

UM ESTUDO DE CASO DE PLANEJAMENTO E CONTROLE PARA CURSOS SUSTENTÁVEIS DE ENGENHARIA

Luiz G. S. Guimarães – luiz.guimaraes@estacio.br

Grupo Estácio de Ensino Superior, Vice-Presidência de Ensino
Rua do Bispo 83, Bloco, 2º andar, Rio Comprido
20261-063– Rio de Janeiro – RJ

Geraldo G. Filho – geraldo.gurgel@estacio.br

Rua do Bispo 83, Bloco, 2º andar, Rio Comprido
20261-063– Rio de Janeiro – RJ

Bruno C. Di Lello – bruno.lello@estacio.br

Rua do Bispo 83, Bloco, 2º andar, Rio Comprido
20261-063– Rio de Janeiro – RJ

Flávio M. O. Gouvêa – flavio.murilo@estacio.br

Grupo Estácio de Ensino Superior, Vice-Presidência de EaD
Av. Venezuela 43, 3º andar, Saúde
20081-311 – Rio de Janeiro – RJ

Resumo: O artigo aborda o tema da evasão na Engenharia por intermédio de um estudo de caso do Grupo Estácio de Ensino Superior. Apresenta a reestruturação curricular do ciclo básico dos cursos de Engenharia, com a utilização de conceitos modernos e inovadores de disciplinas híbridas e o uso de metodologias ativas em seus processos pedagógicos. Apresenta e descreve ações desenvolvidas e utilizadas de métodos de planejamento e controle estatístico da qualidade na operação acadêmica, destacando exemplos e resultados obtidos. O estudo aborda de forma sucinta detalhes de cada um dos métodos, seus objetivos, suas formulações matemáticas, características dos parâmetros de estudo e dos modelos estatísticos e de simulação empregados. O tema evasão é central no artigo e serve de base para a concepção de ações sustentáveis nos processos de ensino da Engenharia.

Palavras-chave: Educação a distância. Modelos matemáticos. Simulação. Evasão. Hibridismo.

1 INTRODUÇÃO

Este artigo trata da implantação do novo núcleo comum dos cursos de engenharia do Grupo Estácio, que abrange principalmente o que as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) denominam de núcleo de conteúdos básicos. A nova estrutura atende às DCN, mas foi influenciada pelo perfil do egresso preconizado pelas discussões entre ABENGE, CES, SESU e MEI e propostas de diretrizes inovadoras na educação em Engenharia, especialmente aquelas

direcionadas ao combate à evasão. Também foi fortemente influenciada pelo novo instrumento de avaliação de cursos, recentemente publicado.

Serão apresentadas as premissas consideradas, as condições de implantação e as métricas de avaliação para medição da evolução da evasão e dos ganhos acadêmicos.

Em 2018 a Estácio implantou currículos híbridos em todos os seus cursos presenciais. Aproveitou-se a oportunidade para reestruturar as matrizes curriculares dos dez cursos de engenharia oferecidos.

A proposta introduz o conceito de disciplinas híbridas, que internamente foram denominadas mistas, e o uso intensivo de metodologias ativas em seus processos pedagógicos.

A vasta e sólida experiência acumulada do Grupo Estácio em EaD, respalda a segurança de trafegar com tranquilidade nesse mundo que, para muitos, ainda é nebuloso. Esta decisão foi resultado do sucesso de um projeto piloto nacional, denominado Projeto 2020, que em 2015 implantou disciplinas híbridas estratégicas para cada grande área de conhecimento. Eram disciplinas com extensos conteúdos EaD e que implantavam nacionalmente a sala de aula invertida como metodologia ativa de aprendizagem.

No caso das Engenharias, a disciplina implantada foi denominada Bases Físicas para Engenharia, do primeiro período, que tem como objetivo resgatar conhecimentos básicos de física. A proposta passava pela apresentação da história da ciência, pela apresentação contextualizada do método científico e explorava a física de forma conceitual, quase “sem conta”. O projeto chamou a atenção do Prof. Ronaldo Mota, hoje Chanceler do Grupo Estácio, que se envolveu fortemente no projeto e costurou uma parceria com a USP, na figura do Prof. Salvador Bagnato, e com o Veduca. As videoaulas da história da ciência que apresentam o método científico de forma contextualizada foram gravadas pelo próprio Prof. Ronaldo Mota no monumento a Estácio de Sá no Rio de Janeiro. Já as videoaulas de física foram gravadas pelo Prof. Bagnato. A disciplina foi oferecida pela primeira vez no segundo semestre de 2015 e foi naturalmente aproveitada na nova estrutura.

2 OS CURSOS DE ENGENHARIA DO GRUPO ESTÁCIO

O Grupo Estácio oferece os seguintes cursos de Engenharia:

- Cursos presenciais: Engenharias Ambiental e Sanitária, Civil, Computação, Controle e Automação, Elétrica, Mecânica, Petróleo, Produção, Telecomunicações e Química
- Cursos EaD: Engenharias Civil, Elétrica e Produção

Os cursos EaD de Engenharia possuem presencialidade próxima de 50% da carga horária e que, por isso, são oferecidos com a denominação “flex”. O atendimento ao aumento para 70% de conteúdo EaD, sem ferir o que ainda se considera como presencialidade fundamental, foi facilitado pela adoção das disciplinas mistas.

O Grupo Estácio de Educação Superior possui amplitude nacional, com atuação em todos os estados federativos. Conta com cerca de 550 mil estudantes e desempenha protagonismo ativo como agente da educação, ajudando a escrever a história da formação profissional da população brasileira.

No Quadro 1 são apresentados, por região, quantitativos de matrículas ativas dos cursos de Engenharia.

Quadro 1 - Quantidade de alunos de Engenharia
do Grupo Estácio – 2017

REGIÃO	EAD	PRESENCIAL	TOTAL
NORTE	100	4.400	4.500
SUDESTE	7.000	19.100	26.100
NORDESTE	1.300	6.700	8.000
SUL	400	1.500	1.900
CENTRO OESTE	700	1.400	2.100
TOTAL	9.500	33.100	42.600

Fonte: Diretoria de Ensino de Graduação

3 O NÚCLEO COMUM DA ESTRUTURA CURRICULAR DAS ENGENHARIAS

Além do atendimento às DCN, algumas premissas foram estabelecidas:

- Manter a carga horária total dos cursos;
- Utilizar as disciplinas mistas e aprendizagem ativa;
- Atender às modalidades presencial e EaD;
- Diminuir o número de disciplinas;
- Explicitar a relevância das disciplinas;
- Reposicionar o uso dos laboratórios nas disciplinas práticas.
- Destacar temas interdisciplinares;

A responsabilidade pela formação científica dos engenheiros gera, com muita frequência, o fatídico questionamento a respeito da importância e utilidade dos temas em estudo. Considerou-se a contextualização na engenharia como essencial para que o discente se sinta efetivamente cursando engenharia, fato visto como crucial no combate à evasão.

A estruturação dos cursos em disciplinas gera uma segmentação que deve ser mitigada através de ações de interdisciplinaridade, indicando ser positiva uma estrutura com menos disciplinas. A adoção das disciplinas mistas e de maior carga:

- Favorece o uso de metodologias ativas de aprendizagem;
- Melhora a logística de estudo dos discentes
- Permite encapsular conteúdos de forma que o objetivo deixe de ser o aprendizado de uma ferramenta e passe a ser a sua aplicação, explicitando a relevância da disciplina;
- Possibilita a abordagem interdisciplinar de forma contextualizada de temas obrigatórios como metodologia científica, inovação tecnológica, empreendedorismo, humanidades, ciências sociais, ética, direitos humanos, cidadania, e as questões indígenas e dos negros.
- Facilita a formação que conduz à consolidação do perfil do egresso

As disciplinas com carga prática e laboratório específico dedicado como física e química usualmente utilizam roteiros de práticas e kits experimentais com resultados previsíveis. São situações de alto custo, não motivadoras e quase sempre desconectadas do aprendizado teórico. A ideia é promover o sincronismo entre teoria e prática com o uso progressivo de práticas virtuais que possibilitam a observação do fenômeno e a posterior abordagem teórica, com a introdução dos modelos matemáticos, numa espécie de sala de aula invertida. O uso do

laboratório físico fica reservado a práticas mais significativas e para a construção de pequenos protótipos.

Não se trata de uma simples evolução curricular. Houve uma reconstrução à luz das novas ideias e paradigmas. O núcleo comum das engenharias contempla integralmente os 4 primeiros períodos com 5 disciplinas e mais 3 disciplinas, incluindo alguns conteúdos profissionalizantes comuns.

O primeiro período tem como objetivo ser acolhedor, motivador e preparar o ingressante para o desafio de se tornar um engenheiro. Essa visão aumenta em muito a responsabilidade do “professor de primeiro período”, já que cabe a ele atender às expectativas dos ingressantes, que é mergulhar no mundo da engenharia.

A seguir são apresentadas algumas disciplinas que incorporam o espírito das mudanças descritas.

- **Bases de Gestão para Engenharia:** tem a intenção de explicitar a importância da formação da porção “gestora”, de inovação e empreendedora do engenheiro.
- **Engenharia Sustentável:** uma linha do tempo conduz a formação do planeta e de seus sistemas e a evolução da sua ocupação pelo homem. Nesse contexto são discutidas as relações entre sociedade, desenvolvimento tecnológico e meio ambiente.
- **Bases Físicas para Engenharia:** resgata conceitos básicos de física com uma abordagem mais conceitual, quase “sem conta”. Espera-se privilegiar o poder de análise, observação, compreensão e percepção dos fenômenos físicos. A disciplina apresenta a história da ciência e, de forma contextualizada, traz o método científico.
- **Análise das Variações:** A denominação “variações” foi escolhida para apresentar as funções como recursos matemáticos capazes de representar o comportamento de fenômenos variáveis relevantes e de interesse das engenharias. Espera-se que o aluno ganhe poder de análise, que seja plantada a semente da modelagem e simulação na engenharia e que seja perceptível o quanto a matemática é importante na formação do engenheiro.
- **Análise Matemática para Engenharia I, II e III:** Segundo [Panoncele], “a análise matemática tem como principal finalidade dar rigor matemático aos conceitos intuitivos do cálculo envolvendo funções, estudando seus principais resultados e aplicações”. Responsáveis pelos conteúdos de cálculo diferencial e integral, as disciplinas tiveram o objetivo geral redirecionado para a resolução de problemas contextualizados que utilizem os conteúdos como ferramenta.
- **Informática para Engenharia:** entendeu-se que a adoção do *Python* daria um novo significado ao tema no curso ao facilitar a criação de aplicativos científicos para todos os ambientes, fato que pode ser altamente motivador.
- **Expressão Gráfica:** a novidade é a introdução da modelagem digital 3D com a possibilidade de materialização de modelos em impressoras 3D.

- **Análise de Dados:** promove um mergulho em temas como *Big Data*, Ciência de Dados e o uso da Internet das Coisas no dia a dia e na Engenharia. Inicialmente são abordados os conteúdos de probabilidade e estatística para, na sequência, focar no tratamento e análise dos dados contextualizados na qualidade e a confiabilidade.
- **Química dos Materiais:** entendeu-se que contextualizar a química nos materiais motiva e traz um novo significado para os conteúdos de química, tão importantes na formação geral do engenheiro. A construção da disciplina partiu da premissa que a inversão do processo seria instigante e motivador. A ideia é, a partir do estudo do material, criar uma demanda para os conteúdos de química.
- **Mecânica dos Sólidos, Fenômenos de Transporte e Eletricidade Aplicada:** são disciplinas estratégicas, integradoras e que promovem a transição para o ciclo profissional. Aqui se propõe o uso da metodologia de aprendizagem baseada em problemas.
- **Modelagem Matemática:** a adoção do Python permitiu a mudança do foco dos métodos e algoritmos para a construção de soluções de problemas científicos com modelagem matemática computacional.

4 CONTROLE, MONITORAMENTO E EVASÃO

Os indicadores de interesse e de demanda pela modalidade a distância no ensino de Engenharia vêm experimentando significativo crescimento nos últimos anos quando comparados às taxas dos cursos presenciais.

Utilizando como tema de fundo a evasão dos cursos de Engenharia e com o viés de apresentação de dados que envolvam o “mundo presencial” e o “mundo a distância”, serão apresentadas algumas ações desenvolvidas internamente e utilizadas para auxiliar a gestão e o controle dos processos de avaliação e monitoramento do desempenho das atividades docentes e discentes nas disciplinas dos cursos de Engenharia do Grupo Estácio e do Núcleo de Ensino a Distância (NEAD) da Universidade Estácio de Sá (UNESA).

5 EVASÃO

A evasão dos cursos de Engenharia é um tema clássico, mas incomoda cada vez mais, na medida em que o desenvolvimento tecnológico depende da engenharia. Cabe a todo gestor de educação entender e combater o “funil da Engenharia”.

Evasão de 40% nos primeiros períodos não são incomuns e a contribuição das novas tecnologias para viabilizar metodologias ativas de aprendizagem devem ser consideradas. Mas isso não basta, já que segundo (CURY, 2017), a evasão dos cursos de Engenharia é uma “evasão curricular”.

A “flexibilidade” proporcionada pelo uso de simuladores virtuais, laboratórios remotos e soluções tecnológicas inovadoras descortina um mundo de possibilidades e nos convidam a

repensar os currículos, oportunidade nova e desafiadora para enfrentar de forma consistente e sistemática o problema da evasão na Engenharia.

Os cursos “totalmente a distância” possuem características específicas que explicam seus graus de evasão. Com a massificação do acesso à internet e a capacidade de penetração em regiões geográficas que não possuem o ensino tradicional, a educação à distância passou a ser uma modalidade com ampla difusão no ensino superior. É significativo o potencial de resposta da educação a distância para o problema educacional do país, mas a evasão dessa modalidade ainda é muito alta e seus índices superam em muito os da modalidade presencial (ALMEIDA, 2008).

A falta de tempo devido à necessidade de conciliar os estudos com as responsabilidades familiares torna-se uma das principais razões para que os alunos abandonem o ensino (2009 COMARELLA, apud MARTINS, 2013).

Ainda sobre esse estudante que trabalha vale destacar o que Comarella acrescenta (2009 apud MARTINS, 2013):

aqueles que trabalham para se sustentar estão em situação de risco de evasão, já que eles apresentam dificuldades em conciliar estudo e trabalho. Outro fator a ser destacado é que quanto mais os acadêmicos avançam em seus estudos, menor é a probabilidade dos mesmos abandonarem o curso, ou seja, a tendência é que esses alunos permaneçam no curso.

6 CONTROLE DE MÉTRICAS DE OPERAÇÃO ACADÊMICA DE DISCIPLINAS

O modelo de ensino implantado em 2010 inclui rotinas de controle acadêmico e monitoramento estatístico das disciplinas presenciais.

As disciplinas online dos cursos de Engenharia constituem um subconjunto de toda a gigante operação dos cursos a distância do grupo educacional.

Para exemplificar como são realizadas ações de controle estatístico da qualidade de alguns processos dessa operação de ensino, serão apresentadas quatro áreas que produzem diversos indicadores para acompanhamento e subsídio de ações de melhoria da qualidade e tomadas de decisão da companhia.

A implantação e desenvolvimento desses processos de controle utilizados pelo grupo educacional só é possível e viável por existirem, em nível sistêmico, uma cultura organizacional de gestão da informação e uma inteligência de dados acadêmicos dinâmica e robusta.

6.1 Monitoramento da qualidade docente

O monitoramento da qualidade do atendimento docente EaD considera a atuação docente nos fóruns de discussão das disciplinas, onde são observados indicadores como tempo de resposta do docente e qualidade do atendimento.

O setor de inteligência emite relatórios customizados que são desdobrados em outros indicadores relacionados às ações e interações docentes existentes no ambiente virtual de aprendizagem (AVA).

Esse processo de monitoramento, existente de forma sistêmica desde 2012, aponta para um percentual médio de 80% dos docentes com desempenho acima do considerado satisfatório. Um percentual histórico de 5% de docentes com desempenho abaixo do exigido é formado por docentes com dificuldade de adaptação, ainda que sejam capacitados e qualificados previamente na universidade corporativa do grupo educacional.

No contexto das disciplinas presenciais o monitoramento não pode ser centralizado, mas como pratica-se a meritocracia, premiando docentes e coordenadores que se destacam, foi desenvolvida uma métrica de medição da qualidade docente que inclui a avaliação feita pelo aluno diretamente no sistema acadêmico, o cumprimento da rotina docente e a contribuição do professor ao modelo de ensino em forma de colaboração ao banco de questões, participações nos fóruns de discussão das disciplinas, reuniões de colegiado e discricionário da coordenação de curso.

6.2 Elaboração de questões para banco de questões (BDQ)

As avaliações semestrais dos discentes nas disciplinas presenciais e a distância seguem modelo e operação específicos.

O Banco de Questões (BdQ) é o repositório das questões objetivas (múltipla escolha) e discursivas dos bancos das disciplinas. O BdQ tem mais de 1 milhão de questões para uso em provas e os bancos de disciplinas online ultrapassa a marca de mil bancos distintos associados a disciplinas.

Os docentes recebem treinamento pedagógico para elaboração de questões e observam sempre a adequação do tema da questão aos conteúdos das disciplinas e sua distribuição pelas aulas. Um fluxo orientado e contínuo de validação e revalidação das questões, formado por docentes em camadas, monitora o uso ou o descarte da questão.

6.3 Simulação para planejamento da montagem das avaliações

As questões do banco de questões são utilizadas para a montagem efetiva das máscaras das avaliações (ou provas).

No caso do EaD é feito um cruzamento com os índices de reprovação anteriores de cada banco de disciplina e modelos que utilizam Simulação de Monte Carlo, considerando o aproveitamento de questões para montagem de provas utilizando-se filtros dos percentuais de acerto das questões.

A simulação da realização de uma prova considera as seguintes variáveis aleatórias em 20 mil alunos hipotéticos: percentual de acerto máximo e mínimo das questões; média e desvio-padrão para distribuição normal da pontuação dos fóruns; pontuação das questões objetivas e discursivas; probabilidade cumulativa de aprovação na AV e na AV substitutiva; realização da Avaliação Parcial e seu respectivo gatilho de pontuação extra, quando for o caso, entre outros.

Adicionalmente, é realizado um estudo de probabilidade para se investigar a chance de haver provas iguais em uma randomização em função da quantidade de questões no banco e a quantidade de alunos na disciplina. Este estudo orienta a definição de necessidade mínima de questões por aula (ambiente Ead) ou por semana de aula (ambiente presencial) em um banco qualquer de uma disciplina.

Nas disciplinas online dos cursos de Engenharia destaca-se a necessidade de haver uma plataforma de estudo e de interação que propicie o uso “fácil e amigável” para a interação e escrita de símbolos, gráficos, expressões algébricas, etc.

As avaliações das disciplinas presenciais também são montadas no BdQ, só que com interferência relativa do docente. Nesse caso só se tem o registro das notas das provas.

Assim como nos cursos a distância, os cursos presenciais possuem um projeto *online* e permanente denominado Avaliando o Aprendizado, baseado em questões objetivas, que possibilita um controle questão a questão nos moldes da modalidade EaD, conferindo um potencial enorme de monitoramento da evolução de aquisição de conhecimento. Está em fase de testes a inclusão de recursos de *adaptive learning* neste projeto.

6.4 Modelos multivariados para análise de evasão

Como foi mostrado ao longo do artigo, entender o fenômeno “evasão do aluno” é uma atividade complexa e que merece um estudo do tipo “cada caso é um caso”.

A área de planejamento acadêmico realizou uma série de estudos deste tipo, envolvendo análise multivariada, propondo-se, a partir da grande massa de dados disponíveis para cada aluno, construir um modelo preditor que indicasse a probabilidade do aluno evadir do curso.

Foi identificada quase uma centena de variáveis possíveis de cada aluno para compor o modelo de predição. Foi utilizada a regressão logística (modelo Logit), onde a variável discreta binária em estudo foi a evasão do aluno.

Criou-se um modelo linear, com uma centena de variáveis, a partir de uma base real de três mil alunos a distância, em que era conhecida a condição real de “renovado” ou “não renovado”. O modelo então criado foi utilizado e aplicado em outra base real de alunos, de mesmo tamanho, e houve um percentual de acerto do modelo de 89% em prever se o aluno na segunda base renovaria ou não a sua matrícula. Como exemplo de resultado, dois fatores entre os mais relevantes identificados que contribuem favoravelmente para a retenção do aluno são a adimplência financeira do aluno e o tempo utilizado pelo aluno assistindo às aulas teletransmitidas.

Na modalidade presencial a situação se assemelha e o paralelo é a frequência às aulas, que para ser monitorada, precisa que o professor efetivamente realize as chamadas e publique no sistema. A situação ideal é a realização da chamada online pelo celular. Essa dinâmica dificulta o processo de controle em relação ao processo do EaD que não depende da interferência humana.

7 CONCLUSÕES

O presente artigo apresentou, por intermédio de um estudo de caso, como o Grupo Estácio de Educação Superior está reestruturando seus currículos de Engenharia, com foco na inovação, na minimização da evasão, no atendimento às DCN e ao marco regulatório.

A participação dos autores nas equipes de planejamento e controle destas ações de gestão do conhecimento no grupo educacional propiciam uma amostra de que o grupo se estrutura com uma postura inovadora na educação para um curso sustentável de Engenharia, do ponto de vista de manutenção de sua base de alunos, com estratégias de minimização de evasão, aliadas a uma estrutura curricular contemporânea.

MATTAR, João. **Guia de educação a distância**. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

MAURÍCIO, Wanderléa Pereira Damásio; SCHLEMMER, Eliane. **Os motivos de desistência alegados num curso a distância via internet**: relato de experiência na gestão EAD. 2008. Disponível em:

<http://www.abed.org.br/revistacientifica/Revista_PDF_Doc/2008/ARTIGO_04_RBAAD_2008_PESQUISA.pdf>. Acesso em: 12 jul.

MERCADO, Luis Paulo Leopoldo, **Dificuldades na educação a distância online**. 2007

Disponível em:<<http://www.abed.org.br/congresso2007/tc/55200761718PM.pdf>> acesso em: 19 nov. 2015

NASSAR, Silva M. et al. **Do modelo presencial para o modelo a distância**: variáveis endógenas e os riscos de evasão nos cursos de graduação. Santa Catarina: Universidade Federal de Santa Catarina, 2008.

PANONCELE, Diego Manoel. **Análise Matemática**. Curitiba: Intersaberes, 2017.

PLANNING AND CONTROL OF SUSTAINABLE ENGINEERING COURSES: A CASE STUDY

Abstract: *This paper addresses the topic of evasion in engineering courses based on a case study of the Estácio Group of Higher Education. It presents the curricular restructuring of the basic cycle of undergraduate engineering courses, using modern and innovative concepts of hybrid disciplines and the use of active methodologies in their pedagogical processes. It presents and describes developed and used actions of methods of statistical planning and quality control in academic operation, highlighting examples and results obtained. The study briefly covers details of each of the methods, their objectives, their mathematical formulations, characteristics of the study parameters and the statistical and simulation models employed. The evasion theme is central in the article and serves as the basis for the conception of sustainable actions in the engineering teaching processes.*

Key-words: *Distance learning. Math modelling. Simulation. Evasion. Hybridity*