

Problem based learning (PBL) no ensino de estatística: análise da percepção dos alunos em um curso de engenharia

Problem based learning (PBL) in the statistics teaching: an analysis of the undergraduates' perception in an engineering course

RESUMO

Este estudo visa por meio do método de revisão sistemática de literatura *Methodi Ordinatio*, avaliar e analisar a influência da metodologia de ensino Aprendizagem Baseada em Problemas (*Problem-Based Learning* - PBL) no ensino de Estatística para alunos de Engenharia, com base em artigos específicos do assunto e artigos gerais sobre a metodologia PBL, visto a necessidade de adequação do ensino às exigências tecnológicas e do mercado de trabalho. Tal análise possibilitou concluir que a metodologia PBL ao ser aplicada na situação em questão traz grandes frutos para o aprendizado assim como o esperado por estudos da aplicação da metodologia em outras situações, porém podendo gerar melhora até mesmo na aprendizagem direta da matéria quando medida por testes.

PALAVRAS-CHAVE: Revisão sistemática. Ensino de estatística. Aprendizagem baseada em problemas.

ABSTRACT

This research aims, through the systematic literature review method *Method Ordinatio*, to analyse and evaluate the influence of the Problem Based Learning (PBL) methodology in the teaching of Statistics to Engineering undergraduates, through articles of this specific matter and general PBL studies, in order to address the job market and the technology needs. Such analysis makes it possible to reach the conclusion that the PBL methodology when applied in this specific situation brings great gains for learning as expected by studies of the application of the methodology in other situations, however, it can bring to improvements even in the direct learning of the topic when measured by tests.

KEYWORDS: Systematic review. Statistics teaching. Problem based learning.

Lucas Gabriel Silva Perseguin
lucasperseguin@gmail.com
Universidade Tecnológica Federal
do Paraná, Ponta Grossa, Paraná,
Brasil

Guataçara dos Santos Junior
guata@utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal
do Paraná, Ponta Grossa, Paraná,
Brasil

Recebido: 19 ago. 2020.

Aprovado: 01 out. 2020.

Direito autoral: Este trabalho está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.



INTRODUÇÃO

O ensino de Estatística é fundamental na Engenharia, para que o engenheiro seja capaz de interpretar tudo que acontece ao seu redor, ter um aporte na tomada de decisões e para que possa solucionar problemas. E conforme o mercado se desenvolve, cada vez mais rapidamente, as universidades se dedicam a desenvolver e preparar de maneira mais adequada seus alunos e nesse ponto a metodologia de ensino se torna mais questionada pois ela aparentemente falha em acompanhar o desenvolvimento científico, cultural e tecnológico. Portanto é necessário desenvolver métodos que facilitem e otimizem o ensino da Estatística a esses estudantes, sendo que vários métodos já foram testados e continuam a ser incrementados e estudados, e novos métodos continuam sendo inventados utilizando de todo conhecimento e experiência dos métodos anteriores, além da inovação tecnológica.

Dentre as várias metodologias existentes foi escolhida a Aprendizagem Baseada em Problemas (*Problem-Based Learning* - PBL), um método criado em meados de 1970 em um curso de Medicina no Canadá e foi rapidamente sendo adotada por outras universidades na América do Norte e na Europa pelo seu grande sucesso, uma metodologia que:

“[...]trata de uma estratégia formativa através da qual os alunos são confrontados com problemas contextualizados e pouco estruturados e para os quais se empenham em encontrar soluções imediatas. Essa metodologia se concretiza, preferencialmente, em grupos nos quais é possível desenvolver o pensamento crítico dos alunos e construir soluções mais criativas e novos caminhos, consequentemente mais ricos”. (GUIMARÃES, 2018);

Esse método foi escolhido pois além de incentivar o aluno a aprender por sua conta, algo fundamental para o mercado de trabalho, esse método também trabalha com muitos problemas que são reais, aproximando assim o aluno dos problemas que poderá enfrentar no futuro, gerando interesse e um conhecimento muito valioso. Portanto pela importância do aprendizado de Estatística para esses estudantes de Engenharia, este estudo visou, por meio de uma revisão sistemática de literatura, analisar e avaliar as reais influências desse método para tal aprendizado.

MATERIAL E MÉTODOS

Neste trabalho, com intuito de analisar e avaliar o método PBL ao ser aplicado no ensino de Estatística a estudantes de Engenharia, utilizou-se de uma metodologia de revisão sistemática da literatura, a *Methodi Ordinatio* (PAGANI; KOVALESKI; RESENDE, 2015) como base metodológica.

A *Methodi Ordinatio* é uma metodologia para revisões sistemáticas de literatura e construção de referenciais teóricos cuja as principais etapas são a definição das palavras-chave e suas combinações, definição das bases a serem pesquisadas, a pesquisa definitiva realizada com os dados dos passos anteriores e a *InOrdinatio*, uma equação que qualifica o referencial. As bases de artigos escolhidas para serem utilizadas foram a *Scielo*, a *Science Direct*, a *Scopus* e a *Web*

of Science, pela grande gama de estudos que juntas abordam e por possuírem artigos de vários lugares do mundo e a filtragem dos artigos resultantes da busca definitiva foi feita pelos *softwares* gratuitos de gerenciamento de referências *Mendeley* e *Jabref*, sendo que tais artigos que foram considerados para todas as análises seguintes.

Essa metodologia avalia os artigos com base em seu número de citações(Ci), o fator de impacto do periódico onde foi publicado(Fi), o ano em que foi publicado(AnoPub), o ano em que a atual pesquisa está sendo realizada(AnoPesq) e um número arbitrário α que varia de 1 a 10 e define quão relevante será considerado a diferença entre o ano atual e o ano em que o artigo de estudo foi publicado, sendo que o valor 1 define como irrelevante essa diferença e o valor 10 causa com que artigos mais recentes tenham uma nota muito superior; Para esse estudo o valor 5 foi escolhido, por denotar um equilíbrio entre a necessidade de o artigo ser novo, para que nele seja considerado por exemplo aparatos tecnológicos que cada vez são mais utilizados na educação, e ao mesmo tempo ainda garantindo que artigos antigos que tenham tido muita relevância ainda tenham uma boa avaliação e o fator de impacto escolhido foi o SJR (Scimago Journal and Country Rank), com o valor mais recente disponível do periódico, um fator cujo valor se atrela ao prestígio médio por artigo.

Todas essas variáveis geram a equação InOrdinatio:

$$InOrdinatio = \left(\frac{Fi}{1000} \right) + \alpha * [10 - (AnoPesq - AnoPub)] + Ci \quad (1)$$

Tal equação que foi utilizada para avaliar os artigos e qualificá-los de modo a ser referência para quais artigos seriam utilizados nas análises consequentes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Num primeiro momento foram realizadas pesquisas preliminares com a intenção de definir as bases de artigos e as combinações de palavras-chave necessárias para abranger todas as pesquisas que tratem do assunto dessa pesquisa, sendo que todas as pesquisas com as combinações de palavras-chave foram feitas por Título, Abstract e Keywords. Logo, a combinação de palavras-chave escolhida nessa pesquisa foi ("PBL" OR "Problem Based Learning") AND "Statistics" pois por si só eram suficientes para abranger todos os artigos encontrados em várias outras combinações que realmente abordassem o assunto, pois nas combinações que incluíam "Engenharia" não foram encontrados resultados que condiziam com a pesquisa e já não estivessem presentes na combinação escolhida, totalizando 123 artigos nos resultados de busca. Ademais, a combinação escolhida foi adaptada a cada base, pois algumas retornavam valores muito altos de pesquisas e a maioria não condizia com o intuito da pesquisa, tais adaptações podem ser vistas conforme o Quadro 1.

Quadro 1. Resultados de pesquisas nas bases.

Bases			
Scielo	Scopus	Science Direct	Web of Science
Conteúdo da pesquisa: ("PBL" OR "Problem Based Learning") AND "Statistics" Resultados encontrados: 4	Conteúdo da pesquisa avançada: TITLE-ABS-KEY (("PBL") OR ("Problem Based Learning") AND ("Statistics")) AND (LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Problem Based Learning") OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Problem Based Learning") OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Statistics")) AND (LIMIT-TO (DOCTYPE , "ar")) AND (LIMIT-TO (SUBJAREA , "ENGI") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "MULT")) Resultados encontrados: 25	Conteúdo da pesquisa: ("PBL" OR "Problem Based Learning") AND "Statistics" Resultados encontrados: 27	Conteúdo da pesquisa: TÓPICO: (("PBL" OR "Problem Based Learning") AND "Statistics") Refinado por: CATEGORIAS DO WEB OF SCIENCE: (EDUCATION EDUCATIONAL RESEARCH OR EDUCATION SCIENTIFIC DISCIPLINES OR MATHEMATICS OR ENGINEERING MULTIDISCIPLINARY OR MULTIDISCIPLINARY SCIENCES) AND TIPOS DE DOCUMENTO: (ARTICLE) Resultados encontrados: 57

Fonte: Autoria própria (2020).

Então os artigos foram analisados pelos softwares Mendeley e Jabref, que detectaram 21 artigos duplicados entre os resultados de todas as bases e posteriormente esses 102 artigos restantes foram revistos com o intuito de eliminar os artigos que não fossem realmente condizentes com o objetivo da pesquisa, restando assim 14 artigos finais considerados no estudo, conforme o Quadro 2.

Quadro 2 – Resultados da pesquisa nas bases.

Pré-filtragem	Sem Duplicatas	Final
123	102	14

Fonte: Autoria própria (2020).

Em seguida os 14 artigos foram classificados de acordo com o método InOrdinatio e os 5 artigos melhor classificados que foram considerados para as análises seguintes conforme o exemplo da tabela final presente no Quadro 3.

É interessante de se notar que todos os 14 artigos finais são consideravelmente recentes, sendo o mais velho deles é datado de 2009, talvez isso seja devido ao fato de que o ensino de estatística passou a estar presente nos currículos de Educação Básica apenas a partir da década de 1980 (PEREIRA, 2017) e no currículo brasileiro apenas em meados de 1990 (DIAS, 2016) e apenas a partir de então que a preocupação com a formação de professores para ensinar estatística se fez presente. Considerando que a metodologia PBL foi criada no final da década de 60 e as primeiras pesquisas envolvendo o ensino de estatística datam do final da década 80 e início da década de 90, principalmente nos Estados Unidos da América, portanto pesquisas mais aprofundadas, que já tenham uma base teórica sólida e aporte tecnológico relevante foram possíveis apenas mais recentemente.

Nota-se também, com base nos países em que os artigos foram realizados que os estudos sobre a metodologia ao ser aplicada no ensino de Estatística se encontram majoritariamente na Europa, porém a Malásia, mesmo sendo o único país Asiático presente na lista, lidera as pesquisas junto aos Países Baixos cujas

pesquisas se concentram principalmente na Universidade de Maastricht, uma universidade focada no ensino por PBL, sendo uma referência mundial no assunto.

Conforme o Quadro 3 apresenta os 5 artigos mais relevantes no assunto o foco principal da análise foi dado ao 4º 'The effect of using a project-based learning (PBL) approach to improve engineering students' understanding of statistics' (FARRELL e CARR, 2019) pois é o único dos 5 artigos melhor classificados que se atenta especificamente a alunos de Engenharia.

Quadro 3 – Exemplo de tabela InOrdinatio.

Posição	Autores	Título	Ano	Periódico	Citações	SJR	InOrdinatio	País
1	Abdullah, N.I., Tarmizi, R.A. and Abu, R.	The Effects of Problem Based Learning on Mathematics Performance and Affective Attributes in Learning Statistics at Form Four Secondary Level	2010	Procedia - Social and Behavioral Sciences	104	0,158	104,000158	Malásia
2	de Jong, N., Verstegen, D.M.L., Tan, F.E.S. and O'Connor, S.J.	A comparison of classroom and online asynchronous problem-based learning for students undertaking statistics training as part of a Public Health Masters degree	2013	ADVANCES IN HEALTH SCIENCES EDUCATION	52	1,326	67,001326	Países Baixos
3	Espinoza Melo, C.C. and Sánchez Soto, I.R.	Aprendizaje basado en problemas para enseñar y aprender estadística y probabilidad TT - Problem-based learning to teach and learn statistics and probability	2014	Paradigma	28	0	48	Chile
4	Farrell, F. and Carr, M.	The effect of using a project-based learning (PBL) approach to improve engineering students' understanding of statistics	2019	TEACHING MATHEMATICS AND ITS APPLICATIONS	1	0,771	46,000771	Irlanda
5	Anasagasti Aguirre, J. and Berciano Alcaraz, A.	LEARNING STATISTICS THROUGH PBL WITH PROSPECTIVE PRIMARY TEACHERS	2016	CONTEXTOS EDUCATIVOS-REVISTA DE EDUCACION(1), pp. 31-43	12	0	42	Espanha

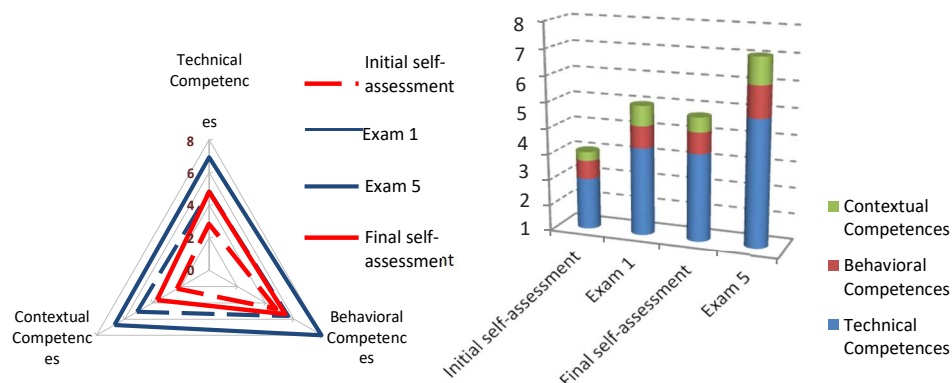
Fonte: Autoria própria (2020).

Pela análise de trabalhos anteriores (FARRELL e CARR, 2019 e VIDIC, 2011) percebe-se que, assim como visto nos cursos em geral, ao ser aplicada em um curso de Engenharia, a metodologia PBL não necessariamente gera resultados melhores em testes comuns, porém os alunos experienciam claros e grandes ganhos em relação a habilidades mais gerais como resolução de problemas, trabalho em equipe e capacidade de aplicação da matemática no mundo real.

Por outro lado na Universidade de Piurra (GUERRERO CHANDUVÍ, 2013), em um estudo aplicado na matéria de Estatística para alunos de Engenharia, os resultados apontaram que além dos ganhos de habilidades gerais técnicas e comportamentais dos alunos eles também foram melhores nos testes de conhecimento e contextualização que foram aplicados conforme apresentado na Figura 1, onde são comparados os resultados dos teste iniciais e finais e da auto avaliação dos alunos no início e no fim da aplicação da metodologia, demonstrando a melhora significativa em todos os aspectos(técnico, comportamental e contextual) tanto nos testes quanto na auto avaliação(GUERRERO CHANDUVÍ, 2013). Tais resultados demonstram todo o potencial do PBL para os alunos de Engenharia caso os problemas tratados sejam escolhidos com muita atenção, sejam adaptados aos conteúdos do curso e seja levado em consideração os conhecimentos já possuídos pelos alunos (VIDIC, 2011), além da necessidade de muito empenho e interesse por parte dos alunos e disposição e disponibilidade do professor para estruturar um plano sólido e eficiente e estar sempre presente para auxiliar os alunos, sabendo como guiá-los da maneira mais adequada de acordo

com os objetivos de desenvolvimento escolhido e visando o futuro profissional desses estudantes.

Figura 1. Resultados da aplicação da PBL.



Fonte: (GUERRERO CHANDUVÍ, 2013).

Porém estudos de Albanese (1993) já mostraram que o PBL ainda possui lados possivelmente negativos e que necessitam de mais estudos, como os custos, que conforme Berkson (1990 apud ALBANESE, 1993) podem ser custos inesperados, como necessidade de espaços para reuniões dos grupos e a necessidade de material bibliográfico específico e em grande escala e os custos esperados de tempo e trabalho que são complexos de contabilizar, dificultando a interpretação da viabilidade da metodologia por meio deles.

Outro problema encontrado quando aplicada em cursos por completo é a troca que a metodologia causa entre a abrangência da metodologia padrão de ensino e a profundidade em cada tópico que a PBL institui, como Shahabudin (1987) que calculou que um estudante precisar dispor de cerca de 22% mais tempo para aprender um tópico pela PBL do que pelo ensino padrão, fazendo com que os alunos cubram menos tópicos durante o curso, porém se aprofundando mais em cada tópico estudado, retendo assim o conteúdo aprendido por muito mais tempo (ALBANESE, 1993) podendo ser considerado que realmente aprenderam o conteúdo ao contrário dos estudantes do ensino padrão que tendem a esquecer os conteúdos rapidamente após a formatura. Porém os problemas de abrangência do conteúdo estudado aparentemente não se aplicam necessariamente quando a metodologia é aplicada apenas na matéria de Estatística em um curso de Engenharia (FARRELL e CARR, 2019, VIDIC, 2011 e GUERRERO CHANDUVÍ, 2013), onde tais problemas não foram citados e a questão de custos não se enquadra como um grande problema por estar sendo aplicada em pequena escala.

Na questão da metodologia sendo aplicada a estudantes de Engenharia (PERRENET, et al. 2000) no curso por completo e em todas as matérias, ressalta-se que é necessário se atentar às diferenças culturais entre estudantes de diferentes cursos, Van Woerden (2001, apud PERRENET, et al. 2000) aponta que estudantes de cursos de caráter técnico têm tendências de se adequar melhor a metodologias mais técnicas, portanto quanto ao ensino de Engenharia caso a metodologia PBL seja escolhida pela instituição ou pelo professor, ela deve ser intercalada com projetos de trabalho para soluções de problemas em grandes e pequenas escalas para desenvolver ao máximo a capacidade de solucionar problemas e trabalho em grupo dos estudantes (PERRENET, et al. 2000). Tal lógica pode ser aplicada também ao ensinar Estatística a esses alunos, caso a metodologia PBL não esteja rendendo conforme o esperado, a causa pode estar justamente nas características específicas dos alunos, portanto a intercalação com uma metodologia mais técnica

pode auxiliar como incentivo aos alunos e ainda pode gerar frutos interessantes na questão do conhecimento profissional desses alunos.

CONCLUSÃO

Portanto a metodologia Aprendizagem Baseada em Problemas (Problem-Based Learning - PBL) é uma metodologia extremamente interessante quando aplicada em um curso de Estatística para estudantes de Engenharia, pois ela pode gerar mais interesse nos alunos, além de possibilitar que eles se aprofundem em tópicos que na visão própria deles será importante para suas futuras carreiras com os problemas baseados na realidade com os quais eles terão contato.

Os problemas presentes na utilização da metodologia PBL não se apresentam como preocupantes nessa pequena escala, porém é necessária a atenção ao aproveitamento dos alunos e caso seja necessário a intercalação da PBL com metodologias mais técnicas, visto a cultura dos estudantes de engenharia; Porém poucos estudos foram realizados intercalando todos os pontos destacados, onde a metodologia utilizada é a PBL em um curso de Estatística e para estudantes de Engenharia, sendo que a alteração de uma dessas partes do estudo pode mudar completamente o resultado obtido e futuros estudos no Brasil também são necessários pois há a possibilidade da cultura dos estudantes e dos professores brasileiros influenciar de alguma maneira nos resultados finais.

Afinal, a PBL pode ser aplicada de várias maneiras e com o devido esforço de ambos os estudantes e os professores há a possibilidade de haver um aprendizado bem mais significativo da matéria em relação à metodologia padrão de ensino atualmente em vigor na maioria das instituições de ensino superior, principalmente as de caráter técnico, trazendo um conhecimento profissional àqueles que ainda estão no estudo técnico.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao órgão federal CNPq pelo fomento ao estudo, à instituição de ensino superior UTFPR do campus de Ponta Grossa e ao meu orientador Pr^o. Dr^o. Guataçara dos Santos Junior.

REFERÊNCIAS

Pagani, R.N., Kovalski, J.L. & Resende, L.M. Methodi Ordinatio: a proposed methodology to select and rank relevant scientific papers encompassing the impact factor, number of citation, and year of publication. **Scientometrics** 105, 2109–2135 (2015). Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s11192-015-1744-x>>. Acesso em: 02/082020.

GUIMARÃES, G. G. Aprendendo cálculo diferencial e integral em engenharia civil: uma proposta interdisciplinar entre teoria e prática. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 37, n. 1, 13 abr. 2018. Disponível em: <<http://revista.educacao.ws/revista/index.php/abenge/article/view/1288/801>>. Acesso em: 30/07/2020.

FARRELL, Fionnuala; CARR, Michael. The effect of using a project-based learning (PBL) approach to improve engineering students' understanding of statistics. **Teaching Mathematics and its Applications: An International Journal of the IMA**, v. 38, n. 3, p. 135-145, 2019. Disponível em: <https://academic.oup.com/teamat/article/38/3/135/5553677>>. Acesso em: 10/08/2020

ALBANESE, Mark A. et al. Problem-based learning: A review of literature on its outcomes and implementation issues. **ACADEMIC MEDICINE-PHILADELPHIA**-, v. 68, p. 52-52, 1993. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Mark_Albinese/publication/14751207_Problem-based_learning_A_review_of_literature_on_its_outcomes_and_implementation_issues/links/560003a408aeba1d9f844a82/Problem-based-learning-A-review-of-literature-on-its-outcomes-and-implementation-issues.pdf>. Acesso em: 14/07/2020.

SHAHABUDIN, S. H. Content coverage in problem-based learning. **Medical education**, v. 21, n. 4, p. 310-313, 1987. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1365-2923.1987.tb00369.x>>. Acesso em: 21/07/2020.

PERRENET, Jacob C.; BOUHUIJS, Peter AJ; SMITS, Jan GMM. The suitability of problem-based learning for engineering education: theory and practice. **Teaching in higher education**, v. 5, n. 3, p. 345-358, 2000. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/248028126_The_Suitability_of_Problem-based_Learning_for_Engineering_Education_Theory_and_practice#read>. Acesso em: 14/08/2020.

PEREIRA, C. S. **Material manipulável e manipulável virtual para o Ensino de Estimativa de Proporção Populacional**. 2017. 92 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciência e Tecnologia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2017.

DIAS, C. F. B. **Ambiente virtual de aprendizagem para o ensino de probabilidade e estatística nos anos iniciais do ensino fundamental**. 2016. 170 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciência e Tecnologia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2016.

VIDIC, A. Drobic. Impact of problem-based statistics course in engineering on students' problem solving skills. **International journal of engineering education**, v. 27, n. 4, p. 885-896, 2011. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/286979528_Impact_of_Problem-based_Statistics_Course_in_Engineering_on_Students%27_Problem-Solving_Skills> Acesso em: 28/07/2020.