AS PERCEPÇÕES DE INGRESSANTES E CONCLUINTES ACERCA DO ENSINO DE MATEMÁTICA EM CURSOS DE ENGENHARIA

DOI: 10.37702/2175-957X.COBENGE.2022.3942

Laura Cristina Yasuoka Assad - laura.yasuoka@gmail.com
Pontifícia Universidade Católica de São Paulo

Fabiana Satie Tanno - fabiana.tanno@gmail.com
Pontifícia Universidade Católica de São Paulo

Gabriel Loureiro de Lima - gloureirolima@gmail.com
Pontifícia Universidade Católica de São Paulo

Barbara Lutaif Bianchini - barbaralb@gmail.com
Pontifícia Universidade Católica de São Paulo

Resumo: *Neste artigo, assumindo-se o termo percepção para denotar as visões e opiniões acerca da utilidade da Matemática que determinam o que os futuros engenheiros pensam em relação à importância desta ciência para suas formações, a forma como se portam diante da Matemática e como gostariam de se comportar em relação a ela, analisam-se as percepções de ingressantes e concluintes concernentes ao ensino da Matemática em cursos de Engenharia, seus conteúdos e métodos. Do ponto de vista metodológico, a pesquisa caracteriza-se como sendo de abordagem quali-quantitativa de natureza exploratória. Empregou-se o método survey e como instrumento para a coleta de dados, recorreu-se a um questionário composto por 35 questões fechadas, que foi respondido remotamente e anonimamente pelos participantes voluntários (estudantes de diferentes instituições públicas do país, sendo 29 ingressantes e 25 concluintes). Dentre os resultados, destaca-se que embora tanto ingressantes quanto concluintes tenham suas percepções influenciadas pelo estabelecimento ou não, na abordagem dos conteúdos, de relações entre a teoria matemática e suas aplicações, no caso dos ingressantes tais percepções são afetadas também pelos links estabelecidos entre as disciplinas de Matemática e as de outras áreas e da atualização destas unidades curriculares aos tempos atuais. Já no caso dos concluintes, suas percepções relacionam-se também às suas visões concernentes a conexão entre o ensino da Matemática e o cotidiano profissional do engenheiro.*

Palavras-chave: *ensino da Matemática, percepções, ingressantes, concluintes, análise de componentes principais.*

AS PERCEPÇÕES DE INGRESSANTES E CONCLUINTES ACERCA DO ENSINO DE MATEMÁTICA EM CURSOS DE ENGENHARIA

1 INTRODUÇÃO

Neste trabalho são apresentados e analisados parte dos dados obtidos por meio de uma pesquisa de Iniciação Científica em andamento e que tem por objetivo geral compreender qual a percepção dos graduandos em Engenharia em relação à Matemática – no que diz respeito à sua utilidade, à abordagem desta ciência no curso de Engenharia e à natureza do conhecimento matemático – em dois momentos de seu processo formativo: no início do curso e no final.

De acordo com Chaper (2008), citado por Mercat, El-Demerdash e Trgalova (2018), e segundo Mutodi e Ngirande (2014), a percepção dos estudantes a respeito da Matemática e do ensino que vivenciam podem ter um impacto significativo em seus rendimentos acadêmicos nas disciplinas desta área. Da mesma forma, na visão destes autores, atitudes e percepções positivas a respeito da Matemática encorajam os graduandos a dedicarem-se com mais afinco ao estudo desta ciência. Pontuam que as diferentes percepções acerca da Matemática influenciam na forma como os estudantes se posicionam em sala de aula, em como se envolvem com os estudos desta ciência e em como interpretam as experiências matemáticas. As percepções dos estudantes a respeito da Matemática "são importantes porque elas podem moldar a maneira segundo a qual eles aprendem Matemática. [...] Percepções de que a Matemática é ou não é pode afetar suas atitudes, desempenhos, confianças e a maneira como percebem a utilidade da Matemática" (MUTODI; NGIRANDE, 2014, p. 433). É relevante, portanto, como pontuam Hagan et al. (2020), investigar qual a percepção dos estudantes em relação à Matemática e como esta interfere ou não nos desempenhos destes alunos. Segundo os autores, essa temática precisa ser mais amplamente explorada, pois os resultados dos estudos já realizados não são unânimes.

Levando em conta esta questão, segundo pontuam Álvarez e Ruiz Soler (2010), pesquisadores da Educação Matemática começaram a incorporar, nas reflexões acerca do ensino e da aprendizagem de Matemática, variáveis além das cognitivas, como as afetivas e as socioculturais. Um desses elementos é a atitude dos estudantes perante esta ciência que, de acordo com os autores mencionados, provém de suas crenças, percepções, ideias e opiniões. Portanto, a percepção é uma das origens da atitude em que o estudante terá em relação à Matemática. Esta atitude se desenvolve a partir das experiências das pessoas e indicará o posicionamento que o indivíduo assumirá diante da Matemática, se este será favorável ou desfavorável, resultando em atitudes positivas ou negativas. E, como indicam os autores, uma atitude positiva perante a Matemática torna sua aprendizagem mais confortável e fácil.

Desta forma, revela-se como importante investigar "as atitudes dos estudantes de Engenharia em relação à Matemática, a fim de conhecer e analisar os fatores que são subjacentes a ela" (ALVARES; RUIZ SOLER, 2010, p. 234). Uma vez que dentre as fontes das atitudes dos estudantes em relação à Matemática estão suas percepções a respeito desta ciência, investigações relativas a este aspecto tornam-se pertinentes.

Zavala e Domingues (2016) ressaltam então que, "no caso da Engenharia, é desejável que os estudantes tenham uma atitude positiva em relação à Matemática e à sua aprendizagem para que a sua percepção da importância dessa ciência exata permita

identificar seu uso e relevância em diferentes contextos "(ZAVALA; DOMINGUEZ, 2016, p. 2).

Para este artigo, recorrendo ao método de análise multivariada denominado *análise de componentes principais*, detivemo-nos na análise das percepções de 29 ingressantes e de 25 concluintes acerca do ensino de Matemática em cursos de Engenharia. Estes sujeitos voluntariamente responderam remotamente e anonimamente a um questionário por nós adaptado de Mercat, El-Demerdash e Trgalova (2018), contendo 35 questões, sendo que, destas, 15 dizem respeito ao ensino da Matemática em cursos de Engenharia, seus conteúdos e métodos.

Uma vez que, como indicam Álvarez e Ruiz Soler (2010, p. 233), experiências satisfatórias dos estudantes com relação à Matemática ocasionarão, em geral, sentimentos "de curiosidade, bem-estar, segurança, interesse, competência e proveito, enquanto que experiências desagradáveis provocarão insatisfação com sentimentos de insegurança, frustração, incompetência e desencanto", em conformidade ao que afirmam Mutodi e Ngirande (2014), entendemos que o foco no ensino da Matemática em cursos de Engenharia, seus conteúdos e métodos assumido neste artigo justifica-se para reflexões em um congresso de Educação em Engenharia.

"Conhecer como os estudantes percebem as experiências de aprendizagem da Matemática oferecidas a eles nas escolas e como estas podem influenciar suas imagens em relação à Matemática, poderá nos auxiliar a melhor compreender como a Matemática deveria ser apresentada em sala de aula" (MUTODI; NGIRANDE, 2014, p. 433). Também como afirmam os autores, "esse conhecimento poderá ajudar em um melhor planejamento curricular e no desenvolvimento de programas de formações docentes" (Idem), uma vez que como salientam Zavala e Dominguez (2016), embora a relevância das diferentes áreas da Matemática para a Engenharia seja evidente, a maneira como essa ciência é ensinada nestes cursos muitas vezes não enfatiza tal relevância de modo suficiente para possibilitar aos estudantes que a apreciem, a reconheçam e a valorizem.

2 O QUE ENTENDEMOS POR *PERCEPÇÃO*?

Há diferentes perspectivas para o termo *percepção*. Como salientam Mutodi e Ngirande (2014), pode ser empregado para fazer referência "a alguns tipos de representações mentais de algo, originadas de experiências vivenciadas, bem como associadas a crenças, atitudes e concepções" (p. 431). Na visão dos autores, o termo *percepção a respeito da Matemática* pode ser entendido como "uma representação mental ou visão da Matemática que é resultado de experiências sociais, mediadas por interações na escola ou por influência de pais, professores, pares ou pela mídia de massa" (Idem). Afirmam que as percepções podem ser cognitivas, quando referentes ao conhecimento e às crenças ou afetivas, quando relacionadas às atitudes, aos sentimentos e às emoções de uma pessoa perante a Matemática. Rani e Daudpota (2019) salientam que há muitos componentes que influenciam a percepção de estudantes acerca da Matemática, visão compartilhada também por Zavala e Dominguez (2016, p. 3), que, da mesma forma que Mutodi e Ngirande (2014), pontuam, dentre eles, "a própria experiência escolar, mas também a importância que suas famílias dão à educação e especificamente à Matemática".

Segundo Hagan et al. (2020, p. 10), a percepção está entre "os mais importantes fatores cognitivos do comportamento ou mecanismo psicológico humano que capacitam a pessoa para entender seu ambiente".

Dentre as diferentes concepções acerca do termo percepção, assumimos a acepção indicada por Mercat, El-Demerdash e Trgalova (2018), que, a partir da ideia de diferentes autores, pontuam que as percepções podem ser entendidas a partir do conjunto de quatro dimensões de crenças, que são as lentes por meio das quais o estudante interpreta o mundo, bem como a utilidade da Matemática. Estas crenças estão relacionadas: à *natureza da Matemática*; *ao ensino e à aprendizagem da Matemática*; *a si próprio no contexto do ensino e da aprendizagem da Matemática*; e *à natureza do conhecimento matemático e do processo de conhecer esta ciência*. Assim, inspirados nas ideias dos últimos autores citados, adotamos o termo percepção para denotar as *visões e opiniões acerca da utilidade da Matemática que determinam o que os futuros engenheiros pensam em relação à importância desta ciência para suas formações, a forma como se portam diante da Matemática e como gostariam de se comportar em relação a ela*.

Mas como identificar essas percepções dos futuros engenheiros acerca da Matemática e, mais especificamente, do ensino desta ciência nos cursos de Engenharia? É o que esclarecemos na seção seguinte ao apresentar os procedimentos metodológicos por nós empregados neste estudo.

3 METODOLOGIA

Esta pesquisa possui abordagem quali-quantitativa de natureza exploratória e, para a coleta de dados, utilizamos o método *survey*, que, segundo Cea (1996) é especialmente adequado quando se necessita de informações (como opiniões, atitudes, percepções) "de um grande número de pessoas, localizadas em uma área geográfica ampla, em um breve período de tempo e a um custo relativamente baixo" (CEA, 1996, p. 57). Nesse tipo de pesquisa, um grupo de pessoas é indicado como representante da população-alvo. No caso dos dados apresentados neste artigo, para coletá-los, recorreremos à participação voluntária de 54 estudantes de Engenharia (29 cursando o primeiro ano e 25 cursando o último ano da graduação) de Instituições de Ensino Superior (IES) públicas das diferentes regiões do país.

3.1 O instrumento para a coleta de dados

Como instrumento para a coleta de dados, recorremos a um questionário composto por 35 questões fechadas, que foi respondido remotamente e anonimamente pelos participantes voluntários. O instrumento não foi elaborado por nós; consiste em uma tradução que realizamos de um questionário já validado por pares, construído por Mercat, El-Demerdash e Trgalova (2018) no intuito de investigar a percepção dos estudantes de Engenharia acerca da Matemática em relação às seguintes três dimensões: (i) a utilidade da Matemática (8 questões), (ii) o ensino da Matemática em cursos de Engenharia, seus conteúdos e métodos (15 questões) e (iii) a natureza do conhecimento matemático (12 questões). Neste artigo, nosso foco está na segunda dimensão, isto é, na análise das respostas dos estudantes para as 15 questões, apresentada no Quadro 1, que possibilitam identificar suas percepções acerca do ensino da Matemática em cursos de Engenharia.

O questionário, composto por estas questões, pelas outras 20 relativas às dimensões um e três anteriormente mencionadas e pelo Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) por meio do qual os respondentes manifestavam suas concordâncias em participar da investigação (cadastrada na Plataforma Brasil com o número registrado na Plataforma Brasil sob o número 48879421.3.0000.5482 e devidamente aprovada pelo Comitê de Ética da universidade em que está sendo desenvolvida), foi elaborado como um formulário *online*

na plataforma *Google Forms*. As respostas a cada questão foram dadas de acordo com os cinco níveis da escala Likert: (1) discordo totalmente, (2) discordo, (3) não tenho certeza, (4) concordo e (5) concordo totalmente.

Quadro 1 - Questões relacionadas ao ensino da Matemática em cursos de Engenharia, seus conteúdos e métodos

Questão	Enunciado da questão
Q9	Em cursos de Engenharia, a Matemática é sobretudo pura e abstrata.
Q10	A formação do engenheiro requer um foco maior na Matemática aplicada.
Q11	Nos cursos Engenharia, a teoria é ensinada sem levar em conta suas aplicações.
Q12	Não há quase nenhuma conexão entre o ensino da Matemática e a realidade do trabalho do engenheiro.
Q13	No ensino da Matemática não há tentativas de tentar estabelecer *links* com outras ciências.
Q14	A Matemática tem grande importância na formação do engenheiro.
Q15	A Matemática não pode ser evitada na formação do engenheiro.
Q16	O único propósito do professor é trazer conhecimento aos estudantes.
Q17	As estruturas das disciplinas de Matemática não possibilitam ao estudante autonomia em sua aprendizagem.
Q18	Os novos recursos disponíveis aos estudantes fazem com que aprender não seja mais necessário; o que eles precisam é obter rapidamente soluções para os problemas encontrados.
Q19	As disciplinas de Matemática não mudaram nas últimas décadas, apesar de o mundo ter evoluído consideravelmente e rapidamente.
Q20	As disciplinas de Matemática são extremamente teóricas.
Q21	As disciplinas de Matemática não são teóricas o suficiente.
Q22	As disciplinas de Matemática são extremamente práticas.
Q23	As disciplinas de Matemática não são práticas o suficiente.

Fonte: traduzido e adaptado de Mercat, El-Demerdash e Trgalova, 2018, p. 21

Para a divulgação do questionário entre os ingressantes e concluintes de cursos de Engenharia das diferentes IES públicas das diferentes regiões do país, enviamos um *e-mail* aos coordenadores ou a alguns docentes destes cursos e solicitamos a divulgação do *link* do questionário aos estudantes que estivessem no primeiro ou no último ano, para que aqueles que se interessassem em participar da pesquisa pudessem fazê-lo.

3.2 Análise de Componentes Principais: método de análise dos dados

Para analisar os dados coletados, recorremos a um método de análise multivariada denominado Análise de Componentes Principais, conhecido pela sigla PCA, oriunda de sua nomenclatura em língua inglesa: *Principal Component Analysis*. Como detalhado por Lattin, Carroll e Green (2011) e Hongyu, Sandanielo e Junior (2016), este método permite ao pesquisador reorientar os dados obtidos de modo que poucas dimensões expliquem o maior número possível de informações disponíveis. Se houver a presença de redundância substancial no conjunto de dados, pode ser possível explicar a maior parte das informações no conjunto original de dados com um número relativamente pequeno de dimensões. Essa redução de dimensões torna a visualização dos dados mais direta e a sua análise subsequente mais administrável, uma vez que trabalhar com menos dimensões torna mais fácil visualizar os dados e identificar padrões interessantes. Cada componente principal obtida é uma combinação linear das variáveis originais e o número de componentes principais é igual ao número de variáveis originais. Uma propriedade fundamental do método é o fato cada componente não estar correlacionado com todos os outros, o que possibilita eliminar a multicolinearidade. O primeiro componente principal (PC1) é o arranjo que melhor representa a distribuição dos dados e o segundo componente principal (PC2) é perpendicular ao PC1.

Como, neste artigo, restringimo-nos às percepções dos estudantes acerca do ensino de Matemática em cursos de Engenharia (dimensão dois do questionário utilizado para a coleta dos dados), trabalhamos com 15 variáveis, que são as 15 questões. Teremos então 54 valores para cada uma das variáveis, sendo 29 valores assumidos ao considerarmos os

ingressantes e 25 ao considerarmos os concluintes. Os valores que podem ser assumidos por cada uma das variáveis são: 1 (se a resposta for discordo totalmente); 2 (se a resposta for discordo); 3 (se a resposta for não tenho certeza); 4 (se a resposta for concordo) e 5 (se a resposta for concordo totalmente). As análises foram realizadas separadamente para ingressantes e concluintes e globalmente, considerando os estudantes sem diferenciar os momentos em que se encontram em suas graduações.

Para a obtenção dos componentes principais que oportunizaram a redução dimensional dos dados e as análises que apresentamos ao longo deste artigo, recorremos ao *Past*, pacote estatístico gratuito criado, inicialmente, para análise de dados paleontológicos, mas que aos poucos, foi se desenvolvendo e atualmente é amplamente empregado nas Ciências Naturais, Ciências Humanas e nas Ciências Exatas, incluindo a Engenharia. Recorremos, com o auxílio do *Past*, a três tipos de representações gráficas: o *gráfico de escores*, que é uma representação no plano cartesiano dos pontos relativos à cada observação, considerando, para cada ponto, como abscissa o valor de PC1 para aquela observação e como ordenada o valor de PC2 para aquela observação. Se os primeiros dois componentes forem responsáveis pela maior parte da variância nos dados, o gráfico de escores pode ser utilizado para avaliar a estrutura de dados e detectar agrupamentos, *outliers* e tendências. Nesta representação, a distância entre dois pontos quaisquer representando amostras é uma aproximação da sua similaridade em relação às variáveis.

Em um segundo momento, construímos o gráfico de cargas fatoriais, composto por vetores, todos com ponto inicial na origem do sistema cartesiano $PC1 \times PC2$ e ponto final em pontos que têm como abscissas os coeficientes das variáveis originais na combinação linear que origina $PC1$ e como ordenadas os coeficientes das variáveis originais na combinação linear que origina $PC2$. Esta representação gráfica é utilizada para identificar quais variáveis têm o maior efeito em cada componente, uma vez que, nela, as variáveis altamente correlacionadas tendem a ficar juntas e na mesma direção. E as variáveis cujos vetores estão mais próximos do eixo relativo ao primeiro componente principal, são as mais importantes para tentar explicar ou interpretar esse eixo vinculado ao primeiro componente principal.

Por fim, nós utilizamos do gráfico *biplot*, que oferece uma visualização conjunta do gráfico de escores com o gráfico de cargas fatoriais e que, em termos de dois componentes principais, mostra tanto cada uma das observações, quanto cada uma das variáveis. Os pontos representam as observações enquanto os vetores (indicados por partes de semirretas) representam as variáveis. A direção da parte de semirreta indica a direção na qual os valores correspondentes a variável por ela representada aumentam mais rapidamente. O *biplot* permite visualizar a posição de uma observação com relação à outra observação e a associação de cada uma das variáveis em relação a qualquer observação ou a outra variável. Possibilita, portanto, analisar como as observações se agrupam e quais variáveis contribuem para sua posição nesta representação.

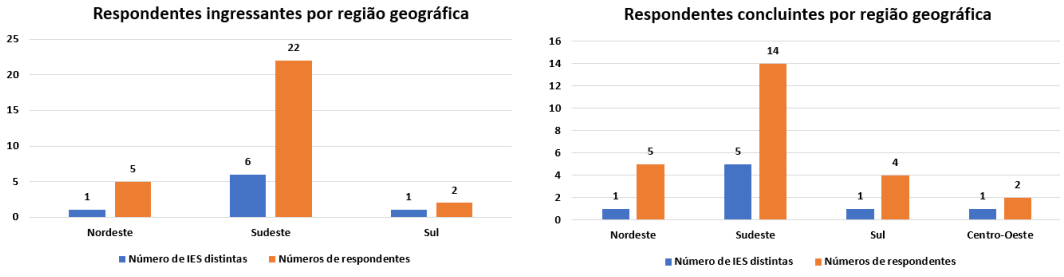
4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

Para darmos início à apresentação e à análise dos dados, primeiramente esboçamos uma breve caracterização dos estudantes que responderam ao questionário.

4.1 Caracterização dos sujeitos da pesquisa

Até o dia 8 de abril de 2022, haviam respondido ao questionário 54 estudantes, sendo 29 ingressantes e 25 concluintes. Os gráficos apresentados na Figura 1 fornecem um panorama acerca das regiões geográficas do país contempladas nas respostas, em termos dos números de respondentes e de IES distintas representadas.

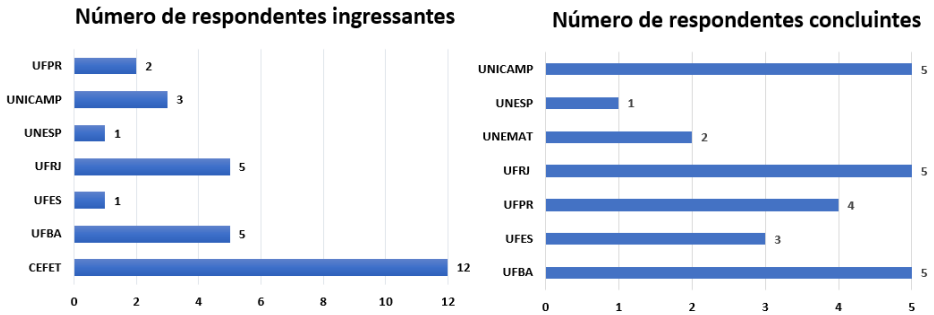
Figura 1 – Números de respondentes e IES distintas por região geográfica.



Fonte: dados da pesquisa

Analisando a Figura 1, é possível perceber que a região Sudeste é a que conta o maior número de respondentes, tanto ingressantes quanto concluintes. É também a região com maior número de IES contempladas. Não há entre os respondentes ingressantes, representantes das regiões Norte e Centro-Oeste. Analogamente, entre os concluintes, não há nenhum representante da região Norte.

Figura 2 – Respondentes por IES.



Fonte: dados da pesquisa

Por meio da Figura 2, nota-se que, em termos de IES em que cursam Engenharia, os respondentes ingressantes concentram-se majoritariamente (12 de 29) em uma instituição (o CEFET). Já os concluintes distribuem-se de maneira mais uniforme em diferentes IES, havendo três delas com o mesmo número de participantes (cinco) na pesquisa (UNICAMP, UFRJ e UFBA). Embora o CEFET seja a origem da maior parte das respostas dos ingressantes, não há nenhum concluinte desta instituição entre os sujeitos da pesquisa. Da mesma forma, não há nenhum ingressante da UNEMAT que tenha respondido ao questionário; apenas dois concluintes. Se considerarmos o número total de respondentes por IES (ingressantes e concluintes), as instituições com representantes em ambos os grupos com maiores participações na pesquisa são UFRJ e UFBA (com 10 respondentes cada no total) e UNICAMP (com oito respondentes).

Quadro 1 – Caracterização geral dos sujeitos da pesquisa

Ingressantes		Concluintes	
Idade Média			
23 anos (três com mais de 30 anos: um com 31 e outros dois com 38)		25 anos (há 1 estudante com 30 anos e outro com 57; os demais têm idades abaixo de 30 anos)	
Habilitação	**Número de respondentes**	**Habilitação**	**Número de respondentes**
Ambiental	1	Ambiental	1
Civil	3	Civil	7
Controle e Automação	1	Controle e Automação	3
Elétrica	3	Elétrica	5
Bioprocessos	1	Bioprocessos	1
Produção	4	Produção	2
Química	5	Química	2
Alimentos	1	Naval e Oceânica	1
Matemática	1	Eletrônica e de Computação	2
Mecânica	9	Não respondeu	1
É a 1ª graduação	**Não é a 1ª graduação**	**É a 1ª graduação**	**Não é a 1ª graduação**
26	3 (Tecnólogo em Gestão Ambiental; Licenciatura em Física; Administração)	24	1 (Tecnólogo em Manutenção)

Fonte: dados da pesquisa

Por meio do Quadro 1, nota-se que a idade média dos respondentes é 23 anos para os ingressantes e 25 anos para os concluintes. Entre os ingressantes, há respondentes de dez diferentes habilitações de Engenharia; já entre os concluintes, há sujeitos de nove habilitações distintas. Predominam entre os ingressantes estudantes de Engenharia Mecânica e de Engenharia Química; já entre os concluintes, a prevalência é de graduandos em Engenharia Civil e Engenharia Elétrica. Apenas 3 ingressantes e 1 concluinte já possuem outra graduação.

4.2 Análise dos dados relativos aos ingressantes

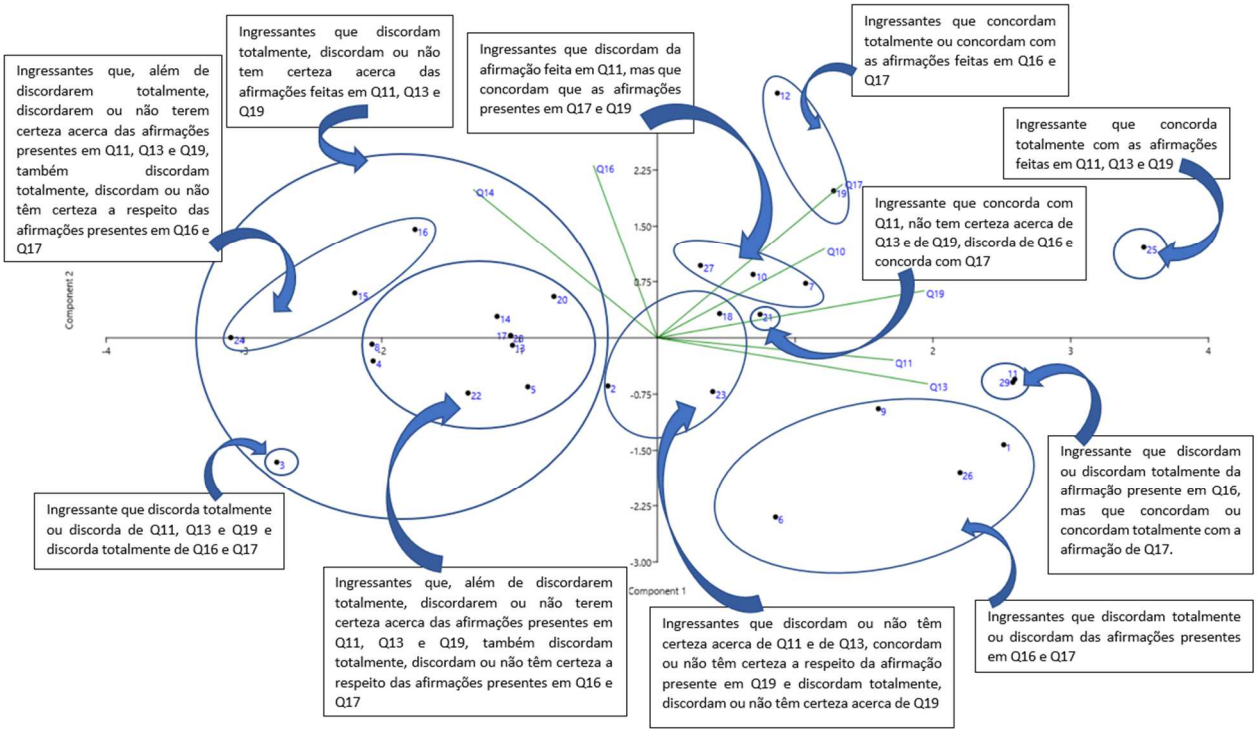
A partir de uma primeira Análise de Componentes Principais realizada com o auxílio do *software Past*, identificamos, recorrendo ao gráfico *biplot*, as seguintes relações: (i) Q9 e Q17 estão altamente relacionadas, porém Q17 tem maior influência nos dois primeiros componentes principais (PC1 e PC2); (ii) Q11, Q12 e Q19 estão altamente relacionadas, porém Q12 possui menor influência em PC1; (iii) Q13 e Q20 estão altamente relacionadas, porém Q13 tem maior influência em PC1; (iv) Q15 e Q22 estão altamente relacionadas, porém Q22 tem maior influência tanto em PC1 quanto em PC2; (v) Q21 tem pouca influência em PC1. Como resultado desta primeira análise, podemos fazer um refinamento excluindo Q9, Q12, Q15, Q20 e Q21 e realizando uma nova análise de PCA. Esta, por sua vez, nos permite identificar que: (i) Q17 e Q18 estão altamente relacionadas, porém Q17 tem maior influência tanto em PC1 quanto para PC2; (ii) Q14 e Q22 estão altamente relacionadas, porém Q14 possui maior influência em PC1; (iii) Q11 e Q23 estão altamente relacionadas, porém Q11 possui maior influência em PC1. Com os resultados desta etapa, podemos realizar um novo refinamento excluindo Q18, Q22 e Q23. E finalmente, realizando uma nova análise de PCA com as questões restantes, pudemos perceber que, neste novo refinamento, 64,218% da variabilidade dos dados é explicada pelos dois primeiros componentes principais (44,5% de PC1 e 19.718% de PC2).

Desta forma, concluímos que, para a amostra considerada: as variáveis com maior influência em PC1 são as respostas a Q11, Q13 e Q19, estando todas elas diretamente correlacionadas a este componente. Assim, podemos relacionar o eixo PC1 à *não percepção, por parte do ingressante, do estabelecimento de relações entre teoria e aplicações nas disciplinas de Matemática, de* links *destas com outras disciplinas e de atualização destas unidades curriculares aos tempos atuais*. Desta maneira, quanto maior PC1, mais acentuada é essa não percepção.

Por outro lado, as variáveis com maior influência em PC2 são respostas a Q14, Q16 e Q17, todas elas relacionadas diretamente a tal componente principal. Então, o eixo PC2 pode ser relacionado à como o ingressante percebe a *importância da Matemática na formação do engenheiro, o objetivo do professor em suas aulas e a contribuição das disciplinas de Matemática no desenvolvimento de uma aprendizagem autônoma*. Embora todos os ingressantes concordem ou concordam totalmente que a Matemática tem grande importância na formação do engenheiro, em relação ao objetivo do professor e a possibilidade de desenvolvimento de aprendizagem autônoma nas disciplinas matemáticas, há divergências.

Simultaneamente ao gráfico *biplot*, na Figura 3, apresentamos alguns destaques em relação à amostra de ingressantes analisada que possibilitam depreender características relativas às percepções destes sujeitos relacionadas ao ensino da Matemática em cursos de Engenharia, seus conteúdos e métodos.

Figura 3 – Gráfico *biplot* e considerações decorrentes do refinamento da análise de PCA para ingressantes.



Fonte: elaborado pelos autores com o auxílio do *software Past*

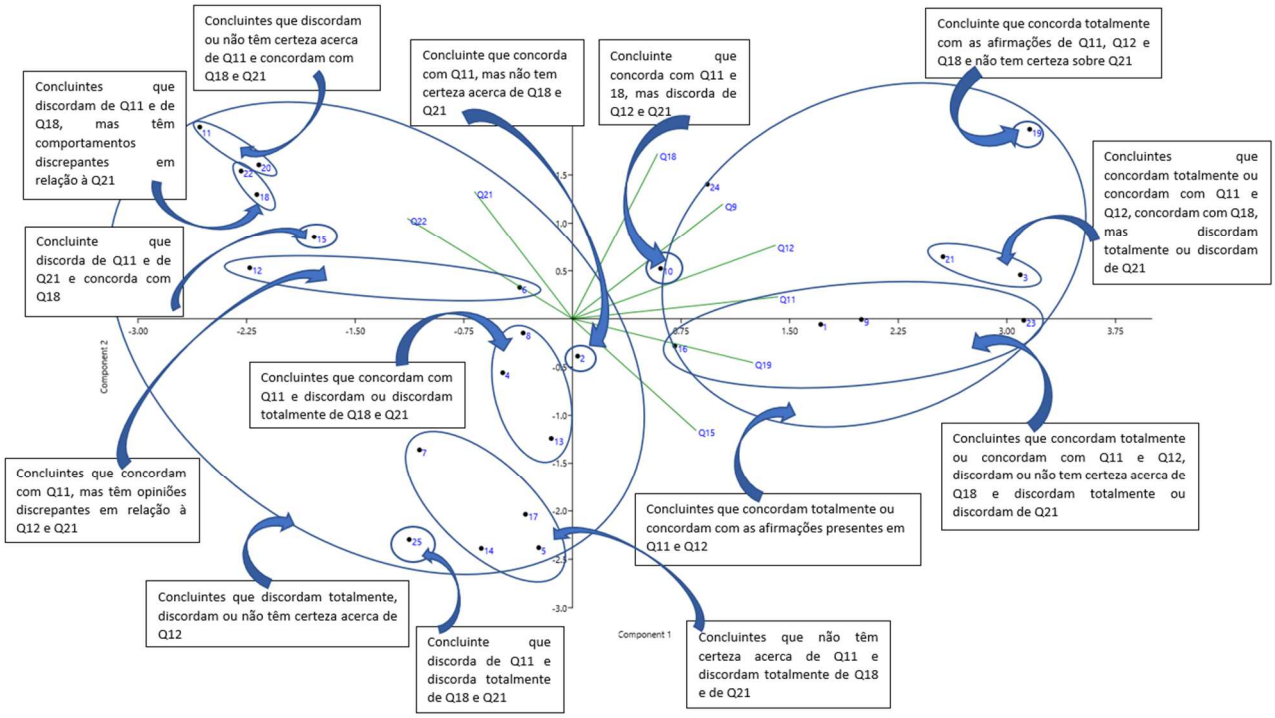
4.3 Análise dos dados relativos aos concluintes

Da mesma maneira que realizamos com os dados relativos aos respondentes ingressantes, efetivamos uma primeira análise de PCA com o auxílio do *software Past* e, a partir do gráfico *biplot*, identificamos que: (i) Q19, Q20 e Q23 estão altamente relacionadas, porém Q19 e Q23 têm maior influência nos dois primeiros componentes principais (PC1 e PC2); (ii) Q12 e Q17 estão altamente relacionadas, porém Q12 possui maior influência em PC1 e em PC2; (iii) Q14 e Q15 estão altamente relacionadas, porém Q15 tem maior influência em PC1; e (iv) Q16 tem pouca influência em PC1. Como resultado desta identificação, foi realizada uma nova análise de PCA, excluindo Q14, Q16, Q17 e Q20. Por meio desta nova análise, identificamos que: (i) Q13 e Q18 estão altamente relacionadas,

porém Q18 tem maior influência em PC1; e (ii) Q19 e Q23 estão altamente relacionadas, porém Q19 possui maior influência em PC1. A partir destas compreensões, mais um refinamento foi realizado: uma nova análise de PCA excluindo Q13 e Q23. Executando-a, explicitou-se que Q10 e Q15 estão altamente relacionadas e, uma vez que Q15 tem maior influência em PC1 e em PC2, mais um refinamento foi realizado: uma nova análise de PCA excluindo Q10. Ao final deste último refinamento, pudemos perceber que 62,8 % da variabilidade dos dados é explicada pelos dois primeiros componentes principais (40,3% de PC1 e 22,5% de PC2).

A partir do que foi destacado no parágrafo anterior, explicitou-se que, para a amostra de concluintes considerada: as variáveis com maior influência em PC1 são as respostas a Q11 e Q12, estando ambas diretamente correlacionadas a este componente. Assim, podemos relacionar o eixo PC1 *à percepção pelos concluintes de que, na Engenharia, a teoria matemática é ensinada sem levar em conta suas aplicações e de que não há nenhuma conexão entre o ensino da Matemática e a realidade do trabalho do engenheiro*. Desta maneira, quanto maior PC1, mais acentuada revela-se esta percepção.

Figura 4 – Gráfico *biplot* e considerações decorrentes do refinamento da análise de PCA para concluintes.



Fonte: elaborado pelos autores com o auxílio do *software Past*

As variáveis com maior influência em PC2 são Q18 e Q21, relacionadas diretamente a tal componente principal. Então, o eixo PC2 pode ser relacionado à *percepção pelos concluintes de que os novos recursos disponíveis a eles fazem com que aprender não seja necessário; o que precisam é obter rapidamente soluções para os problemas encontrados e que as disciplinas de Matemática não são teóricas o suficiente*.

Na Figura 4, conjuntamente ao gráfico *biplot*, apresentamos considerações em relação à amostra de concluintes em foco nesta análise e que possibilitam identificar

elementos concernentes às suas percepções a respeito do ensino da Matemática em cursos de Engenharia, seus conteúdos e métodos.

4.4 Análise global dos dados

As respostas dos ingressantes e concluintes diferem principalmente nas questões 11 (Nos cursos Engenharia, a teoria é ensinada sem levar em conta suas aplicações) e 17 (As estruturas das disciplinas de Matemática não possibilitam ao estudante autonomia em sua aprendizagem), sendo que, em ambas, entre os ingressantes predominam discordância (20 sujeitos em Q11 e 16 em Q17) e entre os concluintes a concordância predomina (15 sujeitos em Q11 e 18 em Q17). Ou seja, no início do curso de Engenharia, a maioria dos alunos acredita que a teoria é ensinada levando em conta suas aplicações, e que as estruturas das disciplinas de Matemática possibilitam ao estudante autonomia em sua aprendizagem, diferentemente da maioria dos alunos do final do curso.

Porém, existem também opiniões similares: em ambos os grupos, é considerável o número de respondentes que não percebem *links* das disciplinas de Matemática com outras de seus cursos (8 ingressantes e 10 concluintes, o que perfaz 1/3 da amostra considerada).

Concordam também que, na formação do Engenheiro, a Matemática tem grande importância (todos os ingressantes têm esta percepção, sendo que 22 concordam totalmente e sete concordam; e, entre os concluintes, 18 concordam totalmente e cinco concordam, ou seja, 23 dos 25 estudantes têm esta percepção) e que, portanto, não pode ser evitada (entre os ingressantes, 26 têm essa visão, sendo que 19 concordam totalmente e sete concordam; entre os concluintes, tal visão é compartilhada por 24 estudantes, sendo que 18 concordam totalmente e 6 concordam). Tanto ingressantes quanto concluintes, em sua maioria, concordam que a formação do engenheiro requer um foco maior na Matemática aplicada (20 ingressantes têm esta percepção, sendo que sete concordam totalmente e 13 concordam; 22 concluintes percebem desta forma, sendo que oito concordam totalmente e 14 concordam).

Em relação às conexões entre o ensino da Matemática e a realidade do trabalho do engenheiro, as percepções se alteram no decorrer do curso. Enquanto 22 ingressantes discordam (nove sujeitos) ou discordam totalmente (13 sujeitos) de que não existem tais conexões, esse número se reduz a 15 ao considerarmos os concluintes, sendo 12 discordam e três discordam totalmente.

Dentre os respondentes, 13 ingressantes e 16 concluintes, concordam que as disciplinas de Matemática na Engenharia são extremamente teóricas. Em consonância à esta percepção, 11 ingressantes e 11 concluintes discordam que as mencionadas disciplinas são extremamente práticas e nenhum respondente concorda totalmente com esta afirmação. Dos 29 ingressantes, seis concordam totalmente que as disciplinas de Matemática não são práticas o suficiente, enquanto, dos 25 concluintes, sete têm a mesma percepção.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir das análises individuais dos dados relativos às amostras de ingressantes e de concluintes, foi possível perceber que as percepções destes dois grupos, isto é, suas visões e opiniões acerca da utilidade da Matemática, que determinam o que pensam em relação à importância desta ciência para suas formações, a forma como se portam diante da Matemática e como gostariam de se comportar em relação a ela, especificamente no que se refere ao aspecto *ensino da Matemática em cursos de Engenharia, seus conteúdos*

e métodos são determinadas, em primeiro lugar, ao menos no caso dos sujeitos considerados, pelos seguintes elementos para cada um dos grupos:

- Ingressantes: suas visões acerca do estabelecimento de relações entre teoria e aplicações nas disciplinas de Matemática, de *links* destas disciplinas com aquelas de outras áreas e de atualização destas unidades curriculares aos tempos atuais.
- Concluintes: suas visões a respeito de, se na Engenharia, a teoria matemática é ensinada levando ou não em conta suas aplicações e se há conexão entre o ensino da Matemática e a realidade do trabalho do engenheiro.

Nota-se, portanto, que, embora tanto ingressantes quanto concluintes tenham suas percepções acerca do ensino da Matemática em cursos de Engenharia, seus conteúdos e métodos influenciadas pelo estabelecimento ou não, na abordagem dos conteúdos, de relações entre a teoria e suas aplicações, no caso dos ingressantes tais percepções são afetadas também pelos *links* estabelecidos entre as disciplinas de Matemática e as de outras áreas e da atualização destas unidades curriculares aos tempos atuais. Já no caso dos concluintes, suas percepções relacionam-se também às suas visões concernentes a conexão entre o ensino da Matemática e o cotidiano profissional do engenheiro.

Outros elementos que, conforme evidenciaram as análises apresentadas, influenciam nas percepções destes sujeitos, em menor grau do que as anteriormente citadas, mas ainda assim de forma considerável são, para cada um dos grupos de respondentes, os seguintes:

- Ingressantes: suas visões a respeito da importância da Matemática na formação do engenheiro, o objetivo do professor em suas aulas e a contribuição das disciplinas de Matemática no desenvolvimento de uma aprendizagem autônoma.
- Concluintes: suas visões referentes a se os novos recursos disponíveis a eles fazem com que aprender não seja necessário e, desta forma, o que precisam é obter rapidamente soluções para os problemas encontrados e se as disciplinas de Matemática são ou não teóricas o suficiente.

Encerramos este artigo, retomando as ideias Rani e Daudpota (2019) que, subsidiados pelos estudos de Yahaya, Ramli e Boon (2000) e de Zulkarnain, Saim e Abd Talib (2011), salientam que apesar da Matemática ser uma disciplina desafiadora e considerada difícil por muitos alunos da área de Ciências Exatas, é importante que os estudantes desenvolvam uma percepção positiva em relação aos assuntos que estão sendo estudados para que se sintam encorajados a aprendê-los de maneira mais efetiva. Por este motivo, é importante, por parte dos docentes, estimular as percepções positivas dos estudantes em relação à Matemática ao longo dos processos de ensino e aprendizagem para um bom desempenho durante a graduação. Estas percepções positivas podem contribuir para que os discentes melhor desenvolvam o pensamento crítico, e sejam estimulados a atuar ativamente em sala de aula, aperfeiçoando, assim, entre outras habilidades de interação e comunicação.

AGRADECIMENTOS

Ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC) da PUC-SP que, por meio de bolsas concedidas pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e pelo Conselho de Ensino de Pesquisa e Extensão (CEPE) financiaram esta investigação.

REFERÊNCIAS

ALVAREZ, Y.; RUÍZ SOLER, M. Actitudes hacia las matemáticas en estudiantes de ingeniería en universidades autónomas venezolanas. **Revista de Pedagogía**, v. 21, n. 89, pp. 225–249, 2010.

CEA, Maria Ángeles. **Metodología cuantitativa: estrategias y técnicas de investigación social**. Madrid: Síntesis, 1996.

HAGAN, J. E. et al. Students' Perception towards Mathematics and Its Effects on Academic Performance. **Asian Journal of Education and Social Studies**, v. 8, n.1, p. 8-14, 2020.

HONGYU, K.; SANDANIELO, V. L. M.; DE OLIVEIRA JUNIOR, G. J. Análise de componentes principais: resumo teórico, aplicação e interpretação. **E&S Engineering and science**, v. 5, n. 1, p. 83-90, 2016.

LATTIN, James; CARROLL, J. Douglas; GREEN, Paul E. **Análise de dados multivariados**. São Paulo: Cengage Learning, v. 475, 2011.

MERCAT, Christian; EL-DEMERDASH, Mohamed; TRGALOVA, Jana. Perceptions of Mathematics. In: POHJOLAINEN, S. et al. (Eds). **Modern Mathematics Education for Engineering Curricula in Europe (A Comparative Analysis of EU, Russia, Georgia and Armenia)**. Cham: Springer, 2018, p. 17-31.

MUTODI, P.; NGIRANDE, H. The Influence of Students´Perceptions on Mathematics Performance. A Case of a Selected High School in South Africa. **Mediterranean Journal of Social Sciences**, v. 5, n. 3, p. 431-445, March 2014.

RANI, B.; DAUDPOTA, S. M. Exploring the impact of mathematics perception on students' performance. **Sukkur IBA Journal of Computing and Mathematical Sciences**, v. 3, n.1, p.17-27, 2019.

ZAVALA, G.; DOMINGUEZ, A. Engineering Students' Perception of Relevance of Physics and Mathematics. **ASEE´s 123rd Annual – Conference & Exposition** – New Orleans, LA, June, p. 26-29, 2016.

THE PERCEPTIONS OF ENTERING AND CONCLUDING STUDENTS ABOUT MATHEMATICS TEACHING IN ENGINEERING UNDERGRADUETE PROGRAMS

Abstract: *In this article, the term perception is used to denote the views and opinions about the usefulness of mathematics that determine what future engineers think about the importance of this science for their education, how they behave towards mathematics and how they would like to behave towards it. From the methodological point of view, the research is characterized as quali-quantitative of exploratory nature. The survey method was employed, and as an instrument for data collection, a questionnaire was used, consisting of 35 closed questions, which was answered remotely and anonymously by the voluntary participants (students from different public institutions in the country, 29 entering and 25 concluding). Among the results, it is noteworthy that although both entering and concluding have their perceptions influenced by the establishment or not, in the approach of the contents, of relations between mathematical theory and its applications, in the case of the entering, these perceptions are also affected by the links established between the mathematics subjects and those of other areas, and the updating of these curricular units to current times. In the case of concluding students, their perceptions are also related to their views concerning the connection between the teaching of mathematics and the engineer's professional daily life.*

Keywords: *mathematics teaching, perceptions, entering students, concluding students, principal component analysis.*