

L₄ – AVALIAÇÃO DE CURSO PELOS ESTUDANTES – ANÁLISE DE REDUNDÂNCIAS

PIZA, A. F. R. de Toledo & NEMES, M. Carolina

Instituto de Física da USP – IFUSP/DFN

Analizamos as respostas de um grupo de 44 (=N) estudantes do curso de Mecânica 2 (FMT 306), período noturno, do IFUSP, ao questionário "Avaliação de Curso pelos Estudantes", proposto pela Comissão de Ensino de Graduação. Esse questionário contém perguntas sobre 30 aspectos referentes ao curso, respondíveis com "notas" $n_i^{(s)}$ de zero a dez. (O Índice i refere-se ao número da pergunta e s refere-se a cada um dos questionários examinados), A técnica utilizada aqui está estreitamente relacionada, do ponto de vista forma, com a de outro trabalho deste Simpósio (A.F.R.de Toledo Piza e M. Carolina Nemes, Estrutura da População Estudantil dos Cursos Básicos de Ciências Exatas da USP). A diferença qualitativa entre os formatos dos questionários utilizados nos dois casos correspondem porém à necessidade de uma mudança de ponto de vista na interpretação dos resultados,

As "notas" foram para cada questionário, interpretadas como coordenadas de pontos $p^{(s)}$ de massa unitária, em 30 dimensões. A existência de anisotropias significativas na nuvem de N pontos assim resultante, quando a partir do seu próprio "centro de massa", pode ser interpretada em termos de correlações entre respostas a diferentes perguntas que indicam redundâncias, seja ligadas à formulação dos diferentes aspectos a que se referem as perguntas, seja à sua interpretação, por parte dos estudantes,

A diagonalização da matriz de correlações $\sum_s \bar{n}_i(s) \bar{n}_j(s)$ no "centro de massa" da nuvem de N pontos (isto é, $\bar{n}_i(s) = n_i(s) - \frac{1}{N} \sum_s n_i(s)$)

indica que essas correlações são sem importância quantitativa. Elas afetam a entropia das respostas em cerca de 15% apenas, nesse sistema. Considerando, por outro lado, a matriz de correlação

$\sum_s n_i(s) n_j(s)$ no sistema de referência original,

verificamos que 90% do seu traço são esgotados por um Único autovalor, cujo autovetor aponta essencialmente para o "centro de massa" da nuvem. Interpretamos esses resultados, por um lado como indicadores de que o vetor de posição do centro de massa da nuvem (que corresponde à média das "notas" atribuídas a cada aspecto) representa adequadamente o conjunto de respostas analisado; e por outro lado, como indicadores da ausência de vinculações fortes entre aspectos correspondentes a diferentes perguntas dentro do grupo de estudantes, bem como relativa homogeneidade destes no seu julgamento do curso.

Agradecemos ao Prof. H. Moysés Nussenzeig, Coordenador da C.E.G. pela permissão de usar parte dos dados obtidos para aquela Comissão neste estudo.

O questionário de "Avaliação de Curso pelos Estudantes"¹ proposto pela Comissão de Ensino de Graduação do IFUSP no segundo semestre de 1975 consta de 30 perguntas em que diferentes aspectos relativos a uma disciplina, ao seu professor e ao aluno (auto-avaliação) devem ser cotados pelos estudantes numa escala definida arbitrariamente como o intervalo zero-dez.

É conveniente encarar uma das possíveis formas de análise dos resultados da aplicação desse questionário como um processo em etapas. O propósito central do questionário pode ser encarado como o de obter, através dos estudantes, informações sobre eventuais inter-relações dos três ingredientes acima citados. O âmbito menor em que isso pode ser feito é cada uma das turmas regulares através das quais se desenvolve atividade de ensino de graduação do Instituto. Essas turmas podem ser tratadas dessa forma, como as unidades diferenciadas de um universo amostral ideal de pesquisa cujo objetivo é de conhecer as propriedades dinâmicas e eventuais distorções do curso de Graduação como um todo. Isso pode ser buscado e. g. através de uma análise de correspondência das características do conjunto de turmas regulares do Instituto. Esta é, no entanto, apenas uma segunda etapa da análise. É preciso, de fato, levar em conta que tais unidades diferenciadas, têm, já e por sua vez, um caráter coletivo, desde que incluem, em cada caso um número apreciável de estudantes agindo de forma presurnivelmente autônoma, como materializadores da informação buscada. As entradas para a análise de correspondências no sistema global pressupõe, portanto, uma etapa anterior de análise visando a caracterização coletiva de cada uma das turmas regulares de ensino em termos das respostas ao questionário dadas pelos estudantes.

O problema de que trata esta nota se refere à análise de um conjunto de questionários ao nível das turmas regulares de ensino. Como foi discutido, o propósito desta análise de primeira etapa é obter uma caracterização coletiva de cada uma das turmas regulares consideradas isoladamente. As médias das cotações atribuídas a cada um dos 30 itens pelos estudantes da turma aparecem, desde logo, como um conjunto de parâmetros *natural* para esse fim. No entanto, cabe ainda perguntar se existem efeitos coletivos de correlação discerníveis nos desvios, em relação a essa média, das cotações dos questionários individuais.

Esses efeitos indicam, na média de sua importância, a não independência das cotações atribuídas aos diferentes ítems e portanto a existência de redundância na caracterização da turma pelas médias, que deve ser levado em conta pela segunda etapa da análise.

Para detectar efeitos de correlação dessa natureza, é conveniente interpretar as cotações $n_i^{(s)}$ de cada questionário como coordenadas de pontos $p^{(s)}$ de massa unitária, em 30 dimensões. Os desvios, em relação às médias tomadas sobre N questionários, das cotações são, então, as componentes da distância dos pontos considerados ao centro de massa da nuvem N pontos $p^{(s)}$:

$$\bar{n}_i^{(s)} = n_i^{(s)} - \frac{1}{N} \sum_{s'=1}^N n_i^{(s')}$$

As correlações entre pares desses desvios, por outro lado são, completamente descritas pela matriz simétrica de traço unitário.

$$P_{ij} = \frac{1}{\sum_i \bar{n}_i^{(s)2}} \sum_{s=1}^N \bar{n}_i^{(s)} \bar{n}_j^{(s)}$$

Resolvendo para essa matriz o problema secular de Karhunen-Loève.²

$$\sum_j P_{ij} f_j(\lambda) = \lambda f_i(\lambda)$$

Resulta, da forma usual

$$P_{ij} = \sum_{\lambda} \lambda f_i(\lambda) f_j(\lambda)$$

que mostra que os autovetores $f^{(\lambda)}$ definem a natureza das correlações descritas por P_{ij} e que os autovetores h a eles associados dão uma medida da sua importância relativa. Uma medida útil do correlacionamento dos desvios % dada pela entropia

$$S[P_{ij}] = - \sum_{\lambda} \lambda_i \ln \lambda_i$$

que, graças à normalização do traço, é zero no limite em que P_{ij} pode ser representada em termos de um único vetor $f^{(\lambda)}$. A inexistência de correlações, por outro lado, leva, a uma entropia

$$S_D = - \sum_i P_{ii} \ln P_{ii} > S[P_{ij}]$$

Já que, nesse limite, a matriz P_{ij} é diagonal.

Utilizamos esse esquema para as respostas de um grupo de 47 estudantes do curso de Mecânica 2 (FMT306), período noturno, do IFUSP. A entropia S_D da matriz P_{ij} quando são ignoradas todas as correlações (termos não diagonais) é, para esse caso 3.2. (O valor máximo da entropia de uma matriz 30×30 é $\ln 30 = 3.4$) A entropia $S[P_{ij}]$ na representação de Karhunen-Loève é, por outro lado, 2.8, o que significa que as correlações implicam numa redução de cerca de 15% apenas da entropia S_D , indicando que as correlações são relativamente pouco importantes no conjunto de questionários analisado,

Esse resultado sugere que o conjunto de médias é a característica coletiva mais conspícua e possivelmente a única que pode, para cada turma de ensino, ser extraída dos questionários. Ele é corroborado pelo fato de que existe um vetor de Karhunen-Loève da matriz

$$R_{ij} = \frac{1}{\sum_{i \leq j} n_i(s)^2} \sum_s n_i(s) n_j(s)$$

que esgota 90% do seu traço. Esse vetor tem componentes essencialmente proporcionais às médias das cotações atribuídas pelo grupo estudado aos diferentes itens do questionário,

Agradecemos ao Prof, H.M.Nussenzveig, Coordenador da CEG, pela permissão de usar parte dos dados obtidos para aquela Comissão neste estudo, Um de nos (AFRTP) agradece ao Prof. L.C.Gomes, do Centro de Informática da FIBGE pela discussão de alguns aspectos desta nota,

NOTAS E REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) "Curso" é usado no título do questionário no sentido de "disciplina". No que segue usamos o último termo para indicar uma determinada matéria do currículo de graduação, reservando "curso" para o conjunto das disciplinas do currículo.
- (2) SATOSI, Watanabe; *Knowing and Guessing*, Wiley 1969
- (3) SATOSI, Watanabe, *op. cit.*, p.447