



ESTUDO DA DEPENDÊNCIA ENTRE DESEMPENHO EM FÍSICA E DEMAIS DISCIPLINAS ABORDADAS NA ETAPA INICIAL DE UM CURSO DE ENGENHARIA

Fábio Gerab – prifgerab@fei.edu.br

Centro Universitário da FEI, Departamento de Matemática

Av. Humberto de Alencar Castelo Branco, 3972

CEP: 09850 – São Bernardo do Campo - SP

Araceli Denise Antunez Valério – celi-dav@hotmail.com

Centro Universitário da FEI, Departamento de Engenharia de Produção

Av. Humberto de Alencar Castelo Branco, 3972

CEP: 09850 – São Bernardo do Campo - SP

Resumo: *Este trabalho estudou os indicadores de desempenho acadêmico na etapa inicial de cursos de engenharia buscando identificar padrões de dependência entre o desempenho acadêmico obtido na disciplina de Física I e o rendimento nas demais disciplinas do primeiro ciclo deste curso, ministrado tanto no período diurno como no noturno. Os padrões de dependência foram investigados utilizando-se Análise por Regressão Linear Múltipla (RLM) e Análise por Regressão Logística (RL). Os desempenhos dos alunos ingressantes tanto no primeiro semestre como no segundo semestre do ano foram analisados separadamente e seus resultados comparados. A consistência entre os resultados obtidos pela RLM e pela RL foi verificada, selecionando-se o melhor modelo preditivo para o desempenho em Física I. Determinaram-se os impactos significativos do desempenho acadêmico nas demais disciplinas no desempenho em Física I. Neste contexto destacou-se a importância dos conhecimentos de Cálculo Vetorial e Geometria Analítica como fundamentais para o desempenho em Física I. Como a disciplina Física I é ministrada no primeiro ciclo para o curso diurno e no segundo ciclo para o curso noturno, investigou-se a existência de ganhos de desempenho associados a este remanejamento da disciplina de Física I para o curso noturno. Para tanto, o modelo de RLM determinado para os alunos do curso diurno foi tomado como referência e aplicado aos alunos do curso noturno. Os resultados obtidos não foram capazes de apontar diferenças no desempenho.*

Palavras-chave: *Ensino de engenharia, Ensino de física, Currículo, Regressão linear múltipla, Regressão logística*

1. INTRODUÇÃO

É um fato conhecido que a muitos dos alunos ingressantes nos cursos superiores das áreas ditas exatas tem dificuldade na compreensão dos fenômenos físicos. O elevado número de reprovações em Física, nos vários níveis de ensino e em vários países, comprova a grande dificuldade que os alunos têm na aprendizagem dessa ciência. Os alunos que conseguem bons resultados nesta disciplina são vistos como uma pequena elite, o que faz pensar que a Física seja só para alguns (Fiolhais, 1998). Apesar de este problema adquirir maiores contornos nos níveis mais básicos de instrução ele também se verifica no ensino superior. Um estudo efetuado por Barbeta e Yamamoto, revelou que alunos que ingressam em um curso superior de exatas demonstram dificuldades em resolver simples frações, na montagem e resolução de equações, em geometria e em trigonometria, além de possuir grande deficiência em relação aos conceitos básicos de Física (BARBETA & YAMAMOTO, 2002).

Os ciclos iniciais de um curso em ciências exatas são os que impõem ao aluno os maiores desafios. Estes desafios, relacionados às dificuldades inerentes ao ingresso no ensino superior, contribuem para a ocorrência de elevados índices de reprovação, principalmente nas disciplinas com conteúdos matemáticos, físicos e computacionais.

1.1. Objetivos

Buscando uma maior reflexão sobre as questões expostas, o presente trabalho tem por objetivos:

- Caracterizar as interações curriculares entre as disciplinas do primeiro ciclo de um curso de Engenharia, assumindo o desempenho acadêmico dos alunos ingressantes na disciplina de Física I como dependente do desempenho acadêmico nas demais disciplinas do primeiro ciclo do curso.
- Identificar a importância relativa de cada uma das disciplinas oferecidas no primeiro ciclo para o desempenho em Física I.
- Investigar possíveis ganhos de desempenho em Física I, para o curso noturno, associados ao remanejamento da disciplina de Física I do primeiro para o para o segundo ciclo do curso.

1.2. Justificativa

O conhecimento matemático coloca-se como algo preliminar à aprendizagem da Física, entretanto não se trata apenas de saber Matemática para poder compreender os conceitos tratados nas disciplinas de Física, mas também de saber aprender teoricamente a representação do comportamento da natureza através de uma estruturação matemática (PIETROCOLA, 2002). Assim, estimar a influência das disciplinas do primeiro ciclo de um curso de engenharia na disciplina inicial de Física permite uma melhor compreensão das dificuldades de um aluno ingressante. Esta melhor compreensão trará subsídios para o desenvolvimento de estratégias pedagógicas que busquem um melhor desempenho dos estudantes em Física nestas etapas iniciais de seu curso.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Ensino de Física e Matemática

A transição do ensino médio para o ensino superior é um grande desafio para os estudantes. Em seu estudo Cunha e Carrilho investigaram o conhecimento das relações entre as primeiras experiências do estudante no ensino superior e o sucesso acadêmico, analisando em que medida as vivências acadêmicas dos alunos ingressantes do primeiro ano de um curso de engenharia militar se apresentam relacionadas com o rendimento acadêmico. Para avaliar as vivências acadêmicas utilizou-se o Questionário de Vivências Acadêmicas (QVA) e para efeitos de avaliação do rendimento escolar dos alunos utilizaram-se três disciplinas que são essenciais à formação do engenheiro, a saber: Física, Cálculo e Álgebra Linear. Os resultados sugerem que o rendimento acadêmico pode ser afetado pelas vivências dos estudantes no nível pessoal e de realização acadêmica experimentada no 1º ano do curso superior (CUNHA & CARRILHO, 2005).

Não bastassem as dificuldades adaptativas inerentes ao ingresso no ensino superior, os estudantes de cursos de engenharia muitas vezes se defrontam com dificuldades decorrentes das lacunas do seu conhecimento em Matemática e em Física deixadas por um ensino médio deficitário. Karam e Pietrocola discutem a relação existente entre a Matemática e a Física argumentando que ambas estão profundamente relacionadas desde a essência do conhecimento científico e essa influência mútua tem desempenhado um papel fundamental para o desenvolvimento de ambas, onde casos históricos evidenciam que problemas físicos são motivadores da criação de objetos matemáticos e que conceitos abstratos são comumente interpretados fisicamente. Argumentam porém que essas duas disciplinas têm sido trabalhadas de maneira independente no contexto do ensino e que os estudantes dificilmente se dão conta dessa crescente relação (KARAM & PIETROCOLA, 2009).

Várias têm sido as iniciativas no sentido de aproximar os ensinos da Física e da Matemática, tanto no ensino médio como no ensino superior. A utilização da modelagem matemática aplicada ao ensino aprendizagem de Física foi avaliada por distintos autores (LOZADA *et al.*, 2006; SOUZA & SANTO, 2008; CAMPOS & ARAÚJO, 2009).

Barbeta e Yamamoto aplicaram um teste adaptado do “Mechanics Baseline Test” (MTB), bastante utilizado em algumas universidades americanas, entre alunos ingressantes no ciclo básico de um curso de engenharia, visando levantar as principais dificuldades conceituais em Física no tópico de mecânica clássica. Embora exista uma forte interdependência entre Física e Matemática e que se observe ao longo dos anos, uma gradual diminuição na capacidade de uso de ferramental matemático por parte dos alunos que ingressam no curso superior, os autores concluíram que não é somente a falta deste ferramental o grande obstáculo para um bom desenvolvimento desses alunos. Os resultados da aplicação do MBT confirmaram a grande deficiência em relação aos conceitos básicos de Física. Embora os alunos tenham tido contato prévio com os tópicos explorados pelo teste, o nível de amadurecimento sobre o assunto é ainda mostrou-se pequeno, prevalecendo conceitos baseados em um senso comum impreciso (BARBETA & YAMAMOTO, 2002).

Segundo Freire e Cardoso as concepções trazidas pelos alunos antes da instrução acadêmica, têm limitado suas novas experiências. Associando isto ao ensino



convencional de Física, os alunos apresentam forte resistência a uma mudança conceitual, aqui entendida como a capacidade que o aluno tem de adquirir novos conceitos ou ampliar conceitos já apreendidos (FREIRE & CARDOSO, 2002).

Assim, as dificuldades enfrentadas no ensino das ciências muitas vezes acabam por induzir os professores a procurarem problemas onde eles não existem. Um caso particular disto ocorre quando professores de Física acabam por acreditar que seus alunos não aprendem os conteúdos ministrados por insuficiente formação matemática. (PIETROCOLA, 2002). Segundo o autor, a este tipo de raciocínio subjaz a ideia de que a Física se vale da Matemática enquanto instrumento para enunciar suas leis e princípios. Seu trabalho busca mostrar que existe uma relação muito mais complexa entre ambas as disciplinas, que faz da Matemática estruturante do conhecimento físico. Esta relação possui profundas implicações para o ensino de Física.

Assim, percebe-se que as discussões sobre o aprendizado de Física apresentam elevada complexidade conceitual, não havendo ainda uma corrente hegemônica na área. Entretanto torna-se clara a ideia que, embora exista uma relação muito próxima entre conteúdos de Matemática e Física, o conhecimento do primeiro não é condição suficiente para o entendimento do segundo.

2.2. Os cursos de engenharia estudados

Os cursos de engenharia estudados, assim como muitos outros cursos de graduação, apresenta uma organização curricular de base disciplinar. Esta estrutura, embora seja tanto cômoda como útil, ao conceder uma ordem lógica e linear aos conteúdos curriculares, pode apresentar-se como facilitadora da fragmentação do conhecimento e estimuladora da especialização de funções (MORGADO, 2009).

Identificar e mensurar as interdependências entre os conteúdos apresentados em diferentes disciplinas do curso, através da análise conjunta dos indicadores de desempenho acadêmico, permite também investigar o grau de integração ou de fragmentação destes conteúdos percebido pelo aluno durante seu processo de aprendizagem.

Os cursos de engenharia na instituição estudada são ministrados tanto no período diurno como no noturno, com duração de 10 e 12 ciclos semestrais respectivamente. Estes cursos são compostos por um bloco comum de disciplinas, constituído pelos dois primeiros ciclos do curso diurno e pelos três primeiros ciclos do curso noturno. Estes cursos tem para o período diurno seu primeiro ciclo semestral constituído por sete disciplinas descritas abaixo, a saber: Cálculo Diferencial e Integral I, Cálculo Vetorial e Geometria Analítica, Introdução a Computação, Desenho Técnico, Sociologia, Física I e Educação Física. Para os cursos de engenharia ministrados no período noturno, a disciplina Física I foi deslocada para o 2º ciclo e disciplina Educação Física foi suprimida. As ementas, cargas horárias e nomenclaturas destas disciplinas são apresentadas na Tabela 1. Os códigos das disciplinas iniciados com N referem-se às disciplinas ministradas no período noturno, as demais são ministradas nos cursos diurnos.

3. METODOLOGIA

Inicialmente buscou-se na base de dados da Instituição o conjunto das notas dos alunos ingressantes nos cursos de Engenharia, diurno e noturno, durante o ano de 2011, tanto através do processo seletivo de janeiro como no de julho. Tomando o desempenho

na disciplina Física I como dependente do desempenho nas demais disciplinas do segundo ciclo, dois modelos de dependência foram construídos. O primeiro foi um modelo linear, utilizando Regressão Linear Múltipla (RLM). O segundo um modelo não linear, utilizando Regressão Logística (RL) (HAIR *et al.*, 2005). Em princípio, todas as demais disciplinas podem se mostrar relevantes para o desempenho em Física 1, pois o ferramental matemático básico é também visto em Cálculo Diferencial e Integral I, a noção de vetores é desenvolvida em Cálculo Vetorial e Geometria Analítica, o raciocínio lógico é trabalhado em Introdução a Computação, a visão espacial é desenvolvida em Desenho Técnico e a interpretação correta de textos e enunciados pode ser facilitada pela disciplina de Sociologia. Educação Física não foi incluída na análise pois ela só é ministrada para os cursos diurnos.

Tabela 1 – Disciplinas iniciais dos cursos de Engenharia

Disciplina			
Código	Nome	Carga horária	Ementa
MA1110/ NA1110	Cálculo Diferencial e Integral I	90 horas	Conjuntos numéricos usuais. Conceitos de funções, funções básicas. Limites, formas indeterminadas, limites fundamentais. Derivada, reta tangente, regras de derivação, problemas de máximos e mínimos, regra de L'Hospital. Taxa de variação. Esboço de curvas. Diferenciais.
MA1210/ NA1210	Cálculo Vetorial e Geometria Analítica	60 horas	Vetores. Dependência linear. Base. Mudança de base. Produto escalar. Produto vetorial. Produto misto. Sistema de coordenadas. Reta e Plano. Posições relativas. Superfícies esféricas.
CC1410/ NC1410	Introdução à Computação	60 horas	Linguagem algorítmica. Linguagem de programação. Ambiente de programação. Fluxos sequenciais, fluxos alternativos, fluxos repetitivos. Modularização e subprogramas. Tipos estruturados: listas e registros.
ME1110 / NM1110	Desenho Técnico	60 horas	Estudo das várias técnicas do desenho de projeções normalizado para uma eficiente leitura e interpretação de desenho técnico em engenharia, além de desenvolver hábitos motores corretos na execução de desenhos e uso do instrumental. Desenvolvimento de raciocínio espacial e criatividade.
CS1210/ NS1210	Sociologia	30 horas	Surgimento da Sociologia, condições históricas e evolução. A constituição da sociedade capitalista: contribuições de Marx e Weber. A sociedade industrial e o processo de organização do trabalho: Taylorismo e Fordismo, Tempos e movimentos, Ergonomia, Produção e consumo em massa, Mobilidade Social, Estado de Bem-estar Social e Keynes, Conquistas trabalhistas. A crise do sistema capitalista de produção e o surgimento de novas tecnologias: Globalização, Toyotismo, neoliberalismo, Kanban, Just in time. As transformações tecnológicas e as mudanças nas relações sociais: Complexo metal-mecânico para microeletrônica, Automação e internet, Computador e biotecnologia. Cultura, Trabalho e Sociedade: Diversidade Cultural, Identidade e Mercado, Sociedade de Consumo.
FS1110/ NF2110	Física I	90 horas	Cinemática escalar do ponto; cinemática vetorial do ponto; elementos geométricos da trajetória; movimento circular de uma partícula; Leis de Newton; equilíbrio do ponto; trabalho; potência de uma força; energia cinética; energia potencial; energia mecânica; conservação e não conservação da energia mecânica; quantidade de movimento; conservação da quantidade de movimento.
CS1510	Educação Física	30 horas	Incentivar a prática das atividades físicas como instrumento de boa saúde, ampliar conhecimento das modalidades desportivas através da prática orientada, conscientizar o aluno da importância sobre a harmonia do corpo e alma, servindo como base as atividades físicas e desporto.

Na RLM busca-se descrever o comportamento de uma única variável métrica dependente (desempenho em Física I) por uma combinação linear, estatisticamente significativa, de várias variáveis independentes (desempenho nas demais disciplinas do primeiro ciclo). Na Regressão Linear Múltipla o grau de associação e a qualidade do ajuste linear (grau de dependência) da variável dependente por um conjunto de outras variáveis é avaliada pelo coeficiente de determinação múltiplo ajustado R^2_{ajust} . A importância relativa de cada disciplina na explicação do desempenho em Física I é fornecida pelos coeficientes lineares reduzidos (β 's reduzidos).

No modelo de RL busca-se, através de uma regressão não linear, explicar a ocorrência de fenômenos descritos por uma variável de natureza binária. A RL é uma técnica estatística utilizada para descrever a relação de dependência de uma variável dependente binária com variáveis independentes métricas ou não métricas, ou seja, destina-se a investigar o efeito das variáveis pelas quais os indivíduos, objetos ou sujeitos estão expostos sobre a probabilidade de ocorrência do evento de interesse (FÁVERO *et al.*, 2009). A vantagem da regressão logística diante de outras técnicas está na flexibilidade de seus cálculos, ampliando assim sua aplicabilidade. Constata-se que a RL difere da análise da RLM, pois não pressupõe normalidades dos resíduos. Isso elimina uma grande limitação, uma vez que na presença de muitas variáveis dicotômicas, este pressuposto acaba sendo violado (FÁVERO *et al.*, 2009). Sendo que a regressão logística também não pressupõe homogeneidade de variância, a redução do número de pressupostos torna-a preferível em muitas situações práticas. Todas as análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do software Statistical Package for Social Sciences – IBM SPSS Statistics Version 19 release 19.0.0. Para todos os modelos utilizou-se um nível de significância de 0,05.

Inicialmente analisaram-se os resultados de desempenho referentes aos alunos ingressantes em 2011 no curso de engenharia diurno. As análises estatísticas foram realizadas em separado para os ingressantes no primeiro e no segundo semestre. Este cuidado deveu-se a suposição de existência de diferenças sistemáticas entre os desempenhos dos alunos ingressantes no curso nos processos seletivos de janeiro e julho. Ambas às análises de regressão, RLM e RL, foram aplicadas. Para a RLM tomou-se como variável dependente a nota obtida em Física I. Já para a RL utilizou-se como variável dependente binária a aprovação nesta disciplina, de maneira que a variável assumiu o valor um em caso de aprovação e zero em caso de reprovação em física I. A partir dos resultados obtidos selecionou-se o modelo de dependência (RLM ou RL) mais adequado. Como veremos adiante, o modelo de RLM foi o selecionado para as demais etapas da análise. A partir do modelo de RLM foi possível determinar a importância relativa do desempenho nas distintas disciplinas do primeiro ciclo do curso para o desempenho em Física I.

Na etapa seguinte, utilizando os coeficientes lineares do modelo de RLM desenvolvido a partir das notas dos alunos do curso diurno e tomando como variáveis independentes as notas obtidas nas disciplinas do primeiro ciclo cursadas pelos alunos do curso noturno ingressantes em 2011, simulou-se a nota esperada em Física I para estes alunos do noturno como se esta disciplina tivesse sido cursada no primeiro ciclo do curso e não no segundo. A partir da comparação entre a nota simulada e a nota realmente obtida em Física I pelos alunos do curso noturno, buscaram-se evidências de algum ganho no desempenho dos alunos do noturno nesta disciplina devido ao fato de Física I ter sido deslocada para o segundo ciclo nos cursos noturnos.

A aplicação do modelo foi feita para todos os alunos do noturno, contudo, para um melhor entendimento dos resultados, realizaram-se também análises estratificando os alunos em três grupos: alunos sem disciplinas do semestre anterior cursadas em regime de dependência (DP), alunos com uma dependência e alunos com duas dependências. É importante ressaltar que os alunos do noturno incorporados à análise foram somente aqueles que progrediram para o para o segundo ciclo do curso de Engenharia, pois a disciplina de Física I é ministrada no segundo ciclo para o período do noturno. Como um dos critérios de progressão de ciclo é não ter mais do que duas disciplinas de ciclos anteriores em regime de dependência, o número de alunos estudados do noturno foi

consideravelmente reduzido. Buscou-se também, para os alunos do noturno, utilizando o modelo de RLM, identificar a importância relativa do desempenho nas demais disciplinas do primeiro ciclo para o rendimento em Física I.

4. RESULTADOS

4.1. Resultados para os alunos do curso diurno

Para o curso diurno foram analisados os desempenhos de 759 estudantes. Os modelos de regressão RLM e RL foram capazes de obter boas previsões das aprovações ou reprovações em Física I dos alunos do curso diurno. Para o Modelo de RLM a estimação de uma nota igual ou superior a 5,0 foi tomada como uma previsão de aprovação. A Tabela 2 apresenta a síntese dos resultados obtidos para o 1º semestre de 2011 do curso diurno, tanto para o modelo de RLM como para o de RL.

De acordo com a Tabela 2, observa-se que os modelos finais de regressão não incluíram a disciplina Sociologia (CS1210), pois seus coeficientes, oriundos dos cálculos de regressão, não foram, a um nível de 0,05, estatisticamente significativos. O modelo de Regressão Linear Múltipla alcançou 83,8% de acertos totais. Este modelo mostrou que a disciplina Cálculo Vetorial e Geometria Analítica (MA1210) foi a que apresentou o maior impacto para o desempenho em Física I. Já o menor impacto, ainda que significativo, foi o da disciplina Desenho Técnico. Em relação à multicolinearidade, o VIF (Fator de Inflação da Variância) foi inferior a dez, corroborando para a consistência do modelo de Regressão Linear Múltipla encontrado (HAIR *et al.*, 2005). Já a Regressão Logística apresentou aproximadamente 90% de acertos totais. Observou-se que para o modelo de Regressão Logística a disciplina MA1210 também foi a de maior influência para Física I e a disciplina ME1110 continuou sendo a de menor influência.

A Tabela 3 mostra os resultados de regressão para o 2º semestre de 2012 no curso diurno. Foram analisados os desempenhos de 245 estudantes. Para os alunos ingressantes no segundo semestre, a contribuição da disciplina Sociologia na explicação do desempenho em Física I foi estatisticamente significativa para o modelo Regressão Linear Múltipla. O modelo de RLM obteve 89,1% de acertos totais. O modelo mostrou que a disciplina MA1210 permaneceu sendo a disciplina mais importante para explicar o desempenho de Física I. Novamente os valores do fator de inflação da variância, VIF, foram pequenos, indicando que o modelo não foi afetado pela existência de fortes multicolinearidades. O modelo de Regressão Logística também obteve 89,1% de acertos totais. Entretanto, nota-se que para este modelo apenas as disciplinas Cálculo Diferencial e Integral I (MA1110) e Cálculo Vetorial e Geometria Analítica (MA1210) foram estatisticamente significativas, sendo a disciplina MA1210 aquela de maior importância para explicar o desempenho em Física I. Como MA1110 e MA1210 são fortemente correlacionadas, embora não seja fácil dimensionar efeitos de multicolinearidade para a Regressão Logística, estes efeitos podem estar afetando o modelo logístico obtido.

A partir da análise dos resultados obtidos pelos dois modelos de regressão percebe-se que ambos apresentaram capacidades preditivas de aprovação ou reprovação semelhantes. Entretanto, definiu-se que Regressão Linear Múltipla foi mais adequada para a modelagem para ser utilizada na próxima etapa do trabalho. Esta escolha

deveu-se ao fato de a RLM modelar não somente a aprovação ou reprovação, mas também determinar um valor para a nota de Física I esperada para o aluno. Além disso, efeitos de multicolinearidade são mais facilmente detectáveis na Regressão Linear Múltipla, quando comparada à Regressão Logística.

Tabela 2 – Previsão de aprovação em Física I: alunos do diurno ingressantes no primeiro semestre de 2011 ($\alpha = 0,05$, modelo Backward Stepwise)

Modelo	% de acertos para alunos reprovados	% de acertos para alunos aprovados	% acertos totais	Qualidade do ajuste
RLM	89,5	81,9	83,8	R^2 ajustado=0,773
Modelo	$FS1110 = 1,766 + 0,156 MA1110 + 0,306 MA1210 + 0,177 CC1410 + 0,113 ME1110$ Betas reduzidos: $\beta_1(MA1110) = 0,204$; $\beta_2(MA1210) = 0,409$; $\beta_3(CC1410) = 0,173$; $\beta_4(ME1110) = 0,120$			
Multicolinearidade	Máximo VIF=3,280			
RL	77,4	94,4	90,1	R^2 nagelkerke=0,779
Modelo	$\beta_0 = -4,694$; $\beta_1(MA1110) = 0,311$; $\beta_2(MA1210) = 0,590$; $\beta_3(CC1410) = 0,321$; $\beta_4(ME1110) = 0,222$			
Multicolinearidade	Difícil de dimensionar.			

4.2. Resultados para os alunos do curso noturno

Ao aplicar o modelo de RLM do diurno para o noturno buscou-se estimar suas notas em Física I, simulando a condição de sua hipotética alocação no primeiro ciclo do noturno. Pôde-se então estimar as diferenças médias entre as notas estimadas e as notas efetivamente obtidas em Física I quando cursadas pelos alunos do noturno no segundo ciclo do curso. Nesta comparação tomou-se o cuidado de distinguir os alunos ingressantes no primeiro semestre dos ingressantes no segundo semestre. Os valores de Δ , referentes às médias das diferenças obtidas subtraindo-se as notas estimadas das notas obtidas em Física I, são mostrados na Tabela 4. Valores positivos de Δ seriam indicativos de um ganho de desempenho em Física I, associado ao fato de esta disciplina ser oferecida no segundo ciclo para alunos do curso noturno.

Constatou-se que não ocorreu ganho de desempenho para os alunos do noturno devido ao fato de a disciplina de Física I ter sido deslocada para o 2º ciclo. Isto se verifica principalmente para os alunos que ingressaram no segundo semestre de 2011, onde as notas estimadas de NF2110 foram maiores do que as notas realmente obtidas.

Tabela 3 – Previsão de aprovação em Física I: alunos do diurno ingressantes no segundo semestre de 2011 ($\alpha = 0,05$, modelo Backward Stepwise)

Modelo	% de acertos para alunos reprovados	% de acertos para alunos aprovados	% acertos totais	Qualidade do ajuste
RLM	93,9	84,3	89,1	R^2 ajustado=0,618
Modelo	$FS1110 = 0,398 + 0,318 MA1110 + 0,366 MA1210 + 0,148 CC1410 + 0,088 ME1110 + 0,170 CS1210$ Betas reduzidos: $\beta_1(MA1110) = 0,331$; $\beta_2(MA1210) = 0,402$; $\beta_3(CC1410) = 0,121$; $\beta_4(ME1110) = 0,094$; $\beta_5(CS1210) = 0,079$			
Multicolinearidade	Máximo VIF=3,924			
RL	89,9	88,6	89,1	R^2 nagelkerke=0,672
Modelo	$\beta_0 = -3,735$; $\beta_1(MA1110) = 0,482$; $\beta_2(MA1210) = 0,924$			
Multicolinearidade	Para MA1110 e MA1210 o coeficiente de correlação linear é elevado ($r = 0,844$), portanto existe multicolinearidade mas seu efeito é difícil de dimensionar.			

Tabela 4 – Δ 's (Δ = nota de NF2110 real – nota de NF2110 estimado)

DP = dependência de alguma disciplina cursada no ciclo anterior

	PRIMEIRO SEMESTRE	SEGUNDO SEMESTRE
Todos os alunos	0,06	-1,74
Alunos sem DP	-1,36	-1,56
Alunos com uma DP	0,05	-1,85
Alunos com duas DP's	1,71	-1,84

Com o propósito de se ampliar os estudos sobre esses alunos do noturno, efetuaram-se os modelos de RLM do noturno (alunos ingressantes no primeiro e segundo semestre no período noturno), tanto para todos os alunos como também para os três grupos citados anteriormente. A Tabela 5 os modelos de RLM para os alunos do curso noturno.

De acordo com a Tabela 5, as disciplinas que foram significativas, no primeiro semestre do noturno, e constam nas equações de RLM foram NA1110 e NA1210. No entanto para alunos com uma dependência, NS1210 foi também significativa para o modelo, diferentemente das outras equações onde NA1110 aparece no lugar de NS1210. Os resultados referentes ao segundo semestre do curso noturno diferenciam-se dos do primeiro principalmente pela não existência dos modelos de equações de RLM para os alunos com uma e duas dependências, pois os modelos não foram válidos.

O conjunto de disciplinas significativas para a explicação das notas de Física I do segundo semestre mostrou-se também distintos das do primeiro semestre. Quando os

β 's reduzidos são analisados o modelo de RLM referente ao primeiro semestre aponta a disciplina NA1210 como a de maior importância em todos os grupos estudados (todos os alunos, zero, uma e duas dependências). Já para os alunos que ingressaram no segundo semestre, tanto no modelo para todos os alunos como para os alunos sem dependências, a variável de maior peso foi NA1110. Os modelos para uma dependência e duas dependências não apresentaram coeficientes lineares significativos. Tais resultados foram influenciados pelo pequeno número de alunos nestes grupos, como mostra a Tabela 6, pois, ao se estudar os alunos do noturno, foi necessário retirar da análise grande parte deles, avaliando somente os alunos que obtiveram êxito no primeiro ciclo, já que a disciplina de Física I é ministrada no segundo ciclo. Assim, em comparação com os alunos do diurno, foram poucos os alunos do noturno estudados, e os que foram considerados na análise foram aqueles, em princípio, de maior desempenho, uma vez que foram aprovados no primeiro ciclo. A Tabela 6 apresenta também os coeficientes de determinação múltiplos, referentes a cada modelo.

Tabela 5 – Modelos de RLM para o período noturno

Semestre	Grupo	Modelo de RLM estatisticamente significativo
1º	Todos os alunos	NF2110 = 1,778 + 0,357*NA1110 + 0,509*NA1210
	Alunos sem DP	NF2110 = 2,911 + 0,369*NA1110 + 0,350*NA1210
	Alunos com 1 DP	NF2110 = 1,142 + 0,386*NA1210 + 0,430*NS1210
	Alunos com 2 DP's	NF2110 = 1,657 + 0,343*NA1110 + 0,536*NA1210
2º	Todos os alunos	NF2110 = 0,104 + 0,537*NA1110 + 0,310*NM1110
	Alunos sem DP	NF2110 = -0,646 + 0,553*NA1110 + 0,404*NC1410

Tabela 6 – Quantidade de alunos do noturno utilizados para o cálculo do modelo de RLM e respectivo R^2 ajustado
(*Modelo não significativo)

PRIMEIRO SEMESTRE			SEGUNDO SEMESTRE		
Condição do aluno	Nº de alunos	R^2 ajustado	Condição do aluno	Nº de alunos	R^2 ajustado
Todos	207	0,604	Todos	71 alunos	0,510
0 DP	85	0,327	0 DP	29 alunos	0,436
1 DP*	48	0,219	1 DP*	16 alunos	-
2 DP's*	71	0,295	2 DP's*	26 alunos	-

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com os resultados obtidos para os alunos do diurno, a metodologia adotada para a modelagem de desempenho em Física I mostrou-se viável e consistente. Apesar de ambos os modelos de regressão empregados terem apresentado capacidades de previsão semelhantes, o modelo de RLM foi considerado mais adequado por permitir, além de um melhor controle dos efeitos da multicolinearidade, estimar a nota esperada para Física I.



A comparação entre as notas previstas pelo modelo e obtidas em Física I pelos alunos do curso noturno não evidenciou nenhum ganho de desempenho pelo fato de esta disciplina ter sido deslocada para o segundo ciclo. O tamanho reduzido da amostra pode ter influenciado este resultado. Compreende-se também que o perfil dos alunos do noturno é distinto dos alunos do diurno, o que pode também influenciar no comportamento de suas notas.

Os resultados que apontam que, mesmo em um curso de natureza disciplinar como o estudado, sobrevive uma forte relação entre os distintos conteúdos abordados na etapa inicial de um curso de engenharia. Os modelos de RLM explicaram, para o conjunto dos estudantes, uma fração considerável da variabilidade das notas de Física I. Esta explicação variou de 51%, para os alunos do noturno ingressantes no segundo semestre, a 77%, para os alunos do diurno ingressantes no primeiro semestre.

Embora várias disciplinas tenham se mostrado significativas para a explicação do desempenho em Física I, percebe-se que, tanto no curso diurno como no curso noturno, as disciplinas mais relevantes para esta explicação foram Cálculo Diferencial e Integral I e Cálculo Vetorial e Geometria Analítica, esta última sempre tendo a maior influência para este desempenho. Tal fato reforça a forte conexão entre os conceitos matemáticos de vetor e suas propriedades e a sua correta aplicação para o entendimento dos conceitos físicos envolvidos no estudo da cinemática e da dinâmica, abordados em Física I.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Centro Universitário da FEI pelo suporte financeiro ao trabalho através do programa PBIC.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBETA, V.B.; YAMAMOTO, I. Dificuldades conceituais em física apresentadas por alunos ingressantes em um curso de engenharia. Revista Brasileira de Ensino de Física, Vol. 24, nº3, setembro de, 2002.

CAMPOS, L.S.; ARAÚJO M.S.T. A Modelagem Matemática e a Experimentação Aplicadas ao Ensino de Física. Anais: VII Enpec: Encontro Nacional de Pesquisas em Educação em Ciências. Florianópolis: 2009.

FREIRE, P.T.C; CARDOSO, H.B. Conceitos de Física básica em turmas de disciplinas de terceiro ano universitário: análise e perspectivas. Anais: VIII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física. Ceará: 2002

CUNHA, S.M.; CARRILHO, D.M. O processo de adaptação ao ensino superior e o rendimento acadêmico. Revista Psicologia Escolar e Educacional, vol.9, nº2, Campinas Dec. 2005.

FÁVERO, P.F.; BELFIORE, P.; SILVA, F.L.; CHAN, B.L. Análise de dados: modelagem multivariada para tomada de decisão. Elsevier, Rio de Janeiro, 2009, 544p.

FIOLHAIS, C.. Física Para Todos - Concepções Erradas em Mecânica e Estratégias Computacionais. Anais: 1º Colóquio de Física do Instituto Politécnico de Tomar, Coimbra, 1998.



HAIR, J.F.Jr.; ANDERSON, R.E.; TATHAM, R.L.; BLACK, W.C. Análise multivariada de dados. Bookman, 2005, 593 p.

KARAM, R.; PIETROCOLA, M. Discussão das Relações entre Matemática e Física no Ensino de Relatividade Restrita: um Estudo de Caso. Anais: VII Enpec: Encontro Nacional de Pesquisas em Educação em Ciências, Florianópolis, 8 de novembro de 2009.

LOZADA, C.O.; ARAÚJO, M.S.T.; MORRONE, W.; AMARAL, L.H. A Modelagem Matemática aplicada ao Ensino de Física no ensino Médio. Revista LOGOS, n. 14, São Paulo, 2006

MORGADO, José Carlos. Processo de Bolonha e ensino superior num mundo globalizado. Educ. Soc., Campinas, v. 30, n. 106, abr. 2009.

PIETROCOLA, M. A Matemática como estruturante do conhecimento físico. Caderno Brasileiro do Ensino de Física, São Paulo, v. 19, n. 1, 2002

SOUZA, E.S.R; SANTO, A.O.E. A Modelagem Matemática como metodologia para o ensino-aprendizagem de Física. Anais: IV Encontro Paraense em Educação Matemática, Pará, setembro de 2008.

STUDY OF DEPENDENCY BETWEEN ACADEMIC PERFORMANCE IN PHYSICS AND OTHER SUBJECTS DURING THE FIRST STAGE OF AN ENGINEERING COURSE

Abstract: *This work studied the indicators of academic performance in the early stage of engineering courses in order to identify patterns of dependency between the academic performance obtained in the subjects Physics I and academic performances in other subjects of the first cycle of this course, taught both during the day as at night. Dependency patterns were investigated using Multiple Linear Regression Analysis (RLM) and Logistic Regression analysis (RL). The performances of the students entering both in the first half and in the second half of the year were analyzed separately and their results were compared. The consistency between the results obtained by the RLM and the RL was verified, by selecting the best predictive model for performance in Physics I. The relation between academic performance in distinct subjects and the performance in Physics I was determined. In this context highlighted the importance of the knowledge of Vector Calculus and Analytic Geometry as fundamental to the performance in Physics I. As the Physics I subject is offered during the first cycle for the daytime course and during the second cycle to the night course, this work investigated possible performance gains associated with the relocation of the Physics I subject for the second cycle for night course. To this goal, the RLM model obtained from for the daytime students was taken as a reference and applied to night students. The results obtained were not able to find such performance gains.*

Key-words: *Engineering education, Physics education, Curriculum, Multiple linear regression, Logistic regression*