



# GRÁFICOS EM CIÊNCIAS NATURAIS, VESTIBULARES E PREDITORES SOCIOECONÔMICOS

## GRAPHING IN NATURAL SCIENCES, TERTIARY ENTRANCE EXAMINATIONS AND SOCIOECONOMIC PREDICTORS

Maurício U. Kleinke<sup>1</sup>

Maria J.F. Gebara<sup>2</sup>

<sup>1</sup>DFA/IFGW/Unicamp, kleinke@ifi.unicamp.br

<sup>2</sup>Inst. de Geociências/Unicamp, mgebara@ige.unicamp.br

### Resumo

Analisamos as respostas de 46 mil candidatos ao Vestibular Unicamp 2008 sobre três questões de ciências naturais, cuja resolução dependia da habilidade dos estudantes em realizar análises gráficas. Sabemos que fatores extraclasse são preditores do desempenho educacional dos jovens. O principal objetivo deste artigo é descrever como o desempenho em ciências naturais está relacionado com as trajetórias escolares e não escolares dos estudantes. Consideramos fatores extraclasse terem frequentado cursos preparatórios para o vestibular, a escolaridade da mãe, o acesso à internet e o número de livros que a família possui em casa. Um modelo simples de regressão logística foi utilizado nesse estudo. Nossos resultados mostram que a probabilidade de um aluno da escola pública apresentar um bom desempenho em ciências naturais aumenta quatro vezes devido a fatores extraclasse.

**Palavras-chave:** Vestibular, gráficos, preditores socioeconômicos, disciplinaridade.

### Abstract

We analyze 46 thousand responses from the entrance examinations (State University of Campinas, Unicamp, 2008) to three questions about natural sciences. Skills in graphing analysis by students were necessary to all responses. As is well known, nonschool factors are also key predictors of younger's educational achievement. The main purpose of this article is to describe how the performance in natural sciences is related to the school and nonschool trajectories'. We consider as nonschool factors related to student achievement the attendance to preparatory courses, the mother's schooling; access to internet and the number of books that family student's has at home. A simple model of logistic regression was used into the study. Our results show that the probability of a student from the public school to present a good performance in natural science increases four times with the nonschool factors.

**Keywords:** tertiary entrance examinations, graphing, socioeconomic predictors, disciplinarity.

## INTRODUÇÃO

O ensino superior público brasileiro costuma ser associado à ascensão social, implicando em discussões sociais e políticas sobre a equidade do acesso à esse nível de ensino. Segundo Bourdieu (1998), o conceito de capital cultural é indispensável para explicar a desigualdade de desempenho escolar de crianças provenientes de diferentes classes sociais, bem como para enfatizar a natureza conservadora da instituição escolar. Com base em análises estatísticas o autor constatou a existência de forte correlação entre variáveis relacionadas ao perfil da família e o sucesso escolar dos filhos.

O exame de seleção para o ingresso na universidade (vestibular) sempre teve papel relevante na educação brasileira, como observa Krasilchick (2000):

*Uma das influências preeminentes, com uma função normativa mais poderosa do que os programas oficiais, livros didáticos, propostas curriculares ou os atuais parâmetros, sempre foi o exame vestibular. Assim, essas provas, mais do que cumprir a função classificatória para decidir quais os alunos que podem entrar nas escolas superiores, têm grande influência nos ensinamentos fundamental e médio.*  
(p. 90)

Nossa proposta neste trabalho é avaliar como fatores escolares e socioeconômicos influenciam o desempenho dos candidatos em questões de ciências naturais que fazem uso de gráficos. As perguntas se referem à primeira fase do Vestibular Unicamp, exame para ingresso na Universidade Estadual de Campinas. Uma das características comuns às ciências naturais é a utilização de gráficos como elemento importante na representação das leis da natureza. As discussões sobre gráficos, tanto no aspecto da aprendizagem quanto no aspecto do ensino, fazem parte das discussões da área de ensino de Matemática a mais tempo do que nas ciências naturais (LEINHARDT, 1990).

Também serão apresentadas discussões sobre o enfoque essencialmente *disciplinar* das questões de ciências naturais, envolvendo áreas de conhecimento mais abstratas quando comparados com as áreas de conhecimento mais concretas, presentes nas ciências humanas (BECHER, 1994).

## METODOLOGIA

Anualmente, em média, 50000 candidatos disputam cerca de 3400 vagas oferecidas pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), instituição pública de ensino superior do Estado de São Paulo. Duas características distinguem a prova da Unicamp dos exames de ingresso ao ensino superior das demais universidades: as doze questões da primeira fase são dissertativas e temáticas. Neste trabalho analisaremos o desempenho de 46566 candidatos que realizaram a primeira fase do exame de ingresso no ano de 2008, que versou sobre o tema “saúde”.

Para identificar como as características sócio-econômicas e educacionais dos candidatos interferem em seu desempenho - e como essa interferência se dá nas habilidades relativas a análises gráficas em ciências naturais - vamos utilizar variáveis extraídas do questionário sócio-econômico e educacional preenchido no momento da inscrição para o exame. Selecionamos como variáveis relevantes para este estudo: o tipo de rede escolar em que o estudante foi formado (pública ou privada); a escolaridade da mãe, o número de livros em casa e a possibilidade de acesso a Internet e a participação em cursos

preparatórios (cursinho pré-vestibular). Esta última variável, embora seja objeto de maior número de investigações, costuma ser analisada de forma isolada, ao contrário do que nos propomos a fazer. Quanto às demais, um dos critérios que determinou a escolha é apontado por Menezes Filho, ao avaliar os dados de desempenho do SAEB, através de análises estatísticas e econométricas:

*[...] as variáveis que mais explicam o desempenho escolar são as características familiares e do aluno, tais como educação da mãe, cor, atraso escolar e reprovação prévia, número de livros e presença de computador em casa e trabalho fora de casa.*  
(MENEZES FILHO, 2007)

As necessidades cognitivas necessárias para a resolução dessas questões foram analisadas com a Taxionomia de Bloom, sendo, posteriormente, relacionadas com o desempenho (nota média) dos grupos analisados. Um modelo de regressão logística, onde a variável de sucesso era ter ou não nota acima da média foi aplicado para identificar a importância das variáveis extraclasse no desempenho dos estudantes.

## QUESTÕES COM ANÁLISE GRÁFICA

Abaixo apresentamos as questões de ciências naturais (Biologia, Física e Química), do Vestibular Unicamp/2008, relativas à interpretação e construção de gráficos, seguidas dos comentários sobre a resolução esperada pela banca examinadora<sup>1</sup>. Foram selecionados quatro itens para este trabalho.

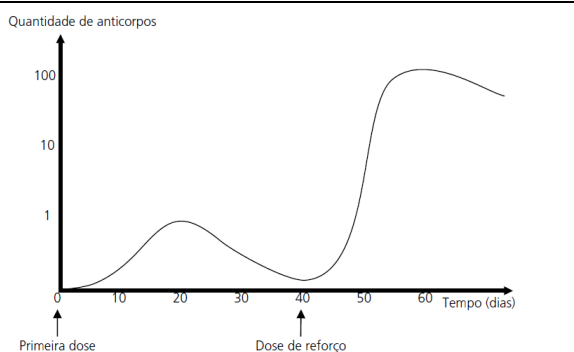
### Biologia

#### Anticorpos

O gráfico ao lado representa a resposta imunitária de uma criança vacinada contra determinada doença, conforme recomendação dos órgãos públicos de saúde.

a) Explique o que são vacinas e como protegem contra doenças.

b) Observe o gráfico e explique a que se deve a resposta imunitária da criança após a dose de reforço.



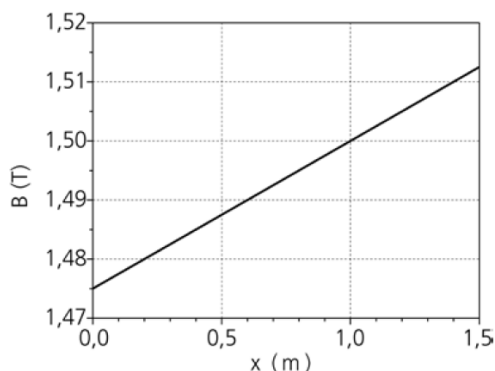
Esperava-se que o candidato discorresse sobre o reconhecimento do antígeno pelas células de memória, provocando aumento de anticorpos após a sensibilização do organismo pela dosagem inicial da vacina.

<sup>1</sup> A prova completa e a solução proposta pela banca elaboradora podem ser acessas na página da Comvest, [http://www.comvest.unicamp.br/vest\\_anteriores/vest2008.html](http://www.comvest.unicamp.br/vest_anteriores/vest2008.html). Aqui apresentamos a transcrição das questões, bem como comentários sobre a expectativa de resposta das bancas corretoras.

## Física

### Ressonância Magnética Nuclear (RMN)

O diagnóstico precoce de doenças graves, como o câncer, aumenta de maneira significativa a chance de cura ou controle da doença. A tomografia de Ressonância Magnética Nuclear é uma técnica de diagnóstico médico que utiliza imagens obtidas a partir da absorção de radiofrequência pelos prótons do hidrogênio submetidos a um campo magnético. A condição necessária para que a absorção ocorra, chamada condição de ressonância, é dada pela equação  $f = \gamma B$ , sendo  $f$  a frequência da radiação,  $B$  o campo magnético na posição do próton, e  $\gamma$  42 MHz/T. Para se mapear diferentes partes do corpo, o campo magnético aplicado varia com a posição ao longo do corpo do paciente.

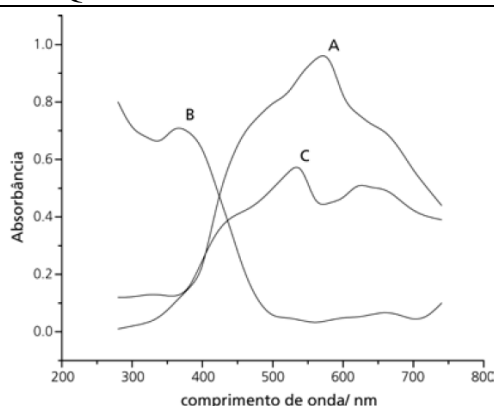


a) Observa-se que a radiação de frequência igual a 63 MHz é absorvida quando um paciente é submetido a um campo magnético que varia conforme o gráfico acima. Em que posição  $x$  do corpo do paciente esta absorção ocorre?

## Química

### Protetor Solar

No texto 4 da coletânea, Dráuzio Varela contesta a prática de se “*atribuir ao doente a culpa dos males que o afligem, (...) procedimento tradicional na história da humanidade*”. No entanto, a exposição exagerada ao sol, sem o devido uso de protetores, é uma atitude que o indivíduo assume por conta própria, mesmo sendo alertado que isso pode ser altamente prejudicial à sua saúde. Problemas de câncer de pele são fortemente associados à exposição aos raios ultravioleta (UV), uma região do espectro de comprimentos de onda menores que os da luz visível, sendo que a luz visível vai de 400 a 800 nm. Alguns filtros solares funcionam absorvendo radiação UV, num processo que também leva à decomposição das substâncias ativas ali presentes, o que exige aplicações subseqüentes do protetor. Quanto maior o fator de proteção solar do filtro (FPS) mais o protetor absorve a luz UV (maior é sua absorbância).



A figura ao lado mostra o espectro de absorção (absorbância em função do comprimento de onda da luz incidente) de três substâncias (A, B e C), todas na mesma concentração.

a) Qual dessas substâncias você escolheria para usar como um componente ativo de um protetor solar? Justifique.

b) Considerando as informações do texto da questão, redesenhe um possível espectro de absorção da substância que você escolheu no item a, após esta ter sido exposta ao sol durante algumas horas. Justifique.

Na questão sobre ressonância magnética, os estudantes deveriam aplicar a equação informada, relacionando a frequência e o campo magnético ( $f = \gamma B$ ), e, a partir dos dados fornecidos, calcular o valor do campo B ( $B = 63/42 = 1,5$  T). De posse desse valor, obter por aplicação da equação a posição do corpo (1 m).

Já na questão de Química era necessário elaborar o conceito de absorvância e identificar a região de raios ultravioleta. A combinação das duas informações permitiria a resolução do primeiro item, indicando a curva B como correta. A resolução do segundo item requer a identificação correta do composto no primeiro item, para construir a curva associada à decomposição do composto.

## MÉDIAS E DESVIO PADRÃO

A Tabela I apresenta a nota média (M) e o desvio padrão (DP) da distribuição de notas referentes a cada um dos itens (relativos a gráficos) apresentados. A nota em cada item pode variar entre zero e dois pontos. Todas as questões são corrigidas duas vezes, sendo a nota final do item a média da nota atribuída pelos dois corretores. Os estudantes foram separados em dois subgrupos, em função de sua trajetória escolar: candidatos que cursaram integralmente a educação básica (ensino fundamental e médio) na rede pública de ensino (EBP) e os demais candidatos. Um quinto dos candidatos pertence ao subgrupo EBP.

**Tabela I** – Média (M) e Desvio Padrão (DP) dos itens, para candidatos formados na educação básica pública e para os demais candidatos.

	Geral (46566)		EBP (9512)		Demais (37054)	
	M	DP	M	DP	M	DP
Anticorpos	0,43	0,50	0,25	0,43	0,48	0,50
RMN	0,66	0,48	0,39	0,49	0,72	0,45
Protetores A	0,62	0,49	0,42	0,49	0,67	0,47
Protetores B	0,21	0,40	0,10	0,30	0,23	0,42

Analisando o resultado geral, verificamos que as maiores médias foram obtidas na questão sobre ressonância magnética e na questão que solicitava a identificação da substância correta para o protetor solar. No desenho do gráfico encontramos as maiores dificuldades dos candidatos, com média de 0,21 em 2,0 pontos possíveis.

A separação dos candidatos por formação escolar reflete uma realidade já conhecida de outras avaliações ou exames, ou seja, que o desempenho dos alunos egressos da rede pública de ensino é inferior se comparado aos demais.

## TAXIONOMIA DE BLOOM

Na década de 1950, Benjamin Bloom (1971) coordenou um grupo de pesquisadores de áreas distintas, com o intuito de estruturar uma taxionomia dos processos cognitivos, afetivos e psicomotores, cujo principal objetivo era facilitar a análise de currículos e de

avaliações. A Taxionomia de Bloom classifica, de forma geral, os processos cognitivos em seis níveis hierárquicos: *conhecimento*, *compreensão*, *aplicação*, *análise*, *síntese* e *avaliação*. Essa taxionomia foi utilizada na análise e classificação dos itens, visando examinar se a complexidade dos processos cognitivos necessários à resolução dos problemas propostos tem relação com a nota média obtida pelos estudantes.

A leitura de gráficos implica em procedimentos psicológicos associados à *compreensão* (nível 2.0) e à *interpretação* (nível 2.2) das informações fornecidas. Porém é necessária *aplicação* (nível 3.0) de abstrações para, a partir das leituras dos gráficos (da tendência esquemática observada), estabelecer conexões com as informações fornecidas na pergunta ou com as informações adquiridas em diversas formas de aprendizagem anteriores.

A variação da intensidade de anticorpos está relacionada com a *análise das relações* (nível 4.2) entre o comportamento dos antígenos (conhecimento anterior, fundamental para a resposta e a solução) e a informação (gráfica) sobre o número de anticorpos. Somente a análise não é suficiente para resolver a questão. O bom desempenho está mais associado à formação sólida em fundamentos de imunologia do que a excelência na interpretação e análise gráfica.

Na pergunta sobre ressonância magnética temos a *aplicação* de uma equação fornecida ( $f=\gamma B$ ) e a leitura direta da resposta esperada no gráfico. Essas habilidades estão em um nível hierárquico inferior nos processos cognitivos – próximos da *aplicação* – se comparado com o observado na questão anterior, em que era necessário estabelecer relações entre a leitura gráfica e fundamentos de imunologia. Observa-se que o texto apresenta a equação necessária, trata-se de um processo, fundamentalmente, de *interpretação* das informações recebidas no texto.

Identificar o composto no gráfico de absorvância requer a leitura do enunciado, a *interpretação* do que seria absorvância, seguida da *identificação* da faixa de radiação UV. Esse conjunto tipifica uma *análise de elementos* (nível 4.1) contidos no enunciado da questão, é uma composição indireta de vários elementos. A pergunta de Física apresentava vários elementos, mas com análise quase inexistente, ou muito simplificada. Interpretação acurada do texto e do gráfico permitiria a solução do problema. Propor o formato do espectro de absorvância após a degradação da substância situa-se em um alto nível de processo cognitivo na Taxionomia de Bloom. É necessário *propor uma comunicação* (nível 5.1), desenhar um gráfico (com os eixos e as escalas) e uma curva relativa à ausência do composto, implicando em síntese das informações e sua apresentação em forma gráfica. Essa tarefa, bastante complexa, foi realizada por poucos candidatos.

Temos uma ordenação de notas médias que coincide com a complexidade cognitiva das perguntas: 0,21 pontos para a análise da decomposição do protetor solar; 0,43 pontos na pergunta sobre vacina; 0,62 na identificação do composto e, finalmente, 0,66 na ressonância magnética. É importante observar que a diferença relativa entre a nota média dos alunos egressos da EBP e os demais aumenta para questões que envolvem processos cognitivos mais elevados. A menor diferença relativa (46%) foi encontrada na questão sobre ressonância, em que a nota média da EBP foi 0,39 enquanto os demais apresentaram nota média igual a 0,72. Quanto à construção do gráfico, para os alunos da EBP essa diferença passou a ser 56%.

## DISCIPLINARIDADE E INTERDISCIPLINARIDADE

“Uma prova dissertativa, contextualizada na área da saúde, com perguntas sobre ciências naturais com utilização de linguagem gráfica” - as assertivas da frase anterior parecem suficientes e perfeitamente adequadas à busca da contextualização em ciências e no estabelecimento de relações entre ciência, tecnologia e sociedade, como sugerem os Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN (BRASIL, 2006). A compreensão mais comum dos PCN no meio educacional pressupõe uma abordagem educacional amparada em uma visão interdisciplinar e temática, em oposição ao desenvolvimento disciplinar e trabalho com projetos (RICARDO E ZYLBERSZTAJN, 2008). Porém, apesar das características supracitadas, as perguntas de ciências naturais continuam disciplinares.

Para compreender melhor a interdisciplinaridade, embora possa parecer paradoxal, analisaremos a *disciplinaridade* nas ciências naturais. As ciências naturais, observadas do ponto de vista disciplinar, podem ser caracterizadas como abstratas, duras (“*hard science*”), puras e reflexivas (BECHER, 1994), apresentam como característica grande acumulação de conhecimento, resultando em descoberta e/ou aplicação em ambiente competitivo. A Física é sempre citada como exemplo de ciência que apresenta todas as características disciplinares, além de oferecer alguns dos exemplos mais bem acabados de método científico (KOLB, 1984). Nos estudos sobre a classificação das áreas de conhecimento, Kolb propôs um índice entre áreas concretas (mais próximas de ciências humanas) em oposição a áreas abstratas (forte ligação com matemática). Seus resultados indicam que todas as ciências naturais estão próximas de áreas abstratas, com índices distintos: 95% para Física, 85% para Química e próximo de 70% para as Ciências Biológicas. A escala proposta varia entre 0 e 100% em cada uma das áreas. A partir dessas observações verificamos que existe uma forte disciplinaridade nas questões analisadas.

Em Biologia, o gráfico é um elemento auxiliar na discussão sobre os processos associados à imunização. A existência do tempo de aplicação e da memória celular estão relacionados com a concepção de tempo humano, do tempo cotidiano, concepção esta que se reflete inclusive na unidade utilizada na escala: *dias*. Torna a situação mais menos abstrata, o gráfico participa da discussão *qualitativa* sobre as vacinas.

De forma quase oposta, a questão de Física poderia ser, praticamente, reduzida ao formato simbólico, com a equação da lei fornecida e o resultado apresentado em um gráfico linear. A situação física apresentada é codificada nas variáveis utilizadas, em uma linguagem quase simbólica. Essa pergunta representa um universo abstrato, porém é o formalismo fundamental da Física: um modelo matemático simplificado aplicado a um sistema complexo.

No caso da Química, a pergunta envolve análise de espectros, o que depende de uma interpretação gráfica relativa ao valor associado a cada substância (a cada pico). É a forma mais típica do trabalho acadêmico experimental nesta ciência: a caracterização de substâncias por seus espectros.

Observa-se, portanto, que questões utilizando gráficos, contextualizadas na área da saúde, ainda assim guardam suas características disciplinares.

## MODELO DE REGRESSÃO LOGÍSTICA

Uma das técnicas estatísticas utilizada em análises educacionais é a regressão logística. Esse modelo se aplica quando estamos interessados em verificar se um resultado foi atingido ou não (por exemplo, em análises farmacêuticas, o objetivo é verificar a diminuição ou não os sintomas). Esta análise requer uma definição de *sucesso*, um exemplo na área de avaliação poderia ser “passar ou não no vestibular”, “passar ou não para a 2ª fase do vestibular”. Definido o que será adotado como parâmetro de *sucesso*, as demais variáveis associadas (por exemplo: idade, gênero e sedentarismo no caso clínico; tipo de escola, frequência a cursinho preparatório e renda familiar no caso do vestibular) são tratadas de forma a definir como cada uma delas influencia o resultado, como cada um desses parâmetros amplia a chance de ocorrer o resultado esperado (curar a gripe, ser aprovado no vestibular). Em nosso modelo o sucesso foi definido por *obter nota acima da média*. As razões de chance<sup>2</sup> indicam a probabilidade de sucesso: razão de chance igual a um significa que todos têm a mesma oportunidade de sucesso, enquanto que razão de chance igual a dois indica o dobro dessa oportunidade para determinado grupo (HOSMER, 2000).

As variáveis de controle utilizadas para definir os grupos no modelo, todas elas dicotômicas (tem/não tem, frequentou/não frequentou), são:

- frequentou cursinho preparatório para o vestibular (**CPV**).
- a mãe cursou (no mínimo) o ensino médio completo (**Mãe EM**).
- possui acesso a internet (**Internet**).
- tem mais de 100 livros não didáticos em sua residência (**Livros**).

A Tabela II apresenta os resultados dos coeficientes do modelo de regressão logística aplicado a dois subgrupos de candidatos: alunos egressos da EBP e os demais alunos.

**Tabela II** – Coeficientes do modelo de regressão logística

		Constante	CPV	Mãe EM	Internet	Livros
<b>EB rede pública</b>	<b>Anticorpos</b>	-1,93±0,06	0,79±0,05	0,28±0,05	0,24±0,05	0,24±0,07
	<b>RMN</b>	-1,23±0,05	0,55±0,04	0,37±0,05	0,44±0,05	0,12±0,07
	<b>Protetores A</b>	-0,91±0,05	0,36±0,04	0,29±0,04	0,37±0,05	0,12±0,06
	<b>Protetores B</b>	-2,92±0,09	0,25±0,07	0,26±0,07	0,59±0,08	0,43±0,09
<b>Demais</b>	<b>Anticorpos</b>	-0,53±0,03	0,51±0,02	0,17±0,03	-0,36±0,04	0,22±0,02
	<b>RMN</b>	0,43±0,04	0,37±0,02	0,28±0,03	0,12±0,04	0,03±0,03
	<b>Protetores A</b>	0,22±0,03	0,40±0,02	0,18±0,03	0,06±0,03	0,24±0,02
	<b>Protetores B</b>	-1,59±0,04	0,17±0,03	0,22±0,04	0,03±0,04	0,26±0,03

Uma das formas de se avaliar a adequação do modelo para descrever os resultados é observar a significância estatística dos mesmos. Os resultados que apresentam uma probabilidade maior que 5% de ocorrer ao acaso estão marcados em cinza na Tabela III. As colunas indicam os itens avaliados; o número absoluto e o percentual de acertos em cada item; a razão de chance de cada uma das quatro variáveis de controle, com suas respectivas significâncias estatísticas. O acesso à Internet e a presença de livros em casa são variáveis

<sup>2</sup> Do inglês, “odds ratio”.



que não têm influência no processo garantida estatisticamente. Em linhas gerais, o resultado é excelente para modelos associados a questões educacionais.

**Tabela III** – Razões de chance para o modelo de regressão logística

		N	Acertos	CPV	Mãe EM	Internet	Livros
<b>EB rede pública</b>	<b>Anticorpos</b>	2370	25%	2,20***	1,31***	1,27***	1,28**
	<b>RMN</b>	3743	39%	1,72***	1,44***	1,55***	1,12
	<b>Protetores A</b>	4023	42%	1,43***	1,33***	1,45***	1,13
	<b>Protetores B</b>	980	10%	1,28***	1,30***	1,81***	1,54***
	<b>Total</b>	9512					
<b>Demais</b>	<b>Anticorpos</b>	17771	48%	1,66***	1,19***	0,97	1,25***
	<b>RMN</b>	26787	72%	1,45***	1,32***	1,13**	1,03
	<b>Protetores A</b>	24706	67%	1,49***	1,20***	1,06	1,27***
	<b>Protetores B</b>	8576	23%	1,19***	1,25***	1,03	1,29***
	<b>Total</b>	37054					

\*\*\*<99,9% \*\* <99% \*<95%

Uma das formas de se avaliar a adequação do modelo para descrever os resultados é observar a significância estatística dos mesmos. Os resultados que apresentam uma probabilidade maior que 5% de ocorrer ao acaso estão marcados em cinza na Tabela III. O acesso à Internet e a presença de livros em casa são variáveis que não têm influência no processo garantida estatisticamente. Em linhas gerais, o resultado é excelente para modelos associados a questões educacionais.

Todas as variáveis de controle apresentam, *grossa modo*, valor de razão de chance maior para a escola pública do que para a escola privada. A precariedade da rede pública faz com que o empenho familiar ou pequenas variações de acesso a informação e a bens culturais tenham maior significado no desempenho no vestibular. Um candidato que teve todas as variáveis a seu favor (fez cursinho, a mãe cursou o ensino médio, tem acesso à Internet e livros em casa) apresenta razão de chance igual ao produto das razões de chance individuais. A média sobre todos os itens indica que dentre os alunos da EBP (ou os demais alunos) o subgrupo com todas as variáveis favoráveis apresenta uma razão de chance média de 4,2 (2,3 para os demais). Os fatores educacionais extraclasse apresentam o dobro da importância para o desempenho de estudantes da rede pública do que da rede privada.

Para obter bom desempenho nas questões os cursinhos têm maior importância para os candidatos da rede pública do que para os demais candidatos. A probabilidade de um candidato da EBP que fez cursinho obter nota acima da média é duas vezes maior (razão de chance igual a 2,2) que os demais candidatos. Para o subgrupo em que a formação escolar foi realizada em parte ou integralmente na rede privada, o cursinho aumenta as chances de bom resultado para 1,66.

Dentre todas as questões/itens analisados, o que teve menor efeito de treinamento (cursinho), foi desenhar o espectro do protetor solar decomposto, enquanto que a presença de livros no ambiente doméstico foi a variável que apresentou maior relevância para o desempenho no desenho do gráfico resultante da decomposição do protetor solar. Ou seja, livros são, curiosamente, bons indicadores para o desenho de gráficos.

A questão sobre RMN apresenta como variável significativa o acesso à Internet nos dois subgrupos de alunos (sendo a única em que a Internet é significativa para todos) e, ao mesmo tempo, os livros não são significativos. Analisando o enunciado da questão percebe-

se que é o único, dentre as três questões, que poderia ser “reduzido” à expressão fornecida. Ou seja, é como se a leitura e a análise do texto fossem substituídas pela redução a uma fórmula. Essa redução de conceitos a fórmulas está presente no treinamento dos cursinhos, com indicadores de razão de chance elevados (1,72 para EBP e 1,45 para os demais).

Em trabalho empírico sobre comparação do aprendizado em aulas expositivas tradicionais e *e-aulas* (aulas por meios eletrônicos), Stephenson e seus colaboradores (2008) perceberam que “o aprendizado através de aulas virtuais apresentou um desempenho impressionante em comparação com os demais em três níveis da Taxionomia de Bloom (conhecimento, compreensão, análise), associado à queda dramática [de desempenho] para os outros dois níveis (aplicação e avaliação)”<sup>3</sup> (p. 294).

O item de Física foi o que apresentou o menor nível de processo cognitivo (*interpretação* do gráfico e *aplicação* da equação fornecida) na Taxionomia de Bloom, na comparação entre todos os itens, e foi onde o acesso a Internet demonstrou ser significativo e importante, corroborando, em certa medida, o resultado observado por Stephenson. O papel exato que as representações verbais, diagramáticas ou simbólicas desempenham nas relações de ensino-aprendizagem de Física é atualmente objeto de pesquisa (MELTZER, 2005), e, provavelmente, são essas representações físico- matemático-simbólicas - que apresentam similaridade com a estrutura simbólica e lógica das informações na Internet.

As implicações e o significado das linguagens simbólicas da Internet e sua relação com os processos de ensino/aprendizagem ainda constituem uma área de conhecimento controversa e pouco estabelecida formalmente. Porém, como as propostas de uso da educação à distância começam a fazer parte das possibilidades de formação de professores<sup>4</sup>, essas questões devem passar a ser observadas, analisadas e discutidas visando a minimizar problemas futuros

## CONCLUSÕES

A análise de questões da primeira fase do Vestibular Unicamp 2008 utilizando um modelo simples de regressão logística - relativas a ciências naturais, contextualizadas na área da saúde e que exigiam o conhecimento de conceitos gráficos - apontou resultados interessantes.

Estudantes que realizaram toda a educação básica na rede pública apresentaram desempenho médio nessas questões igual a, aproximadamente, metade dos demais estudantes. Para os estudantes da rede pública, fatores extraclasse apresentam importância no desempenho correspondente ao dobro da importância medida entre os demais.

A probabilidade de um aluno da rede pública com melhores condições familiares e educacionais (que frequentou cursinho, cuja mãe cursou pelo menos o ensino médio, com acesso à Internet e que possui livros em casa) apresentar um desempenho acima da média em relação aos seus colegas menos favorecidos é quatro vezes, enquanto que para os demais candidatos essa chance é de duas vezes.

---

<sup>3</sup> Tradução dos autores.

<sup>4</sup> Uma consulta à Universidade Aberta do Brasil elencou cerca de 100 cursos de graduação a distância sendo oferecidos nas áreas de Física, Química e Biologia, em abril de 2008, <http://www.uab.capes.gov.br/>.

Bom desempenho em perguntas com níveis de processo cognitivos mais básicos (níveis mais baixos da Taxionomia de Bloom) apresentaram indicações estatísticas de estarem associadas ao uso da Internet, mas não à leitura de livros.

Compreender as relações entre os processos de aprendizagem e os fatores extraclasse, incluindo a Internet, é de fundamental importância para nos auxiliar na compreensão do papel da escola formal e seu posicionamento com relação ao mundo virtual onde os atuais, e futuros, alunos estão “plugados”.

Os resultados mostram que a estrutura das questões associa-se ao seu grau de dificuldade, que a disciplinaridade acadêmica formal está presente na formulação das mesmas e que fatores extraclasse interferem no desempenho dos alunos, além de sua formação escolar.

O acesso ao ensino superior utilizando um exame de massa é pouco comum no mundo, na grande maioria dos países desenvolvidos, o acesso se dá por uma composição de diferentes formas de avaliação. Por essa razão, encontrar trabalhos na literatura que permitam estabelecer relações não é usual. Particularmente, neste trabalho em que o foco de interesse residiu na análise de questões utilizando gráficos – sabidamente uma fonte de dificuldades entre os estudantes, Foster (2004), na Austrália, país que efetua seleção para o ensino superior semelhante ao Brasil, realizou análise sobre o mesmo tema. A autora procurou compreender em que aspectos a transferência da informação gráfica para o formalismo em Física apresentava melhor ou pior desempenho, em resultados associados a análises gráficas em questões de Física contidas nas provas de acesso. A autora sugere fortemente que os resultados devem ser encaminhados à rede escolar básica, e comenta que as dificuldades estão associadas a análises de fenômenos reais, o que ocorre também nas questões analisadas nesse trabalho.

Embora a análise não apresente resultados inesperados (exceção talvez em relação à Internet) e a análise de grandes avaliações utilizando indicadores socioeconômicos seja objeto de algumas investigações (SOARES e ANDRADE, 2006; ANDRADE e SOARES, 2008), gostaríamos de salientar que esses resultados ainda não chegam às escolas de educação básica de maneira eficiente.

Neste sentido, para não correremos o risco de tornar pesquisas desse teor inócuas do ponto de vista educacional, sugerimos que os resultados dessas análises sejam apresentados de forma individualizada às escolas cujos estudantes participam dos processos de avaliação/seleção, particularmente no que diz respeito aos vestibulares. Estes passariam, além de cumprir a função de selecionar, a contribuir de maneira mais produtiva com a educação básica, indicando as fontes de erro mais comuns e os maiores focos de dificuldades.

## REFERÊNCIAS

- ANDRADE, R. J. de A.; SOARES, J. F.. O efeito da escola básica brasileira. *Estudos em avaliação educacional*. V. 19, n. 41, set/dez. 2008, PP. 379-406.
- BECHER, T. The Significance of Disciplinary Differences. *Studies in Higher Education*, 19(2), 1994, pp. 151-161.
- BOURDIEU, P.; PASSERON, J. C. Escritos de educação. Petrópolis, Vozes, 1998.

- BRASIL. Ministério da Educação. *Parâmetros curriculares nacionais: ensino médio*. Brasília: Ministério da Educação, 2006.
- FOSTER, P. A.. Graphing in physics: Processes and sources of error in tertiary entrance examinations in Western Australia. *Research in Science Education*. V. 34, 2004, pp. 239-265
- HOSMER, W.D. LEMESHOW, S. *Applied Logistic Regression*, 2<sup>nd</sup> ed., New York, John Wiley & Sons, 2000.
- KOLB, D.A. Learning styles and disciplinary differences. In: *The Modern American College: Responding to the New Realities of Diverse Students and a Changing Society*, CHICKERING, A.W., São Francisco, Califórnia, Jossey-Bass Inc. Publishers, 1981.
- KRASILCHIK, M. Reformas e Realidade: o caso do ensino das ciências, *São Paulo em Perspectiva*, 14(1), 2000, pp. 85-93.
- LEINHARDT, G., ZASLAVSKY, O., STEIN, M. K. Functions, Graphs, and Graphing: Tasks, Learning, and Teaching, *Review of Educational Research*; 60(1), 1990, pp. 1-64.
- MELTZER, D.E.; Relation between student's problem-solving performance and representational format, *Am. J. Phys.* V. 73(5), 2005, pp.463-478.
- MENEZES-FILHO, N. A., "Os Determinantes do Desempenho Escolar do Brasil". *Instituto Futuro Brasil*, Texto para Discussão, nº2, 2007.
- RICARDO, E.C.; ZYLBERSZTAJN, A. Os Parâmetros Curriculares Nacionais para as ciências do ensino médio: uma análise a partir da visão de seus elaboradores. *Investigações em Ensino de Ciências*, v.13(3), 2008, pp. 257-274.
- SOARES, Jose Francisco; ANDRADE, Renato Júdice de. Nível socioeconômico, qualidade e equidade das escolas de Belo Horizonte. *Ensaio: aval.pol.públ.Educ.* [online], vol.14, n.50, 2006, pp. 107-125.
- STEPHENSON, J.E., BROWN, C., GRIFFIN, D.K. Electronic delivery of lectures in the university environment: An empirical comparison of three delivery styles, *Computers & Education*, v.50, 2008, pp.640–651.