O Boletim de Conjuntura (BOCA) publica ensaios, artigos de revisão, artigos teóricos e empíricos, resenhas e vídeos relacionados às temáticas de políticas públicas.

O periódico tem como escopo a publicação de trabalhos inéditos e originais, nacionais ou internacionais que versem sobre Políticas Públicas, resultantes de pesquisas científicas e reflexões teóricas e empíricas.

Esta revista oferece acesso livre imediato ao seu conteúdo, seguindo o princípio de que disponibilizar gratuitamente o conhecimento científico ao público proporciona maior democratizacão mundial do conhecimento.



BOLETIM DE CONJUNTURA

BOCA

Ano IV | Volume 12 | Nº 36 | Boa Vista | 2022

http://www.ioles.com.br/boca

ISSN: 2675-1488

https://doi.org/10.5281/zenodo.7483867

BOLETIM DE CONJUNTURA

www.ioles.com.br/boca

ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA SOBRE MATEMÁTICA CRÍTICA ATRAVÉS DA APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS

Adriano Alves de Rezende[1]

Eduardo Carrasco[2]

Angela Silva-Salse[3]

Resumo

Este artigo visou fazer uma análise bibliométrica, nas duas maiores bases indexadoras de trabalhos científicos do mundo, a respeito do ensino da Matemática através da abordagem metodológica Aprendizagem Baseada em Problemas. O desenvolvimento do pensamento crítico representa uma demanda crescente da sociedade atual, daí o interesse em mensurar o volume de publicação nos periódicos constantes nestas bases indexadoras. Para verificar as produções sobre o tema empregando a abordagem Science Mapping utilizando variados termos de busca. O processo foi refinado até que as buscas apresentassem dados robustos para emitir uma conclusão. Dessa forma, o recorte temporal foi delimitado 2012 a 2020. Observou-se um crescimento da ordem de 42,49% nos trabalhos que abordam o estudo da Matemática por meio da Aprendizagem Baseada em Problemas visando o pensamento crítico com grande elevação das ocorrências a partir de 2018. No entanto, o que se percebe é que essa temática representa uma ínfima parcela das pesquisas realizadas em Matemática ou, a despeito da relevância de estudar o pensamento crítico, os grandes periódicos acadêmicos tendem a publicar outros temas. Não obstante, emergem autores asiáticos com grande participação publicações, mas ainda perdura a preferência por citações de autores americanos em detrimento dos demais.

Palavras chave: Aprendizagem Baseada em Problemas; Habilidades; Matemática Crítica; Metodologias Ativas.

Abstract

This article aimed to carry out a bibliometric analysis, in the two largest indexing databases of scientific works in the world, regarding the teaching of Mathematics through the methodological approach Problem-Based Learning. The development of critical thinking represents a growing demand in today's society, hence the interest in measuring the volume of publications in journals included in these indexing bases. To verify the productions on the subject using the Science Mapping approach using various search terms. The process was refined until the searches presented robust data to issue a conclusion. Thus, the time frame was delimited from 2012 to 2020. There was a growth of around 42.49% in works that address the study of Mathematics through Problem-Based Learning aimed at critical thinking with a great increase in occurrences from de 2018. However, what can be seen is that this topic represents a tiny portion of the research carried out in Mathematics or, despite the relevance of studying critical thinking, the major academic journals tend to publish other topics. However, Asian authors emerge with a large participation in publications, but the preference for citations of American authors to the detriment of the others still persists.

Keywords: Active Methodologies; Critical Mathematics; Problem-Based Learning; Skills.

INTRODUÇÃO

A crescente produção acadêmica nas diversas áreas do conhecimento faz com que pesquisadores se debrucem sobre uma infinidade de trabalhos e temáticas que podem ou não estar relacionadas ao seu

[1] Professor da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), Brasil. Doutorando em Educação pela Universidade SEK (USEK). E-mail para contato: adriano.rezende01@gmail.com

[2] Professor da Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación (UMCE), Chile. Doutor em Matemática Educativa. E-mail para contato: eduardo.carrasco@umce.cl

[3] Professora da Universidad Católica del Maule (UCM), Chile. Doutora em Educação. E-mail para contato: angelasilvasalse@hotmail.com

objeto de estudo. Por outro lado, eles ainda têm a necessidade de encontrar referências robustas e trabalhos seminais que deem sustentação a argumentação ao tema em estudo. Assim, este trabalho buscou incialmente fazer um estudo bibliométrico dos trabalhos publicados sobre Aprendizagem Baseada em Problemas para o ensino da Matemática com vistas ao desenvolvimento do Pensamento Crítico até 2020.

A pesquisa bibliométrica permite identificar as tendências de estudos em determinadas áreas de pesquisa, quando apresentam um grande volume de obras de um tema específico em determinado período (MILL; OLIVEIRA, 2014; OLIVEIRA; ROTHEN, 2021). Ou, permite determinar um deserto produtivo, quando da baixa publicação do tema. Nesse caso, pode-se entender como uma oportunidade a ser explorada pelo pesquisador a fim de mapear o estado da arte dentro de uma temática a partir de critérios objetivos passíveis de análise em tabelas e gráficos (SENHORAS, 2019; SENHORAS; SENHORAS, 2018).

O conhecimento matemático é basilar para que toda e qualquer sociedade evolua. Todavia, ele por si mesmo não é suficiente para gerar os avanços e transformações, mas é necessário e imprescindível para que isso ocorra sejam desenvolvidas competências como pensamento crítico, analítico e reflexivo.

Logo, a relevância deste trabalho na possibilidade de efetuar um diagnóstico das produções acadêmicas mediante uma análise bibliométrica e sistêmica que envolvem o desenvolvimento do Pensamento Matemático Crítico através Aprendizagem Baseada em Problemas de modo a identificar o real estágio produtivo da temática e utilizando a abordagem *Science Mapping* para tal.

Assim, no intuito de construir além desta introdução este artigo divide-se em outras 5 seções. A segunda seção apresenta os argumentos teóricos e práticos que sustentam e justificam esta pesquisa. Na terceira seção traz a metodologia de busca e tratamento das informações bibliométricas. A quarta seção apresenta os resultados obtidos e na quinta e última seção são expressas as conclusões levantadas por este estudo.

DEFININDO O PENSAMENTO CRÍTICO ENQUANTO HABILIDADE OU COMPETÊNCIA

Aprender a Matemática de maneira a conseguir implementá-la nas diversas situações cotidianas é um desafio dos educadores em todo o mundo. Logo, desenvolver um Pensamento Matemático Crítico capaz de possibilitar às pessoas, em especial os jovens estudantes em formação, a tornarem-se plenamente aptos a exercer suas atividades como cidadãos e a tornarem-se profissionais mais qualificados.

Para tanto é fundamental esclarecer os conceitos de Habilidade e de Competência descritos na legislação brasileira que normatiza e orienta o ensino no país e pelos quais a construção teórica e argumentativa deste trabalho está sendo realizada.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) define competência como sendo:

> (...) a mobilização de conhecimentos (conceitos e procedimentos), habilidades (práticas, cognitivas e socioemocionais), atitudes e valores para resolver demandas complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho (BRASIL, 2018, p.8).

Enfatiza-se que o pensamento crítico se encontra no grupo das habilidades de "Compreensão" previstas pela BNCC (2018) e permeia todas as competências (representação e comunicação, investigação e competências, e contextualização sociocultural), a serem desenvolvidas pela matemática vistas nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCN+EM).

O Ensino da Matemática no Mundo

O *International Association for the Evaluation of Educational Achievement* (IEA) juntamente com o *International Study Center* (ISC) do Boston College monitoram periodicamente a evolução do ensino de Matemática e de Ciências no mundo. O estudo do IEA/ISC especificamente é realizado em mais de 60 países, tem periodicidade quadrienal e os resultados são expostos através do *The Trends in International Mathematics and Science Study* (TIMMS) (INTERNATIONAL ASSOCIATION FOR THE EVALUATION OF EDUCATIONAL ACHIEVEMENT, 2019).

Segundo os dados preliminares do TIMMS para o ano de 2019 apresentados na Tabela 1, os alunos dos anos finais dos dois ciclos do ensino fundamental (4ª e 8ª séries) tendem a demonstrar que no domínio do conteúdo há uma concentração ou predileção pelo conhecimento dos números em ambas as observações. Todavia, na 8ª série essa predileção se divide também com o conhecimento em Álgebra.

Tabela 1 - Domínio de Conteúdo e Cognitivo no Ensino Fundamental Mundial

Domínio do Conteúdo da 4ª Série	Domínio do Conteúdo da 8ª Série
50% Números	30% Números
35% Formas e Medidas Geométricas	30% Álgebra
15% Exibição de Dados	20% Geometria
	20% Dados e Probabilidades
Domínio Cognitivo da 4ª Série	**Domínio Cognitivo da 8ª Série**
40% Conhecimento	35% Conhecimento
40% Aplicabilidade	40% Aplicabilidade
20% Raciocínio	25% Raciocínio

Fonte: International Association for the Evaluation of Educational Achievement (2019).

Ainda tratando da Tabela 1, ao se debruçar sobre o domínio cognitivo destes mesmos alunos (4ª e 8ª série) percebe-se que 40% deles demonstraram que vislumbram mais a aplicabilidade dos conhecimentos em Matemática e Ciências. Ou seja, ao compreenderem a aplicação da teoria ou conteúdo passado em sala de aula esses alunos conseguem perceber um uso para ele.

O resultado do TIMSS permite que os países comparem suas estruturas educacionais e abordagens pedagógicas e possam melhorar internamente seus sistemas de ensino. Importantes variáveis da política de Educação podem ser exploradas na busca por essa melhoria, tais como: i) estrutura e organização do sistema; ii) ênfase curricular; iii) práticas pedagógicas; iv) tecnologia na sala de aula; v) atitudes dos alunos em relação à aprendizagem (INTERNATIONAL ASSOCIATION FOR THE EVALUATION OF EDUCATIONAL ACHIEVEMENT, 2019).

De toda maneira, qualquer que fossem os percentuais apresentados na Tabela 1, sempre haverá espaço para a melhoria dos métodos didáticos, pois a humanidade evolui e da mesma forma, as ações didáticas devem acompanhar estas mudanças.

Huete e Bravo (2007) afirmam que é necessário ampliar o programa de matemática para atingir esse objetivo através do desenvolvimento de habilidades básicas que possibilitem tanto a alunos quanto a professores se adaptarem continuamente às mudanças do processo de ensino-aprendizagem e, em consequência, às necessidades impostas pela sociedade. Tudo aquilo que puder agregar melhorias ao processo de ensino-aprendizagem é benéfico a todos os envolvidos.

Assim, uma aprendizagem significativa exige que o aluno construa paralelamente fatos, conceitos, princípios, procedimentos e estratégias relativas ao conhecimento matemático levando-o ao desenvolvimento de soluções particulares para os problemas postos.

A Educação Matemática Crítica através da Aprendizagem Baseada em Problemas

Diversas abordagens didáticas buscam melhorar a capacidade de entendimento e de envolvimento no processo de ensino-aprendizagem tornando os estudantes agentes participativos deste processo. Estas abordagens são identificadas como Metodologias Ativas de Ensino (MAEs).

Existe uma gama de MAEs, no entanto nem todas têm a mesma eficiência ao tratar de conteúdos densos como a Matemática. Destaca-se dentre elas as que, segundo diversos autores citados no Quadro 1, lograram êxito no ensino da Matemática com vistas ao desenvolvimento do pensamento matemático crítico.

Todavia, a Aprendizagem Baseada em Problemas apresenta vantagens operacionais em relação às demais MAEs dentro do objetivo educacional proposto (desenvolver o Pensamento Matemático

Crítico - PMC), principalmente quando são consideradas as dificuldades estruturais enfrentadas por grande parte das escolas brasileiras, destaque para as escolas públicas.

Quadro 1 - Trabalhos Acadêmicos recentes utilizando Metodologias Ativas de Ensino que resultaram no desenvolvimento do Pensamento Matemático Crítico

Metodologia Ativa de Ensino	Autores
Aprendizagem por Pares (*Peer Instruction)*	Pereira e Afonso (2020) Rachelli e Bisognin (2020) Tullis e Godstone (2020) Wallace (2019)
Sala de Aula Invertida (*Flipped Classroom*)	Pereira, Hahn e Bovo (2020) Ghezzi et al (2019) Tonin, Menegassi e Macuch (2019) Bottentuit Junior (2019) Andrade et al (2019)
Modelagem Matemática	Rosa e Orey (2020) Rigonatto (2020) Silva, Madruga e Silva (2019) Ferreira e Silva (2019) Nascimento Oliveira et al (2019) Littig *et al* (2019)
Aprendizagem Baseada em Jogos e a Gamificação (*Game Based Learning* – GBL *and Gamification*)	Rezende, Carrasco e Silva-Salse (2022) Ramos e Vilela Junior (2019) Tenório (2019) Silva, Sales e Castro (2019)
Aprendizagem Baseada em Projetos (*Project Based Learning*)	Alves et al (2020) Koloski et al (2019) Chen e Yang (2019) Silva e Salgado (2019)
Aprendizagem Baseada em Problemas *(Problem Based Learning)*	Rezende e Siva-Salse (2021) Oliveira et al (2020) Guisso et al (2019) Pazán e Flores (2019) Souza (2019)

Fonte: Elaboração própria.

Como afirmam Rezende, Silva-Salse e Carrasco (2022) é fundamental a formação de indivíduos com uma formação matemática crítica pois, conscientes de suas possibilidades eles tendem a tomar decisões mais assertivas em seu cotidiano.

METODOLOGIA

Ressalta-se que toda pesquisa necessita de uma Revisão de Literatura que pode ser feita por meio de Narrativa (método tradicional) onde o autor da pesquisa escolhe as referências mais adequadas a sua pesquisa, ou por meio de uma Revisão Sistemática que se vale de critérios objetivos para efetuar a revisão, no caso as palavras-chave. Na Revisão Sistemática abrem-se duas possibilidades, com o uso de

Meta-análises e sem o uso de Meta-análise (BALDAN, 2020; PAGANI, KOVALESKI E RESENDE, 2017).

Assim, com base nas palavras-chave, definidas por meio escopo da pesquisa, utilizou-se como método de pesquisa o *Science Mapping* (bibliometria) para obter o maior número de informações possíveis a respeito das publicações existentes na temática desejada.

O *Science Mapping* é um instrumento que apresenta diversas possibilidades e permite ao pesquisador encontrar: *i*. os periódicos mais relevantes na área de estudo; *ii*. os *papers* mais citados e que possuem o maior Fator de Impacto; *iii.* os autores mais produtivos; *iv*. palavras-chave mais relevante com base no tema; *v*. volume de produção na área de estudo por ano e país; *vi*. identificação de cluster e redes de pesquisa na área (BALDAN, 2020; PAGANI; KOVALESKI; RESENDE, 2017).

O *Science Mapping* possui o potencial de introduzir um processo de revisão sistemática, transparente e reproduzível, com base na medição estatística da ciência, dos cientistas ou da atividade de pesquisa científica (BALDAN, 2020; ARIA; CUCCURULLO, 2017).

As bases indexadas utilizadas para pesquisa foram *Web of Science* (JCR) e Scopus (*CiteScore*) dado que são as mais amplas e respeitadas academicamente.

Para efeito de tratamento dos dados coletados nestas duas bases de dados empregou-se o *software* R utilizando uma rotina derivada do estudo de Pagani, Kovaleski e Resende (2015). Posteriormente foi realizada a análise por meio do Bibliometrix de Aria e Cuccurullo (2017) que apresenta uma métrica de forma estratificada das diversas variáveis relevantes para a compreensão adequada da temática pesquisada.

Contudo para que o procedimento seja adequadamente empregado é necessário sejam definidos o recorte temporal (período de tempo a ser analisado) e os termos de busca. Por sua vez, a definição destas duas variáveis serão descritas a seguir.

Termos de busca

Inicialmente foram utilizados como termos de busca as palavras que melhor representam o objetivo deste estudo nas linguas portuguesa, inglesa e espanhola. Foram eles i. Pensamento Crítico (*Critical Thinking* e Pensamiento Crítico); ii. Aprendizagem Baseada em Problemas (*Problem-Based Learning* e Aprendizaje basado en problemas); iii. Matemática (*Math* e *Matemática*) e, iv. Ensino Médio (*High School* e *Escuela Secundaria*) nas referidas línguas respectivamente. Contudo, não houveram resultados com esta combinação de palavras nas bases consultadas.

Diante do insucesso na pesquisa inicial os termos de busca foram redefinidos para: i. Pensamento Crítico (*Critical Thinking* e *Pensamiento Crítico*); ii. Aprendizagem Baseada em Problemas

(*Problem-Based Learning* e *Aprendizaje Basado en Problemas*); iii. Matemática (*Math* e Matemática) e excluída a indicação ao Ensino Médio. Nesta configuração de pesquisa foram encontrados resultados tanto na base *Web of Science* (WOS) quanto na Scopus.

Recorte Temporal

Com os novos termos de referência deu-se inicio a busca por referências nas bases previamente definidas. Inicialmente buscou-se toda e qualquer informação produzida com estes termos de busca entre os anos de 2016 a 2020. Contudo os resultados foram mínimos. Assim ampliou-se esse recorte temporal para 2012 a 2020 e obteve-se um pequeno ganho no volume de trabalhos publicados.

ANÁLISE DOS RESULTADOS

Após empregar o método de revisão bibliográfica sistemática (*Science Mapping*) foram obtidos os seguintes resultados a respeito das publicações nas duas grandes bases de pesquisa científica mundial.

Dentro do intervalo compreendido entre os anos de 2012 e 2020 foram encontrados trabalhos que trataram da Matemática, Pensamento Crítico e Aprendizado Baseado em Problemas conjuntamente em apenas 50 documentos. Deste total de documentos dezenove foram artigos e outros vinte e cinco consistiam em trabalhos apresentados em congressos e conferências conforme detalhamento apresentado no Quadro 2.

Quadro 2 - Tipos de Documentos

Tipo de documento	Quantidade
Artigos	19
Capitulos de livros	3
Trabalhos em conferências	25
Resumos em conferências	2
Resumos	1

Fonte: Elaboração própria.

Foi observado que em média foram realizadas 1,48 publicações por ano, considerando o período analisado de nove anos (2012 a 2020). Dentro desta mesma perspectiva temporal, estes documentos foram citados em média 3,66 vezes.

Estes trabalhos contaram com 151 autores distintos. Dentre eles 146 apareceram em mais de um trabalho (documentos múltiplos) e apenas 5 foram autores de um único documento. Todavia foram contabilizados 167 autores nas obras encontradas (Quadro 3).

Os dados levam a crer que dentro dos 50 documentos encontrados existe uma recorrência de autores. Ou seja, alguns destes autores que pesquisam a matemática de forma consistente e abordam em seus estudos os termos de pesquisa utilizados para refinar o Science Mapping, tendem a ter maior volume de publicações. Todavia, isso reforça a existência de pesquisa colaborativa, dado o grande número de trabalho com múltiplos autores.

Quadro 3 - Autoria dos trabalhos

Autores	Quantidade
Autores	151
Aparições de autores	167
Autores de único documento	5
Autores de multiplos documentos	146

Fonte: Elaboração própria.

Quando a análise se volta para os documentos (Quadro 4), observa-se que existem, dentro do período analisado, apenas 6 trabalhos com uma única autoria. Isso indica que um único autor publicou dois documentos distintos.

Quadro 4 - Relação de colaboração entre autores

Tipo de Colaboração	Valores
Documento de autoria única	6
Documento por autor	0,331
Autor por documento	3,02
Coautores por documento	3,34
Índice de Colaboração	3,32

Fonte: Elaboração própria.

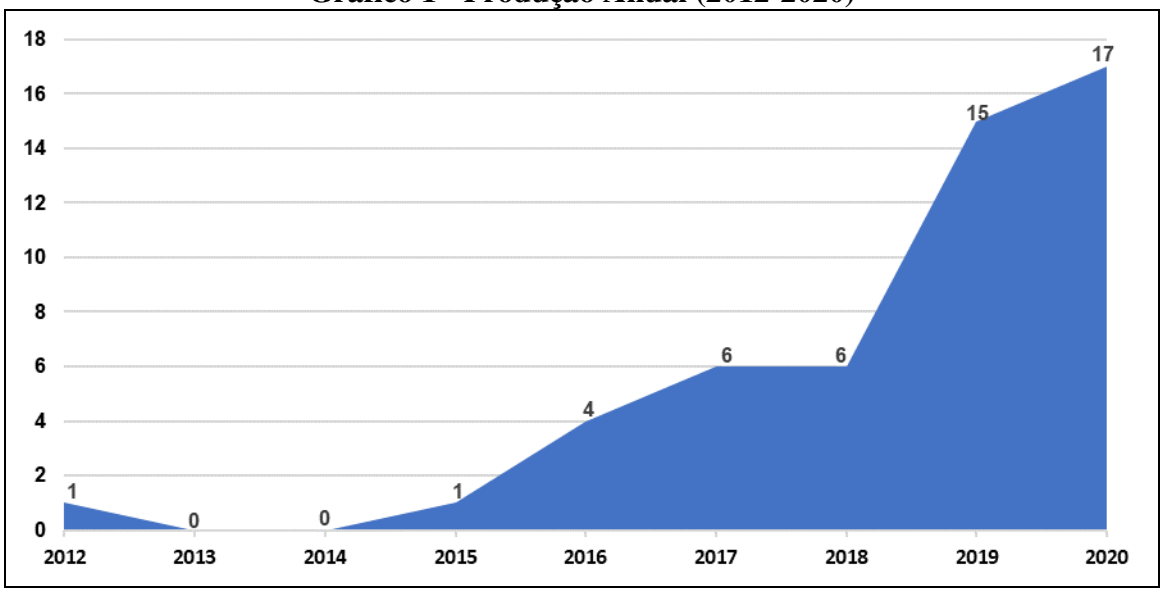
Considerando os demais dados fornecidos pela análise bibliométrica, tem-se que em média existem 3,02 autores por documento e um índice de coautores e de colaboração de 3,34 e 3,32, muito próximos. Estes valores reforçam o entendimento obtido através do Quadro 2, que retrata a análise de autoria.

Todavia, observando o gráfico 1, percebe-se que houve um hiato produtivo entre os anos de 2013 e 2014. A partir de 2015 que as publicações tratando do Pensamento Crítico em Matemática (ou Pesamento Matemático Crítico - PMC), conjuntamente com Aprendizagem Baseada em Problemas iniciaram uma trajetória ascendente chegando a 17 publicação em 2020. Isso representou uma taxa anual de crescimento da ordem de 42,50%, aproximadamente.

Não obstante, cabe destacar que em 2016 o relatório do Fórum Econômico Mundial destacou a necessidade de se desenvolver o pensamento crítico ao longo da formação acadêmica para torná-los

plenamente aptos ao mercado de trabalho do século XXI (REZENDE; SILVA-SALSE; CARRASCO, 2022; WORLD ECONOMIC FORUM, 2016).

Gráfico 1 - Produção Anual (2012-2020)



Fonte: Elaboração própria.

No Quadro 5, quando se observa os autores mais produtivos no tema ao longo deste período, destaca-se Judith Donnelly (Estados Unidos da América) emerge como a maior autora em volume de trabalhos (4 artigos). Seguem-se a ela Darhim Darhim e Suparman Suparman, ambos com três trabalhos e ambos da Indonésia. Os outros sete autores ranqueados tiveram dois trabalhos publicados cada.

Deve-se destacar que nesse grupo de autores também encontra-se Matthew J. Donnelly, também norte americano, que possui algumas publicações com Judith Donnelly. Mesmo tendo o mesmo sobrenome foi possível definir se existe algum grau parentesco entre os dois.

Quadro 5 - Autores mais produtivos entre 2012 a 2020

Autor principal		Quantidade de Artigos
1	Donnelly, J. F.	4
2	Darhim, D.	3
3	Suparman, S.	3
4	Cakiroglu, E.	2
5	Cetin, Y.	2
6	Donnelly, M. J.	2
7	Massa, N.	2
8	Mirasyedioglu, S.	2
9	Mullett, G.	2
10	Na, N	2

Fonte: Elaboração própria.

Quando, observa-se o total de citações (TC) é perceptível que começam a figurar outros autores principais, diferentes daqueles listados como mais produtivos (Quadro 6). Como primeiro da lista, encontra-se Brian R. Belland que juntamente com seus colegas da Utah State University, Andrew E. Walker, Nan Ju Kim e Mason Lafler publicaram o artigo *Synthesizing Results From Empirical Research on Computer-Based Scaffolding in STEM Education: A Meta-Analysis,* que na livre tradução pode traduzido como "Sintetizando resultados de pesquisas empíricas sobre estruturas baseadas em computador na educação STEM: uma meta-análise". Esse trabalho teve 48 citação entre os anos de 2017 e 2020. O total de citações anual da publicação (12) é quase o dobro do segundo trabalho ranqueado, que tem um total de citações de 25 e 6,25 citações ao ano. Todos os demais trabalhos listados apresentam resultados distantes dos valores vistos no trabalho de Belland e outros (2017).

Quadro 6 - Principais manuscritos por citação

Autor Principal		Periódico	D.O.I	TC[1]	TC anual
1	Belland, B. R.(2017)	*Review of Educational Research*	10.3102/0034654316670999	48	12
2	Anazifa, R. D. (2017)	J Pendidikan Ipa Indones	10.15294/jpii.v6i2.11100	25	6,25
3	Syafina, B. P. (2019)	*International Journal of Scientific & Technology Research*	-	19	9,5
4	Mathers, N. (2012)	Acta Astronautica	10.1016/j.actaastro.2012.06.003	17	1,89
5	Styers, M. L. (2018)	CBE - *Life Sciences Education*	10.1187/cbe.16-11-0332	15	5,00
6	Ismail, N. S. (2018)	*Thinking Skills and Creativity*	10.1016/j.tsc.2018.04.002	12	4,00
7	Son, J. W. (2015)	*Mathematics Education Research Journal*	10.1007/s13394-015-0148-9	10	1,67
8	Cutucache, C. E. (2016)	*International Journal of STEM Education*	10.1186/s40594-016-0037-0	8	1,60
9	Nursolekah, S. (2016)	*International Journal of Science and Technology Research*	-	7	1,35
10	Donnelly, M. J. (2017)	*Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering*		4	1,00

Fonte: Elaboração própria.
Nota: [1]TC – Total de Citações.

Destaca-se novamente a presença de Matthew J. Donnelly como um dos autores autores dos principais trabalhos citados. No artigo de 2017 entitulado "Por que eu preciso saber isso? Aprendizagem baseada em problemas de óptica/fotônica na sala de aula de matemática", ele é o autor principal e tem como co-autoras Judith F. Donnelly e Stephanie Donnelly. Novamente, destaca-se que apesar da similaridade dos sobrenomes não é possível afirmar a existência de parentesco entre os autores.

Quando são observados os países de origem dos autores, tem-se a Indonésia como o país mais profícuo seguido dos Estados Unidos (Quadro 7). Isso já era esperado, tendo em vista os resultados observados onde os três primeiros autores mais produtivos eram um americano e dois indonésios.

Quadro 7 - Paises Correspondente dos Autores (2012-20220)

	País	Frequência	MCP[1]
1	Indonésia	7	7
2	EUA	4	4
3	Turquia	3	3
4	Austrália	1	1
5	China	1	1
6	Malásia	1	1

Fonte: Elaboração própria.
Nota: [1]MCP: *Multiple Country Publications*

No entanto, quando se observam as citações por país apresentadas no Quadro 8 tem-se um panorama diferente. Os Estados Unidos são o país com maior número de citações (66), seguidos da Austrália com 17 citações e da Malásia com 12 citações.

Devido a média ser calculada mediante a data da publicação algum dados podem causar, inicialmente, certa estranheza. A exemplo tem-se os dados da Austrália, Malásia e China que tem uma média de 17, 12 e 1 citações, respectivamente, o mesmo valor do total de citações. Logo, tanto as 17 citações percebidas na Austrália, quanto as 12 citações da Malásia e a citação chinesa ocorreram em 2020.

Quadro 8 - Citações Totais por País entre 2012 a 2020

Países Citados		Total de Citações	Média por artigo
1	EUA	66	16,500
2	Austrália	17	17,000
3	Malásia	12	12,000
4	Indonésia	3	0,429
5	Turquia	2	0,667
6	China	1	1,000

Fonte: Elaboração própria.

Dentre as fontes mais relevantes encontram-se o *Journal of Physics: Conference Series* com 17 trabalhos publlicaso no perído de 2012 à 2020, seguido da publicação da American Society Engineering Education, a *Asee Annual Conference And Exposition Conference Proceedings* com 3 trabalhos (Quadro 9).

Percebe-se ao observar os demais fontes que, em sua maioria, tem como escopo áreas do conhecimento onde a Matemática e fundamental para seu desenvolvimento, bem como se interligam, como é o caso da Física e Engenharia onde existe a possibilidade do estudante compreender sua aplicabilidade dentro de uma perspectiva prática. O que, segundo Rezende e Silva-Salse (2021) e Rezende, Silva-Salse e Carrasco (2022), é fundamental para o desenvolvimento do PMC, principalmente utilizando a Aprendizagem Baseada em Problemas para esta finalidade.

No entanto, entende-se que, mesmo não trazendo em seus nomes indicativos evidentes de que o ensino é uma vertente explícita em seu rol de áreas de interesse (escopo), essas fontes (conferências, revistas entre outros) também recebem contribuições que versam sobre o ensino da Matemática.

Quadro 9 - Fontes mais relevantes entre 2012 a 2020

	Fontes	Artigos
1	Journal of Physics: Conference Series	17
2	Asee Annual Conference and Exposition Conference Proceedings	3
3	Eurasian Journal of Educational Research	2
4	International Journal Of Scientific And Technology Research	2
5	Optics Infobase Conference Papers	2
6	Proceedings of Spie - The International Society for Optical Engineering	2
7	Universal Journal of Educational Research	2
8	Acta Astronautica	1
9	CBE Life Sciences Education	1
10	Educational Leadership And Administration: concepts methodologies tools and applications	1

Fonte: Elaboração própria.

As informações trazidas por este estudo bibliométrico contidas no Quadro 10 acabam por dar maior robustez as conclusões deste estudo. Ao longo do perído de 9 anos (2012 à 2020) em questão, as publicações contendo Aprendizagem Baseada em Problemas, pensamento crítico e habilidades de pensamente crítico como palavras-chave figuraram entre as 5 palavras-chave mais empregadas. Seja na forma utilizada pelos autores na publicação, seja sob a forma expandida, que é uma busca por termos similares.

Quadro 10 - Palavras-chave mais relevantes entre 2012 e 2020

Palavras-Chave		Artigos	Palavras-chave expandidas	Artigos
1	*Problem-Based Learning*	14	*Problem Based Learning*	24
2	*Critical Thinking*	8	*Students*	20
3	STEM	6	*Critical Thinking Skills*	15
4	*Critical Thinking Skills*	4	*Technology*	15
5	*Active Learning*	3	*Critical Thinking*	12
6	*Advanced Manufacturing*	2	*Engineering and Mathematics*	10
7	*Case Study*	2	STEM (*Science*)	10
8	*Daily Life Practices*	2	*Learning Systems*	9
9	Geogebra	2	*Education Computing*	7
10	Lasers	2	*Engineering Education*	7

Fonte: Elaboração própria.

As informações contidas nos dez quadros trazem alguns resultados e suscintam algumas reflexões. A saber:

I. Há pouca quantidade de estudos em Matemática envolvendo o desenvolvimento de Pensamento Crítico através da Aprendizagem Baseada em Problemas enquanto abordagem metodológica;

II. Os trabalhos publicados podem tratar da Matemática envolvendo o desenvolvimento de Pensamento Crítico, mas utilizando outras Metodologias Ativas de Ensino como STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*);

III. Dentro do período observado de nove anos houve pouco interesse em abordar esta temática, dada a pequena quantidade de trabalhos encontrados na pesquisa bibliográfica;

IV. Países como Indonésia e Malásia tem apresentado maior produtividade no tema abordado, no entanto, os trabalhos publicados nos Estados Unidos ainda são os mais citados.

Logo percebe-se que estudo da Educação Matemática Crítica e de um PMC floresceu em 2015, tal como foi apresentado na Figura 1, e se expandiu pelos países da Ásia, onde tem a maior ocorrência de trabalhos publicados nas Bases Scopus e *Web of Science* (WOS).

CONCLUSÕES

Tomando os resultados apresentados conclui-se que, mesmo sendo um campo da Matemática de extrema importância para a formação profissional, seu ensino sob uma perspectiva crítica não é contemplado dentro das pesquisas acadêmicas publicadas nos indexadores Scopus e *Web of Science*, tal como se acreditava.

As ocorrências bibliográficas demonstraram que a Matemática sob a perspectiva crítica, tem sido trabalhada dentro de outras áreas de conhecimento como Física e Engenharia, onde sua aplicação tende a ser mais perceptível por parte dos estudantes.

Senão o estudo efetivamente, mas, ao menos a divulgação de estudos de alguns ramos da Matemática com vistas ao desenvolvimento o Pensamento Crítico já realizados nas duas bases consultadas, ainda são muito incipientes tal como pode ser observado pelos dados apresentados.

No entanto, ainda que permaneça a hegemonia norte americana no que tange a publicações sobre este tema, percebeu-se a ascenção de autores de países asiáticos como Indonésia e Malásia indicando que há uma expansão da discussão em países emergentes e que normalmente não são tidos como referência no meio acadêmico.

Espera-se que futuramente seja possível repetir este estudo e observar um aumento expressivo da Educação Matemática Crítica através da Aprendizagem Baseada em Problemas, uma vez que a relação de simplicidade de emprego desta abordagem proporciona elevados ganhos de aprendizagem, além do desenvolver habilidades e competências aos participantes do processo.

Sugere-se como trabalho futuro mapear o emprego das outras Metodologias Ativas de Ensino (MAEs) apresentadas aqui visando do desenvolimento do Pensamento Matemática Crítico (PMC) como forma de comparar com os resultados obtidos por este estudo.

REFERÊNCIAS

ALVES, P. *et al*. “Aprendizagem baseada em projetos: Implementação num curso de técnico superior profissional”. **Espaço Pedagógico**, vol. 26, n. 2, 2020.

ANDRADE, L. G. S. B. “A sala de aula invertida como alternativa inovadora para a educação básica”. **Revista Eletrônica Sala de Aula em Foco**, vol. 8, n.2, 2019.

ARIA, M.; CUCCURULLO, C. “Bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping análisis”. **Journal of Informetrics**, n. 11, 2017.

BALDAN, R. “Science Mapping (Bilbiometria) with R Studio, Bibliometrix and international index”. **Portal Eletrônico UFES** [2020]. Disponível em: <www.ufes.br>. Acesso em: 20/09/2022.

BELLAND, B. R. *et al*. “Synthesizing results from empirical research on computer-based scaffolding in STEM education: A meta-analysis”. **Review of Educational Research**, vol. 87, n. 2, 2017.

BOTTENTUIT JUNIOR, J. B. “Sala de Aula Invertida: Recomendações e Tecnologias Digitais para sua Implementação na Educação”. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, n. 2, 2019.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: Ministério da Educação, 2018. Disponível em: <www.mec.gov.br>. Acesso em: 02/09/2022.

BRASIL. **PCN+Ensino Médio**: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Brasília: Ministério da Educação, 2002. Disponível em: <www.mec.gov.br>. Acesso em: 02/09/2022.

CHEN, C. H.; YANG, Y. C. "Revisiting the effects of project-based learning on students' academic performance: a meta-analysis investigating moderators". **Educational Research Review**, vol. 26, 2019.

DONNELLY, M. J.; DONNELLY, J. F.; DONNELLY, S. "Why do I need to know this? Optics/Photonics problem-based learning in the math classroom". **Education and Training in Optics and Photonics**. Hangzhou: ETOP, 2017.

FERREIRA, P. E. A.; SILVA, K. A. P. D. "Modelagem Matemática e uma Proposta de Trajetória Hipotética de Aprendizagem". **Bolema: Boletim de Educação Matemática**, vol. 33, n. 65, 2019.

GHEZZI, J. F. S. A. *et al*. "Metodologias de aprendizagem ativa e a formação do enfermeiro com pensamento crítico: revisão integrativa da literatura". **CIAIQ**, vol. 1, 2019.

GUISSO, D. P. *et al*. "Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL) no Ensino Superior: concepções introdutórias". **Revista Intelletto**, vol. 4, n. 3, 2019.

HUETE, J. C. S.; BRAVO, J. A. F. **O Ensino da Matemática**: fundamentos teóricos e bases psicopedagógicas. Porto Alegre: Editora Artmed. 2007.

IEA - International Association for the Evaluation of Educational Achievement. "Third International Study of Mathematics and Science – TIMMS". **IEA** [2019]. Disponível em: <www.timssandpirls.bc.edu>. Acesso em: 15/09/2022.

LITTIG, J. *et al*. "A Modelagem Matemática na Perspectiva Sociocrítica e a Teoria da Situação Didática: identificando aproximações potencializadores da aprendizagem e do desenvolvimento do conhecimento reflexivo". **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, vol. 10, n. 1, 2019.

MILL, D.; OLIVEIRA, M. R. "A educação a distância em pesquisas acadêmicas: uma análise bibliométrica em teses do campo educacional". **Educar em Revista**, n. 4, 2014.

NASCIMENTO OLIVEIRA, J. *et al*. "Estratégia de Ensino e Aprendizagem de Matemática Baseada em Modelagem Matemática". **Revista Encantar-Educação, Cultura e Sociedade**, vol. 1, n. 3, 2019.

OLIVEIRA, F. R. *et al*. "Metodologias ativas e a Pedagogia: o Problem-Based Learning na prática curricular". **Revista Aproximação**, vol. 2, n. 3, 2020.

OLIVEIRA, I. S.; ROTHEN, J. C. "Análise bibliométrica da produção acadêmica em periódicos científicos sobre os processos de autoavaliação institucional na educação superior brasileira". **Boletim de Conjuntura (BOCA)**, vol. 8, n. 22, 2021.

PAGANI, R. N.; KOVALESKI, J. L.; RESENDE, L. M. M. "Avanços na composição da Methodi Ordinatio para revisão sistemática de literatura". **Ciência da Informação**, vol. 46, n. 2, 2017

PAZÁN, E. G.; FLORES, J. R. "El Aprendizaje Basado em Problmeas y el uso del Paquete Estadístico R em la Interpretación de las Gráficas de Control". **Revista Multidisciplinaria de Investigación**, vol. 3, n. 26, 2019.

PEREIRA, C. C. D. S. B.; AFONSO, R. T. L. "Percepção discente sobre aprendizagem baseada em equipes (TBL) e instrução em pares (PI)/Student perception of team-based learning (TBL) and peer instruction (PI)". **Brazilian Journal of Development**, vol. 6, n. 1, 2020.

PEREIRA, D. C.; HANN, F. A.; BOVO, M. C. "A Sala de Aula Invertida como possibilidade no combate à evasão escolar". **Multitemas**, vol. 25, n. 59, 2020.

RACHELLI, J.; BISOGNIN, V. "Peer Instruction: uma experiência no ensino de cálculo com base em metodologias ativas de aprendizagem". **Revista Eletrônica de Educação Matemática**, vol. 15, n. 1, 2020.

RAMOS, A. B.; VILELA JUNIOR, D. C. "A Utilização de Gamificação para o ensino de Gestão de Projetos". **International Journal of Knowledge Engineering and Management**, vol. 8, n. 20, 2019.

REZENDE, A. A.; CARRASCO, E.; SILVA-SALSE, À. "Aprendizagem Baseada em Jogos e Gamificação como instrumentos para o desenvolvimento do pensamento crítico na matemática: uma revisão teórica". **Revista de Estudos em Educação e Diversidade**, vol. 3, n. 8, 2022.

REZENDE, A. A.; SILVA-SALSE, À. R. "Utilização da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) para o desenvolvimento do pensamento crítico (PC) em Matemática: uma revisão teórica". **Educação Matemática Debate**, vol. 5, n. 11, 2021.

REZENDE, A. A.; SILVA-SALSE À. R.; CARRASCO, E. "A Matemática Financeira no Ensino Médio Brasileiro: perspectivas para formação de indivíduos críticos". **Revista Baiana de Educação Matemática**, vol. 3, n. 1, 2022.

RIGONATTO, M. "Modelagem Matemática no Processo de Ensino e Aprendizagem". **Brasil Escola** [2020]. Disponível em: <www.brasilescola.uol.com.br>. Acesso em: 16/09/2022.

ROSA, M.; OREY, D. C. "A modelagem como um ambiente de aprendizagem para a conversão do conhecimento matemático". **Bolema: Boletim de Educação Matemática**, n. 26, 2012.

SENHORAS, C. A. B. M.; SENHORAS, E. M. **Campo de Estudos sobre a Lei Maria da Penha**. Boa Vista: Editora da UFRR, 2018.

SENHORAS, E. M. **BNDES e a Era de Ouro da Internacionalização Empresarial Brasileira (1999-2009)**. Boa Vista: Editora da UFRR, 2019.

SILVA, J. B.; SALES, G. L.; CASTRO, J. B. "Gamificação como estratégia de aprendizagem ativa no ensino de Física". **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 41, n. 4, 2019.

SILVA, R. M. R.; SALGADO, T. D. M. "Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) em Curso de Engenharia de Materiais: o que dizem os discentes?". **Revista de Ensino de Engenharia**, vol. 38, n. 1, 2019.

SILVA, S. C.; MADRUGA, Z. E. F.; SILVA, F. S. "Modelagem Matemática como apoio ao ensino e aprendizagem de função quadrática". **Revista de Educação Matemática**, vol. 16, n. 21, 2019.

SOUZA, D. V. "O uso de Problemas Matemáticos no Ensino Superior sob o viés da Aprendizagem Baseada em Problemas". **Revista de Educação Matemática**, vol. 16, n. 22, 2019.

STYERS, M. L.; VAN ZANDT, P. A.; HAYDEN, K. L. "Active learning in flipped life science courses promotes development of critical thinking skills". **Life Sciences Education**, vol. 17, n. 3, 2018.

TENÓRIO, M. M. **Ambiente virtual de aprendizagem baseado em gamificação**: um estudo de caso em probabilidade e estatística. (Tese de Doutorado). Curitiba: UFTPR, 2019.

TONIN, I. B.; MENEGASSI, C. H. M.; MACUCH, R. D. S. "A Gestão do Conhecimento e a Sala de Aula Invertida: o processo de criação do conhecimento". **Anais do XI Encontro Internacional de Produção Científica**. Várzea Alegre: Unicesumar, 2019.

TULLIS, J. G.; GOLDSTONE, R. L. "Why does peer instruction benefit student learning?". **Cognitive Research: Principles and Implications**, n. 5, 2020.

WALLACE, C. S. "Developing peer instruction questions for quantitative problems for an upper-division astronomy course". **American Journal of Physics**, vol. 88, n. 3, 2020.

WEF - World Economic Forum. "Global Challenge Insight Report. The Future of Jobs - Employment, Skills and Workforce Strategy for the Fourth Industrial Revolution. **World Economic Forum** [2016]. Disponível em: <www.weforum.org>. Acesso em: 03/09/2022.



BOLETIM DE CONJUNTURA (BOCA)

Ano IV | Volume 12 | Nº 36| Boa Vista |2022

http://www.ioles.com.br/boca

Editor chefe:

Elói Martins Senhoras

Conselho Editorial

Antonio Ozai da Silva, Universidade Estadual de Maringá

Vitor Stuart Gabriel de Pieri, Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Charles Pennaforte, Universidade Federal de Pelotas

Elói Martins Senhoras, Universidade Federal de Roraima

Julio Burdman, Universidad de Buenos Aires, Argentina

Patrícia Nasser de Carvalho, Universidade Federal de Minas Gerais

Conselho Científico

Claudete de Castro Silva Vitte, Universidade Estadual de Campinas

Fabiano de Araújo Moreira, Universidade de São Paulo

Flávia Carolina de Resende Fagundes, Universidade Feevale

Hudson do Vale de Oliveira, Instituto Federal de Roraima

Laodicéia Amorim Weersma, Universidade de Fortaleza

Marcos Antônio Fávaro Martins, Universidade Paulista

Marcos Leandro Mondardo, Universidade Federal da Grande Dourados

Reinaldo Miranda de Sá Teles, Universidade de São Paulo

Rozane Pereira Ignácio, Universidade Estadual de Roraima