

E AGORA PROFESSOR? DO PRESENCIAL AO REMOTO: desafios para viabilizar o ensino de Pesquisa Operacional para a Geração Z

VALERIANA CUNHA
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (USP)

JOSÉ VICENTE CAIXETA FILHO
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (USP)

E AGORA PROFESSOR? DO PRESENCIAL AO REMOTO: desafios para viabilizar o ensino de Pesquisa Operacional para a Geração Z

1 Introdução

“Today the world of the learner is almost unbounded”. A citação parece bastante apropriada para alunos da Geração Z. No entanto, ela é de um livro publicado em 1933 (Devereux, Engelhardt, Mort e Stoddard, 1933, p.1). Se nessa época, já existia o sentimento de que o mundo do aluno era praticamente ilimitado, imagine nos dias atuais em que, segundo dados da Internet World Stats (2020), em 30 de junho 2020, 62% da população mundial acessava a internet. Isso representa 4,8 bilhões de pessoas. Educadores estão em constante reflexão acerca de currículos e práticas pedagógicas que alcancem seus alunos de forma a mantê-los interessados e engajados aos conteúdos apresentados. Mudanças sutis são sempre realizadas neste sentido. No entanto, a pandemia da COVID-19 levou ao mundo inteiro a necessidade de uma revolução que garantisse a continuidade dos processos de ensino e aprendizagem em todos os níveis da educação. Neste texto, serão tratadas duas abordagens para o ensino remoto de Pesquisa Operacional (PO) que foram usadas em cursos de graduação durante a pandemia da COVID-19.

A Pesquisa Operacional pode ser definida como a aplicação de métodos científicos e matemáticos para estudo e análise de problemas envolvendo sistemas complexos (The Institute for Operations Research and the Management Sciences [INFORMS], 2020). A PO combina matemática, estatística, computação, engenharia, economia e ciências sociais para resolver problemas reais no ambiente de negócios (Malik, Kumar e Malik, 2016). Embora haja diversos registros da utilização de métodos matemáticos aplicados a problemas diversos desde a Idade Antiga, Mueller (2020) destaca que o termo “Pesquisa Operacional” foi cunhado por A. P. Rowe, um oficial do Ministério da Aeronáutica Britânico, entre os anos de 1937-1939. A PO é disciplina ministrada em cursos de graduação, pós-graduação e treinamentos específicos. No mundo corporativo, o uso de abordagens quantitativas traz mais racionalidade e objetividade ao processo decisório, fornecendo subsídios importantes para tomar decisões com mais conhecimento das alternativas possíveis, o que pode levar a uma chance maior de se fazer escolhas adequadas. Além disso, mesmo que o profissional não trabalhe diretamente com aplicação de métodos de PO e análises de resultados provenientes deste uso, o conhecimento da metodologia pode facilitar uma interação proveitosa com especialistas que porventura sejam contratados para implementar soluções deste tipo.

Em uma pesquisa do Conselho Federal de Administração [CFA] (2015), empresários e empregadores, por muitas vezes, destacam o distanciamento que existe entre a teoria e a prática, sendo que este é notável no desempenho que os Administradores recém-formados apresentam no início da carreira. Há um grande desafio para que as teorias expostas dentro das salas de aula e ao longo de treinamentos façam mais sentido aos aprendizes para garantir sua efetiva aplicação no “mundo real”. Coordenadores e professores de cursos na área de negócios devem estar sempre atentos a esta questão. O'Brien, Dyson e Kunc (2011) comentam que algumas escolas de negócios retiraram a disciplina Pesquisa Operacional de seus currículos principais justamente por causa do *gap* existente entre os conteúdos ministrados em cursos de Pesquisa Operacional e o interesse dos estudantes em aprender habilidades práticas de gestão. Além disso, a necessidade de uso de raciocínio lógico, modelagem matemática, álgebra matricial e outros conceitos de Matemática e Estatística, geralmente, impõe uma barreira natural não só ao desempenho, mas também ao interesse das pessoas acerca dos métodos de Pesquisa Operacional.

1.1 Problema de Pesquisa e Objetivo

A PO, além de todo o desenvolvimento matemático intrínseco de seus algoritmos, possui caráter de ferramental a ser aplicado em diversas áreas de gestão, o que facilita sua

contextualização. Malik *et al.* (2016) destacam que a Pesquisa Operacional é uma área empolgante de matemática aplicada.

Diante do exposto, há alguns desafios a serem trabalhados. Como ensinar Pesquisa Operacional de uma forma atrativa? Como garantir o aprendizado dos alunos na disciplina? Como apresentar o conteúdo de forma a refletir sua utilidade prática para que os discentes percebam mais claramente o uso gerencial da Pesquisa Operacional? Como adaptar o conteúdo para que possa ser ministrado de forma remota ao longo de uma pandemia ou outra situação que imponha o uso de tal modelo?

Sendo assim, é possível formular o problema desta pesquisa: como conduzir o processo de ensino e aprendizagem de Pesquisa Operacional de forma que:

- seja possível atuar remotamente, quando isso se fizer necessário;
- haja bom nível de entendimento e aproveitamento da disciplina; e
- desperte o interesse dos alunos, especialmente da Geração Z, para este aprendizado?

Sendo assim, o objetivo desta pesquisa é apresentar duas abordagens para ensino remoto de Pesquisa Operacional e avaliar seus impactos em dois aspectos: a avaliação dos discentes em relação à facilidade de aprendizagem em cada uma das aulas e ao interesse despertado, bem como as notas efetivamente alcançadas com cada um dos métodos de ensino utilizados.

2 Fundamentação Teórica

Kronbauer e Nascimento (2015) destacam que a educação é um processo de apreensão de condutas sociais, conhecimentos, regras, comportamentos por uma geração, a partir do convívio com a outra. Esse processo pode acontecer no cotidiano, na observação e imitação das ações, ou de maneira formal, em instituições específicas para desempenhar essa função, como a escola. Desde a antiguidade até o início do século XIX predominou a aprendizagem do tipo passiva e receptiva. Santos; Oliveira e Carvalho (2019) afirmam que ao longo de todo este período, a educação foi voltada para o método tradicional, reproduzida de forma padronizada, sendo limitada a uma sala de aula, onde o conhecimento era repassado, única e exclusivamente, pelo professor. Costa, Oliveira e Dantas (2020) destacam que o modelo tradicional de ensino usado por séculos, calcado em práticas que privilegiam o protagonismo do professor, não satisfaz as demandas de um mercado de trabalho que requer autonomia, criatividade, capacidade de gestão e trabalho em equipe. Teorias progressistas no campo da psicologia, da pedagogia e da sociologia emergiram no último século, tomando destaque a importância da centralização do processo de ensino-aprendizagem no próprio aprendiz, partindo do pressuposto de que o ato de aprender não é uma ação externa ao indivíduo, mas envolve um complexo processo interno de construção de relações e significados, alterando constantemente as estruturas do pensamento. Essas teorias e estudos serviram de base para o desenvolvimento e implementação de metodologias ativas de aprendizagem nas instituições de ensino de diversas partes do mundo. No entanto, segundo destaca Daros (2018), mesmo diante de tantos avanços tecnológicos e científicos, muito se vê ainda do modelo e salas de aula tradicionais, no máximo com uma nova roupagem por meio da utilização de instrumentos audiovisuais, tais como a inserção de filmes, vídeos e apresentações gráficas e projetores multimídia. Porém, os alunos continuam a receber passivamente e cada vez mais esperam que tudo seja produzido pelos professores e entregue a eles da forma mais conveniente e inteligível possível.

Mas será isso mesmo que querem esses alunos? Ou será que foram assim condicionados ao longo do tempo? Quem são estes jovens desta Geração que hoje ocupam as salas de aulas das universidades?

2.1 De geração em geração: quem são os jovens da Geração Z

O ensino e a aprendizagem podem acontecer em qualquer idade, em todas as gerações, desde os *Baby Boomers* aos jovens da Geração Z. No entanto, o foco desta pesquisa são as pessoas da Geração Z, indivíduos que, na atualidade, estão em idade de frequentar a universidade. Apesar de haver algumas controvérsias entre os períodos que definem cada

geração, será adotada a padronização feita pelo *Pew Research Center*. Dimock (2019) inclui os indivíduos nascidos entre 1946 e 1964 como os *Baby Boomers*. A Geração X é composta por indivíduos que nasceram entre 1965 e 1980. Já a Geração Y (os *Millennials*) compreende os nascidos entre 1981 e 1996. Por fim, o *Pew Research Center* também definiu que o último ano de nascimento dos *Millennials* foi em 1996. Os nascidos a partir de 1997 fazem parte da Geração Z (os *Centennials*). Há aqueles que estão entre os limites superiores de uma geração e inferiores da próxima geração que podem exibir traços de ambas.

Especificamente sobre a Geração Z, Andrade, Aguiar, Ferrete e Santos (2020) destacam que é comum perceber a realização de atividades simultâneas: televisão e celular, celular e livro, escrever e ouvir música. Essa é uma de suas características que é levada para a vida acadêmica e profissional. A pesquisa de Bezerra, Lima, Brito e Santos (2019) faz um contraponto em relação à essa questão de realizar diversas atividades ao mesmo tempo. Os autores constataram que indivíduos desta geração assumem uma impossibilidade de realizar várias coisas, com resultado final de qualidade, ao mesmo tempo. Além disso, os autores destacam, como características da geração, a dificuldade de concluir atividades, gerada pela alternância constante entre várias tarefas e novas formas de aprender. Andrade *et al.* (2020) destacam que as técnicas de ensino têm sido questionadas e os métodos estritamente tradicionais de transmissão de informações pelos educadores não são tão viáveis, a depender da geração que os recebe.

Interessante a descrição de Bezerra *et al.* (2019) sobre os conceitos de tempo e espaço da Geração Z. O tempo é dominado pela lógica do momentâneo, tempo suficiente para dar um clique para tirar uma *selfie*, para curtir ou compartilhar algo. Para essa Geração, a noção de espaço é dada pela sensação de se estar presente no mundo apenas quando se está *online*. O conceito que eles têm do tempo serve, inclusive, de inspiração para o “Z” que rotula a geração. Conforme apresenta Andrade *et al.* (2020), a letra Z vem do termo inglês *zapping* que tem ligação com a palavra zapear, trocar de canais de televisão, acessar a internet, vídeos, celulares, entre outros recursos digitais. Tudo com um clique. Por estas características descritas, pode-se dizer que o processo ensino-aprendizagem para estes indivíduos não é tarefa fácil. Frente ao desastre mundial ocorrido em 2019-2020, a pandemia da COVID-19, oferecer educação de qualidade a estes mesmos seres ficou ainda mais desafiador. Como prender a atenção deles, já era um desafio. E agora, como prender a atenção deles estando à distância?

2.2 A Pandemia da COVID-19

Couto, Couto e Cruz (2020) comentam que há muitas lacunas nos estudos específicos sobre as pandemias. Há registros contraditórios e até mesmo divergências nos números de infectados e mortos. Os autores colocam algumas reflexões: as autoridades públicas e sanitárias querem esconder os dados e com isso minimizar o problema ou os cuidados com os doentes e a rapidez das mortes e enterros prejudicam as notificações? Também deve ser levado em conta que ao término de um flagelo, normalmente, há a sensação de que é preciso esquecer os dias tenebrosos vividos e tocar em frente, avançar, pensar no futuro. No entanto, se por um lado há escassez de documentação escrita sobre as epidemias, são muitas as representações em desenhos, pinturas e fotografias, realizadas durante ou depois dos surtos. São inúmeras imagens de pessoas doentes, pessoas de máscaras, hospitais lotados, corpos empilhados e valas comuns para enterrá-los. A chegada do século XX trouxe a esperança e a confiança em dias melhores, em que a população viveria em cidades salubres e a pesquisa de novos medicamentos e vacinas traria certa tranquilidade.

Porém, em 1918, uma cepa de gripe particularmente virulenta se propagou em alguns meses pelos cantos mais remotos do planeta e infectou meio bilhão de pessoas – o que representava mais de um quarto da espécie humana. Era a Gripe Espanhola. A pandemia matou dezenas de milhões de pessoas, chegando a 100 milhões em menos de um ano, mais do que se matou em quatro anos de batalhas brutais na Primeira Guerra Mundial. A gripe, doença

respiratória conhecida desde a antiguidade, por se tratar de uma mescla de vírus de rápida mutação, é de difícil combate, pois não é possível criar uma única vacina com imunidade ampla para contê-la. Nos mais de cem anos desde 1918, a humanidade se tornou ainda mais vulnerável a epidemias devido ao crescimento populacional e maior facilidade de propagação. Um vírus pode realizar a travessia de Paris a Tóquio ou à Cidade do México em menos de 24 horas. Era de se esperar, portanto, que vivêssemos num inferno infeccioso, padecendo de uma sucessão de pragas mortais. No entanto, tanto a incidência quanto o impacto das epidemias decresceram dramaticamente. Apesar de episódios dramáticos, como o da Aids e o do Ebola, no século XXI, as epidemias matam uma proporção menor de pessoas do que em qualquer outra época (Harari, 2020).

Couto *et al.* (2020) chamam a atenção para um aspecto interessante. Quando os surtos epidêmicos terminam, o retorno às atividades cotidianas é lento e com reações que vão da cautela à busca desenfreada da realização dos desejos de consumo. Muitas vezes houve resistência ao trabalho, forçando as autoridades a estabelecer multas e sanções ao ócio. No entanto, é importante analisar os aspectos positivos dessas crises. Há avanços após o enfrentamento do caos. Desde a imposição de decretos que podem ser educativos, com a revisão de costumes e práticas antigas sendo substituídas por hábitos mais salutarres ao aprimoramento das sociedades, até o desenvolvimento de pesquisas científicas trazendo novos tratamentos, remédios e vacinas.

O mundo agora depara-se com outro ciclo pandêmico – o da Covid-19. Harari (2020) relata que o vírus viajou o mundo, milhares de pessoas ficaram doentes, o sistema de saúde de países ricos e pobres entrou em colapso, as mortes se multiplicaram, o pânico se instalou, as relações comerciais e pessoais foram comprometidas, as fronteiras ressurgiram. O comércio, as escolas, as práticas esportivas, as atividades culturais, os encontros, os contatos, as conversas e os afetos foram interrompidos. Aeroportos foram fechados, transportes públicos pararam, viagens e passeios foram suspensos. O mundo se fechou. Uma condição das pestes do passado voltou à cena: viver em isolamento social, perdidos em meios a informações contraditórias, sem uma liderança mundial ou mesmo local confiável capaz de orientar e guiar as populações de qualquer canto do mundo. Neste turbilhão, as atividades escolares foram bruscamente interrompidas.

É necessário criar alternativas para alcançar e motivar o aprendiz, mesmo que, quando necessário, de forma remota. Ainda há mais um complicador: como fazer tudo isso em uma disciplina que muitas vezes é considerada árdua, especialmente em cursos das áreas de ciências sociais que irão usufruir das aplicações que porventura possam ser feitas com os métodos desenvolvidos por cientistas da Pesquisa Operacional? Como melhorar o aprendizado na disciplina? Como encantá-los com esta matéria? Como mostrar que ela pode ser útil em níveis táticos, estratégicos e/ou operacionais nos mais diversos campos da administração? E o que é exatamente tratado essa disciplina? No tópico 2.3 é apresentada a origem do termo Pesquisa Operacional, as aplicações pontuais antes (mas muito importantes!) de tal denominação e possibilidades de uso na atualidade.

2.3 Breve histórico da Pesquisa Operacional

Mueller (2020) destaca que o termo “Pesquisa Operacional” foi cunhado por A. P. Rowe, um oficial do Ministério da Aeronáutica Britânico, para descrever as atividades de uma Estação de Pesquisa de Bawdsey, entre os anos de 1937-1939. A nova abordagem consistia em escolher um sistema “operacional” e realizar “pesquisas” sobre como fazê-lo funcionar com mais eficiência. O oficial constituiu equipes para realizar tais pesquisas em aspectos operacionais (e não em aspectos técnicos) e aprimorar o uso dos recém-desenvolvidos sistemas de radares para detectar aeronaves inimigas. Rowe percebia que apesar da viabilidade técnica, era necessário melhorar a eficiência operacional dos sistemas, objetivo que ainda é um dos pilares da Pesquisa Operacional moderna. Alguns anos depois, o termo começou a se difundir

nos Estados Unidos, por meio do grupo de pesquisa de operações de guerra na Marinha dos EUA. Os métodos da PO foram por muitos anos aplicados especialmente em organizações militares. Com o final da Segunda Guerra, as empresas começaram a encontrar uso da PO para apoiar suas tomadas de decisão. A Pesquisa Operacional cresceu rapidamente, pois muitos cientistas começaram a perceber que os princípios aplicados para resolver problemas militares podiam ser aplicáveis a muitos problemas no setor civil.

Antes disso, há aplicações pontuais associadas à otimização que podem ser registradas como antecedentes da criação do termo “Pesquisa Operacional”. Salimath e Jones III (2011) destacam que a reorganização da força de trabalho na Bethlehem Steel Company, entre 1898 e 1901, feita por Frederick Winslow Taylor, é um importante marco do uso de métodos quantitativos de forma científica. Em seu trabalho “*The Science of Shoveling*”, Taylor realizou estudos para determinar que o peso ideal que um trabalhador deveria levantar em uma pá deveria ser 21,5 libras (9,75 kg). Como existe uma grande variedade de densidades de materiais, a pá deve ser dimensionada de modo a conter 21,5 libras da substância que está sendo escavada. Deveriam haver pás específicas para materiais específicos. A empresa passou a fornecer aos trabalhadores pás ótimas ao invés deles usarem suas próprias pás, como acontecia antes da administração científica. Após três anos, com 140 homens, Taylor conseguia garantir a produção que antes demandava de 400 a 600 trabalhadores. Isso também levava a um aumento da moral, pois os funcionários tinham ganhos salariais, já que eram pagos por tonelada, aumentar a produtividade significava aumentar a renda.

Outro registro de utilização da PO, antes mesmo da ciência receber tal denominação, é destacado por International Federation of Operational Research Societies [IFORS] (2004). No início do século XX, os problemas de congestionamento na telefonia eram um incômodo para muitos. Johannsen, diretor administrativo da Copenhagen Telephone Company, escreveu dois ensaios, “*Waiting Times and Number of Call*” (1907) e “*Busy*” (1908), que foram publicados pela *Copenhagen Telephone Company*. Apesar dos lapsos matemáticos, os modelos desenvolvidos foram utilizados na prática como meio de tomada de decisão e, portanto, exemplos genuínos de Pesquisa Operacional. Stordahl (2007) destaca que Johannsen percebeu que os comutadores manuais não estavam dimensionados da maneira correta e que a sobrecarga de assinantes resultava em despesas extras consideráveis, pois as operadoras de telefonia tinham que fazer repetidas tentativas para estabelecer uma conexão. Seus estudos formaram uma base sólida acerca de quantas linhas a empresa deveria designar para um assinante, por meio de comparações entre o aumento de custo devido a uma linha extra e a redução de custos dos operadores de telefone, uma vez que eles precisavam fazer várias tentativas para estabelecer uma conexão. No desenvolvimento dos conceitos de Teoria das Filas, Johannsen contratou o matemático Agner Krarup Erlang. Erlang começou a trabalhar nos tempos de espera (Erlang, 1909), identificou que o número de conversas telefônicas satisfaziam uma distribuição de *Poisson* e que o tempo de espera do telefone eram distribuídos exponencialmente. Foi um grande avanço para a Teoria. Estudando a troca de ligações de um pequeno vilarejo, ele criou uma fórmula, agora conhecida como a fórmula de Erlang, para calcular a fração de ligações que tentavam chamar alguém fora do vilarejo e que tinham que esperar porque todas as linhas estavam em uso. Embora o modelo seja simples, a matemática que está por trás das complexas redes de telefonia de hoje ainda é baseada em seu trabalho. Mais adiante outros trabalhos foram publicados, o mais importante foi em 1917, “*Solution of some Problems in the Theory of Probabilities of Significance in Automatic Telephone Exchanges*”. Este continha fórmulas para perda e tempo de espera que são bem conhecidas agora na teoria de tráfego de telefonia.

Voltando para a área militar, Kress (2020) afirma que em 1916, durante a Primeira Guerra Mundial, Frederick William Lanchester desenvolveu seu modelo clássico avaliando o poder balístico em um embate com dois oponentes. Lanchester (1956) afirma que antes de suas observações, em tempos mais remotos, se um exército dobrasse de tamanho, o mesmo acontecia

com sua força. No entanto, em combates mais modernos, as peças de artilharia podem atirar umas nas outras de uma certa distância, as armas são capazes de atingir alvos múltiplos e também de serem atingidas de múltiplas direções. Desta forma, um exército duas vezes maior teria sua força aumentada quadraticamente, ou seja, seria quatro vezes maior. Esta relação, determinada com o auxílio de algumas equações diferenciais, é a Lei Quadrática de Lanchester, que se tornou a mais famosa atuação desse cientista no campo da matemática. Shrader (2006) destaca o importante papel de Thomas Alva Edison, como consultor da marinha, durante a I Guerra Mundial (1914 a 1918). Apesar dos Estados Unidos não terem entrado na I Guerra Mundial até abril de 1917, cientistas americanos estavam engajados no desenvolvimento, teste e melhorias de armas e táticas para as Forças Armadas Americanas mesmo antes de 1917. Edison desempenhou um papel importante organizando os esforços do conselho e realizou, pessoalmente, uma grande variedade de estudos científicos, sempre passando longos períodos de tempo no mar coletando dados. Conforme Scott (1920), suas principais contribuições estavam relacionadas a ameaças submarinas. Seu trabalho envolvia um estudo da tática de zigzagging e incluía um plano de navegação costeira que minimizava tais ameaças. Edison usava um tabuleiro tático para simular operações militares, sendo seu principal objetivo desenvolver métodos para evitar que os navios mercantes fossem avistados por submarinos inimigos.

Saaty (2004) destaca que na década de 1920, Horace C. Levinson realizou um estudo para uma empresa de encomendas sobre o efeito da aceleração dos envios na aceitação ou não do cliente de remessas pagas na entrega. Durante a década de 1930, Levinson começou a aplicar análises científicas para os problemas de publicidade e *merchandising* na L. Bamberger and Company, loja de departamentos. Entre outras coisas, estudou hábitos de compras dos clientes, respostas à publicidade e a eficácia, em termos de vendas adicionais, de manter as lojas abertas à noite.

Segundo Dantzig e Thapa (1997), no século XIX, em 1823, o matemático francês Jean Baptiste Joseph Fourier esboçou métodos da atual programação linear. Zachi (2016) destaca que apesar da origem dos estudos sobre problemas de otimização de uma função linear sujeita a restrições remeterem a Fourier, foi em 1939 que a importância prática destes problemas começou a ser percebida. O matemático russo Leonid Kantorovich desenvolveu os primeiros Problemas de Programação Linear para uso durante a Segunda Guerra Mundial, para planejar gastos e retornos, além de reduzir os custos para o exército e aumentar as perdas para o inimigo. Por volta de 1940, os estudos sobre a Programação Linear atingiram seu clímax, com os trabalhos de George Dantzig. Em 1947, Dantzig, além de formular o Problema de Programação Linear, também criou o Algoritmo Simplex para a sua solução.

De acordo com Malik *et al.* (2016), a Pesquisa Operacional tornou-se um importante instrumento na gestão de diversos tipos de organizações tais como hospitais, companhias aéreas, bancos e ferrovias. As organizações começaram a perceber a utilidade da Pesquisa Operacional para melhorar a eficiência. Laengle *et al.* (2017) fizeram um levantamento de 40 anos de publicações no European Journal of Operational Research (EJOR), um dos principais periódicos da área de Pesquisa Operacional, com publicações de autores de instituições e países de todo o mundo. De 1976 até 31 de dezembro 2016, foram publicados 16.576 documentos no periódico. Considerando artigos, revisões e comunicações curtas, foram 14.617 publicações, 329.739 citações e 22,6 citações por artigo.

Conforme destacam Mortenson, Doherty e Robinson (2015), a PO auxilia no uso da argumentação quantitativa para além da intuição no processo de tomada de decisão. Lee, Moore e Taylor (1993) destacam que há vários modelos e técnicas tais como simulação, programação matemática e programação dinâmica que podem ser aplicados aos problemas empresariais. Diante destas inúmeras possibilidades de aplicações de Pesquisa Operacional no mundo

contemporâneo, estimular discentes a se desenvolverem na área é um papel desafiador nas universidades e cursos de treinamento.

2.4 O ensino contemporâneo de Pesquisa Operacional

Gaab e Vogel (2018) destacam que as metodologias de ensino nas ciências sociais e nos negócios mudaram significativamente nos últimos vinte anos. O modelo tradicional baseado em aulas expositivas, discussões e avaliações realizadas em sala de aula vem dando lugar a diferentes realidades de ensino à Geração Z. Ao mesmo tempo que emergem os debates e questionamentos quanto à eficácia das abordagens tradicionais, surge um novo conjunto de metodologias que engloba uma gama de modalidades e tecnologias que objetivam alcançar e engajar os alunos nos conteúdos a serem trabalhados. Segundo Costa *et al.* (2020), as metodologias ativas consideram habilidades, competências e conhecimento prévio de cada aluno e também levam em conta o tempo de aprendizagem de cada um. Cabe destacar que sua essência não se constitui em algo novo. Segundo Abreu (2009), o primeiro indício dos métodos ativos encontra-se na obra Emílio de Jean Jacques Rousseau (1712-1778), considerado o primeiro tratado sobre filosofia e educação do mundo ocidental e na qual a experiência assume destaque em detrimento da teoria.

Mortenson *et al.* (2015) chamam a atenção para uma lacuna significativa entre a demanda organizacional por funcionários com boas capacidades analíticas e o número de candidatos qualificados para tal tarefa. Essa constatação tem importante relevância para o campo da Pesquisa Operacional, pois demonstra a utilidade da área no mercado e a necessidade de treinamento de graduados para supri-lo. No entanto, faz nascer uma reflexão acerca de como o ensino de Pesquisa Operacional nas universidades e nos vários cursos rotulados como "*analytics*" oferecem um currículo que pode preparar os graduados para essas funções.

Dentre as inúmeras possibilidades dentro do campo das metodologias ativas, acredita-se que a Aprendizagem Baseada em Problemas ou *Problem Based Learning* (PBL) pode ajudar a minimizar este gap destacado no trabalho de Mortenson *et al.* (2015). A PBL tem suas origens na Universidade McMaster, no Canadá, em 1960. O processo pedagógico, por meio da Aprendizagem Baseada em Problemas, inicia-se com a apresentação ao aluno de um problema, fundado na ideia de que este deve preceder as respostas. Assim, os estudantes têm a oportunidade de, reconhecendo suas deficiências de conhecimento, identificar conceitos e habilidades pertinentes à solução do problema proposto. Espera-se, desta forma, uma maior motivação para a compreensão dos conteúdos da disciplina, além da capacidade de articulação da teoria à prática (Anderson e Lawton, 2009).

E como fica o uso deste tipo de abordagem no ensino remoto? Yilmaz e Banyard (2020) destacam que a educação a distância, que iniciou sua jornada com cursos por correspondência, agora tem uma variedade de formas, tais como web, online, mista, onipresente, móvel e e-learning. Todos esses termos podem ser usados de forma intercambiável. Borisova, Vasbieva, Malykh, Vasnev e Bírová (2016) destacam que alguns experts em treinamento profissional acreditam que métodos inovadores podem ser implementados tanto no ensino presencial quanto no ensino a distância. O ensino remoto guarda suas diferenças do ensino a distância. Esse último, engloba cursos que desde a concepção foram planejados para acontecer a distância, o que não é o caso do ensino remoto a que fomos enquadrados pela situação de pandemia no mundo. No entanto, acredita-se que seja possível aproveitar as experiências do ensino a distância e adaptá-las ao ensino remoto. Metodologias ativas assumem um papel importante na educação remota, já que o modelo exige grande autonomia e comprometimento dos alunos.

3 Metodologia

A pesquisa em questão é do tipo aplicada. Saunders, Lewis e Thornhill (2012) fazem uma distinção entre os objetivos da pesquisa básica (também chamada de fundamental ou pura) e da pesquisa aplicada, destacando que essa última resulta em solução para um problema específico, trazendo novos conhecimentos limitados a tal problema. Seja na pesquisa básica ou

na pesquisa aplicada, o rigor científico deve ser respeitado. Os autores destacam quatro filosofias de pesquisa: pragmatismo, positivismo, realismo, interpretativismo. Este trabalho tem aspectos filosóficos voltados ao pragmatismo, tanto sob o ponto de vista ontológico, ou seja, sob a visão do pesquisador acerca da natureza da realidade pesquisada, quanto epistemológico, isto é, o que o pesquisador considera conhecimento útil e aceitável. Este entendimento é importante, pois sustenta a estratégia da pesquisa e os métodos escolhidos, como parte da estratégia, para produzir conhecimento. Um pesquisador interessado nos recursos necessários em um processo de manufatura, provavelmente, conduzirá a pesquisa de forma diferente de um pesquisador que se preocupa com os sentimentos e atitudes dos trabalhadores para com os seus gerentes no mesmo processo de manufatura. Não só as estratégias e métodos serão diferentes, mas também a visão sobre o que é útil e importante. No pragmatismo, o foco é em pesquisas aplicadas de caráter prático. Os conceitos são relevantes quando dão apoio a ações. A importância dos resultados de uma pesquisa está relacionada às suas consequências práticas. Tanto os fenômenos observáveis quanto os significados subjetivos podem fornecer conhecimento aceitável.

Este trabalho é desenvolvido usando-se a estratégia do estudo de caso. Segundo Yin (2009), o estudo de caso explora um tópico de pesquisa em um ou mais contextos reais. O autor enfatiza a importância do contexto, destacando que as fronteiras entre o tópico de estudo e o contexto em que ele está sendo estudado nem sempre são aparentes, o que potencialmente é uma vantagem da estratégia de estudo de caso. O estudo de caso é o oposto completo da estratégia experimental, onde variáveis contextuais são altamente controladas, pois são vistas como uma ameaça potencial à validade dos resultados. Também difere da estratégia de *survey* em que, embora a pesquisa seja realizada dentro de contexto, a capacidade de explorar e entender tal contexto é limitada pelo número de variáveis para as quais os dados podem ser coletados. De acordo com os objetivos, esta pesquisa é de natureza exploratória-descritiva. Saunders *et al.* (2012) tecem alguns comentários sobre estudos exploratórios e descritivos. A pesquisa exploratória representa um meio de se investigar e obter *insights* sobre um tópico de interesse. O objetivo da pesquisa descritiva é obter um perfil preciso de eventos, pessoas ou situações. Trabalhos deste tipo podem ser precursores ou extensões de pesquisas exploratórias. O trabalho meramente descritivo pode receber críticas, alegando-se que é esperado, além de mera descrição, a necessidade de análise, avaliação, síntese de ideias e conclusões acerca da realidade que se está descrevendo. É mais interessante pensar na descrição como um meio para um fim, e não um fim em si mesmo.

Ainda segundo Saunders *et al.* (2012), o mais comum em pesquisas pragmáticas é utilizar múltiplos métodos de coletas de dados, tanto quantitativas quanto qualitativas. Este trabalho é uma combinação de métodos qualitativos e quantitativos. Foram coletados dados primários por meio de observação estruturada. Também foi aplicado um pequeno questionário contendo 5 questões com escala *likert* de 5 pontos (discordo totalmente, discordo, não concordo e nem discordo, concordo, concordo totalmente). As perguntas buscavam avaliar a percepção dos alunos em relação ao interesse, ao grau de dificuldade de aprendizagem do conteúdo em cada uma das aulas, à usabilidade da ferramenta e à utilidade dos vídeos disponibilizados na aula 2. A participação no questionário foi voluntária. Além disso, ao final de cada atividade, os alunos deveriam responder questões relacionadas ao contexto apresentado. Com base nas respostas, os alunos seriam avaliados de acordo com a qualidade de suas decisões em cada item. A análise dos dados coletados na etapa de observação estruturada foi feita verificando-se a frequência de participação e envolvimento dos discentes nas atividades postadas na plataforma. Tanto os dados coletados na observação estruturada quanto no questionário foram analisados por meio de estatística descritiva. A percepção do aluno em relação ao grau de dificuldade do conteúdo e seu efetivo desempenho nas atividades foram avaliados por meio de análise de conteúdo clássica. Fica claro que, em relação ao horizonte de tempo, este é um estudo realizado

em um momento específico, considerado “instantâneo”, denominado *cross-sectional* (corte transversal).

4 Análise dos Resultados

Esta pesquisa é um estudo realizado na turma de Pesquisa Operacional II (PO II) do primeiro semestre de 2020 de cursos de graduação do Departamento de Administração, Economia e Sociologia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ) da Universidade de São Paulo (USP). A ESALQ é uma unidade da USP situada em Piracicaba, município do centro-oeste do estado de São Paulo, e iniciou suas atividades em 1901. A Escola é reconhecida nacional e internacionalmente por sua contribuição nas áreas de Ciências Agrárias, Ambientais, Biológicas e Sociais Aplicadas. Já formou cerca de 15.500 profissionais em seus sete cursos de graduação e mais de 9.500 mestres e doutores. O Departamento de Administração, Economia e Sociologia da ESALQ-USP existe desde 1912 (Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz [ESALQ], 2020). Duas abordagens remotas de ensino de Pesquisa Operacional são apresentadas e avaliadas quanto ao interesse despertado nos discentes, a facilidade de aprendizagem do conteúdo e o desempenho dos alunos nas tomadas de decisão propostas, consequentemente, em suas notas na atividade.

4.1 Contexto da aplicação do caso

O tema das aulas objeto deste estudo de caso foi “Ferramentas de Apoio à Tomada de Decisão” para a turma de PO II com 24 alunos matriculados. O início das aulas foi no dia 17 de fevereiro de 2020 e aconteceu normalmente, como em todos os semestres, de forma presencial. Porém, a pandemia da COVID-19 fez as coisas mudarem abruptamente. A partir do dia 16 de março, todas as aulas passaram a acontecer de forma remota. As aulas que compõem o objeto de estudo desta pesquisa estavam programadas para os dias 30 de março e 02 de abril. A programação da agenda foi mantida, no entanto, a metodologia de ensino precisou de adaptações para ser oferecida remotamente garantido o planejado antes da pandemia. Em cada um dos dias foram apresentados modelos de aulas distintos com o objetivo de avaliar o interesse dos alunos e suas percepções de aprendizagem sobre o assunto. Também foram avaliados os efetivos desempenhos dos discentes nos dois formatos distintos e se tal desempenho era coerente com a percepção dos mesmos acerca de suas aprendizagens. A metodologia escolhida para apresentar o conteúdo nas duas aulas foi a Aprendizagem Baseada em Problemas (*Problem Based Learning* - PBL). O aluno deveria agir como gerente de produção e distribuição de uma empresa chamada Genesis, uma indústria de processamento de soja e distribuição do óleo de soja produzido. Como gerente, o aluno deveria realizar a programação trimestral da produção e da distribuição da empresa. O contexto trabalhado foi de dois trimestres.

4.1.1 Primeiro trimestre (janeiro, fevereiro, março)

Na primeira aula, foi postado na plataforma *edisciplinas* a situação fictícia da Genesis. Foi apresentado um típico problema de produção e distribuição. A produção poderia acontecer em quatro fábricas em dois formatos produtivos (horas regulares e extras) ao longo dos três primeiros meses do ano. O óleo de soja produzido deveria ser encaminhado aos três portos demandantes, conforme suas necessidades. De posse do problema a ser resolvido, os alunos precisavam buscar o conhecimento necessário para sua resolução e interpretação, pois era preciso tomar uma série de decisões relacionadas às quantidades produzidas em cada fábrica, bem como definir de quais fábricas partiriam os envios para cada porto, respeitando os estoques existentes em cada uma e procurando satisfazer as demandas dos portos. Foram fornecidos materiais que poderiam ajudá-los tanto na modelagem do problema, quanto na resolução e interpretação, para que as melhores análises fossem feitas e as decisões pudessem ser tomadas de forma acertada. Os alunos, atuando como gerentes da Genesis, tinham a tarefa de analisar alguns aspectos específicos da operação. Os materiais fornecidos, bem como outros providenciados pelos alunos, poderiam ser consultados na ordem e no momento em que sentissem necessidade.

4.1.2 Segundo trimestre (abril, maio, junho)

Dando continuidade ao trabalho, para o segundo trimestre de planejamento (abril, maio e junho) na Genesis, os gerentes (alunos) recebiam a informação de que a empresa, que sempre investe na modernização, tanto de seus processos produtivos quanto de gestão, adquiriu um sistema denominado CPED (Controle de Produção, Estoque e Distribuição) para auxiliar a modelagem, a resolução e as tomadas de decisão no contexto da operação de produção e distribuição da Genesis. Sendo assim, os alunos receberam acesso a uma ferramenta onde podiam acessar informações diversas acerca do contexto da empresa. No sistema, é possível conferir as capacidades mensais de cada uma das fábricas, em horas regulares e horas extras; podem ser verificadas as demandas mensais de cada um dos portos demandantes do óleo de soja da Genesis; podem ser visualizados os custos de produção regular e hora extra e os custos de distribuição; é possível visualizar o mapa de atuação da Genesis e as distâncias entre cada par possível origem-destino. A ferramenta é construída de forma a guiar a atividade desde a modelagem do problema até o processo final de análise e tomada de decisão. O aluno vai construindo um esquema para resolução e obtenção da solução ótima para o segundo trimestre. No passo a passo que a ferramenta conduz, o aluno é levado a compreender a modelagem, tomando ciência do porquê de cada variável e suas relações dentro das inúmeras equações e inequações que são formuladas. Resolvido o problema, o aluno pode fazer as análises de sensibilidade para embasar suas decisões. No sistema, este componente só funciona após a resolução do problema. Para auxiliar as análises, são disponibilizados, na própria ferramenta, áudios e vídeos explicativos de como proceder. Ao passar por todo o processo resolução e interpretação, o aluno deve tomar as decisões necessárias neste trimestre de planejamento. As decisões são as mesmas do primeiro trimestre, porém com os dados referentes ao segundo trimestre do ano. Ressalta-se que, nesta segunda aula, vários conteúdos para consulta são disponibilizados dentro da própria ferramenta, no formato de textos, áudios e vídeos explicativos, tanto sobre como operar o sistema, quanto sobre a teoria que está por trás da modelagem, resolução e análises para tomada de decisão. Também nesta aula, os tópicos de ensino não aparecem em uma ordem predefinida. O estudante pode acessar quando sentir a necessidade.

4.2 Apresentação e discussão dos resultados

Para tratar o assunto das aulas do estudo de caso, faz-se necessário apresentar conceitos de Programação Matemática, desde a modelagem, passando pela resolução, interpretação e análise dos resultados. Em uma aula onde não há a preocupação em contextualizar o tema, poderia ser apresentado um problema de otimização, como o da Figura 1, para ser resolvido por meio de algum algoritmo e os resultados analisados e interpretados de maneira meramente numérica.

$$\begin{array}{l} \text{Max } Z = 25 X_1 + 30 X_2 \\ \text{Sujeito a} \\ 150 X_1 + 100 X_2 \leq 5.000 \\ 2 X_1 + X_2 \leq 8 \\ X_1 \text{ e } X_2 \geq 0 \end{array}$$

Figura 1: Forma canônica de um modelo de Programação Matemática.

Quando a aplicação das técnicas é mais valorizada do que a abordagem puramente matemática, esta forma de apresentar o problema pode despertar menos interesse dos alunos e, conseqüentemente, refletir no aprendizado. Ao apresentar o problema, se X_1 e X_2 forem devidamente apresentados, como sendo, por exemplo, quantidade de pizzas de queijo e quantidade de pizzas de calabresa, e for dito que as duas inequações representam dois recursos produtivos, o problema começa a tomar outra roupagem. Na forma canônica, sem um contexto,

as variáveis, equações e inequações não têm um significado palpável. O aluno chega a um resultado e consegue tratar matematicamente a questão. Mas isso não teve um significado real, apenas meramente numérico e dificilmente será apreendido pelo aluno que visa a aplicação prática da Pesquisa Operacional. Ao contextualizar o problema, é trazido significado para os números e expressões matemáticas. As análises de recursos limitantes, folgas, excessos, impactos no aumento ou redução dos recursos começam a fazer mais sentido e o problema torna-se mais tangível. A natureza dos problemas de Pesquisa Operacional é subjetiva, no entanto, tentar tangibilizar, trazendo as equações e inequações para um contexto, ainda que fictício, pode favorecer o interesse, entendimento e bom desempenho dos alunos.

Nestas duas aulas do estudo, tentou-se, por meio de uma abordagem contextualizada, apresentar um problema a ser resolvido por programação linear inteira. Criar uma situação prática e usá-la para abordar os conteúdos tratados neste estudo parece ser uma postura adequada para motivar os alunos, tornar o aprendizado mais suave e demonstrar a importância do conteúdo na prática para a tomada de decisão empresarial. Além disso, a maneira de apresentar o conteúdo leva os discentes a perceberem as necessidades de aprendizado a serem buscadas para cada item. O aluno primeiro passa pela necessidade de aprender algo e só depois de ter a necessidade, busca o conhecimento para supri-la. Isso torna a aprendizagem mais significativa, pois o discente percebe, por si mesmo, o conhecimento que precisa para entender determinado assunto.

No caso da primeira aula, diversos materiais foram disponibilizados, não significando que estes deveriam ser as fontes de consulta, pois o aluno poderia buscar o conhecimento necessário em qualquer local que julgasse conveniente. Na segunda aula, materiais foram disponibilizados na ferramenta, inclusive, áudios e vídeos com explicações sobre o conteúdo e sobre o uso do sistema.

Nas duas aulas, o professor atuava como mediador da aprendizagem, um facilitador. O aluno foi colocado como o centro do processo, o que vai de encontro com reflexões de Souza, Calabaid e Ernesto (2018). Os autores enfatizam que os docentes estão deixando de ser os únicos detentores do saber. Há muitas informações disponíveis e com acesso fácil e rápido para quem desejar. Professores devem colaborar com os alunos na seleção da informação e em sua transformação em conhecimento.

4.2.1 Desempenho dos alunos

Na primeira aula (abordagem apresentada no item 4.1.1) foi dada total autonomia ao aluno, inclusive na escolha do método e software para resolução do problema apresentado. Apesar de fornecer materiais a serem consultados, o aluno tinha liberdade de buscar quaisquer outros materiais que julgasse necessário para resolução e reflexão. Nesta etapa, o material foi postado no dia 30/3 e foi fornecido o prazo de quatro dias para retornarem com os resultados e análises. Ao final do período, 10 dos 24 alunos da turma postaram as atividades.

Na segunda aula (abordagem apresentada no item 4.1.2), o material foi postado no dia 02/04 e foi fornecido o mesmo prazo (4 dias) para que os alunos retornassem os resultados e análises. Ao final do período, 23 dos 24 alunos da turma responderam às atividades propostas. Destaca-se que o único discente que não entregou o material resolvido, apenas fez a entrega na primeira semana do ensino remoto, o que nos leva a inferir que provavelmente ele possa ter desistido da disciplina.

As Figuras 2 e 3 apresentam as notas na primeira e na segunda aula, respectivamente. O eixo vertical representa a quantidade de alunos e o eixo horizontal representa as notas de 1 a 10 que poderiam ser obtidas. Por meio da Figura 2, pode-se perceber os 14 estudantes que não entregaram a atividade com nota zero. Percebe-se que 83% dos discentes obtiveram notas menores ou iguais a três na primeira atividade. Para a segunda atividade, 38% dos alunos obtiveram notas menores ou iguais a três (Figura 3). Comparando as Figuras 2 e 3, percebe-se uma melhor distribuição das notas na segunda aula. Na primeira atividade, apenas 17%,

obtiveram notas maiores ou iguais a 7, enquanto que 29% estiveram nesta faixa na segunda atividade. Pode-se perceber ainda que apenas 4 discentes obtiveram notas acima de 60% na primeira aula. Na segunda aula, este número aumenta para 9. A média das notas dos alunos considerando a primeira abordagem foi de 20%, valor que subiu para 50% utilizando a segunda abordagem.

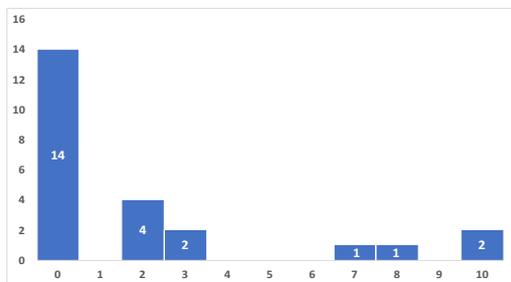


Figura 2: Distribuição de frequência das notas dos alunos na aula 1

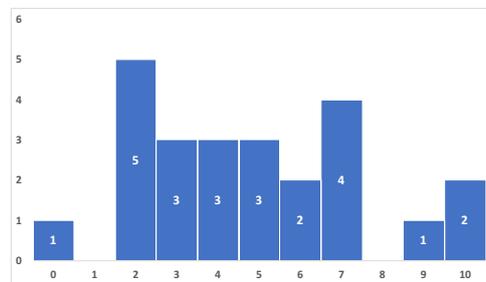


Figura 3: Distribuição de frequência das notas dos alunos na aula 2

4.2.2 Percepção dos alunos: interesse, dificuldade do conteúdo, usabilidade da ferramenta da segunda aula

Além de avaliar as decisões individuais dos discentes, que refletiu as notas apresentadas no item anterior, foi aplicado um questionário aos alunos da disciplina. Foram feitas quatro perguntas para medir a percepção dos alunos em relação ao grau de dificuldade que tiveram na resolução, análise do problema e no uso da ferramenta proposta na aula 2, bem como à utilidade dos áudios explicativos contidos na ferramenta. Todas as perguntas deveriam ser respondidas por meio de uma escala *likert* que variava de 1 a 5, onde 1 representava a total discordância e 5 representava a total concordância ao tópico questionado. Dos 24 alunos matriculados na disciplina, 15 responderam o questionário, já que a participação era voluntária, não houve cobranças aos demais.

A Figura 4 reflete a afirmação “Não houve dificuldades para modelar/resolver o problema”, enquanto a Figura 5 reflete a afirmação “Não houve dificuldades para interpretar os resultados”. Nas duas Figuras, o eixo vertical representa a gradação da escala *likert* utilizada e o eixo horizontal representa a quantidade de alunos em cada resposta. Os alunos deveriam pontuar de 1 a 5, onde 1 reflete a total discordância e 5 o total acordo. Nota-se uma melhora significativa na percepção dos alunos na aula em que foi apresentada a ferramenta. Isto pode ser observado, por exemplo, analisando a Figura 4. Dez alunos discordaram totalmente do fato de que na primeira aula não houve dificuldades para modelar/resolver o problema. Este número cai para quatro, ao se considerar a segunda aula. A melhora na parte da interpretação dos resultados também foi visível com a utilização da ferramenta (vide Figura 5).

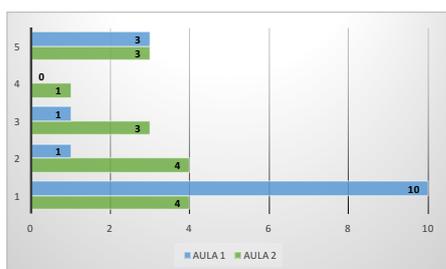


Figura 4: Percepção dos alunos quanto a dificuldades para modelar/resolver o problema

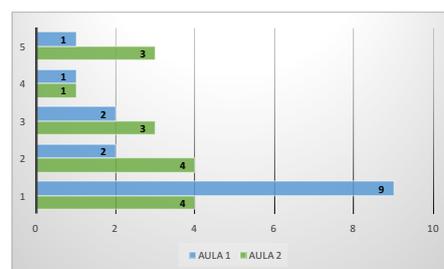


Figura 5: Percepção dos alunos quanto a dificuldades para interpretar os resultados

Comparando-se os resultados das Figuras 2 e 3 com as Figuras 4 e 5, percebe-se, por meio de análise de conteúdo, que houve coerência no discurso dos discentes. Eles julgaram mais fácil o aprendizado na segunda aula e, efetivamente, tomaram melhores decisões que foram refletidas em melhores notas na aula em que foi utilizada a ferramenta (aula 2).

A Figura 6 reflete a afirmação “A ferramenta apresentada na segunda aula é fácil de utilizar”. No eixo vertical, tem-se a gradação da escala *likert* e no eixo horizontal a quantidade de alunos. Nove alunos (60%) concordaram ou concordaram totalmente que a ferramenta era fácil de utilizar. Dois alunos (13%) mantiveram-se neutros em relação a esta questão. Quatro respondentes (27%) discordaram ou discordaram totalmente com a facilidade de uso da ferramenta. A Figura 7 reflete a informação “Os vídeos e áudios disponibilizados foram essenciais para realização da atividade”. Os eixos horizontais e verticais representam a gradação da escala *likert* e a quantidade de alunos, respectivamente. Por meio da Figura, verifica-se que, sete alunos concordaram ou concordaram totalmente com a necessidade dos vídeos e áudios explicativos disponibilizados na ferramenta. Também houve sete alunos que discordaram ou discordaram totalmente de tal necessidade. Apenas um manteve-se neutro nesta questão.

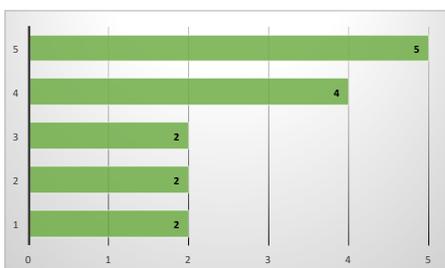


Figura 6: Facilidade de uso da ferramenta

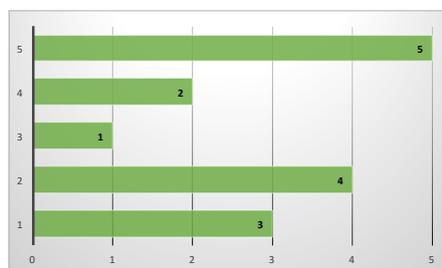


Figura 7: Utilidade dos vídeos e áudios disponibilizados

Os discentes também foram questionados sobre o interesse pelo assunto. A Figura 8 reflete a afirmação “Meu interesse e curiosidade em aprender o conteúdo aumentou ao longo do desenvolvimento da atividade”. Percebe-se que não houve diferenças substanciais neste quesito, considerando a primeira e a segunda aula.



Figura 8: Interesse e curiosidade dos alunos no conteúdo apresentado.

Esta última questão reforça a dificuldade que existe em atrair, manter e/ou aumentar o interesse dos jovens da Geração Z.

5 Conclusão/Contribuições

As mudanças ocorridas na sociedade e na educação levam a necessidade dos educadores adaptarem suas metodologias de ensino a fim de cativar e desenvolver no discente a busca pelo conhecimento. O aluno precisa ser mais demandado no dia a dia da escola, e não apenas em momentos específicos de testes que lhe garantirão (ou não) a nota para sua aprovação. Ele deve sair de uma postura passiva e reprodutivista para uma atitude de participação e de construção do conhecimento. Ao fazer uma disciplina, deve perceber o seu desenvolvimento como pessoa e profissional, sentindo-se mais capacitado para atuar em um determinado campo da

Administração. Sendo assim, é importante que seja feito um esforço na adoção cada vez maior de metodologias que rompam com a passividade do aluno e estimulem sua participação ativa na construção do saber. O professor começa a assumir outros papéis no processo de ensino aprendizagem, atuando como mediador, não necessariamente o detentor da totalidade das informações e das informações de mais qualidade. Nas duas aulas do estudo foram usadas abordagens que colocam o aluno no centro do processo de aprendizagem. Importante relembrar que estes alunos para os quais o ensino está sendo pensado, são indivíduos da Geração Z, os *Centennials*. Se os *Millennials* (Geração X) cresceram em meio a transformação digital, os *Centennials* já nasceram nesse mundo conectado. A problematização da realidade pode ser benéfica a esta Geração e as duas aulas foram conduzidas de modo a trazer realismo para a situação apresentada, colocando o aluno como gerente de produção e distribuição de uma empresa fictícia.

Retomando o problema de pesquisa de como conduzir o processo de ensino e aprendizagem de Pesquisa Operacional considerando aspectos como: a possibilidade de atuar de forma remota, se e/ou quando isso se fizer necessário; um bom nível de entendimento e aproveitamento da disciplina; e o interesse dos alunos, especialmente da Geração Z, para este aprendizado, pode-se tecer algumas conclusões.

Em relação à possibilidade de atuação remota, as duas abordagens apresentadas mostraram-se viáveis. As duas aulas tiveram todas as fases concluídas, desde a “pré-aula”, com apresentação de materiais para estudo e conhecimento prévio do assunto, até o fechamento das atividades. No entanto, das duas metodologias utilizadas, a segunda mostrou maior eficiência tanto na percepção do aluno em relação à utilidade da ferramenta para auxiliar ao aprendizado quanto ao efetivo desempenho deles na atividade. Pode-se inferir que a própria ferramenta em si, já facilita o entendimento, modelagem, resolução e interpretação do problema. Os vídeos e áudios não se mostraram indispensáveis, o que pode ser um aspecto positivo, ao considerar que os alunos foram capazes de buscar conhecimento por meio de formas que julgavam mais apropriadas. No entanto, podem continuar sendo incluídos como um algo a mais para consulta dos usuários.

No que tange à percepção dos alunos acerca do interesse e curiosidade em relação ao conteúdo apresentado, não houve diferenças substanciais nas duas aulas. Os indivíduos da Geração Z têm atenção dispersa, costumam ser multitarefas, independentes e exigentes com o que consomem. O interesse da Geração Z é extremamente volátil. Despertar o interesse e formar bons profissionais para atuarem nesta área é um grande desafio para educadores. Com a impossibilidade das aulas presenciais, incentivar e manter os alunos interessados no assunto foi ainda mais desafiador. Sentiu-se necessidade de oferecer maiores incentivos aos alunos para que tivessem mais interesse e curiosidade sobre o assunto. Desta forma, sugere-se testar ferramentas que possam ser acessadas também em smartphones e/ou em tablets, objetivando maior atratividade aos discentes. Outro ponto interessante a ser considerado é o uso de jogos visando a despertar o espírito de equipe e a competição saudável entre os alunos. O uso de jogos de empresa vem sendo bastante utilizado na área de negócios. Trabalhar com jogos que utilizam especificamente conceitos de Pesquisa Operacional pode ser uma boa alternativa para motivar os jovens desta geração. Além disso, sugere-se planejar situações de ensino e aprendizagem ativas, como a do estudo e as outras propostas, em mais momentos do curso semestral e não só em apenas uma aula como foi feito neste trabalho.

As reflexões acerca de metodologias de ensino nunca cessam, pois o mundo e as pessoas estão em constantes mudanças. Acredita-se que as duas abordagens apresentadas contribuem com o processo de ensino e aprendizagem de Pesquisa Operacional. No entanto, por meio das análises realizadas ao longo da pesquisa, percebe-se que o uso do sistema proposto na segunda aula mostrou-se ainda mais apropriado para utilização no ensino do tema em questão. A abordagem traz mais de aprendizagem ativa para a sala de aula. Apesar da subjetividade

inerente aos modelos de Pesquisa Operacional, especialmente na parte de modelagem, na ferramenta, as equações e inequações do modelo tornam-se mais tangíveis, pois refletem uma realidade na qual os alunos percebem algum significado. O “x” da questão passa efetivamente a representar algo mais palpável do que um simples amontoado de letras e números que comporão uma forma canônica a ser resolvida por algum algoritmo de otimização. Apesar de fictício, procurou-se manter semelhanças a um ambiente empresarial para tomada de decisão nas áreas de produção e distribuição. Foi possível perceber que quanto mais a abordagem se aproximou da realidade, maior foi a facilidade dos alunos e melhor foi o desempenho deles na tomada de decisão.

Referências

- Abreu, J. R. P. de. (2009). Contexto atual do ensino médico: metodologias tradicionais e ativas – necessidades pedagógicas dos professores e da estrutura das escolas. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil.
- Anderson, P. H.; Lawton, L. (2009). Business Simulations and Cognitive Learning: Developments, Desires, and Future Directions. *Simulation & Gaming*, v.40, n.2, p.193-216.
- Andrade, L. G. da S. B.; Aguiar, N. C.; Ferrete, R. B.; Santos, J. dos. (2020). Geração Z e as metodologias ativas de aprendizagem: desafios na educação profissional e tecnológica. *Revista Brasileira da Educação Profissional e Tecnológica*. 1:1-18.
- Bezerra, M. M.; Lima, E. C.; Brito, F. W. C.; Santos, A. C. B. dos. (2019). Geração Z: relações de uma geração hipertecnológica e o mundo do trabalho. *Revista Gestão Análise*. 8(1): 136-149.
- Borisova, O. V.; Vasbieva, D. G.; Malykh, N. I.; Vasnev, S. A.; Bírová, J. (2016). Problem of using innovative teaching methods for distance learning students. *IEJME – Mathematics Education*. 11(5): 1175-1184.
- Conselho Federal de Administração. CFA. (2015). Perfil, Formação, Atuação e Oportunidade de Trabalho do Administrador e do Tecnólogo.
- Costa, J. A. C.; Oliveira, J. D. de; Dantas, D. R. (2020). Metodologias ativas e suas contribuições no processo de ensino-aprendizagem. In: *Série Educar-Prática Docente*. Belo Horizonte: Editora Poisson.
- Couto, E. S.; Couto, E. S.; Cruz, I. de M. P. (2020). #Fiqueemcasa: educação na pandemia da COVID-19. *Educação Interfaces Científicas*. 8(3): 200-217.
- Dantzig, G. B.; Thapa, M. N. (1997). *Linear Programming: introduction*. New York: Springer Series in Operations Research.
- Daros, T. (2018). A sala de aula inovadora. In: Camargo, F.; Daros, T. *A sala de aula inovadora: estratégias pedagógicas para fomentar o aprendizado ativo*. Porto Alegre: Penso.
- Devereux, F. L.; Engelhardt, N. L.; Mort, P. R.; Stoddard, A. J. (1933). *The educational talking picture*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Dimock, M. (2019). Defining generations: Where Millennials end and Generation Z begins. Pew Research Center. Disponível em: <https://www.pewresearch.org/fact-tank/2019/01/17/where-millennials-end-and-generation-z-begins/>. Acesso em: 22 jul. 2020.
- Erlang, A. K. (1909). The theory of probabilities and telephone conversations. *Nyt Tidsskrift Matematika*. 20: 33-39.
- Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. ESALQ. Disponível em: <https://www.esalq.usp.br/institucional/historico>. Acesso em: 18 abr. 2020.
- Gaab, J.; Vogel, R. (2018). Transforming teaching through active learning: case studies from the social sciences. A National Symposium, Miami, Florida, USA.
- Harari, Y. N. (2020). Na batalha contra o coronavírus, faltam líderes à humanidade. E-book. Companhia das Letras.

International Federation of Operational Research Societies. IFORS. (2004). IFORS' Operational Research Hall of Fame Agner Krarup Erlang. *International Transactions in Operational Research* 11:117-119.

Internet World Stats. (2020). Usage and population statistics. Disponível em: <https://www.internetworldstats.com/stats.htm>. Acesso em 21 de jul. 2020.

Kress, M. (2020). Lanchester Models for Irregular Warfare. *Mathematics*. 8(737): 2-14.

Kronbauer, G. A.; Nascimento, M. I. M. (2015). A revolução industrial e a institucionalização da educação do corpo. XIX Congresso Brasileiro de Ciências do Esporte -VI Congresso Internacional de Ciências do Esporte. Anais, Vitória, Espírito Santo, Brasil.

Laengle, S.; Merigó, J. M.; Miranda, J.; Slowinski, R.; Bomze, I.; Borgonovo, E.; Dyson, R. G.; Oliveira, J. F.; Teunter, R. (2017). Forty years of the European Journal of Operational Research: a bibliometric overview. *European Journal of Operational Research*. 262: 803-816.

Lanchester, F. W. (1956). Mathematics in warfare. *The World of mathematics*, v.4. New York: Simon and Schuster. 2138-2157.

Lee, S. M.; Moore, L. J.; Taylor, B. W. (1993). *Management Science*. 4th ed. New York: Pearson.

Malik, A.; Kumar, V.; Malik, A. K. (2016). Importance of Operations Research in Higher Education. *International Journal of Operations Research and Optimization*. 7 (1-2): 35-40.

Mortenson, M. J.; Doherty, N. F.; Robinson, S. (2015). Operational research from Taylorism to Terabytes: a research agenda for the analytics age. *European Journal of Operational Research*. 241(3): 583-595.

Mueller, K. (2020). *Optimization Theory*. United Kingdom: Ed-Tech Press.

O'Brien, F. A.; Dyson, R. G.; Kunc, M. (2011). Teaching Operational Research and Strategy at Warwick Business School. *INFORMS Transactions on Education*. 12 (1): 4-19.

Saaty, T. L. (2004). *Mathematical Methods of Operations Research*. New York: Dover Publications, Inc.

Salimath, M. S.; Jones III, R. J. (2011). Scientific Entrepreneurial Management: bricolagem, bootstrapping, and the quest for efficiencies. *Journal of Business and Management*. 17(1): 85-103.

Santos, A. E. dos; Oliveira, C. A.; Carvalho, E. N. de. (2019). Educação 5.0: uma nova abordagem de ensino-aprendizagem no contexto educacional. Monografia de Especialização, Faculdades IDAAM, Manaus, Amazonas, Brasil.

Saunders, M.; Lewis, P.; Thornhill, A. *Research methods for business studies*. 6th ed. England: Pearson Education Limited.

Scott, L. N. (1920). Naval Consulting Board of the United States. Washington: Government Printing Office.

Shrader, C. R. (2006). *History of Operations Research in the United States Army-volume I: 1942-1962*. Washington: United States Army.

Souza, C. H. M. de; Calabaide, C.; Ernesto, T. da S. (2018). Reflexões sobre metodologias ativas x prática docente. *Interdisciplinary Scientific Journal*. 5(4): 212-222.

Stordahl, K. (2007). The history behind the probability theory and the queuing theory. *Teletronikk*. 103(2): 123-140.

The Institute for Operations Research and the Management Sciences. INFORMS (2020). Disponível em: <https://www.informs.org>. Acesso em 20 mar. 2020.

Yilmaz, A. B.; Banyard, P. (2020). Engagement in distance education settings: a trend analysis. *Turkish online journal of distance education*. 21(1): 101-120.

Yin, R. K. (2001). *Estudo de caso: planejamento e métodos*. 2^a ed. Porto Alegre: Bookman.

Zachi, J. M. (2016). Problemas de Programação Linear: uma proposta de resolução geométrica para o Ensino Médio com o uso do GeoGebra. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, São Paulo, Brasil.