

FLIPPED CLASSROOM: UMA ANÁLISE DIAGNÓSTICA DO DESEMPENHO DOS ALUNOS INGRESSANTES NOS CURSOS DE QUÍMICA E ENGENHARIA EM CONTEÚDOS MATEMÁTICOS

Silmara Alexandra da Silva Vicente – silmara@mackenzie.br
Universidade Presbiteriana Mackenzie, Escola de Engenharia
Rua da Consolação, 930 – Consolação
CEP 01302-907 – São Paulo – SP

Marcelo de Almeida Carvalhal – 1142370@mackenzie.br
Universidade Presbiteriana Mackenzie, Escola de Engenharia
Rua da Consolação, 930 – Consolação
CEP 01302-907 – São Paulo – SP

Gisela Hernandez Gomes – gisela.hernandes.gomes@umontreal.ca
Université de Montréal, Faculté des Sciences de l'Éducation
90 Avenue Vincent-D'Indy, Bureau F – 503
H2V 2S9 – Montréal - QC

Rodrigo Vieira dos Santos – rodrigo.santos@mackenzie.br
Universidade Presbiteriana Mackenzie, Escola de Engenharia
Rua da Consolação, 930 – Consolação
CEP 01302-907 – São Paulo – SP

Resumo: O alto índice de reprovação na disciplina de Cálculo no curso de engenharia e o provável abandono a essas carreiras, têm preocupado professores e pesquisadores, tanto da Educação em Engenharia como em Educação Matemática. Na busca por metodologias alternativas, nos deparamos com a metodologia de aula invertida ou flipped classroom, uma tendência educacional recente que inverte a estratégia educacional tradicional, passando de uma abordagem centrada no professor para uma abordagem na qual o aluno é o protagonista do processo. O objetivo deste estudo é o de avaliar o desempenho dos estudantes ingressantes dos cursos de Química e Engenharia referente aos conteúdos matemáticos básicos, após a participação não-obrigatória em um projeto de apoio baseado na metodologia flipped classroom. Os resultados apontam que apesar de uma melhora significativa das notas dos estudantes na segunda avaliativa em comparação com a primeira, algumas crenças e comportamentos dos estudantes estão embasadas em premissas mais próximas ao ensino tradicional, ou seja, naquele ensino centrado no professor com aulas expositivas.

Palavras-chave: Cálculo. Flipped Classroom. Conteúdos Matemáticos.

1 INTRODUÇÃO

Em muitos programas de ciência e tecnologia, o Cálculo Diferencial e Integral é considerado um dos mais importantes cursos iniciais de Engenharia, permitindo que os estudantes aprendam conceitos matemáticos e sejam capazes de modelar problemas reais que encontrarão em suas futuras carreiras profissionais. No entanto, pesquisas em Educação em

Engenharia e Educação Matemática indicam que os estudantes de Engenharia encontram muitas dificuldades em seus cursos de matemática nos primeiros anos de estudo, o que pode levar a altos índices de reprovação e, em muitos casos, resultar em abandono de programas de Engenharia (Ellis, Kelton e Rasmussen, 2014). Kessler (2013) ressalta em seu trabalho que na Universidade do Vale do Rio dos Sinos “dentre as disciplinas de início de curso que se destacam por apresentar expressivos índices de repetência e, conseqüentemente, de evasão, está o Cálculo Diferencial”. Ainda em relação à disciplina de Cálculo I, Garzella (2013) identificou em cursos do Ensino Superior em uma universidade estadual do interior de São Paulo, entre os anos de 1997 e 2009, altas taxas de reprovação e desistência dos alunos, atingindo índices de até 77,5%. Rafael e Escher (2015) também realizaram um estudo referente aos índices de reprovação e evasão de alunos da disciplina de Cálculo em cursos de Engenharia de uma instituição privada da região serrana do Rio de Janeiro, entre os anos de 2013 e 2015, e constataram um elevado índice de alunos que não conseguiram obter a aprovação na disciplina. Para os autores, “o caso é tão recorrente que em alguns semestres, a não-aprovação ultrapassa 50% do percentual de alunos da turma”. Faulkner, Earl e Herman (2019) também apontam que os estudantes abandonam a engenharia não porque falharam em uma disciplina específica da área profissionalizante, mas exatamente porque falharam em alguma disciplina de matemática. As altas taxas de retenção nesses cursos têm elevado o nível de preocupação dos departamentos de engenharia nos Estados Unidos, uma vez que a indústria tem exigido mais formandos nessa área que atendam ao esperado crescimento de engenharia nas próximas décadas. Ainda nesse sentido, no caso dos programas de engenharia, Harris, Black, Hernandez-Martinez, Pepin, Williams e TransMaths (2015) destacam que há uma necessidade de práticas pedagógicas inclusivas e conectadas, além disso, a compreensão matemática por parte dos alunos é essencial, na qual deve ser dada mais ênfase à matemática relacional (saber porque as coisas funcionam e como acontecem) e não apenas às questões processuais (saber como fazer alguma coisa). A pesquisa de Macambira e Athayde (2014) igualmente corrobora com esse problema enfrentado na disciplina de Cálculo nos cursos de Engenharia e entre as propostas sugeridas para minimizá-lo está o “uso de ferramentas tecnológicas, oficinas e laboratórios com o intuito de desenvolver a prática da construção do conhecimento”. Apesar dos trabalhos e pesquisas com o uso de ferramentas computacionais nas aulas de Cálculo, vale enfatizar que “a preocupação nesses cursos não se dá apenas no âmbito do uso das tecnologias, mas principalmente em como desenvolver atividades que possibilitem que os alunos possam discutir, questionar e criar conjecturas a respeito dos conteúdos matemáticos estudados” (GOMES, VICENTE e POWELL, 2013).

Diante dessa problemática, o objetivo deste artigo é o de avaliar o desempenho dos estudantes ingressantes dos cursos de Química e Engenharia referente aos conteúdos matemáticos básicos, após a participação não-obrigatória em um projeto de apoio baseado na metodologia *flipped classroom* ou também chamada de sala de aula invertida.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

De acordo com as Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos de Engenharia apresentadas no Diário Oficial da União (2001), os currículos dos cursos de Engenharia devem dar condições a seus egressos de adquirirem, ao longo do curso, competências e habilidades para aplicar os conhecimentos matemáticos, científicos, tecnológicos e instrumentais à Engenharia. No entanto, com os avanços da sociedade nesses últimos anos, no campo das tecnologias da informação e ao grande acesso a essas novas mídias, se faz necessário um maior aprofundamento e pesquisas nas metodologias do ensino e aprendizagem com o uso dessas novas ferramentas.

Em consonância com essas diretrizes e na busca por uma metodologia que traga o protagonismo do estudante e uma nova organização no modelo de ensino e aprendizagem, encontra-se na literatura pesquisadores que nos trazem uma reflexão sobre as tradicionais práticas em sala de aula. Para King (1993), mudar as práticas existentes não é uma tarefa fácil, entretanto, a autora fornece alguns elementos que podem ser incorporados às aulas para que o professor consiga fazer uma transição gradual do papel de “sábio no palco para o de guia ao lado”. A metodologia de aula invertida ou *flipped classroom*, inspirada no trabalho de King (1993), de acordo com Reidsema, Hadgraft e Kavanagh (2017) é descrita como um tipo de aprendizagem que vai além da aprendizagem mista ou combinada entre o aprendizado *online* e o aprendizado presencial. Na aula invertida, os alunos participam ou completam alguma forma de aprendizado preliminar *online*, em preparação para uma atividade de aprendizado estruturalmente alinhada na forma presencial com seus professores e colegas. No modo invertido, os alunos encontrarão um tópico ou assunto pela primeira vez *online*, geralmente por meio de vídeos curtos e diretos, em vez de assistir a uma aula presencial, como tem sido feito tradicionalmente. Essa mudança de paradigma no ensino pode ser bastante desafiadora para os alunos cujas concepções de educação universitária são de que um novo material deve ser apresentado por um professor em uma aula presencial e de que todo o restante do aprendizado se dará posteriormente a essa exposição.

Quando a abordagem de sala de aula invertida foi implementada em um curso de estática para alunos de engenharia da Universidade de Porto Rico, Papadopoulos e Santiago Roman (2010) observaram que o conteúdo adicional poderia ser coberto sem sacrificar a qualidade geral do curso e que os alunos avançavam através do material mais rapidamente, entendiam os tópicos com mais profundidade e ajudavam outros alunos da turma. Em relação ao desempenho dos estudantes, os resultados dos exames superaram os do ambiente de aprendizagem tradicional. Em outro estudo sobre a abordagem invertida realizado em um curso de cálculo introdutório na Universidade de Michigan, os professores orientaram os alunos por meio de exercícios e pediram que eles trabalhassem com seus colegas para discutirem e apresentarem soluções. Os alunos da aula invertida obtiveram resultados duas vezes maior do que os alunos da aula tradicional (BERRETT, 2012).

3 METODOLOGIA

Esta seção fornece informações sobre o conteúdo matemático básico, necessário às componentes curriculares iniciais de um curso de Química e Engenharia, entre outras da grade curricular, a formatação do projeto de apoio a essas disciplinas baseado na metodologia de *flipped classroom* e o método usado para avaliar os resultados de aprendizagem dessa abordagem relacionado aos conteúdos básicos matemáticos.

3.1 Os conteúdos básicos matemáticos

Os participantes avaliados nesse artigo foram os alunos ingressantes nos cursos de Engenharia e Química, como já mencionado, de uma universidade privada do estado de São Paulo, durante um semestre letivo, sendo este o 2º semestre de 2018. Os conteúdos básicos matemáticos, estudados ao longo dos ensino fundamental e médio são necessários para o bom desempenho em disciplinas da grade curricular dos cursos de Engenharia, entre eles: Fundamentos da Matemática, Cálculo Diferencial e Integral I, Física I, Geometria Analítica e Cálculo Vetorial, assim como todas as demais componentes curriculares que utilizam em seu escopo a matemática como ferramenta para resolução dos problemas estudados e abordados.

3.2 O projeto de apoio

O projeto de apoio à disciplina de Fundamentos da Matemática, dessa mesma instituição, foi idealizado por Moraes, Azevedo, Vieira e Abar (2018). A proposta principal desse projeto foi o de desenvolver o protagonismo estudantil, para que o aluno tivesse autonomia na construção do seu processo de aprendizagem, tendo como pano de fundo a metodologia de aprendizado “sala invertida” ou *flipped classroom*. Nesse projeto, em particular, todos os assuntos abordados, teoricamente, já foram estudados no ensino médio e, portanto, foram tratados como uma revisão. A tarefa do aluno foi acompanhar um roteiro de estudo elaborado para cada assunto/semana de trabalho. Esse roteiro foi proposto a fim de nortear o aluno nesses conteúdos e ajudá-lo a se organizar para seus estudos, com o propósito de melhor prepará-lo para enfrentar, com mais segurança, os desafios do primeiro semestre do curso, principalmente à disciplina primária ao cálculo.

Para o desenvolvimento do projeto foram realizados ao longo do semestre dois encontros presenciais semanais, totalizando em dez semanas.

Os encontros presenciais foram propostos e realizados para complementar a metodologia da aula invertida, no sentido de apoiar os alunos e para que eles pudessem esclarecer eventuais dúvidas sobre os assuntos que eram estudados semanalmente, sendo tanto dúvidas conceituais, como dificuldades na resolução de exercícios propostos. Esses encontros foram organizados da seguinte forma: o primeiro encontro da semana foi deixado para esclarecimentos das dúvidas em relação ao material já disponibilizado previamente sobre o assunto da semana e o segundo encontro para os alunos resolverem exercícios extras e tirarem outras dúvidas pontuais. O material para o acompanhamento do projeto de apoio aos alunos foi disponibilizado na plataforma Moodle, onde todos os alunos matriculados na disciplina primária ao cálculo tinham o acesso, independentemente da participação dos encontros do projeto. O material era composto de livro texto em formato eletrônico (e-book), vídeos de aulas e listas de exercícios sobre os assuntos abordados semana a semana. Os assuntos dos materiais disponibilizados no Moodle foram os seguintes: conjuntos numéricos e regras de potenciação; produtos notáveis e fatoração; equação e inequação; funções I: 1º e 2º grau; funções II: exponencial e logarítmica; trigonometria parte I; trigonometria parte II; matrizes e determinantes; sistemas lineares; e exercícios (de todos os assuntos abordados).

Esse material foi disponibilizado gradativamente, um assunto por semana até encerrar todos os assuntos previstos no projeto. Os professores do projeto também puderam contar com o apoio de dois alunos de semestres mais avançados (3º semestre) de Engenharia desempenhando o papel de monitores nos encontros presenciais. A participação dos alunos no projeto não foi obrigatória, sendo um total de 405 alunos matriculados na disciplina mencionada, dos quais houve uma turma de 100 alunos no início do projeto e ao seu final, a turma era composta por uma média de somente 33 alunos, totalizando um terço do valor inicial de alunos que de fato acompanharam o projeto por completo.

3.3 Instrumentalização

Para que se pudesse analisar o conhecimento prévio desses alunos foi elaborada pelos professores que lecionavam a disciplina primária ao cálculo, uma avaliação diagnóstica que foi aplicada no início do semestre. Essa avaliação foi realizada na terceira semana de aula, por esses professores durante o horário regular de aula, para todos os 405 alunos de primeiro semestre matriculados nesta componente curricular, dos quais 322 realizaram a prova.

Nessa avaliação, foram abordados os seguintes assuntos: simplificação de expressões algébricas, fatoração e produtos notáveis, equações (exponencial e logarítmica), trigonometria

no triângulo retângulo, identidade trigonométrica, função do primeiro grau e função do segundo grau (gráfico, domínio e imagem) e uma questão com um problema simples a ser interpretado, modelado e resolvido.

A segunda avaliativa foi aplicada de uma forma unificada para as turmas da tarde, assim como para as turmas do noturno. Essa avaliação foi elaborada pelo grupo de docentes que trabalharam juntos no projeto durante o semestre letivo. Nesse contexto, as questões das provas foram elaboradas de tal forma que as avaliações fossem mais uniformes e não houvesse discrepância na dificuldade das questões entre diferentes turmas. Também houve um cuidado quanto a correção das mesmas para que o critério fosse único, as provas foram corrigidas pelos mesmos professores que as elaboraram. Junto à avaliação, foi elaborado e aplicado um questionário, com 21 questões, com o objetivo de identificar as práticas de estudos dos alunos, conhecer o nível de conscientização dos alunos sobre a necessidade ou não de revisar conceitos básicos de matemática, conhecer suas opiniões quanto aos aspectos metodológicos do projeto e avaliar, na visão do estudante, a eficácia dessa metodologia.

4 ANÁLISE DE DADOS E DISCUSSÃO

Nesse artigo, foi desenvolvida uma análise com os dados obtidos no questionário respondido pelos alunos, assim como os resultados das duas avaliativas realizadas, discutindo sobre a evolução desses alunos ao longo do semestre letivo. Ao todo haviam 405 alunos matriculados na disciplina primária ao cálculo. Destes, 212 alunos, aproximadamente 52%, responderam ao questionário que fazia menção ao projeto de apoio em matemática aos alunos ingressantes, bem como outras considerações. As questões mais relevantes ao tema desse artigo são analisadas nesta seção.

Uma das questões escolhidas, para análise das respectivas respostas, é a questão 1, referente a visão que o aluno tem sobre suas próprias competências em matemática. Esta questão, em particular, foi respondida por todos os 212 alunos e foi apresentada a eles da seguinte forma: "Eu tinha muita facilidade com matemática no colégio", cujas opções eram: concordo, discordo ou não se aplica.

Nesse contexto, apesar dos altos índices de reprovação em disciplinas básicas de matemáticas na Engenharia, quase dois terços dos alunos concordaram com essa afirmativa, alegando que possuíam sim facilidade com matemática no colégio, como apresentado no Gráfico 1.

Gráfico 1 – Respostas dos 212 alunos à questão "Eu tinha muita facilidade com matemática no colégio"



Fonte: elaborado pelos autores.

Dos 154 alunos que concordaram com a questão 1, 141 realizaram as duas provas avaliativas. Desse grupo de alunos, temos a seguinte situação: 74 alunos não participaram do projeto; 26 alunos participaram de pelo menos cinco semanas do projeto e 41 alunos participaram de até quatro semanas. Para efeito de análise, foi considerado apenas os dois primeiros grupos dessa situação, verificando a melhora nas provas avaliativas em um percentual superior por parte dos alunos que participaram mais ativamente do projeto (Gráfico 2).

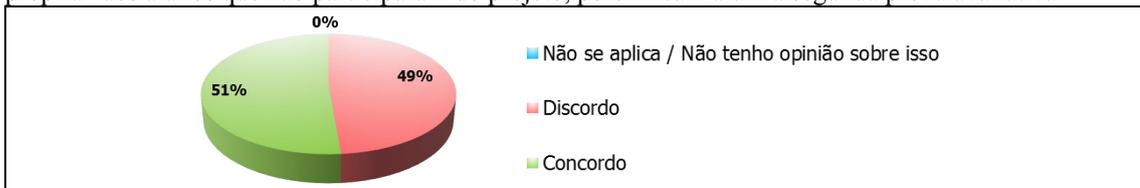
Gráfico 2 – Aumento ou não da nota da segunda avaliativa em relação à primeira avaliativa no qual: (a) o aluno não participou do projeto e (b) participou em pelo menos cinco semanas do projeto.



Fonte: elaborado pelos autores.

Dos 293 alunos matriculados na disciplina primária ao cálculo, mas que não participaram do projeto, 130 realizaram a segunda prova avaliativa. Destes, temos 74 alunos que responderam à questão 11 do questionário: “A organização do material no Moodle permite que eu estude por conta própria”. Esse número indica que uma boa parcela dos alunos, mesmo não participando do projeto, esteve disposta a estudar por conta própria, demonstrando certo grau de protagonismo. No entanto, quase metade destes alunos discordaram da questão 11 (gráfico 3), o que nos remete a uma reflexão sobre uma possível necessidade de melhoria desse material ou até mesmo novas maneiras de abordagem e incentivo à práticas mais autônomas.

Gráfico 3 – Respostas à questão 11 “A organização do material no Moodle permite que eu estude por conta própria” dos alunos que não participaram do projeto, porém realizaram a segunda prova avaliativa



Fonte: elaborado pelos autores.

Para obter uma maior clareza quanto à relação entre o projeto e a melhoria na nota dos alunos, foi realizada uma comparação entre a resposta afirmativa ou negativa à questão 11 e a melhoria da nota na segunda avaliativa em relação à primeira. Nessa situação, para surpresa dos pesquisadores, a percentagem de alunos que concordaram com a questão 11 e melhoraram a nota na segunda avaliativa é menor do que a percentagem de alunos que discordaram da questão 11 e melhoraram a nota (gráfico 4). Novamente, esses dados nos expõem a outras considerações tanto sobre o material, como sobre as atuais práticas de estudos dos alunos.

Gráfico 4 – Percentual de alunos que aumentaram a nota entre a primeira avaliativa e a segunda avaliativa dado que responderam à questão anterior positivamente (a) ou negativamente (b)



Fonte: elaborado pelos autores.

Dos 212 alunos que responderam à questão 7 “Prefiro aulas de nivelamento utilizando a metodologia tradicional (aulas expositivas)”, mais da metade concorda com a afirmação, mostrando um expressivo apego à metodologia tradicional e 35% dos alunos não opinou sobre o assunto, o que pode indicar falta de conhecimento sobre as metodologias de ensino ou até mesmo por nunca terem tido contato com metodologias mais construtivas, não consigam opinar ou definir suas preferências (gráfico 5).

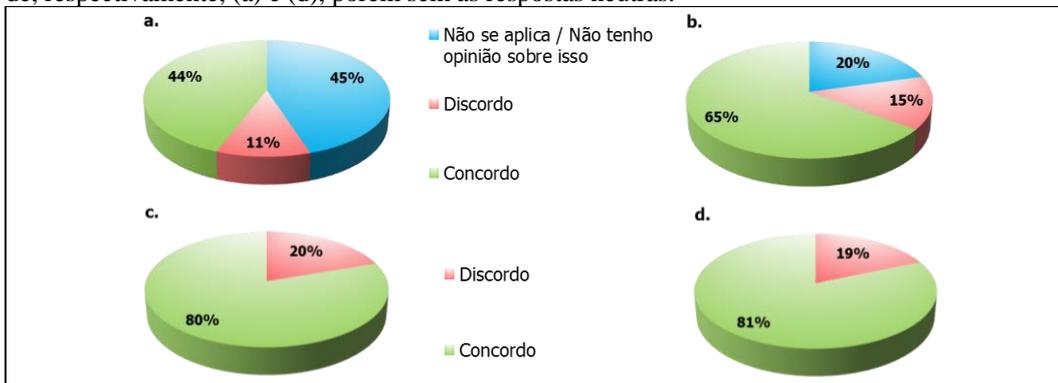
Gráfico 5 – Percentual de respostas à questão “Prefiro aulas de nivelamento utilizando a metodologia tradicional (aulas expositivas)”



Fonte: elaborado pelos autores.

Das 212 respostas, ainda referentes à esta questão 7, foram analisadas as respostas dos alunos que não participaram do projeto e dos alunos que participaram de pelo menos cinco semanas do projeto. Interessante notar que os alunos que não participaram apresentam, aparentemente, menos conhecimento sobre o que vem a ser a metodologia de ensino, o que justificaria o alto percentual de respostas do tipo “Não tenho opinião sobre isso”, enquanto que os alunos que participaram de pelo menos cinco semanas do projeto apresentam maior ciência sobre o assunto e, também, maior preferência à metodologia tradicional, aparentemente (gráficos 6a e 6b). Porém, ao excluirmos as respostas “neutras” (“Não se aplica / Não tenho opinião sobre isso”) conseguimos constatar que a preferência pela metodologia tradicional é praticamente a mesma, em torno de 80% (Gráficos 6c e 6d).

Gráfico 6 – Percentual de respostas à questão 7, apenas dos alunos: (a) que não participaram do projeto; (b) que participaram de pelo menos cinco semanas do projeto; (c) e (d) os mesmos dados de, respectivamente, (a) e (d), porém sem as respostas neutras.



Fonte: elaborado pelos autores.

Dos 206 alunos que realizaram as duas avaliações, temos que 77% melhoraram a nota da primeira para a segunda avaliação, 19% pioraram a nota e 4% tiraram a mesma nota nas duas avaliações (gráfico 7). Dos 158 alunos que apresentaram melhora na nota, 144 responderam à questão 20 “O curso ‘Pré-Cálculo’ contribuiu para meu aprimoramento matemático”, sendo que mais de 50% concorda com esta afirmativa (gráfico 8), mostrando que boa parte dos alunos se sentem beneficiados pelo projeto.

Gráfico 7 – Percentual de melhora ou não da nota dos alunos que realizaram as duas provas.



Fonte: elaborado pelos autores.

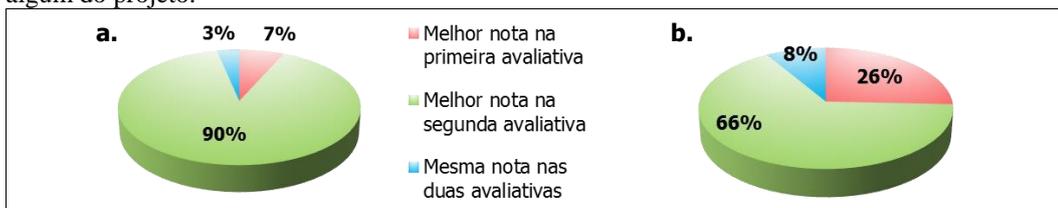
Gráfico 8 – Percentual de respostas à questão 20 “O curso ‘Pré-Cálculo’ contribuiu para meu aprimoramento matemático” dos alunos que apresentaram melhor nota na segunda avaliativa.



Fonte: elaborado pelos autores.

Ao compararmos os alunos que participaram de pelo menos cinco semanas do projeto e concordaram que o projeto contribuiu para seu aprimoramento matemático (caso a) com os alunos que não participaram dos encontros do projeto, mas também responderam afirmativamente à questão 20 (caso b), temos que: 90% dos alunos do caso “a” melhoraram a nota na segunda prova (gráfico 9a) contra 66% dos que também melhoraram a nota no caso “b” (gráfico 9b). Essa diferença aponta novamente um protagonismo por parte dos alunos que utilizaram o material disponível, tendo maior eficiência aos que participaram dos encontros presenciais.

Gráfico 9 – Percentual de melhor nota dos alunos que responderam positivamente à questão 20 e, ainda, (a) participaram de pelo menos cinco semanas do projeto; ou (b) não participaram de encontro algum do projeto.



Fonte: elaborado pelos autores.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse artigo teve como foco central avaliar o desempenho dos estudantes ingressantes dos cursos de Química e Engenharia referente aos conteúdos matemáticos básicos, após a participação não-obrigatória em um projeto de apoio baseado na metodologia *flipped classroom*. As análises dos dados do questionário e das duas avaliativas apresentaram alguns resultados referentes não apenas a melhoria das notas, mas também as crenças dos estudantes relacionadas ao seu embasamento matemático prévio e suas práticas de estudo.

De modo geral, a análise dos dados apresentou resultados positivos em relação aos alunos que participaram do projeto com a metodologia *flipped classroom* quando comparado com os alunos que não participaram do projeto. No entanto, vale ressaltar alguns aspectos, como no caso dos estudantes que responderam positivamente à questão de preferência à metodologia tradicional ou expositiva. Nos parece que, mesmo em tempos atuais, na qual as novas tecnologias digitais fazem parte integrante do dia-a-dia desses estudantes, ao se depararem com o protagonismo de seus estudos, se sentem retraídos ou até mesmo menos preparados para assumirem esse papel mais independente. Talvez caiba a nós, professores e pesquisadores, uma maior reflexão no sentido de incentivar essa autonomia e que seja ao mesmo tempo comprometida e responsável.

Os alunos ingressantes dos cursos de engenharia chegam com muitas expectativas em relação ao curso que escolheram e em contrapartida, as disciplinas que são oferecidas no ciclo

básico lhes apresentam uma dura realidade de estudos, tornando a transição do ensino médio para o ensino superior em um processo árduo e com certeza, mais complexo.

No entanto, para a continuidade e aprimoramento desse projeto, se faz necessárias outras pesquisas que visem compreender de modo mais detalhado os motivos que levam os estudantes a não aderirem a projetos dessa natureza. Para estudos futuros, seria também interessante se além dos questionários, fossem realizadas entrevistas com os estudantes ao longo do projeto para acompanhar as estratégias usadas pelos estudantes diante da metodologia de aula invertida. Também podemos sugerir para trabalhos futuros o acompanhamento desses alunos em pelo menos uma das componentes curriculares com cálculo, oferecidas na primeira etapa do curso. As análises apresentadas neste artigo podem servir de inspiração para que outros professores de engenharia possam utilizar essa metodologia, compartilhando suas experiências negativa e positiva com os colegas a fim de que outros educadores possam aprender mais sobre as vantagens dessa abordagem e assim preparar os alunos para o sucesso nas disciplinas a serem cursadas e suas carreiras de engenharia.

REFERÊNCIAS

BERRETT, D. How 'Flipping' the Classroom Can Improve the Traditional Lecture. **The Chronicle of Higher Education**, Washington D.C., v. 58, n. 25, fev. 2012. Disponível em: <<http://link.galegroup.com/apps/doc/A286034948/CPI?u=mont88738&sid=CPI&xid=2c3b57f9>>. Acesso em: 27 abr. 2019.

DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO. **Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos de Engenharia**. 2001. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES1362.pdf>> Acesso em: 27 abr. 2019.

ELLIS, J., KELTON, M., & RASMUSSEN, C. Student perceptions of pedagogy and associated persistence in calculus. **ZDM – The International Journal on Mathematics Education**, v. 46, n. 4, p. 661-673, 2014.

FAULKNER, B.; EARL, K.; HERMAN, G. Mathematical maturity for engineering students. **International Journal of Research in Undergraduate Mathematics Education**, v. 5, n. 1, p. 97-128, 2019.

GARZELLA, Fabiana Aurora Colombo. **A disciplina de Cálculo I: análise das relações entre as práticas pedagógicas do professor e seus impactos nos alunos**. Tese (Doutorado) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2013.

GOMES, G. H., VICENTE, S. A. da S., POWELL, A. B. Virtual Math Teams: discussão de um ambiente virtual no ensino de conteúdos matemáticos em um curso de Engenharia. **Revista Trilha Digital**. v. 1, n. 1, p. 159-170, 2013.

HARRIS, D.; BLACK, L.; HERNANDEZ-MARTINEZ, P.; PEPIN, B.; WILLIAMS, J.; TRANSMATHS TEAM. Mathematics and its value for engineering students: what are the implications for teaching? **International Journal of Mathematical Education in Science and Technology**, v. 46, n. 3, p. 321-336, 2015.

KESSLER, M. C. Uma busca da diminuição dos índices de repetência no Cálculo Diferencial: a experiência da Unisinos. In XLI Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, 2013, Porto Alegre. **Anais**. Gramado, 2013.

KING, A. From Sage on the Stage to Guide on the Side. **College Teaching**, v. 41, n. 1, p. 30-35, 1993.

MACAMBIRA, I. Q., ATHAYDE, L. S. Reprovação na disciplina Cálculo nos cursos de Engenharia: análise de dados e métodos minimizadores. In XLII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, 2014, Juiz de Fora. **Anais**. Juiz de Fora.

MORAES, U. C., AZEVEDO, V. L. A., VIEIRA, M. M. da S., ABAR, C. A. A. P. Projeto Pré-Cálculo: Reforço matemático para os cursos de Engenharia em trilhas de aprendizagem do ensino híbrido. In: XLVI Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, 2018, Salvador. **Anais**. Salvador, 2018.

PAPADOPOULOS, C., SANTIAGO ROMAN, A. Implementing an inverted classroom model in Engineering Statics: initial results. In 2010 Annual Conference & Exposition (American Society for Engineering Education), 2010, Louisville. **Anais**. Louisville.

RAFAEL, R. C., ESCHER, M. A. Evasão, baixo rendimento e reprovações em Cálculo Diferencial e Integral: uma questão a ser discutida. In VII Encontro Mineiro de Educação Matemática, 2015, São João del-Rei. **Anais**. Juiz de Fora.

REIDSEMA, Carl, HADGRAFT, Roger, KAVANAGH, Lydia. Introduction to the Flipped Classroom. In REIDSEMA, Carl, HADGRAFT, Roger, KAVANAGH, Lydia, SMITH, Neville (orgs.). **The Flipped Classroom: Practice and Practices in Higher Education**. Singapore: Springer Singapore, 2017. p. 3-14.

FLIPPED CLASSROOM: A DIAGNOSTIC ANALYSIS OF THE PERFORMANCE OF STUDENTS IN CHEMISTRY AND ENGINEERING COURSES IN MATHEMATICAL CONTENT

Abstract: *Researchers in Engineering Education and Mathematics Education indicates that Engineering students encounter many difficulties in their Calculus course, which can lead to high failure rates, and, in many cases, result in students dropping out of engineering programmes. In the search for alternative methodologies, we are faced with the flipped classroom methodology, a recent educational trend that reverses the traditional educational strategy, moving from a teacher-centered approach to an approach in which the student is the protagonist of the process. The objective of this study is to evaluate the performance of the students from the first semester of the Chemistry and Engineering courses, referring to the basic mathematical contents, after non-compulsory participation in a support project based on the flipped classroom methodology. The results show that, despite a significant improvement in students' scores in the second evaluation compared to the first one, some students' beliefs and behaviors are based on premises closer to traditional teaching, in other words, a teaching process focus on the teacher with expositive classes.*

Key-words: *Calculus. Flipped classroom. Mathematical Content.*