da Unicamp acima descritos, a disciplina é ministrada através de aulas expositivas, com utilização de giz e quadro negro, imagens projetadas por um projetor multimídia e maquetes físicas e eletrônicas, acompanhadas da realização de trabalhos práticos em pranchetas, com material próprio do aluno, que são recolhidos e avaliados ao final de sua execução.

A proposta metodológica de Kempter et al. (2012) refere-se à inclusão de ferramentas computacionais na disciplina de desenho, embora acreditem que "substituir pura e simplesmente o desenho instrumental pelo assistido por computador pode resultar em um prejuízo na formação da visão espacial e no raciocínio do aluno pela falta da manipulação dos objetos e da participação manual no traçado do desenho".

Um exemplo a ser mencionado refere-se ao abandono do ensino do desenho manual nos cursos de Arquitetura e Urbanismo e à valorização das técnicas computacionais. Muitos arquitetos questionam a qualidade da formação desses novos profissionais, que não fazem uso do estudo por meio das linhas, formas e volumes que dão origem aos belos croquis e que são a essência da criação da arte arquitetônica e urbanística.

Acredita-se que os profissionais das áreas de Engenharia, Arquitetura, Tecnologia e Design devem encontrar no desenho a forma de

comunicação mais legítima de sua formação. Embora existam muitas engenharias, o desenho técnico está presente no núcleo básico de suas matrizes curriculares independente da especificidade da formação.

Considerações

O objetivo principal deste trabalho foi construir uma discussão sobre a utilização do desenho manual, atualmente, nos cursos de engenharia do Campus de Várzea Grande da UFMT comparando com outras instituições que já possuem a disciplina em andamento há vários anos.

A pesquisa bibliográfica realizada com relação à metodologia utilizada em outros cursos de graduação permitiu observar que alunos revelam certo preconceito em relação à disciplina de desenho técnico, principalmente no que se refere ao desenho tradicional (manual). E que a inclusão de ferramentas computacionais, em detrimento das ferramentas tradicionais, resulta em prejuízo na formação do profissional.

As metodologias utilizadas nas instituições de ensino superior são diversas, mas vê-se hoje, até mesmo por pedido dos discentes, uma corrente que leva a alterar os currículos para cada vez maior utilização do CAD, muitas vezes com total abandono da ferramenta manual.

A partir da pesquisa bibliográfica para o IE, a intenção é utilizar a ferramenta manual como base para o aprendizado do desenho técnico, e as ferramentas CAD como um complemento. Hoje, os projetos são feitos utilizando o CAD (tecnologia aliada a desenho) e, juntamente com outras tecnologias, permitem que as linhas de produção sejam mais eficientes.

Referências

ANDRADE, M. L. V. X. de. Avaliação de estratégia para o ensino de desenho de projeto. *In*: IBEROAMERICAN CONGRESS OF DIGITAL GRAPHICS (SIGraDi), 6., 2002, Caracas. **Proceedings** [...]. Caracas, Venezuela: Universidad Central de Venezuela, 2002. p. 232-235.

FERREIRA, B. V. O ensino do Desenho Técnico no Curso de Arquitetura e Urbanismo: limites e possibilidades. 2004. 136 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2004.

KEMPTER, E. D.; CORGHI, F. N.; FERRAZ, A.; COSTA, D. C. Desenho técnico aplicado aos cursos superiores de tecnologia ambiental e construção

civil. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA (COBENGE), 40., 2012, Belém. **Anais**, 2012. v. 1. p. 1-11.

MONNERAT, L. P. **Uma abordagem para a melhoria do processo de ensino-aprendizagem em desenho técnico utilizando métodos e técnicas da computação**. 2012. 164 f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2012.

VENDITTI, M. V. dos R. **Desenho Técnico sem Prancheta com AutoCAD 2010**. Florianópolis: Visual Books, 2010. 346p.

Sobre os Autores

Alberto Sanoja Gonzalez
Possui graduação em Física - Universidad de Los Andes (2003), mestrado em High Energy Physics - The Abdus Salam International Centre for Theoretical Physics (2005) e doutorado em Física pelo Instituto de Física Teorica UNESP (2010). Docente da Universidade Federal de Mato Grosso/Instituto de Física.

Alesandro Ferreira Santos
Possui graduação em Licenciatura Plena em Fisica pela Universidade Federal de Mato Grosso (2004), mestrado em Física pela Universidade Federal de Mato Grosso (2007) e doutorado em Fisica pela Universidade Federal da Paraíba (2010). Docente da Universidade Federal de Mato Grosso/Departamento de Física/Instituto de Física/Campus Universitário de Cuiabá.

Beatris da Silva Carila
Possui graduação em Licenciatura Plena em Matemática pela Universidade Federal de Mato Grosso (2009). Mestrado em Física Teórica na área de Teoria Quântica de Campos doutorado em Física Ambiental na área de modelagem matemática em Análise e Modelagem Microclimática e de Ecologia de Ecossistemas. Atualmente é professor titular da Universidade Federal de Mato Grosso/Departamento de Matemática/ Instituto de Ciências Exatas e da Terra/Campus Universitário de Cuiabá.

Carla Cristina Rosa de Almeida
Possui graduação em Ciências Econômicas (2004), mestrado em Economia Industrial (2007) pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e doutorado pelo Programa de Pós-Graduação em Economia (PIMES) da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Docente da Universidade Federal de Mato Grosso/Departamento de Ciências Econômicas /Campus de Cuiabá.

Carlos Enrique Portugal Poma
Possui graduação em Engenharia Elétrica na Universidad Nacional de Ingeniería - Lima - Perú (2002), mestrado em Engenharia de Eletricidade pela Universidade Federal do Maranhão - Brasil (2005) e doutorado em Engenharia Elétrica na Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro - Brasil (2010). Docente da Universidade Federal de Mato Gros-

so/Departamento de Engenharia Elétrica/Faculdade de Arquitetura, Engenharia e Tecnologia/Campus Universitário de Cuiabá.

Carlos Henrique Beuter
Possui graduação em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Santa Catarina (2001) e mestrado em Engenharia de Edificações e Ambiental pela Universidade Federal de Mato Grosso (2015). Docente da Universidade Federal de Mato Grosso/Instituto de Ciências Agrárias e Tecnológicas/Campus Universitário de Rondonópolis.

Christian Luiz Perlin
Possui graduação em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Mato Grosso (2014). Especialização em Projeto, Execução e Desempenho de Estruturas e Fundações. (Carga Horária: 576h). Instituto de Pós-Graduação e Graduação, IPOG, Brasil. Docente da Universidade Federal de Mato Grosso/Departamento de Engenharia Civil.

Cinthia Serenotti
Possui graduação em Engenharia de Produção Química pela Universidade Federal de São Carlos (2000) e mestrado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de São Carlos (2004). Atualmente é professor assistente da Universidade Federal de Mato Grosso.

Cláudia Marlise Balbinotti Andrade
Possui graduação em Farmácia (2001) e Habilitação em Farmácia Industrial (2005) pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, mestrado (2004) e doutorado (2008) em Bioquímica pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Pós-doutorado em Biologia Celular e Molecular, no Centro de Biotecnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (2008-2011). Docente da Universidade Federal de Mato Grosso/Departamento de Química/Instituto de Ciências Exatas e da Terra/Campus Universitário de Cuiabá.

Débora Eriléia Pedrotti Mansilla
Possui graduação em Licenciatura em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Mato Grosso(1995), Mestrado em Educação (2005) e doutorado em Ecologia e Recursos Naturais pela Universidade Federal de São Carlos (1997). Docente da Universidade Federal de Mato Grosso/Departamento de Biologia e Zoologia/Instituto de Biociências.

Eberson Paulo Trevisan
Possui graduação em Licenciatura Plena em Matemática pela Universidade do Estado de Mato Grosso (2006), Mestrado em Matemática pela UNICAMP - Universidade Estadual de Campinas (2010) Doutorado em Educação em Ciências e Matemática (2016) pela Rede Amazônica de Educação Em Ciências e Matemática (REAMEC) do polo da UFMT/ Cuiabá. Docente da Universidade Federal de Mato Grosso/Instituto de Ciências Naturais Humanas e Sociais/Campus Universitário de Sinop.

Edna Lopes Hardoim
Possui graduação em Licenciatura em Ciências Biológicas pela Universidade Gama Filho (1982) e doutorado em Ecologia e Recursos Naturais pela Universidade Federal de São Carlos (1997). Docente Titular da Universidade Federal de Mato Grosso/Departamento de Botância e Ecologia/Instituto de Biociências.

Eduardo Augusto Campos Curvo
Possui graduação em Licenciatura Plena em Física pela Universidade Federal de Mato Grosso (2000), mestrado em Física pela Universidade Estadual de Campinas (2002) e doutorado em Física pela Universidade Estadual de Campinas (2005). Realizou pós-doutoramentos na Unicamp (2006-2007, 2008-2010), TUBAF (Alemanha, 2007-2008) e Unesp (Presidente Prudente, 2010-2011). Docente da Universidade Federal de Mato Grosso/Departamento de Física/Instituto de Física/Campus Universitário de Cuiabá.

Elen Poliani da Silva Arlindo Fuzari
Docente da Universidade Federal de Mato Grosso /Instituto de Ciências Exatas e da Terra/Campus Universitário do Araguaia.

Fernanda Palhares Maringolo
Possui graduação em Matemática Pura pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (2004), mestrado em Matemática pela Universidade Federal de São Carlos (2007) e doutorado em Física Ambiental pela Universidade Federal de Mato Grosso (2018). Docente da Universidade Federal de Mato Grosso/Departamento de Matemática/ Instituto de Ciências Exatas e da Terra/Campus Universitário de Cuiabá.

Fernando Mendes Botelho
Possui Graduação em Engenharia Agrícola e Ambiental/Universidade Federal de Viçosa, UFV, Brasil.Doutorado e Mestrado em Engenharia

Agrícola com graduação em Engenharia Agrícola e Ambiental pela Universidade Federal de Viçosa. Tem experiência em Engenharia Agrícola. Docente da Universidade Federal de Mato Grosso/Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais/Campus Universitário de Sinop.

Flávia Regina Pereira Santos
Possui graduação em Geologia pela Universidade Federal de Mato Grosso (2011), mestrado em Geociências pela Universidade Federal de Mato Grosso (2014) e doutorado em Física Ambiental pela Universidade Federal de Mato Grosso (2019). Docente da Universidade Federal de Mato Grosso/Instituto de Engenharia, Campus de Várzea Grande.

Frederico Soares Dias
Doutor em Geologia Econômica e Aplicada pela Universidade Federal de Minas Gerais. Docente da Universidade Federal de Mato Grosso/Departamento de Geologia Geral/Instituto de Ciências Exatas e da Terra Campus Universitário de Cuiabá.

Gilberto de Campos Fuzari Jr
Possui graduação em Física (2005), mestrado (2008) e doutorado (2011) em Ciência dos Materiais, todos pela UNESP-ISA. Docente da Universidade Federal de Mato Grosso/Instituto de Ciências Exatas e da Terra/Campus Universitário do Araguaia.

Heber Ferreira Mafra
Possui graduação em Matemática pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (2000) e mestrado em Ciências Cartográficas pela universidade Estadual Paulista - Faculdade de Ciências e Tecnologia (2003). Docente da Universidade Federal de Mato Grosso/Curso de Bacharelado em Farmácia/Instituto de Ciências Naturais Humanas e Sociais/Campus Universitário de Sinop.

Hebert Roberto da Silva
Formado em Engenheira Mecânica UFU, 2005. Engenheiro de Segurança do Trabalho UFU, 2007. Especialista em Docência na Educação Superior UFU, 2010. Engenheiro de Soldagem UFU, 2011. International Welding Engineer, 2011. Mestrado Engenharia Mecânica UFU, 2010. Doutorado em Engenharia Mecânica UFU, 2014. Docente da Universidade Federal de Mato Grosso/Instituto de Ciências Agrárias e Tecnológicas/Campus Universitário de Rondonópolis.

Hernani Luiz Azevedo
Possui graduação em Licenciatura e Bacharelado em Física pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). Doutor em Educação em Ciências e Matemática pela Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática (REAMEC), polo UFMT. Mestre em Educação para a Ciência, área ensino de Física, pelo Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência, da Universidade Estadual Paulista (UNESP). Docente da Universidade Federal de Mato Grosso/Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais/Campus Universitário de Sinop.

Irene Cristina de Mello
Possui Graduação em Licenciatura Plena Em Química (1991) e em Bacharelado em Química (1992), ambos pela Universidade Federal de Mato Grosso. Mestrado em Educação (1996) pela Universidade Federal de Mato Grosso. Doutorado em Educação pela Universidade de São Paulo (2003). Docente da Universidade Federal de Mato Grosso lotada no Departamento de Química/Instituto de Ciências Exatas e da Terra.

Jefferson Alves Oliveira
Possui graduação em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Mato Grosso(2011), especialização em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Mato Grosso(2014), mestrado em Engenharia de Edificações e Ambiental pela Universidade Federal de Mato Grosso(2015). Docente da Universidade Federal de Mato Grosso/ Instituto de Ciências Agrárias e Tecnológicas/Campus Universitário de Rondonópolis.

Juliana Queiroz Borges de Magalhães Chegury
Possui graduação em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade de Uberaba (2000). Mestre em Engenharia Urbana pela Universidade Federal de São Carlos (2006). Doutora em Física Ambiental pela Universidade Federal de Mato Grosso (2019). Docente da Universidade Federal de Mato Grosso/ Instituto de Engenharia, Campus de Várzea Grande, Universidade Federal de Mato Grosso.

Lívio José Velasco
Possui graduação em Matemática (bacharelado) pela Universidade Federal de Goiás (2009). Mestre pela Universidade Federal de Goiás em Geometria e Topologia (2011). Atualmente cursa doutorado em Engenharia Mecânica na Universidade Federal de Uberlândia-UFU, na área de Transferência de Calor e Mecânica dos Fluídos. Docente

da Universidade Federal de Mato Grosso/Instituto de Ciências Exatas e da Terra/Campus Universitário do Araguaia.

Lúcio Alberto de Miranda Gomide
Graduação em Engenharia de Alimentos pela Universidade Federal de Viçosa (1981), mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal de Viçosa (1985) e doutorado em Food Science - Purdue University (1992). Docente da Universidade Federal de Viçosa/ Curso de Engenharia de Alimentos.

Luciano da Silva Manoel
Possui graduação em Licenciatura Plena em Matemática (2009) e Mestrado profissional em Matemática- Profmat ambos pela Universidade Federal de Mato Grosso, UFMT. Docente da Universidade Federal de Mato Grosso/Departamento de Matemática/Instituto de Ciências Exatas e da Terra/Campus Universitário de Cuiabá.

Margarida Marchetto
Graduada em Engenharia Sanitária e ambiental pela Universidade Federal de MT (1992), Especialização em Saúde e Ambiente (1993), mestrado (1996) e doutorado (2001) em Engenharia Hidráulica e Saneamento pela Universidade de São Paulo - Escola de Engenharia de São Carlos-EESC-USP, Pos-doutoramento pelo Departamento de Hidráulica e Saneamento da Escola Politécnica da USP (2005). MBA em Gestão Ambiental (2005).Engenharia de Segurança do Trabalho UFMT(2016). Docente da Universidade Federal de Mato Grosso/Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental/Faculdade de Arquitetura, Engenharia e Tecnologia/Campus Universitário de Cuiabá.

Maurício Alves Rodrigues Pugas
Possui Graduação em Administração na Faculdade do Sul de Mato Grosso - FACSUL, Brasil e Graduação em Licenciatura em Ciências na Universidade Federal de Mato Grosso. Especialista em Gestão de Negócios pela Universidade Federal do Paraná (UFPR), Especialista em Didática e Metodologia do Ensino Superior pela Anhanguera-UNIDERP, Especialista em Metodologia e Gestão para EAD pela Anhanguera-UNIDERP. Mestre em Gestão Econômica do Meio Ambiente pela Universidade de Brasília em 2006, (UnB),Doutor em Administração pelo Programa de Pós Graduação em Administração - (PPGA), da Universidade Nove de Julho (UNINOVE) em 2019.

Docente da Universidade Federal de Mato Grosso/Campus Universitário de Rondonópolis/Instituto de Ciências Humanas e Sociais.

Michelle de Oliveira Parreira
Possui Graduada no curso de Bacharelado em Ciência da Computação pela Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT - 2007). Mestre em Engenharia Eletrônica e Computação no Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA - 2010). Doutoranda em Computação Aplicada no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Docente do Instituto Federal de São Paulo (IFSP), Campus Registro. Foi Professora Assistente do curso de Bacharelado em Sistemas de Informação, da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), campus Rondonópolis (06/2014 a 12/2015).

Rafael Cruz Borges
Possui graduação em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Mato Grosso (2006), Mestrado em Engenharia Elétrica pela Universidade de São Paulo (2009) e Doutorado em Ciências no programa de Engenharia Elétrica pela Universidade de São Paulo (2017) na Escola de Engenharia de São Carlos-SP. Docente da Universidade Federal de Mato Grosso/Instituto de Ciências Agrárias e Tecnológicas/Campus Universitário de Rondonópolis.

Ronaldo Pierosan
Possui Geologia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (2004), com doutorado em Geociências pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (2009) e estágio sanduíche na Ludwig-Maximilians-Universität München (2007-2008). Docente da Universidade Federal de Mato Grosso/Faculdade de Geociências/Campus Universitário de Cuiabá.
Email: ronaldopierosan@ufmt.br

Sílvia de Carvalho Campos Botelho
Possui graduação em Agronomia pela Universidade Federal de Viçosa (2005) e mestrado em Produção Vegetal pela Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (2007). Doutora em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Viçosa (2010). Docente da Universidade Federal de Mato Grosso/Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais/Campus Universitário de Sinop.
Email: silvia.campos@embrapa.br

Simone Ramires
Possui graduação em Engenharia Civil pela Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (2002),Mestre em Geotecnia pela pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (2010). Docente da Universidade Federal de Mato Grosso /Departamento de Engenharia Civil/Faculdade de Arquitetura, Engenharia e Tecnologia/Campus Universitário de Cuiabá.

Sunamita Souza Silva
Bacharel em Matemática pela UFG em 2008. Mestre em Matemática pela UnB em 2010. Doutora pela UNESP (FEIS) em 2018. Docente da Universidade Federal de Mato Grosso/Departamento de Matemática/Instituto de Ciências Exatas e Naturais/Campus Universitário de Rondonópolis.

Welitom Ttatom Pereira da Silva
Possui graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Federal de Mato Grosso (2005), mestrado em Ciências Florestais e Ambientais pela Universidade Federal de Mato Grosso (2008) e doutorado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos pela Universidade de Brasília (2012). Docente da Universidade Federal de Mato Grosso/Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental/Faculdade de Arquitetura, Engenharia e Tecnologia/Campus Universitário de Cuiabá.

Weskley da Silva Cotrim
Possui graduação em Engenharia de Alimentos (2007), mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos (2010) e Doutorado em andamento em Ciência e Tecnologia de Alimentos, todos pela Universidade Federal de Viçosa (UFV). Docente da Universidade Federal de Mato Grosso/Curso de Engenharia de Alimentos.

50 ANOS UFMT
VIRTUDE E SABEDORIA

PROEG
Pró-Reitoria de Ensino de Graduação

Prodocência
Programa de consolidação das Licenciaturas

CAPES

EdUFMT

9 786555 880526