

RESULTADOS DO TDM: CONHECIMENTOS EM MATEMÁTICA DOS ESTUDANTES DE TECNOLOGIA E GESTÃO NO INÍCIO DO ENSINO SUPERIOR

Data de aceite: 03/06/2024

Helena Monteiro

Escola Superior de Tecnologia de
Abrantes, Instituto Politécnico de Tomar

RESUMO: Para se definirem estratégias de ensino fundamentadas que promovam a aprendizagem e o sucesso escolar dos estudantes de cursos de Técnico Superior Profissional (TeSP) com Matemática no plano curricular, avaliaram-se os conhecimentos em matemática de alunos no início destes cursos. Neste artigo caracteriza-se o instrumento de avaliação utilizado, o TDM, um teste de avaliação objetiva, e descreve-se o modo como se identificaram os conhecimentos e as necessidades de formação em matemática de 599 estudantes de TeSP das áreas de Tecnologia e Gestão. Embora o TDM não tenha sido construído com o objetivo de avaliar a preparação dos estudantes para aprenderem a matemática lecionada nas licenciaturas, ele também foi aplicado a 939 alunos destes cursos, das mesmas áreas, o que proporcionou uma análise comparativa dos conhecimentos dos estudantes de TeSP e de licenciatura. Além desta comparação, também se analisaram as diferenças de

desempenho dos participantes, de cada um destes ciclos de estudos, que frequentaram cursos profissionais ou cursos científico-humanísticos no ensino secundário, que se revelaram significativas. Os resultados deste tipo de estudo, que se adapta a qualquer disciplina, facilitam e podem justificar, por exemplo, a organização de sessões de ensino sobre temas específicos ou a revisão de conteúdos programáticos.

PALAVRAS-CHAVE: Conhecimentos em matemática, Dificuldades em matemática, Avaliação objetiva.

CONTEXTUALIZAÇÃO

As dificuldades em matemática que os estudantes experimentam na transição do ensino secundário para o superior constituem uma situação problemática, a vários níveis, reconhecida internacionalmente. Muitas delas devem-se à necessidade de o estudante ter de pensar a matemática de um modo diferente, de adotar novos processos cognitivos para aprender matemática (Duval, 2012). Outras devem-se à falta de conhecimento, por parte dos professores,

do nível de desempenho dos estudantes (Bressoud, 2010). Esta causa tenderá a ser mais relevante nos cursos em que os alunos tiveram formações diferentes no ensino secundário, como acontece nos cursos de Técnico Superior Profissional (TeSP), a maioria em cursos profissionais. Reconhecendo a necessidade de identificar, de forma clara e rigorosa, o desempenho de alunos de TeSP à entrada dos cursos, professores de Matemática da Escola Superior de Gestão e Tecnologia do Instituto Politécnico de Leiria (ESGT-IPL) e do Instituto Politécnico de Tomar (IPT) decidiram realizar o estudo pedagógico que se apresenta em seguida.

DESCRIÇÃO DO ESTUDO PEDAGÓGICO

Os professores envolvidos neste estudo construíram um teste de diagnóstico de matemática, o TDM, que foi aplicado no início do ano letivo 2018/19 a alunos do 1.º ano de TeSP das áreas de Gestão e de Tecnologia da ESGT-IPL e das escolas do IPT, bem como a alunos do 1.º ano de cursos de licenciatura (aqui representados por Lic) da ESGT-IPL, numa das suas aulas de Matemática. Analisadas as respostas dos estudantes, de forma quantitativa e qualitativa, elaboraram-se pequenos relatórios para distribuir pelos respetivos professores de Matemática, diretores de curso e órgãos de gestão da escola.

Objetivos e público-alvo

Com a aplicação do TDM, um teste de escolha múltipla standardizado, pretendia-se identificar, de modo objetivo e rigoroso, os conhecimentos e as lacunas de aprendizagem em matemática dos estudantes dos TeSP no início do curso, para proporcionar informação que fundamente a definição de práticas pedagógicas que facilitem a aprendizagem e o sucesso escolar na unidade curricular de Matemática dos TeSP. A administração do TDM a alunos de Lic teve como objetivo a comparação do desempenho dos dois grupos de estudantes à entrada do ensino superior.

Todos os estudantes que participaram no TDM eram alunos de cursos que requerem a frequência de alguma disciplina de matemática do ensino secundário, sendo 599 alunos de 25 turmas de TeSP e 939 alunos de 16 turmas de Lic. Com base nos dados solicitados na folha de respostas do teste, os participantes no TDM caracterizam-se da seguinte forma: a maioria dos estudantes é do sexo masculino (79% nos TeSP e 72% nas Lic); entre os 75% de participantes mais novos dos TeSP, a idade máxima é de 20 anos, enquanto nas Lic há alguns com 22 anos; com menos de três anos sem estudar matemática, contam-se 85% dos participantes de TeSP e 82% de Lic; poucos estudantes consideram que estão bem ou muito bem preparados para estudar matemática no curso que frequentam (16% nos TeSP e 20% nas Lic); cerca de 76% dos participantes dos TeSP e 31% das Lic são titulares de um curso profissional do ensino secundário (nem todos os estudantes responderam a esta questão e sabe-se que alguns são internacionais).

Metodologia

O instrumento de avaliação que proporcionou os resultados que se apresentam, o TDM, foi construído com base na literatura psicométrica, tendo sido adotadas as diretrizes propostas por Haladyna, Downing e Rodriguez (2002) na elaboração dos itens. A versão utilizada neste estudo é o resultado do aperfeiçoamento da versão do 1.º ensaio experimental do teste, realizado em setembro de 2017, que, por sua vez, é uma melhoria do teste aplicado no estudo piloto, que decorreu em 2016. O TDM caracteriza-se da seguinte forma:

- Avalia os conhecimentos em matemática dos estudantes de TeSP das áreas de Tecnologia e de Gestão, na 1.ª semana de aulas do seu 1.º ano, em conteúdos que os seus autores consideraram necessários ao sucesso na unidade curricular de Matemática destes cursos;
- É composto por 30 itens de escolha múltipla, cada um com quatro alternativas de resposta (uma certa e três erradas); sete itens avaliam conteúdos ao nível do 10.º ou 11.º ano de escolaridade e os restantes ao nível do ensino básico;
- Os seus itens distinguem-se em função de áreas de conteúdo - Números e Operações (23,3%); Álgebra (23,3%); Geometria (13,3%); Funções (26,7%); Estatística e Análise de Dados (13,3%) - e de níveis de complexidade (inspirados na clássica Taxonomia de Bloom, 1956) – Baixo: conhecimento e compreensão (36,7%); Moderado: aplicação e análise (50%); Elevado: síntese e avaliação (13,3%);
- Os itens são todos pontuados da mesma forma: 1 ponto - Resposta Certa; 0 pontos - Resposta Errada ou Resposta Omissa;
- A sua aplicação tem duração de 90 minutos e caracteriza-se por ser do tipo *papel-e-lápis*, sem utilização de calculadora, mas com recurso a um formulário incluído no caderno de teste.

Para avaliar o nível e o tipo de conhecimentos dos estudantes dos TeSP, analisaram-se as suas respostas aos itens do TDM, no total, por curso e por área de formação do curso. Calcularam-se estatísticas descritivas do número de respostas certas, erradas e omissas que os participantes deram à totalidade dos itens e a cada um deles, associado à área de conteúdo a que pertence, para obter uma visão geral do desempenho dos alunos. Interpretaram-se as opções feitas pelos participantes face à redação do enunciado e das alternativas de resposta a cada item, tendo-se formulando previamente hipóteses explicativas para as opções erradas, com o objetivo de identificar os conhecimentos e as lacunas de aprendizagem dos estudantes.

O modelo de Rasch é um dos modelos da Teoria da Resposta ao Item (TRI) que permitem estimar o nível de um indivíduo num determinado construto latente, neste caso a competência em matemática, a partir das características dos itens que compõem o teste, não a partir da comparação dos seus resultados com os dos outros indivíduos, como

acontece na Teoria Clássica dos Testes (TCT). Dependendo apenas do nível do traço latente do indivíduo e da dificuldade do item, o modelo de Rasch calcula a probabilidade de sucesso desse indivíduo quando responde ao item, a ideia primordial da TRI (Wu & Adams, 2007). Assim, depois de confirmar o bom ajustamento dos dados empíricos ao modelo de Rasch, procurou-se o nível de competência dos participantes no TDM, entre outros resultados.

Com as respostas dos estudantes das licenciaturas só se analisou o seu desempenho, com métodos quantitativos, que foi comparado ao dos alunos dos TeSP. Tanto numa amostra como noutra, comparou-se o desempenho dos alunos que frequentaram cursos diferentes no ensino secundário (profissionais e científico-humanísticos).

Antes de observar as respostas dos estudantes dos TeSP para avaliar os seus conhecimentos, elas foram analisadas no âmbito das características metrológicas do teste para aferir a qualidade do TDM como instrumento de medida. Esse estudo foi feito com base na TCT e na TRI - modelo de Rasch, seguindo e adaptando os procedimentos descritos em Monteiro (2016). Como exemplos dos resultados obtidos, tem-se que o coeficiente alpha de Cronbach é igual a 0.74 e que a discriminação dos itens varia entre 0.16 e 0.48, com 19 destes valores superiores a 0.30 e apenas um inferior a 0.20. Estes e outros resultados permitiram concluir que o TDM apresenta propriedades que justificam um bom nível de confiança nas inferências feitas a partir dos seus resultados, tanto pelo rigor das medidas como nos conteúdos que mede. Ou seja, existem indicadores para que se considere o TDM como um instrumento de medida estandardizado, suficientemente fiável para avaliar os conhecimentos em matemática dos estudantes de TeSP no início do curso.

RESULTADOS

Considerando o número de respostas certas, ou seja, a pontuação dos estudantes dos TeSP no TDM, obtiveram-se os resultados apresentados na Tabela 1, relativos aos valores extremos, a medidas de tendência central, ao desvio padrão (DP) e ao coeficiente de variação (CV) da distribuição.

Pontuação (0 – 30)	Min	Máx	Mediana	Moda	Média	DP	CV
	0	29	9	8	10	4,6	0,46

Tabela 1 – TeSP: Respostas certas no TDM (n=599)

Em média, cada estudante só acertou um terço dos itens, mas dois alunos acertaram 29 itens. A média de respostas erradas foi de 17,7, tendo-se registado poucas respostas omissas, o que se atribui ao facto de as respostas erradas não terem pontuação negativa.

A partir das respostas certas a cada item, construiu-se o Gráfico 1, onde se observa a percentagem de estudantes que responderam corretamente a cada item, associado à área de conteúdo a que pertence. Desta forma, é evidente que, de um modo geral, os alunos têm mais lacunas de aprendizagem nas áreas de Álgebra, Geometria e Funções.



Gráfico 1 – TeSP: Percentagem de respostas certas por item

Dentro de cada área de conteúdo, os itens avaliam conhecimentos e competências diferentes, identificados aquando da sua construção. Articulado estas características do item com a percentagem de participantes que escolheram cada uma das suas quatro alternativas de resposta e com as hipóteses explicativas para as opções erradas, formularam-se raciocínios como o seguinte: com base nos resultados do item 9, que solicita a resolução de uma inequação que envolve uma exponencial (conhecimento), deduz-se que 20% dos alunos sabem, e 80% não sabem, aplicar o conceito de exponencial e calcular potências de base 2 (competência), admitindo-se que os 30% que escolheram a opção errada D não sabem o que é uma exponencial. Com dados desta natureza, é possível organizar uma lista de conhecimentos e de necessidades de formação dos alunos.

A análise das respostas erradas aos itens com melhores resultados também permite detetar lacunas de aprendizagem que podem ser relevantes, como é o caso do item 2: supõe-se que 25% dos estudantes erraram este item porque, apesar de saberem calcular percentagens, não interpretaram bem um problema tão simples como "O Hugo já leu 80% de um livro que tem 160 páginas. Quantas páginas lhe falta ler?".

A partir dos padrões de resposta dos participantes ao TDM estimou-se, com o modelo de Rasch, a medida dos itens (dificuldade) e a dos participantes (competência).

Estas medidas, que em teoria variam de a , podem ser representadas, de forma conjunta, numa reta real, entendendo os seus valores absolutos como distâncias em relação à origem (o ponto que corresponde ao item com nível de dificuldade zero e ao indivíduo que tem uma probabilidade de o acertar igual a), tal como no gráfico seguinte.

No Gráfico 2, à direita da reta encontram-se os itens e à esquerda os participantes, todos colocados na posição que corresponde à sua medida (os valores inteiros estão na coluna da esquerda). As cores diferentes assinalam os quatro níveis de competência dos estudantes que, com uma fiabilidade de 0,95, se distinguem nos resultados do teste – vermelho: de 0 a 7 pontos; laranja: de 8 a 14 pontos; azul: de 15 a 22 pontos; verde: de 23 a 30 pontos (os estudantes com 0, 1 e mais de 25 pontos não se encontram no gráfico).

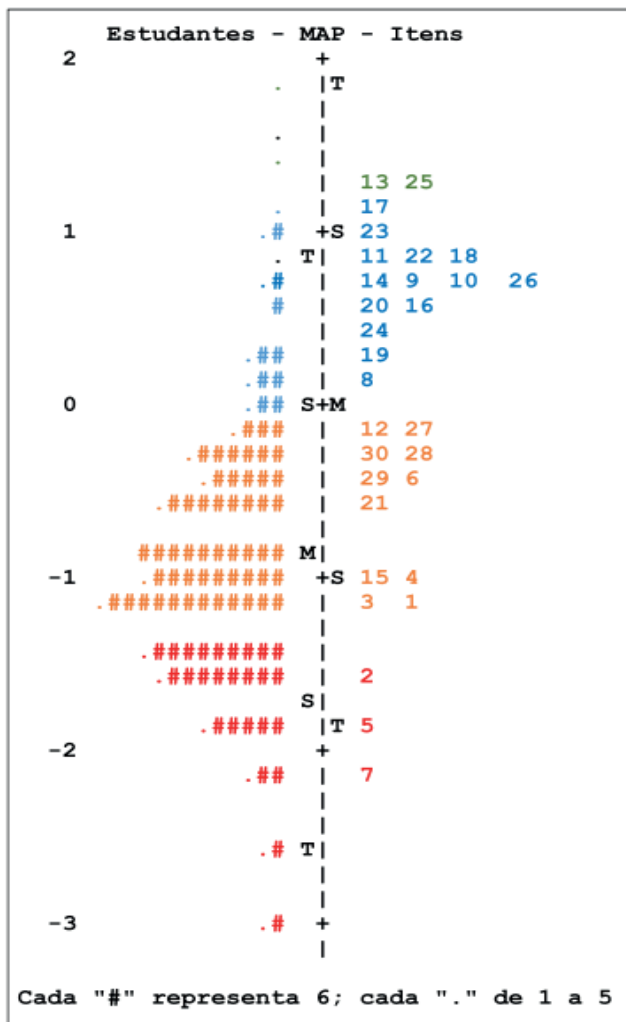


Gráfico 2 – Representação conjunta das medidas dos participantes e dos itens do TDM

No Gráfico 2 lê-se, por exemplo, que o item 7 é o mais fácil; que um estudante com nível de competência -1 (9 pontos) tem uma probabilidade superior a 0.5 de acertar os itens 7, 5, 2, 1 e 3, igual a 0.5 de acertar os itens 4 e 15 (têm o mesmo nível de dificuldade) e mais probabilidade de errar do que acertar todos os outros itens do teste; espera-se que um estudante com sete pontos (-1.4 de nível de competência) acerte os três itens mais fáceis do teste (7, 5 e 2); um participante com menos de quatro pontos não revela competência para resolver qualquer item (apesar de poder ter acertado três itens). Com estes dados é possível elaborar uma tabela onde se faz corresponder as pontuações dos participantes aos itens (associados aos respetivos conhecimentos e competências que avaliam) que, provavelmente, eles sabem resolver.

A amostra dos TeSP foi dividida em subamostras para analisar as diferenças de desempenho dos estudantes. Concluiu-se que a área de formação (Gestão, Informática e Outras Tecnologias) não tem muita influência no desempenho e que as distribuições das pontuações dos alunos que frequentaram um curso profissional no ensino secundário (TeSP-P) são significativamente diferentes das dos alunos que frequentaram um curso científico-humanístico (TeSP-CH). Também se chegou a esta conclusão quando se analisaram as respostas dos 939 participantes das licenciaturas (Lic). Importa referir que, no total, os estudantes de Lic demonstraram melhor desempenho no TDM que os dos TeSP. Uma tabela análoga à Tabela 1, relativa às pontuações dos alunos de Lic, apresentaria os seguintes valores: Min: 0; Máx: 30; Moda: 11; Mediana: 13; Média: 14; DP: 6,3; CV: 0,45.

No Gráfico 3 encontra-se a percentagem de respostas certas dadas a cada item pelos participantes das subamostras de TeSP e de Lic definidas pelo tipo de curso que frequentaram no ensino secundário: TeSP-P (n=455); TeSP-CH (n=120); Lic-P (n=288); Lic-CH (n=558). O valor médio e o desvio padrão das suas pontuações foram as seguintes: TeSP-P: 8,8/3,4; TeSP-CH: 14,2/5,5; Lic-P: 10/4,4; Lic-CH: 16,3/6,1. Note-se a semelhança da variação dos gráficos, de item para item, das quatro subamostras.



Gráfico 3 – TeSP-P, TeSP-CH, Lic-P e Lic-CH: Percentagem de respostas certas por item

CONCLUSÕES

Com os resultados deste estudo, que pode ser adaptado a outras disciplinas e a qualquer nível de ensino, é possível distinguir os estudantes pelo seu nível e tipo de conhecimentos, o que facilita a implementação de medidas educativas que promovam o sucesso escolar, dirigidas a todos os alunos ou a grupos de alunos específicos. As necessidades de aprendizagem identificadas também fundamentam a revisão dos programas de Matemática dos TeSP, como se fez nos cursos envolvidos neste estudo. Seria importante pesquisar as melhores estratégias para minimizar o problema das dificuldades em matemática, que muitos estudantes encontram no ensino superior. O efeito das práticas ensaiadas poderia ser medido com um teste de avaliação objetiva, como o TDM, que confere legitimidade a qualquer estudo comparativo do desempenho dos seus destinatários.

REFERÊNCIAS

Bloom, B. S. (Ed.). (1956). *Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals. Handbook I, cognitive domain*. New York; Toronto: Longmans, Green.

Bressoud, D. M. (2010, March). *Meeting the challenge of high school Calculus: Introduction*. Obtido em 20 de junho de 2019 de <http://www.maclester.edu/~bressoud/pub/launchings>.

Duval, R. (2012). Quelles théories et quelles méthodes pour les recherches sur l'enseignement des mathématiques? *Praxis Educativa*, 7(2), 305-330. doi:10. 5212/PraxEduc.v.7i2.0001.

Haladyna, T., Downing, S., & Rodriguez, M. (2002). A review of multiple-choice item-writing guidelines for classroom assessment. *Applied Measurement in Education*, 15(3), 309-334.

Monteiro, H. (2016). *Conhecimentos de Matemática dos estudantes à entrada do ensino superior de ciências e tecnologia: contributo para a definição de um perfil de exigências*. Tese de doutoramento, Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade do Algarve, Portugal.

Wu, M., & Adams, R. (2007). *Applying the Rasch model to psycho-social measurement: A practical approach*. Melbourne: Educational Measurement Solutions.