

CAPÍTULO X

TRILHAS DE APRENDIZADO DE CIÊNCIA E ANÁLISE DE DADOS NO CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO DA UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE

Rogério de Oliveira
Universidade Presbiteriana Mackenzie
rogerio.oliveira@mackenzie.br

Gustavo Rocha da Silva
Universidade Presbiteriana Mackenzie
gustavorocha.silva@mackenzie.br

André Luis Helleno
Universidade Presbiteriana Mackenzie
andre.helleno@mackenzie.br

Tema: Inovação e Empreendedorismo

Resumo

Na última década, existe uma forte tendência de mercado para o aumento do número de vagas de trabalho nas áreas de *analytics* e ciência de dados. Essas vagas possuem um perfil fortemente relacionado com a formação do engenheiro de produção, uma vez que envolve competências como programação, otimização matemática e estatística, assim como *soft-skills* relacionadas à visão de negócio, gestão e tomada de decisão. No sentido de inserir o graduando no ecossistema de atual de dados, ampliando suas possibilidades de contratação e de carreira, e para fornecer maior proficiência em ferramentas computacionais, o curso de engenharia de produção da Universidade Presbiteriana Mackenzie (UPM) iniciou no final de 2019 um processo de adequação do seu projeto pedagógico, inserindo habilidades e competência em *Data Science* na formação de seus egressos. Nesse contexto, este trabalho tem como objetivo apresentar as experiências obtidas nessa trajetória de mudanças e inovação do projeto pedagógico do curso, apresentando os seus resultados do ponto de vista da percepção discente, como também da visão quantitativa do desempenho dos alunos nas novas disciplinas.

Palavras-chave: *Data Science*; *Analytics*, Ciência de Dados; Aprendizado de Máquina; Ensino de Engenharia.

1. Introdução

Aproximadamente nove anos se passaram desde a famosa publicação por Davenport e Patil (2012) na Harvard Business Review, apontando a Ciência de Dados como a vaga de trabalho mais “sexy” do século XXI. Os próprios autores neste mesmo artigo, explicam que o termo “sexy” se refere às dificuldades de contratar e reter profissionais que se enquadram neste tipo de vaga, além da alta demanda prevista para esses profissionais. De fato, constata-se que houve um aumento expressivo na quantidade de quaisquer vagas relacionadas à Ciência e Análise de Dados em diversos setores. Em boa parte, isso se deve à transformação digital, que trouxe uma enorme quantidade de novos dados, sejam os dados de negócios tradicionais que passaram a ser digitalizados, sejam novos dados produzidos pela transformação digital como sistemas móveis, Internet das Coisas (IoT), etc. Isso vem trazendo uma série de mudanças nos negócios e na vida das pessoas em geral, mas principalmente transformando como se dá a tomada de decisão nas empresas com grande impacto na Indústria 4.0 (OLUYISOLA; SGARBOSSA; STRANDHAGEN, 2020).

No sentido de acomodar essas mudanças recentes no mercado de trabalho, em conjunto com a demanda por maior proficiência do engenheiro de produção com dados e *analytics*, o curso de Engenharia de Produção da Universidade Presbiteriana Mackenzie (UPM) iniciou, no primeiro semestre de 2020, uma série experiências e pequenas modificações com a proposta de oferecer uma trilha de aprendizado em ciência de dados e *analytics*. Entre essas modificações, estão a adequação de disciplinas, inserção de novos conteúdos, além de projetos e trabalhos de conclusão com este enfoque. Este relato demonstra tanto a necessidade, quanto possibilidade, de se adequarem os projetos pedagógicos dos cursos de Engenharia de Produção a essa nova direção do mercado, atendendo também às expectativas dos alunos. Mostra ainda, terem sido fatores decisivos para sucesso dessa mudança sua implementação gradual, e permanente sensibilização do corpo discente quanto às transformações do mercado.

2. Descrição do problema

Apesar da expansão constante das competências e das vagas no mercado de trabalho para as carreiras ligadas à ciência de dados, ainda é difícil precisar o conjunto de habilidades necessárias para se trabalhar com ciência de dados. Persaud (2020) elaborou um estudo bastante detalhado sobre as competências chaves necessárias para os profissionais de ciência de dados. O autor destaca que os empregadores estão em busca de sólida capacidade analítica, habilidades computacionais e de negócios atreladas a um conjunto específico de atributos de personalidade. A combinação das competências ainda varia

muito, porém os executivos são bastante claros em expressar que candidatos raramente atendem a esse conjunto de competências e que treinamento adicional é quase sempre necessário. De qualquer modo, as habilidades que parecem tornar um profissional proficiente em dados podem ser resumidas em: entendimento de negócios; habilidades computacionais (focadas em aprendizado de máquina); e conhecimentos sobre análise de dados. Enquanto a última está atrelada a um conhecimento de estatística, já tradicionalmente desenvolvido em muitos cursos de ensino superior, as duas primeiras, são habilidades bastante menos disseminadas no ensino superior como disciplinas *cross* (conteúdos comuns).

É fácil perceber então, a necessidade e as oportunidades que o aluno de engenharia de produção poderá ter ao incluirmos em sua formação conteúdos de Ciência de Dados, complementando a uma visão sistêmica de negócios e estatística, que já faz parte tradicionalmente de sua formação, e preparando o futuro profissional para um mercado onde as decisões estão cada vez mais baseadas em dados. Colocam-se então algumas questões: O que cursos de engenharia de produção deveriam ensinar sobre o tema? Quais as adaptações são necessárias? Como implementar essas mudanças?

Dado o cenário acima, buscamos então as possibilidades de atualização dos programas e das ementas das disciplinas dos cursos de engenharia de produção, de modo a abordar mais diretamente conteúdos e habilidades necessárias a um profissional hábil em dados. Entendemos que essa abordagem está em consonância com as novas diretrizes curriculares nacionais para os cursos de graduação em engenharia que, em especial, destaca (BRASIL, 2019, p. 3):

Diante desse contexto, propõe-se aqui a revisão das DCNs do Curso de Graduação em Engenharia, tendo como premissas: (i) elevar a qualidade do ensino em Engenharia no país; (ii) permitir maior flexibilidade na estruturação dos cursos de Engenharia, para facilitar que as instituições de ensino inovem seus modelos de formação; (iii) reduzir a taxa de evasão nos cursos de Engenharia, com a melhoria de qualidade; e (iv) oferecer atividades compatíveis com as demandas futuras por mais e melhores formação dos engenheiros.

A partir do descrito no item (iv), e em conjunto com a visão de apelo à interdisciplinaridade trazida pela área de dados, iniciamos as mudanças do projeto pedagógico para melhorar a habilidade do engenheiro de produção formado pela Universidade Presbiteriana Mackenzie

na área de análise de dados e *analytics*. As soluções e resultados dessas mudanças são apresentadas a seguir.

3. Solução desenvolvida (percurso metodológico)

No sentido de gerar a menor quantidade de fricção possível com a grade do curso vigente foi inevitável recorrer a uma análise que contemplasse as seguintes etapas: (i) mapear quais os conteúdos pertinentes à dados que já existiam no curso; (ii) entender que disciplinas poderiam ser facilmente adaptadas; e (iii) entender quais novas disciplinas precisariam ser criadas.

Para visualizar os conteúdos já existentes mapeados em disciplinas do curso (i), e relacionadas com os 3 eixos (de entendimento do negócio, habilidades computacionais e análise de dados) construímos o Quadro 1.

Quadro 1 – Disciplinas já existentes no curso e sua associação às habilidades requeridas para o profissional de dados

Habilidades	Disciplinas Relacionadas
Entendimento de Negócio	Gestão da Inovação, Gestão de Serviços, Comportamento Organizacional, Planejamento e Controle da Produção, Planejamento Industrial, Contabilidade de Custos, Métodos para tomada de decisão, Gestão de Projetos, Lean Seis Sigma; Logística e Cadeia de Suprimentos I e II, Tecnologias da Informação e Computação na Engenharia de Produção
Habilidades Computacionais	Linguagem de Programação, Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC)
Análise de Dados	Estatística I e II, Controle Estatístico do Processo, Pesquisa Operacional I e II, Métodos de Tomada de Decisão

Fonte: Autores

A partir do Quadro 1, é evidente que existe uma quantidade maior de disciplinas, concentradas na área de negócios. Utilizou-se como critério que em habilidades computacionais estivessem as disciplinas que abordassem diretamente algoritmos e programação, e em análise de dados, disciplinas que abordassem diretamente o processo de análise, a partir da estatística descritiva ou métodos matemáticos. Dessa forma, concluímos que os esforços e ações precisariam se concentrar em desenvolver habilidades computacionais e mais especificamente em análise de dados.

No caso das disciplinas que precisam ser adaptadas ou alteradas (ii), a primeira etapa de modificações (que ocorreu no primeiro semestre de 2020) consistiu na alteração da disciplina de 7º semestre intitulada “Tecnologia da Informação e Comunicação na Engenharia de Produção” (TIC). Originalmente o programa da disciplina versava sobre tópicos

computacionais genéricos, que abrangiam desde cibersegurança até inteligência artificial. Devido ao fato de que o conteúdo já abrangia parte do tema, ainda que pelo menos sob uma ótica qualitativa, a disciplina de TIC se tornou forte candidata para comportar alterações. Soma-se a isto também a localização dela em um momento mais avançado no curso, em particular depois que o aluno já teve contato com estatística e métodos de otimização. A alteração na ementa de TIC permitiu focar especificamente em tópicos de aprendizado de máquina (métodos supervisionados e não supervisionados). No momento deste relato de experiência, a disciplina está sendo oferecida pelo terceiro semestre consecutivo. Apesar da mudança de ementa não ter sido necessária em semestres posteriores, o plano de ensino vem sendo constantemente adaptado e sofrendo ajustes. Em particular, uma alteração para o segundo semestre de 2021 já está planejada em função da inserção de uma nova disciplina de conteúdo relacionado (ver Quadro 2).

Como mencionamos anteriormente era natural a possibilidade da criação de novas disciplinas(iii). Este processo em particular, aconteceu em dois momentos distintos. No segundo semestre de 2020 foi criada uma disciplina optativa de Business Analytics a partir do 8º semestre com o objetivo de vincular os conteúdos apresentados em TIC a uma realidade empresarial e de aplicação a negócios. O curso visa apresentar casos de uso, além de apresentar o contexto de Business Intelligence nas empresas como instrumento de tomada de decisão. A segunda mudança, por sua vez, ocorreu no primeiro semestre de 2021, com a criação da disciplina “Análise de Dados” inserida no 6º semestre (semestre anterior a TIC). Esta disciplina visa introduzir os alunos ao universo da análise exploratória de dados com uma introdução ao uso da linguagem Python, servindo de pré-requisito para a disciplina de TIC que poderá, então, expandir outros conteúdos de interesse sem dispende tanto esforço na questão da linguagem de programação (ver Quadro 2). Com estas mudanças, o curso de Engenharia de Produção da UPM, agora tem um total de 209 créditos, onde 9 créditos estão em disciplinas específicas de ciência de dados e analytics, sendo 7 obrigatórios e 2 eletivos.

Para a construção do programa das novas disciplinas, assim como na reformulação de TIC foram empregadas inúmeras fontes, incluindo a análise de programas de Ciência e Análise de Dados em cursos de Computação e Tecnologia. Dessas fontes vale destacar: as diretrizes curriculares para Ciência de Dados da ACM Computing Competencies for Undergraduate Data Science Curricula de Danyluk e Leidig (2019) e os textos introdutórios de Kelleher (2018), Alpaydin (2016) e Vanderplas (2016) para programação e uso de Python

para análise de dados. Os programas incluem ainda muitas atividades práticas com análises de dados de diferentes campos, atendendo os aspectos de interdisciplinaridade e prática destacados nas novas Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia (Brasil, 2019).

Quadro 2 - Comparativo dos conteúdos programáticos da disciplina de TIC, antes e depois da inserção da disciplina de Análise de Dados realizado no 1º sem 2021

Análise de Dados (1º semestre de 2021)	TIC (1º semestre de 2021)	TIC (2º semestre de 2021)
O que é a Análise de Dados? Ambiente Colab. Python: Comandos Básicos e Funções. Listas e Dicionários. Tidy data. Slices de linhas e colunas. Método group by e funções de agregação. Métodos Merge, Melt, Pivot, Concat. EDA: Exploratory Data Analysis. Introdução ao uso do Matplotlib. Gráficos de funções. Gráficos de linha densidade, histogramas, boxplot, scatter plots, gráficos de barra, pizza e heatmaps. SQL (Create e Select Tables).	O que é ciência de Dados? Ambientes iPython. Modelo CRISP-DM. Python: Comandos básicos. Listas. Seleção e agrupamento de dados. Matplotlib: gráficos de linha, distribuição, dispersão e relacionamentos. Biblioteca Scikit-Learn. Aprendizado supervisionado. KNN. Avaliação de Modelos. Árvores de decisão. EDA. Normalização. Hot-Encode. Naive-Bayes, SVM, Modelos neurais. Biblioteca Statsmodel. Regressão Linear. Testes de Hipóteses. Aprendizado Não-Supervisionado. K-Means. Clusterização Hierárquica. Modelos Neurais. Deep Learning. TensorFlow. Ferramentas de Organização e Visualização dos Dados.	Revisão dos Conteúdos de Exploração e Análise de Dados: Aprendizado Supervisionado. KNN. Scikit-Learn. Avaliação de Modelos. Árvores de Decisão. EDA. Normalização. Hot-Encode. Naive-Bayes. SVM. Modelos Neurais. Regressão Linear. Biblioteca Statsmodel. Testes de Hipóteses. Aprendizado Não-Supervisionado. K-Means. Clusterização Hierárquica. Modelos Neurais. Deep Learning. TensorFlow. Serviços em Nuvem: Armazenamento, Processamento e IoT.

Fonte: Autores

Em termos de tecnologias, empregamos o ambiente de programação Google Collaboratory (Google Colab) com Python Notebooks, tendo sido desenvolvido todos os materiais do curso, notas de aulas e exercícios, nessa plataforma única para os alunos. Empregam-se ainda, dentre as principais bibliotecas Python, as bibliotecas Pandas (para manipulação de dados), Matplotlib e Seaborn (para visualização de dados) e Scikit-learn (para aprendizado de máquina), além do uso pontual de outros softwares como SQL, Google DataStudio® e o Tensorflow.

Sempre preocupados com o impacto dessas mudanças nos alunos, pudemos diagnosticar rapidamente a dificuldade dos alunos com programação. Apesar do contato inicial dos alunos com programação se no primeiro semestre com C++, as disciplinas com ênfase na análise de dados ocorrem somente no 6º e 7º semestres, e são desenvolvidas em Python. Dentre outros, esse é um ponto de revisão em andamento.

Essas mudanças requerem avaliação contínua de seus impactos e de seus resultados. Buscamos, então, avaliar a percepção dos discentes sobre o valor agregado ao curso por essas mudanças, assim como medir o desempenho dos alunos através das avaliações. A seção 4 apresenta resumidamente esses resultados.

4. Resultados obtidos

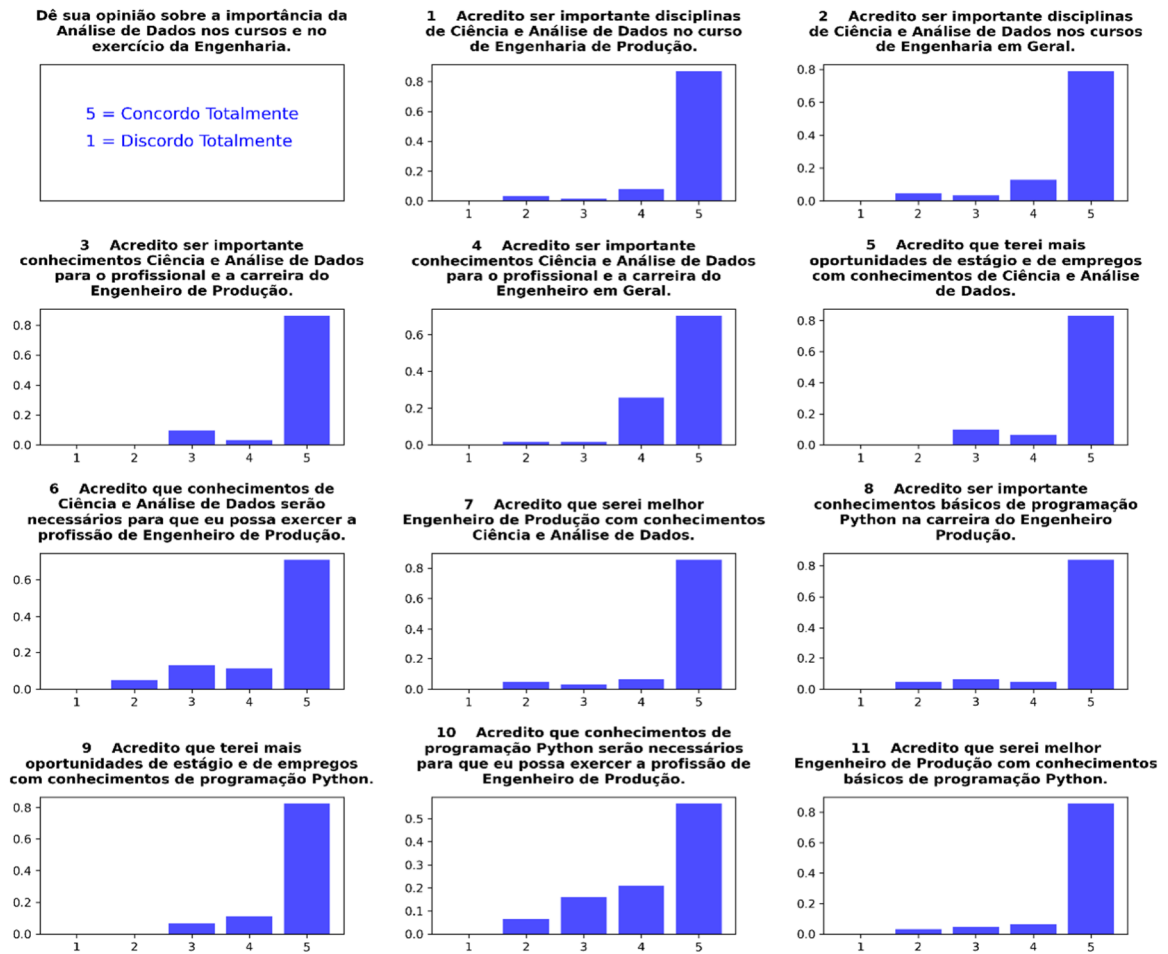
Para acompanhar a evolução dessas mudanças no projeto pedagógico, fizemos uso de dois instrumentos de avaliação de resultados que permitem identificar ajustes e melhorias necessários a partir dessas mudanças. O primeiro instrumento foi uma pesquisa que foca na percepção dos alunos em relação ao curso e ao mercado. O segundo instrumento de avaliação foram os resultados das notas alcançadas pelos alunos através das provas e das atividades das disciplinas.

4.1 Pesquisa: Ciência de Dados para Engenharia de Produção

Foram obtidas 62 respostas, em um universo de aproximadamente 300 alunos, para se avaliar as necessidades e as expectativas dos alunos, do 6º e 7º semestres do curso de Engenharia de Produção, com relação aos conteúdos de Análise de Dados e TIC. As questões foram divididas em dois grupos: (a) o Grupo 1: Dê sua opinião sobre a importância da Ciência e da Análise de Dados nos cursos e no exercício da Engenharia; e (b) o Grupo 2: Sobre seu trabalho, estágio ou oportunidades que vem buscando. Os resultados dessa pesquisa encontram-se compilados e analisados a seguir.

O primeiro conjunto de perguntas (Grupo 1) diz respeito à avaliação dos alunos quanto a necessidade ou o papel de Análise de Dados no curso ou no exercício da engenharia. Em todas as questões (Figura 1) há unanimidade em se apontar a importância da Ciência e da Análise de Dados nos cursos e para o exercício e a carreira do profissional de Engenharia de Produção, como também das Engenharias em Geral (embora o questionário se limite a alunos de Engenharia de Produção), com 70% ou mais das respostas sendo 'concordo totalmente' (questões 1-9 e 11). A única afirmativa que obteve concordância inferior (questão 10) refere-se à necessidade ou não de Python para o exercício da profissão de Engenheiro de Produção. Mesmo assim, mais de 50% responderam 'concordo totalmente' (questão 10), sendo os valores superiores a 70% no restante das questões do subgrupo referente ao uso da linguagem de programação Python (questões 8-11).

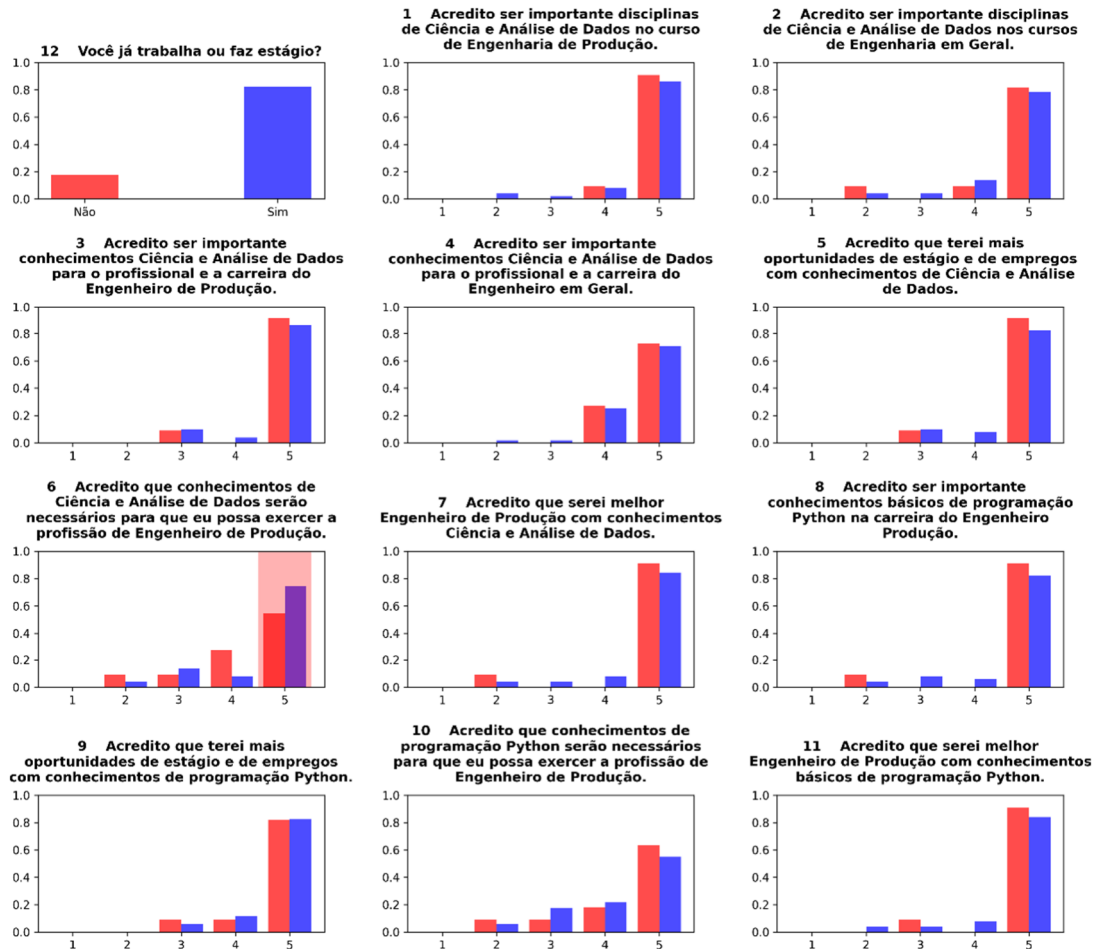
Figura 1 – Resultados da pesquisa para as perguntas do Grupo 1



Fonte: Autores

Não houve diferença significativa de resultados quando observadas as respostas dos alunos que já atuam no mercado (já empregados ou ainda estagiários), e os que ainda não estão atuando (Figura 2). Apenas no item da questão 6: Acredito que terei mais oportunidades de estágio e de empregos com conhecimentos de Ciência e Análise de Dados (em destaque na Figura 2), encontramos uma diferença mais significativa, mas que apenas reforça a importância da Ciência e Análise de Dados para novas oportunidades, na visão dos alunos que já estão no mercado. Constante da pesquisa, os alunos atuam em diferentes segmentos de mercado, sendo destaque a participação dos alunos nos segmentos Financeiro (35% dos alunos) e Indústria em Geral (15%).

Figura 2 - Resultados da pesquisa para as perguntas do Grupo 2



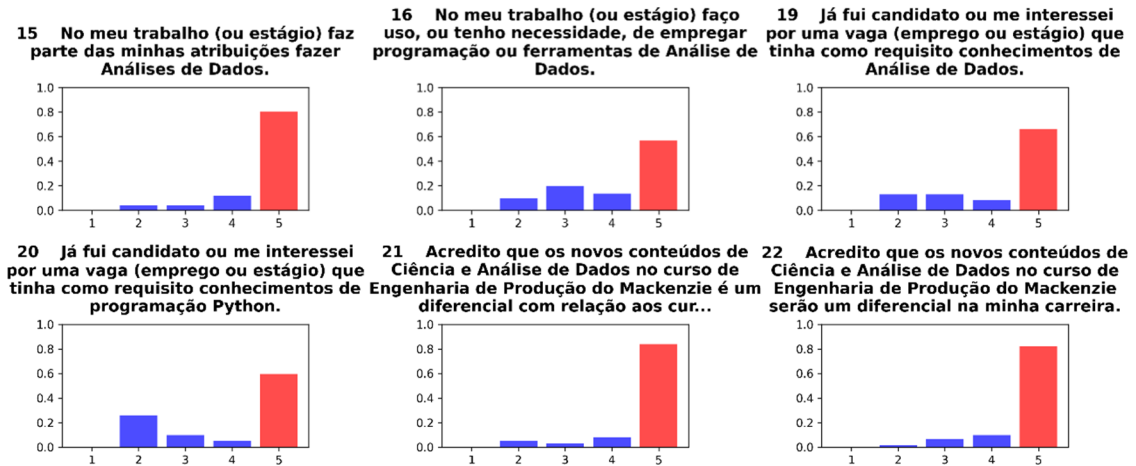
Fonte: Autores

O segundo grupo de questões (questões 15, 16, 19-22, Figura 3) busca entender se já existem, para aqueles alunos que já atuam no mercado, exigências de conhecimentos de Ciência de Dados e Python no exercício de suas funções ou para novas oportunidades.

A pesquisa demonstra ainda, que para a grande maioria dos alunos que já atuam no mercado, já existem exigências tanto de Ciência de Dados como de Python, para que possam ser promovidos ou mesmo para que possam executar atividades de rotinas. O resultado ainda deixa claro que o aluno enxerga como um diferencial no curso a iniciativa da Universidade Presbiteriana Mackenzie.

Essa percepção dos alunos vai no mesmo sentido que uma série de outras pesquisas, que igualmente apontam para importância da Ciência de Dados no mercado em geral, como por exemplo a pesquisa incluída em Danyluk e Leidig (2019), relatório este que empregamos em parte para a elaboração do nosso programa. Cerca de 80% dos empregadores buscam ou dão preferência a candidatos com *skills* em Ciência de Dados e *Analytics*, e resultados semelhantes também são encontrados no mercado nacional.

Figura 3 – Resultados para a percepção sobre exigências e oportunidades para os alunos que já estão atuando no mercado de trabalho

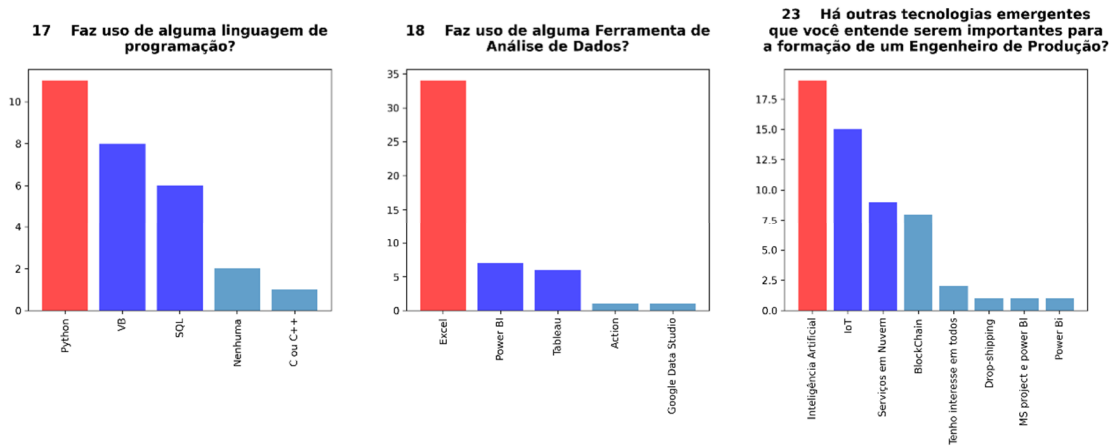


Fonte: Autores

Ainda dentro da linha de identificar as necessidades e expectativas de nossos alunos, a Figura 4, apresenta um resumo das principais linguagens empregadas (Python em destaque, seguida de VB e SQL), ferramentas (Excel, seguido de Power BI® e Tableau®) e novas tecnologias (IA, IoT, Serviços em Nuvem) que despertam interesse dos alunos no mercado.

O cenário apresentado traz uma perspectiva otimista em relação a incluir Análise e Ciência de Dados, assim como Python, no programa, mas também aponta outras necessidades como SQL, ferramentas de visualização de dados (como Power BI® e Tableau®) e tecnologias como IoT e Serviços em Nuvem, que estão previstas para serem incluídas em atualizações futuras do programa.

Figura 4 – Linguagens, Ferramentas e Tecnologias de interesse pelos alunos no mercado



Fonte: Autores

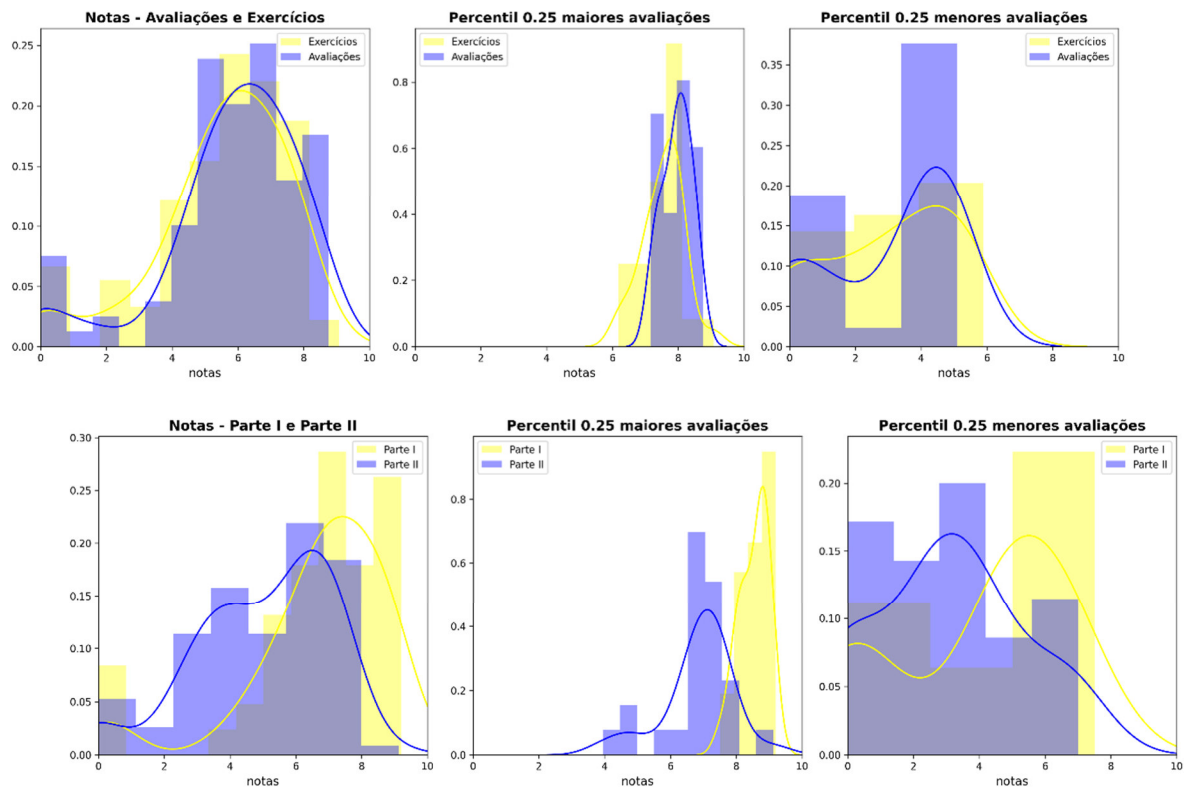
4.2 Acompanhamento da Análise de Desempenho dos Alunos

Além da coleta de percepção dos alunos, entende-se necessário quantificar explicitamente o desempenho dos alunos diante do novo projeto pedagógico. Em geral, o percentual de reprovação foi bastante pequeno e pode ser atribuído em maior parte a alunos que abandonaram a obrigação de entregas das tarefas ao longo do curso. Estes resultados das avaliações são particularmente importantes, principalmente por se tratar das primeiras turmas de uma disciplina nova, que permitem calibrar a profundidade dos exercícios, avaliações e outros ajustes no programa. Neste sentido, dois aspectos foram importantes de serem avaliados. O primeiro, dizia respeito à adequação da forma e complexidade dos exercícios para o aprendizado. Na prática, estávamos tentando responder à seguinte pergunta: estariam os exercícios e práticas semanais contribuindo para o melhor desempenho dos alunos nas avaliações? De fato, a Figura 5, mostra que os melhores resultados em avaliações seguem de forma bastante próxima os melhores resultados nos exercícios. De modo algum isto oferece garantia de que os exercícios sejam o único fator para as boas avaliações, mas demonstra, ao menos, que eles podem ser equiparados do ponto de vista de complexidade.

O segundo aspecto diz respeito às diferenças ou dificuldades dos alunos com relação às duas partes em que o curso está dividido. Basicamente a primeira parte (primeiras 7 semanas), inclui conteúdos de Python, bibliotecas básicas para exploração de dados e gráficos e *Exploratory Data Analysis*. Já na segunda parte (de 5 a 7 semanas) apresentam-se os conteúdos de *Machine Learning*, incluindo técnicas de Aprendizado Supervisionado e Não Supervisionado. Assim, nos questionamos: estariam os alunos tendo resultados

diferentes no aprendizado de técnicas mais tradicionais quando comparado com as técnicas de *Machine Learning*? De fato, observa-se na Figura 5 um resultado em média cerca de 15% inferior nas avaliações da segunda parte do curso com relação à primeira.

Figura 5 – Distribuições de notas para avaliações e exercícios, geral e para as partes I e II do curso dos 100 alunos matriculados em TIC no 2º de sem 2020



Fonte: Autores

A avaliação é de que isso tem dois motivos principais. Primeiro, que bons resultados na primeira parte do curso tira a exigência dos mesmos bons resultados na segunda parte, já que o curso é dividido em avaliações bimestrais de mesmo peso. Segundo, que os conteúdos da primeira e segunda parte são cumulativos – os conteúdos da primeira parte sendo pré-requisitos para segunda. Esses resultados levam-nos a sugerir, no futuro, um peso diferenciado para cada uma das partes do curso como um critério possivelmente mais justo e eficaz.

4.3 Impacto da COVID e do Distanciamento Social

Implementações de mudanças como essas representam por si só um desafio. Existe muitas vezes resistência por parte dos alunos, dificuldades de integrar os conteúdos com os de outras disciplinas, os erros e acertos inerentes a quaisquer grandes mudanças etc. Mas todas essas mudanças tiveram ainda o desafio de serem conduzidas ao longo da pandemia de COVID e as restrições do distanciamento social.

Foi assim importante o uso de tecnologias facilitadoras para as práticas de ensino, e destacamos algumas destas tecnologias que permitiram conduzir de modo satisfatório essas mudanças, mesmo neste cenário desafiador.

O curso foi conduzido nesse período, assim como outras disciplinas da UPM, em modo de regime excepcional de contingência com todas as aulas ministradas de forma síncronas. Empregamos a plataforma de EAD da UPM, baseada no *software* Moodle, para conteúdos e controle de tarefas, sendo os encontros síncronos realizados também através do Moodle®, Zoom®, ou Google Meets®. Apesar de nada de particular em relação às disciplinas aqui mencionadas, destacamos apenas a vantagem para os alunos de terem os encontros gravados e, portanto, poderem ser revistos a qualquer momento. Algo que claramente não tínhamos nas aulas presenciais.

Especificamente para as disciplinas de Ciência e Análise de Dados, foi essencial o uso do ambiente de programação Google Colaboratory (Google Colab) e o de Python Notebooks. O Google Colab dispensa a instalação de qualquer software (requer apenas um *Browser* e acesso internet) para o uso de Python e suas bibliotecas, fornecendo ainda um ambiente padronizado para todos os alunos. Já os Python Notebooks, consistem em arquivos programa que permitem incluir em um único documento programas, texto e saída da execução dos programas. Tornou-se possível assim, desenvolver todos os materiais do curso, notas de aulas e exercícios, em uma plataforma única para os alunos. A ferramenta Slack®, plataforma colaborativa web para chats e fóruns, também se mostrou útil para compartilharmos nas sessões online códigos e conteúdo multimídia (indisponível no chat da maior parte das plataformas de videoconferência). O uso como ferramenta colaborativa entre os alunos para troca de soluções e experiências, entretanto, ainda é bastante incipiente.

5 Lições aprendidas e conclusão

O relato de experiência aqui apresentado demonstra tanto a necessidade quanto a possibilidade de se adequar os projetos pedagógicos dos cursos de Engenharia de

Produção a uma nova realidade das empresas, da Indústria 4.0 e do mercado em geral, resultante da transformação digital e do aumento da relevância dos dados nas empresas. Essa mudança não descaracteriza a formação do Engenheiro, mas fornece conteúdos que atualizam e enriquecem a prática da engenharia diante das exigências e do novo cenário do mercado. Entre as lições aprendidas na implementação dessas mudanças, direcionada tanto pelo acompanhamento das avaliações como também pelas expectativas dos alunos apresentadas na pesquisa, foram fatores decisivos para os resultados da iniciativa:

- (a) A necessidade de implementações graduais que permitissem conciliar as adequações vistas como necessárias com a percepção dos alunos sobre a relevância do tema
- (b) Avaliação constante das mudanças e readequações quando necessárias
- (c) Necessidade de sensibilização dos discentes em relação às tendências do mercado e da importância das mudanças

Com relação aos impactos da COVID e do isolamento social no período de implantação dessas mudanças, a experiência nos mostrou a importância e a possibilidade do uso de tecnologias que flexibilizaram o ensino e, no futuro, formatos híbridos podem ser avaliados para essas disciplinas.

As alterações do projeto pedagógico, como apresentado aqui, ainda se encontram em andamento. É, assim, esperado para os próximos semestres novas revisões de conteúdo e atividades das disciplinas, bem como sua integração com projetos dos alunos, iniciações científicas etc. De acordo com os resultados das avaliações dos alunos em provas e exercícios, entende-se que existe margem para melhorias na métrica de avaliação dos alunos. Um dos objetivos é garantir o processo de avaliação contínua, atrelado a uma constância no desempenho das avaliações ao longo de todos o semestre.

Um ponto importante ainda a se destacar é a percepção positiva dos discentes quanto à relevância do tema, e a possibilidade da trilha de *Analytics* e Ciência de dados ser vista como um diferencial.

Referências

ALPAYDIN, Ethem. **Machine Learning**. [S. L.]: The Mit Press, 2016.

BRASIL. Ministério da Educação. Gabinete do Ministro. Processo nº 23001.000141/2015-11. Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 23 abr. 2019. p. 3.

DANYLUK, Andrea; LEIDIG, Paul. **Computing Competencies for Undergraduate Data Science Curricula**.

[S. L.]: Association For Computer Machinery, 2019. 131 p. Disponível em: https://dstf.acm.org/DSTF_Final_Report.pdf. Acesso em: 26 abr. 2021.

DAVENPORT, Thomas; PATIL, D.J.. Data Scientist: The Sexiest Job of the 21st Century. **Harvard Business Review**, [S.L.], v. 10, n. 90, p. 128-128, out. 2012. Disponível em: <https://hbr.org/2012/10/data-scientist-the-sexiest-job-of-the-21st-century>. Acesso em: 28 mar. 2021.

KELLEHER, John D.; TIERNEY, B.. **Data Science**. [S. L.]: The Mit Press, 2018. (The MIT Press Essential Knowledge).

OLUYISOLA, Olumide Emmanuel; SGARBOSSA, Fabio; STRANDHAGEN, Jan Ola. Smart Production Planning and Control: Concept, Use-Cases and Sustainability Implications. **Sustainability**, [S.L.], v. 12, n. 9, p. 1-29, set. 2020.

PERSAUD, Ajax. Key competencies for big data analytics professions: a multimethod study. **Information Technology & People**, [S.L.], v. 34, n. 1, p. 178-203, 2 mar. 2020. Emerald. <http://dx.doi.org/10.1108/itp-06-2019-0290>.

VANDERPLAS, Jake. **Python Data Science Handbook**: essential tools for working with data science. [S.L.]: O'Reilly Media Inc, 2016.