



PESQUISA DE NOVAS FERRAMENTAS DIDÁTICAS DE ENSINO DE ENGENHARIA: UM ESTUDO DE CASO NA DISCIPLINA DE INTRODUÇÃO À ENGENHARIA DE MINAS

DOI: 10.37702/2175-957X.COBENGE.2022.3902

Júlia Guimarães Sanches - julia.sanches@usp.br
Universidade de São Paulo

Gabriela Cardoso Prado - gabriela.cardoso.prado@gmail.com
Universidade de São Paulo

Maurício Guimarães Bergerman - mbergerman@usp.br
Universidade de São Paulo

Ana Carolina Chierigati - ana.chierigati@usp.br
USP

Resumo: *A engenharia de minas ainda é um curso pouco conhecido pela população em geral no Brasil. Isso se deve ao baixo número de universidades nacionais que oferecem o curso, mesmo após o grande crescimento após o ano de 2007 com os incentivos do governo federal para o ensino superior. A grande desistência dos estudantes de engenharia de minas foi outro dado alarmante que baseou esta pesquisa. Um método inovador de ensino contando com atividades práticas e aprendizado ativo foi implantado na disciplina PMI3101 - Introdução à Engenharia Aplicada à Indústria Mineral do primeiro semestre do curso de engenharia de minas da Escola Politécnica da USP. Foram realizadas práticas laboratoriais e os alunos responderam, ao final da disciplina, um questionário de avaliação do curso. Em comparação às respostas dos alunos de 2017, 2018 e 2019, o método diferenciado se mostrou eficaz, aumentando os índices de consideração de aprendizado e maior engajamento dos alunos com o curso e com as atividades de mineração. Todavia, com a pandemia do COVID-19 que atingiu o Brasil em 2020, iniciou-se um novo desafio: adaptar a disciplina ao ensino remoto. Foram realizadas novas atividades remotas e o questionário evidenciou que, mesmo com o ensino à distância, a facilidade de comunicação com os professores e com a monitora motivou os alunos tanto com a disciplina quanto com o curso de Engenharia de Minas.*

Palavras-chave: *ensino, engenharia de minas, práticas laboratoriais, matéria introdutória, ensino remoto*



PESQUISA DE NOVAS FERRAMENTAS DIDÁTICAS DE ENSINO DE ENGENHARIA: UM ESTUDO DE CASO NA DISCIPLINA DE INTRODUÇÃO À ENGENHARIA DE MINAS

1 INTRODUÇÃO

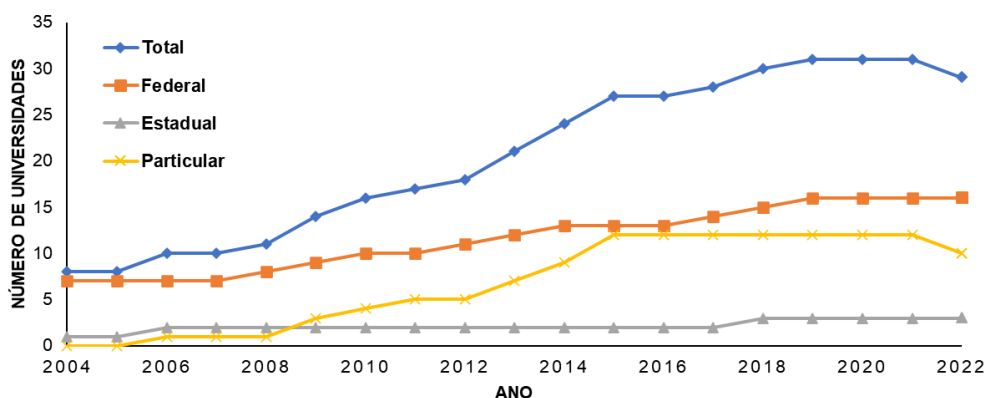
O curso de Engenharia de Minas no Brasil ainda tem conteúdo e área de atuação desconhecidos pela sociedade em geral. Das cerca de 1,6 milhões de vagas de engenharia no ensino superior Brasileiro, apenas cerca de 5 mil são em Engenharia de minas (INEP, 2020). Apesar desta pequena representatividade do bacharelado das engenharias, a mineração possui importante parcela da economia brasileira desde o Brasil colônia, quando foi um dos vetores da ocupação territorial do país, até os tempos atuais como um dos setores básicos da economia brasileira (ANM, 2020).

Um estudo elaborado pelo Ministério de Minas e Energia (2010) mostrou que em 2008 o país possuía cerca de 6.150 engenheiros de minas e que a projeção de necessidade do profissional para 2030 é de 19.416 engenheiros. Todavia, de 1999 a 2008, o Brasil formou menos de 100 engenheiros de minas por ano, isso pode ter ocorrido devido ao fato de que até o ano de 2004 existiam apenas 7 cursos de nível superior nesta área.

Com programas de incentivo ao ensino superior do governo federal como o PROUNI (Programa Universidade para Todos) criado em 2005 e o REUNI (Programa de Apoio a Planos de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais) criado em 2007, o número de instituições que passaram a oferecer o curso de Engenharia de Minas cresceu. Supõe-se que há uma correlação desse aumento com o crescimento da produção mineral nos anos 2000. A Figura 1 mostra a evolução do número de cursos apenas de engenharia de minas no Brasil do ano de 2004 ao ano de 2022 de acordo com dados do MEC.

Segundo Sancinetti, Bergerman e Rodriguez (2013) apesar de tal aumento significativo no número de universidades e, conseqüentemente, de vagas no curso, a Associação Brasileira de Metalurgia, Materiais e Mineração (ABM) mostrou que a evasão ficou acima de 60% entre os anos de 2005 e 2008.

Figura 1 - Número de IES que possuem o curso de Engenharia de Minas no Brasil



Fonte: Sanches, 2016 com atualização pelos autores, dados e-mec, 2022.

Além dos dados supracitados, o curso de engenharia de minas na Escola Politécnica da USP conta com um alto número de transferência interna, ou seja, os discentes deixam de cursar a mineração para adentrar em outras áreas da engenharia.

A somatória de tais eventos tornou importante a atenção aos alunos ingressantes no curso, de maneira a incentivá-los a conhecer a profissão mais a fundo em contrapartida à transferência. Assim, uma discussão de alteração do método de ensino e de avaliação na disciplina de Introdução à Engenharia de Minas foi aberta. Ela é dividida em dois módulos: o primeiro com foco na área de lavra de mina e o segundo com foco na área de beneficiamento mineral. O estudo presente realizou um estudo de caso com o módulo de beneficiamento de minérios.

Segundo Silberman (1996), uma análise sobre o aprendizado é: "O que eu ouço eu esqueço, o que eu ouço e vejo eu me lembro, o que eu ouço, vejo e discuto eu começo a compreender, o que eu ouço, vejo, discuto e faço eu aprendo desenvolvendo conhecimento e habilidade e, por fim, o que eu ensino para alguém eu domino com maestria."

Sendo assim, em 2019 foi proposta uma metodologia de ensino baseada em ensaios laboratoriais, realizados em grupos, com desenvolvimento de relatórios, prévia preparação com videoaulas e posterior apresentação para os demais discentes da turma. Em 2020, segundo ano da elaboração da metodologia ativa de ensino, devido à pandemia causada pelo vírus Sars-CoV-2, foi necessário replanejamento da disciplina para o cenário de aulas remotas. Optou-se, assim, por manter as apresentações de trabalho, porém com mais temas além dos ensaios laboratoriais, de maneira que os alunos pesquisaram em fontes científicas sobre algum dos temas propostos.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Os métodos utilizados no planejamento e execução da disciplina foram diferentes entre o ensino presencial e remoto. Sendo assim, esta seção foi dividida em dois subitens: um dedicado ao ensino presencial e outro ao ensino remoto.

2.1 Ensino presencial

Para o primeiro semestre de 2019, o professor responsável pelas aulas focadas em beneficiamento de minérios da disciplina Introdução à Engenharia de Minas, idealizou e implementou alterações na metodologia didática. A princípio, a nova metodologia previu demonstração e realização de ensaios laboratoriais no Laboratório de Tratamento de Minérios e Resíduos Industriais da Escola Politécnica da USP. A demonstração foi feita pela equipe do LTM-USP com a elaboração de vídeo aulas, de forma que os discentes pudessem entender o ensaio antes de realizá-lo. Além disto, como complementação ao conteúdo, foram elaborados roteiros escritos das práticas laboratoriais com explicações dos processos em si e do ensaio a ser realizado.

Foram executados quatro ensaios distintos: flotação, separação magnética, mesa vibratória e separação eletrostática. Todos os experimentos foram realizados com a mesma amostra, composta por minério de ferro que por sua vez continha hematita e sílica. A decisão pela utilização do mesmo material para ensaios com metodologias de separação diferentes foi feita para que os alunos pudessem comparar a efetividade de cada método sobre a amostra bem como visualizar o quão ampla a escolha de métodos de separação pode ser, de acordo com as características físicas e mineralógicas do minério a ser processado.

Os alunos da disciplina de PMI3101 se dividiram em grupos de 8 pessoas, realizaram os ensaios laboratoriais e, posteriormente, desenvolveram os cálculos com o auxílio do professor. Desta forma puderam analisar crítica e comparativamente os diferentes resultados entre as técnicas. Foram realizadas apresentações dos resultados e análises dos grupos.

Por fim, os estudantes responderam a um questionário de avaliação da disciplina com questões de múltipla escolha e também questões discursivas. Este questionário já havia sido respondido pelas turmas de 2017 e 2018 da disciplina, o que auxiliou na comparação de eficácia do método. A Tabela 1 apresenta todas as perguntas do questionário. Foram acrescentadas, para a turma de 2019, as questões de número 11 a 14, de forma a ter uma clareza ainda maior de como a mudança no método de ensino influenciou na visão dos alunos sobre o curso de engenharia de minas.

Tabela 1 - Questionário passado aos alunos para avaliação do curso 2017 - 2019

Nº	PERGUNTA
1	Quanto tempo você tem dedicado para estudar fora de sala de aula? (estudo p/ provas, elaboração de trabalhos e lista de exercícios)
2	Didaticamente, como é (são) seu(s) professor(es)? (o professor explica com clareza, possui lousa organizada, acompanha o ritmo dos estudantes)
3	Como você considera o material didático recomendado (livros, apostilas, notas do professor, site, etc)? (caso não tenha consultado o material didático recomendado, deixe em branco)
4	Como foi a coerência entre o que foi ensinado em sala de aula e o que foi cobrado nas provas e trabalhos?
5	Independentemente do seu desempenho acadêmico (notas), como está sendo seu aprendizado?
6	Qual a contribuição da frequência às aulas para seu aprendizado?
7	Como você avalia sua base (conhecimentos anteriores) para o acompanhamento da disciplina atual?
8	Como é a relação professor-estudante? (esclarecimento de dúvidas, respeito, controle da classe)
9	Como você avalia a infraestrutura das salas de aulas/ laboratórios?
10	Você acha que a Disciplina foi importante para sua formação na graduação?
11	A Engenharia de Minas era sua primeira opção de curso?
12	Você pretende fazer a transferência de curso interna da EPUSP?
13	Você acha que a Disciplina foi importante para seu conhecimento sobre a Engenharia de Minas e seus campos de atuação?
14	O curso de Engenharia de Minas se tornou uma das suas opções de carreira atualmente?
15	Destaque aspectos da disciplina que você considera positivos
16	O que você mudaria na disciplina?

As questões de 1 a 9 possuíam 5 alternativas para as respostas, as questões de 10 a 15 tinham duas alternativas e as questões 15 e 16 eram discursivas para caso os alunos quisessem acrescentar pontos que não foram citados nas demais questões. A Tabela 2 apresenta as opções de respostas das questões.

Tabela 2 - Respostas esperadas para as questões 2017 - 2019

Questões 1 a 9	Questão 1	Questões 2 a 9	Questões 10 a 15	Questões 15 e 16
A	Mais de 4 h/semana	Muito bom(a)		
B	2 a 4 h/semana	Bom(a)	SIM	
C	Até 2 h/semana	Regular		LIVRE
D	Só véspera de prova	Ruim		
E	Quase nada	Muito ruim	NÃO	

Os dados de 2017, 2018 e 2019 foram compilados de forma a transformar as opções alfabéticas em opções numéricas conforme a Tabela 3.

Tabela 3 - Pesos das respostas das questões de 1 a 9

Resposta	Peso
A	10
B	7,5
C	5
D	2,5
E	0

Considerando os valores da Tabela 3, fez-se a média das respostas recebidas de cada questão e comparou-se os resultados dos anos anteriores à mudança do método de ensino, com o ano de 2019.

2.2 Ensino a distância

A implementação da nova ferramenta de ensino aconteceu no primeiro semestre de 2019. No primeiro semestre de 2020, a disciplina foi projetada, a princípio, no mesmo modelo do ano anterior. Todavia, foram necessárias as aplicações de mudanças devido à necessidade do ensino a distância dado o estabelecimento da pandemia do Covid-19 e que foram mantidas para o primeiro semestre de 2021 também devido à pandemia.

Os trabalhos em grupo se mantiveram, porém, mais temas foram disponibilizados aos discentes. No modelo anterior, os grupos manipularam os dados de acordo com os resultados obtidos nos ensaios laboratoriais realizados por eles. No modelo modificado para o ensino a distância, foram mantidos os temas de ensaios laboratoriais com disponibilização dos vídeos explicativos, dos roteiros dos ensaios laboratoriais e de dados reais obtidos pelos grupos do ano de 2019. Além disto, foram acrescentados temas gerais sobre mineração. Tais temas remetiam a algumas das várias áreas de atuação do engenheiro de minas, além de resenhas de artigos renomados na literatura mineral. Os temas visaram ter focos diversos para que houvesse conhecimento amplo da área de beneficiamento de minérios. A Tabela 4 apresenta os temas propostos e quais deles foram desenvolvidos pelos grupos de discentes.

O docente e a monitora da disciplina planejaram um acompanhamento mais próximo dos alunos no desenvolvimento dos trabalhos. O objetivo era poder auxiliá-los no modelo de ensino e exigência avaliativa do ensino superior. Antes de iniciarem o progresso sobre o tema, os grupos discentes realizaram reuniões online com a monitora de modo a serem instruídos sobre como deveriam proceder com a pesquisa, quais tipos de fonte deveriam utilizar e qual o modelo de apresentação era indicado. Ao longo da evolução do projeto, o grupo poderia solicitar mais encontros como este, caso houvesse necessidade ou dúvida.

Tabela 4 - Temas propostos dos trabalhos em grupo

Temas propostos	Temas escolhidos turma 2020	Temas escolhidos turma 2021
Prática laboratorial: flotação	SIM	SIM
Prática laboratorial: separação densitária	SIM	SIM
Prática laboratorial: separação magnética	SIM	SIM
Resenha do artigo do Joaquim Maia	SIM	SIM
Resenha do artigo sobre Ore Sorting	SIM	SIM
Desafios do tratamento de minérios (teor, minérios complexos, etc)	NÃO	SIM
Aspectos ambientais no beneficiamento	SIM	SIM
Uso da água no tratamento de minérios	SIM	SIM
Barragem de rejeitos – foco em alternativas de tratamento para minimizar o uso	NÃO	SIM
Beneficiamento de minérios produzidos no Brasil	SIM	NÃO
Associações do setor mineral (Brasil, EUA, Canadá, Austrália e África do Sul) e benefícios para estudantes	NÃO	NÃO
Pesquisas dos docentes do PMI na área de tratamento de minérios	NÃO	NÃO

Fonte: Material interno de aula PMI3102, 2020 e 2021.

As apresentações dos trabalhos foram realizadas de maneira remota, em grupo, totalizando 10 minutos de apresentação seguido de 10 minutos de discussão com perguntas dos demais alunos da turma, do professor e da monitora.

Novamente, ao final do semestre, foi enviado aos alunos um questionário de avaliação do curso. As questões de tal questionário, em 2020 e em 2021, foram similares aos dos anos anteriores, com algumas pequenas alterações. As perguntas podem ser observadas na Tabela 5.

As questões de 1 a 9 eram de múltipla escolha, com as opções de resposta igual às apresentadas na Tabela 2 e que foram analisadas de forma numérica como apresentado na Tabela 3. A questão 10 continha apenas duas opções de respostas: sim e não. E, por fim, as questões de 11 a 14 eram discursivas.

Tabela 5 - Questionário enviado aos alunos nos anos de 2020 e 2021

Nº	PERGUNTA
1	Quanto tempo você tem dedicado para estudar fora de sala de aula? (estudo para provas, elaboração de trabalhos e lista de exercícios)
2	Didaticamente, como é (são) seu(s) professor(es)? (o professor explica com clareza, possui lousa organizada, acompanha o ritmo dos estudantes)
3	Como você considera o material didático recomendado (livros, apostilas, notas do professor, site,...)? (caso não tenha consultado o material didático recomendado, deixe em branco)
4	Como foi a coerência entre o que foi ensinado em sala de aula e o que foi cobrado nas provas e trabalhos?
5	Independentemente do seu desempenho acadêmico (notas), como está sendo seu aprendizado?
6	Qual a contribuição da frequência às aulas para seu aprendizado?
7	Como você avalia sua base (conhecimentos anteriores) para o acompanhamento da disciplina atual?
8	Como é a relação professor-estudante? (esclarecimento de dúvidas, respeito, controle da classe)
9	Como você avalia a infraestrutura das salas de aulas/ laboratórios?
10	Você acha que a Disciplina foi importante para sua formação na graduação?
11	Destaque aspectos da disciplina que você considera positivos:

- | | |
|----|---|
| 12 | Destaque aspectos da disciplina que você considera negativos: |
| 13 | O que poderia mudar na disciplina para melhor? |
| 14 | Adicione outros comentários relevantes para a disciplina |
-

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Ensino presencial

Foram disponibilizadas duas atividades precedentes dos ensaios laboratoriais: uma videoaula e um roteiro das atividades. Ambas tinham o objetivo de os alunos conhecerem o equipamento que iriam utilizar, além de saber o passo a passo que precisariam realizar e, assim, dinamizar as horas de prática laboratorial. A Figura 2 apresenta alguns alunos da turma de 2019 realizando o ensaio de mesa vibratória.

Figura 2 - Alunos realizando o ensaio de mesa vibratória



Devido à videoaula e o roteiro, os alunos puderam aprender sobre o ensaio antes de atuar em tal. Durante o desenvolvimento dos ensaios, houve alta participação dos alunos com interesse em realizar ativamente as atividades práticas do que já tinham visto teoricamente. Além disto, notou-se grande interesse em como as técnicas podem ser usadas no dia a dia da mineração com as escalas industriais.

Notou-se também interesse de alguns alunos sobre o momento em que o engenheiro de minas projeta e dimensiona tais equipamentos e baseado em quais parâmetros essas decisões são tomadas.

Em relação aos questionários de avaliação, a Tabela 6 apresenta os resultados dos anos de 2017, 2018 e 2019 para que seja facilitada a comparação e, assim, notadas as evoluções com a mudança do método de ensino.

Dos resultados presentes na Tabela 6, alguns números apresentaram disparidade expressiva. A questão dois, onde os alunos são questionados sobre a didática do professor, teve um aumento de 10% no valor final, uma hipótese levantada para esse aumento é que o aprendizado ativo aumenta a proximidade na relação aluno - professor.

A questão 5, onde os respondentes são questionados sobre seu aprendizado independente do desempenho acadêmico, teve um aumento de quase 17% no valor final



das respostas do ano anterior e de 8% em relação à 2017 e a questão 6, sobre a contribuição da frequência com o aprendizado, o aumento foi de cerca de 20%. Tais alterações nas respostas corroboram a afirmação de que quando o aluno está em contato prático com o que é ensinado, o aprendizado é considerado maior.

Outra análise relevante que mostra os reflexos da metodologia de ensino utilizada pode ser vista na comparação entre as respostas das perguntas 11 e 14. Na questão 11, os alunos são questionados se o curso de engenharia de minas era a primeira opção no vestibular e apenas 6 de 48 respondentes disseram que sim. Quando perguntados se o curso se tornou uma das opções de carreira, 26 alunos responderam afirmativamente. O resultado levanta a possibilidade de que após um semestre de maior contato com o curso, os alunos passaram a ter interesse na área de mineração como opção de carreira, tendo um impacto positivo sobre a profissão na visão dos estudantes.

Tabela 6 - Comparação dos resultados dos questionários 2017 - 2019

PERGUNTA	2017	2018	2019
Nº de respostas	38	43	48
Nº de respostas das perguntas abertas	18	18	30
1	4,41	3,9	3,53
2	7,92	7,91	8,72
3	7,5	7,28	6,79
4	7,93	8,37	8,14
5	7,08	6,51	7,61
6	6,46	6,57	7,82
7	5,49	6,45	5,74
8	9,03	9,27	8,99
9	8,18	8,13	8,3
10	26 SIM 4 NÃO	27 SIM 4 NÃO	37 SIM 8 NÃO
11	-	-	6 SIM 41 NÃO
12	-	-	31 SIM 14 NÃO
13	-	-	47 SIM 0 NÃO
14	-	-	26 SIM 19 NÃO
15	Discursiva	Discursiva	Discursiva
16	Discursiva	Discursiva	Discursiva

Por fim, nas questões abertas, observou-se um aumento na participação dos alunos para com estas respostas. Foram 62% dos estudantes que comentaram o que gostaram e o que poderia ser modificado na disciplina em 2019 contra 47% em 2017 e 41% em 2018. Isso mostra um engajamento maior e preocupação com o curso, além de uma possível sensação de pertencimento com a qualidade da disciplina.





Analisando o conteúdo das respostas temos que em 2017, 6 dos 18 respondentes solicitaram algum tipo de atividade dinâmica ou prática, em 2018 foram 4 dos 18 respondentes que fizeram solicitações similares. Em contrapartida, em 2019, 18 das 30 respostas abertas contavam com algum comentário positivo da disciplina sobre as atividades práticas presentes na disciplina.

3.2 Ensino a distância

A primeira análise que pode ser feita para o ensino a distância são os temas dos trabalhos escolhidos pelos alunos. Observou-se que todos os temas que envolviam práticas laboratoriais foram escolhidos nos dois anos de aulas remotas, podendo evidenciar a importância que os métodos ativos possuem sobre o estímulo e interesse dos alunos sobre as atividades.

As apresentações e trabalhos finais foram bastante satisfatórios, com os alunos utilizando argumentos embasados em artigos científicos e literatura clássica da mineração. Tal ocorrência pode ser explicada pela proximidade dos alunos com o professor e com os monitores. Reuniões com poucas pessoas para explicar sobre os trabalhos fizeram com que os alunos entendessem o que estava sendo pedido, além de aprenderem onde e como pesquisar em fontes confiáveis.

Uma dificuldade do questionário do ensino à distância foi a assiduidade das respostas. A Tabela 7 mostra a quantidade de discentes cursantes na disciplina e a quantidade de respostas dos questionários em cada ano.

Tabela 7 - Quantidade de matriculados e de respostas do questionário

Ano	Matriculados	Respostas dos questionários	
		Total	Perguntas abertas
2017	37	37	18
2018	48	43	18
2019	53	48	30
2020	40	18	18
2021	33	15	15

Observa-se que houve menor assiduidade com o relatório no ensino à distância. Isso pode ser explicado pelo distanciamento e, assim, a perda de um possível sentimento de pertencimento dos alunos com a disciplina.

Analisando as respostas do questionário no ano de 2020, podemos destacar que das 18 respostas, 11 continham elogios a relação professor aluno e monitor aluno. Para as respostas do de 2021, das 15 respostas, 9 continham comentários positivos em relação ao professor, monitores ou ainda método de ensino.

Estes resultados podem ser considerados positivos pela técnica de aproximação utilizado pelo docente e pelos monitores, além da metodologia de ensino.

Como comparativo aos demais anos, a Tabela 9 apresenta novamente as respostas dos questionários dos anos de 2017 a 2019, porém com o acréscimo dos dados das respostas dos anos de 2020 e 2021.



Tabela 8 - Resultados do questionário 02 dos anos de 2017 a 2021

PERGUNTA	2017	2018	2019	2020	2021
Nº de respostas	38	43	48	18	15
Nº de respostas das perguntas abertas	18	18	30	18	15
1	4,41	3,9	3,53	2,67	5,83
2	7,92	7,91	8,72	8,83	9,17
3	7,5	7,28	6,79	8,17	8,33
4	7,93	8,37	8,14	8,94	8,33
5	7,08	6,51	7,61	7,06	8,00
6	6,46	6,57	7,82	7,39	7,67
7	5,49	6,45	5,74	7,17	5,67
8	9,03	9,27	8,99	9,39	9,50
9	8,18	8,13	8,3	8,06	7,00
10	26 SIM 4 NÃO	27 SIM 4 NÃO	37 SIM 8 NÃO	17 SIM 1 NÃO	15 SIM 0 NÃO
11	-	-	6 SIM 41 NÃO	-	-
12	-	-	31 SIM 14 NÃO	-	-
13	-	-	47 SIM 0 NÃO	-	-
14	-	-	26 SIM 19 NÃO	-	-
15	Discursiva	Discursiva	Discursiva	Discursiva	Discursiva
16	Discursiva	Discursiva	Discursiva	Discursiva	Discursiva

Alguns resultados da Tabela 8 podem ser destacados. A pergunta 1, referente as horas dedicadas por semana aos estudos da disciplina, observou-se uma queda no ano de 2020, porém um aumento no ano de 2021. O ano de 2020, primeiro ano de ensino remoto, pode ter sido um momento difícil de adaptação dos alunos, explicando o baixo valor de horas dedicadas aos estudos por semana. Quando considerado o ano de 2021, os alunos já haviam tido a experiência do ensino remoto, já havendo uma boa adaptação às horas de estudo, aumentando significativamente tal valor.

Na questão 2, referente à didática do docente, pode-se observar um valor crescente desde 2019, quando o novo método de ensino foi implementado e a proximidade aluno-professor foi aumentada.

Quando questionados sobre o quanto a presença nas aulas auxilia no aprendizado (questão 6), os alunos cursantes da disciplina nos anos de 2019 em diante alegaram maior importância do que nos anos anteriores, evidenciando o método ativo de ensino como melhor absorvido pelos discentes.

A relação professor-estudante (questão 8) obteve notas altas em todos os anos analisados, porém, nos anos de 2020 e 2021 obteve suas maiores notas, destacando a importância desse relacionamento para o desempenho dos alunos e desenvolvimento do aprendizado, especialmente no ensino à distância.

Na questão 10, onde os alunos foram questionados sobre a importância da disciplina para a formação acadêmica deles, proporcionalmente houve um aumento das respostas

"Sim", com ênfase no ano de 2021 onde todos os alunos que responderam ao questionário reconhecem esta importância. Acredita-se que a maior abrangência de temas ligados ao tratamento de minérios, mas com amplo espectro de atuações, possa ter auxiliado os discentes a entender melhor algumas carreiras da engenharia.

Por fim, como citado anteriormente, houve um aumento proporcional de respostas abertas, onde 100% dos estudantes responderam alguma coisa em 2020 e 2021. Podemos citar a grande facilidade dos estudantes com os meios digitais, além de diminuir o tempo utilizado para responder o questionário.

Mesmo no cenário de ensino à distância, as novas ferramentas didáticas escolhidas para a disciplina de Introdução à Engenharia de Minas mostraram efeitos positivos tanto no aprendizado dos alunos, quanto na relação aluno-professor e no interesse pelo curso de Engenharia de Minas.

4 CONCLUSÕES

Os resultados relacionados ao ensino presencial mostraram a efetividade de atividades práticas para o aprendizado ativo dos alunos do primeiro ano. A disciplina PMI3101 – Introdução à Engenharia aplicada à Indústria Mineral tem o intuito de demonstrar aos ingressantes as áreas de estudo e atuação do engenheiro de minas e a pesquisa objetivou auxiliar no interesse dos estudantes a continuarem no curso de engenharia de minas. Em 2019, de uma turma de 48 respondentes do questionário final, apenas 6 tinham o curso como primeira opção e, após cursarem a disciplina, 26 passaram a ter a engenharia de minas como opção de carreira para o futuro. Além disso, os alunos de 2019 consideraram maior o seu aprendizado com a disciplina quando comparados aos alunos de 2017 e 2018.

Já nos anos de 2020 e 2021, ambos os questionários aplicados ressaltam a importância da relação professor-aluno-monitor. Acredita-se que esse foi o pilar para um bom desempenho do ensino remoto. Além disso, mesmo com um número menor de participantes no questionário, observou-se a influência da disciplina na escolha profissional dos alunos bem como o impacto positivo da mesma na vida acadêmica.

AGRADECIMENTOS

A primeira e a segunda autoras agradecem o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – pela bolsa no programa de demanda social Código de Financiamento 001.

O terceiro autor agradece ao CNPq pela bolsa produto DT-2 processo 313411-2019.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO. **Anuário Mineral Brasileiro - Principais Substâncias Metálicas**. Brasília. Disponível em: www.anm.gov.br.

BRASIL, Ministério de Minas e Energia. **Plano Nacional de Mineração 2030**. Brasília: MME, 2010.

INEP, Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais. **Sinopses do ensino superior**. [consulta em 22 de dezembro 2015]. Disponível em: <http://portal.inep.gov.br/superior-censosuperior-sinopse>

INEP. **Indicadores de Fluxo da Educação Superior — Inep**. 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/aceso-a-informacao/dados-abertos/indicadores-educacionais/indicadores-de-fluxo-da-educacao-superior>. Acesso em: 1 maio. 2022.



MAGALHAES, A.O.B.F.; ROVERI, C.; HORTA, D.G.; NAVARRO, F.C.; RUSILO, L.C.; BERGERMAN, M. G.; RODRIGUEZ, R.P.; MAGALHAES FILHO, T. **Anais do I Workshop de Educação em Engenharia de Minas: rumos da Engenharia de Minas no Brasil**. 1. ed. São Paulo: Fishers, 2015. v. 1. 35p .

ROVERI, C.; MAESTRELLI, S.C.; MARTINS, R.; PIRILLO, G.; BERGERMAN, M.G.; NAVARRO, F.C.; MAGALHAES, A.O.B.F. Mineração para todos: Programa de divulgação das atividades da engenharia de minas na região de Poços de Caldas, MG. In: XLII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, 2014, Juiz de Fora. **Anais do XLII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia**. Brasília: Abenge, 2014.

SANCINETTI, G.P.; BERGERMAN, M.G.; RODRIGUEZ, R.P. Segundo ciclo de formação superior: as engenharias. In: Amanda Rezende Costa Xavier; Cláudio Antonio de Andrade Lima; Maria Emília Almeida da Cruz Tôrres. (Org.). **Bacharelado Interdisciplinar - A Experiência da Universidade Federal de Alfenas no Campus Avançado de Poços de Caldas**. 1ed.: 2013, v. 1, p. 217-228.

SANCHES, J.; BERGERMAN, M. G.; ROVERI, C. A expansão do ensino superior no Brasil: Um diagnóstico dos cursos em Engenharia de Minas. In: XLIV Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, 2016, Natal. **Anais do XLIV Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia**, 2016.

SILBERMAN, M., **Active Learning – 101 Strategies do teach any subject**. Ed. Allyn and Bacon, Massachusetts, 1996

RESEARCH FOR NEW TEACHING TOOLS FOR ENGINEERING TEACHING: A CASE STUDY IN THE DISCIPLINE OF INTRODUCTION TO MINING ENGINEERING

Abstract: *Mining engineering is still a course barely known by Brazilians. This is due to the low number of national universities that offer the course, even after the growth in 2007 with the incentives of the federal government for higher education. The number of mining engineering students dropouts was another alarming fact on which this research was based. An innovative teaching method with practical activities and active learning was implemented in the discipline PMI3101 – Introduction to Engineering Applied to the Mineral Industry which is offered in the first semester of the mining engineering course at Escola Politécnica - Universidade de São Paulo. Laboratory practices were carried out and the students answered a course evaluation questionnaire at the end of the course. The comparison of the responses in 2017, 2018 and 2019, proved that the differentiated method is effective, as it increases the rates of learning and shows that the student engagement with the course and mining activities are higher. However, with the COVID-19 pandemic in 2020 and 2021, a new challenge began: adapting the subject to remote teaching. New remote activities were carried out and the questionnaire showed that, even with distance learning, the ease of communication with the teachers and the monitor motivated the students both with the discipline and with the Mining Engineering course.*

Keywords: *teaching, mining engineering, laboratory practices, introductory material, remote teaching.*

