

Sala de aula invertida no ensino de Matemática: mapeamento de pesquisas científicas na área de Ensino

Flipped Classroom in the teaching of Mathematics: mapping of scientific research in the area of Education

KARLA PRISCILA SCHREIBER¹

ELAINE CORRÊA PEREIRA²

CELIANE COSTA MACHADO³

MAUREN PORCIÚNCULA⁴

Resumo

Nesta pesquisa teve-se como propósito identificar e analisar as publicações científicas, nacionais e internacionais, acerca da estratégia pedagógica de sala de aula invertida no ensino de Matemática. O estudo recuperou 16 artigos, abrangendo investigações nos conteúdos de Cálculo, Métodos Numéricos e Álgebra Linear. Outras pesquisas apresentaram a inversão da sala de aula na diminuição da ansiedade e, também, na utilização desta proposta por professores de Matemática. Tal mapeamento indicou um número restrito de publicações, no período de 2014 a 2017, com apenas cinco periódicos. Com isso, consideram-se necessárias novas pesquisas que possam discutir a sala de aula invertida e as influências desta no ensino de Matemática.

Palavras-chave: Mapeamento, Sala de aula invertida, Matemática.

Abstract

The purpose of this research was to identify and analyze the scientific publications, national and international, about the pedagogical strategy of the flipped classroom in the teaching of Mathematics. The study retrieved 16 papers, covering investigations in the contents of Calculus, Numerical Methods and Linear Algebra. Other searches showed the inversion of the classroom in the reduction of anxiety and also in the use of this proposal by teachers of Mathematics. Such mapping indicated a limited number of publications, from 2014 to 2017, with only five journals. Therefore, it is considered

¹Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde pela Universidade Federal do Rio Grande – FURG. Mestre em Biometria e Estatística Aplicada pela Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE. E-mail: karla.pschreiber@hotmail.com.

²Pós-doutorado pela Universidade Eduardo Mondlane – UEM, Moçambique. Professora adjunta da Universidade Federal do Rio Grande – FURG, na área de Álgebra, Análise e Matemática Discreta do Instituto de Matemática, Estatística e Física – IMEF. E-mail: elainepereira@prolic.furg.br.

³Doutora em Matemática aplicada pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS. Professora Associada da Universidade Federal do Rio Grande – FURG. E-mail: celianemachado@furg.br.

⁴Doutora em Informática na Educação pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS. Professora de Estatística do Instituto de Matemática Estatística e Física – IMEF, da Universidade Federal do Rio Grande – FURG. E-mail: mauren@furg.br.

necessary new searches that can discuss the flipped classroom and the influences of this one in the teaching of Mathematics.

Keywords: *Mapping, Flipped Classroom, Mathematics.*

Introdução

A sala de aula invertida (em inglês, *flipped classroom*), embora tenha sido desenvolvida de diferentes formas, é frequentemente atribuída a Bergmann e Sams (2012), que a aplicaram nas aulas de Ciências do Ensino Médio a partir de 2006 (MORAN e MILSOM, 2015). Esta estratégia propõe a inversão do ensino tradicional para a construção de um ambiente de aprendizagem ativo, em que os estudantes se sentem encorajados a participar das discussões e atividades práticas (EDUCAUSE, 2012).

Desta forma, a inversão da sala de aula pode tornar o processo de ensino e de aprendizagem mais produtivo, pois o professor passa a considerar as dificuldades de cada discente, além de incentivar os questionamentos e o trabalho colaborativo (EDUCAUSE, 2012). Esta estratégia pedagógica pode ser organizada a partir de diferentes atividades presenciais e à distância, sendo que o estudante utiliza o:

[...] material antes de ele frequentar a sala de aula, que passa a ser o lugar de aprender ativamente, realizando atividades de resolução de problemas ou projetos, discussões, laboratórios etc., com o apoio do professor e colaborativamente dos colegas (VALENTE, 2014, p. 79).

Logo, “em sala de aula, o professor aprofunda o aprendizado a partir de situações-problema, estudos de caso ou atividades diversas e esclarece dúvidas e estimula o desenvolvimento do trabalho em grupo” (PAVANELO e LIMA, 2017, p. 740). Com isso, o educando passa a ser o sujeito de sua aprendizagem, juntamente com o educador, mediador deste processo (SCHNEIDER *et al.*, 2013).

Diante deste cenário, neste mapeamento, apresenta-se um panorama das publicações científicas, nacionais e internacionais, acerca da estratégia pedagógica de sala de aula invertida no ensino de Matemática. Para fins de organização do texto, inicialmente, são expostos os aspectos metodológicos e procedimentais, seguidos da caracterização geral e a análise dos artigos e, por fim, as considerações finais.

Aspectos metodológicos e procedimentais

Esta pesquisa expõe um mapeamento acerca da estratégia pedagógica de sala de aula invertida, realizado a partir dos periódicos disponibilizados na Plataforma Sucupira (CAPES, 2017), classificados pelo quadriênio 2013-2016, com qualis A1, A2 e B1, para a área de avaliação “Ensino”. Tal investigação ocorreu no mês de setembro de 2017 e centrou-se na “possibilidade de se compreender um fenômeno, um fato para que, então, sejam descobertos caminhos ou formas para mudar, melhorar, prever ou criar algo relativo ao fenômeno ou fato em questão” (BIEMBENGUT, 2008, p. 171).

Para tanto, inicialmente, definiu-se a área de avaliação, o *qualis* e o quadriênio. Com isso, a pesquisa recuperou 710 periódicos – 145 (A1), 198 (A2) e 367 (B1). Entre estes, 38 apresentaram no título as expressões “matemática”, “matemáticas”, “mathematics” ou “mathematical”, sendo estes selecionados. Tal escolha deve-se ao fato deste mapeamento enfatizar publicações relacionadas ao ensino de Matemática.

A partir destes periódicos, com as palavras-chave “sala de aula invertida” ou “*flipped classroom*” – que poderiam estar no título, resumo/*abstract* ou palavras-chave – 77 artigos foram recuperados. Destes, 16 foram selecionados por estarem no escopo almejado. Os demais não foram considerados nesta pesquisa, pois não atenderam aos critérios estabelecidos ou por repetências na busca. A Figura 1 exemplifica os procedimentos adotados no Boletim de Educação Matemática – Bolema.

Figura 1 – Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações – BDTD.

The screenshot displays the SciELO search interface. At the top, there are navigation links for 'issues' and 'articles search', along with buttons for 'all', 'previous', 'current', 'next', 'author', 'subject', 'form', and 'home'. The main title is 'Bolema: Boletim de Educação Matemática' with the print ISSN 0103-636X. Below this, there are buttons for 'your selection', 'send result', 'new search', 'config', and 'page bottom'. The search results section shows 'Database : article', 'Search on : "sala de aula invertida" [All indexes]', 'References found : 1 [refine]', and 'Displaying: 1 .. 1 in format [ISO 690]'. The page is identified as 'page 1 of 1'. At the bottom, there are options to '1 / 1', 'select', 'to print', and the article details: 'Pavanelo, Elisangela and Lima, Renan **Sala de Aula Invertida: a análise de uma experiência na disciplina de Cálculo I**. *Bolema*, Ago 2017, vol.31, no.58, p.739-759. ISSN 0103-636X'. There are also links for 'abstract in portuguese', 'english', and 'text in portuguese'.

Fonte: Acervo dos autores, setembro – 2017.

Cabe destacar que alguns trabalhos apresentaram expressões, como: *flips the usual classroom*, *flipping (or inverting) their classrooms*, *flipped class*, *classroom flipping*,

flipped instruction ou *flipped lecture*. Nestes casos, os artigos foram considerados para o mapeamento, a partir do contexto apresentado no resumo/*abstract*. Ademais, nem todas as pesquisas apresentaram acesso aberto ao texto completo. Com isso, a análise centrou-se, principalmente, no título, palavras-chave ou resumo/*abstract*, conforme exposto a seguir.

Caracterização geral dos artigos selecionados

O primeiro aspecto observado neste mapeamento foi o pequeno número de publicações que abordaram a estratégia pedagógica de sala de aula invertida. Dos 38 periódicos selecionados, apenas cinco apresentaram trabalhos com esta temática, sendo possível observar que, no Brasil, a *Bolema* foi a única a publicar uma pesquisa (PAVANELO e LIMA, 2017). Os demais artigos estavam concentrados em outras quatro revistas internacionais, conforme é apresentado no Quadro 1.

Quadro 1: Número de artigos selecionados em cada periódico.

Nome do periódico	Qualis	Números de artigos selecionados em cada periódico
Boletim de Educação Matemática – Bolema	A1	1
International Journal of Mathematical Education in Science and Technology	A1	9
International Journal of Science and Mathematical Education	A1	1
Teaching Mathematics and its Applications	A1	2
The Electronic Journal of Mathematics & Technology	B1	3

Fonte: Portal Sucupira, 2017.

Os artigos selecionados foram publicados entre 2014 e 2017, sendo dois em 2014, cinco em 2015, seis em 2016 e três em 2017. Tal resultado apontou um aumento no interesse dos pesquisadores em relação à inversão da sala de aula, o que reflete uma preocupação em discutir a inserção de metodologias ativas no ensino de Matemática, em que o “[...] aluno assume uma postura mais participativa, na qual ele resolve problemas desenvolve projetos e, com isto, cria oportunidades para a construção de conhecimento” (VALENTE, 2014, p. 81-82).

Análise dos artigos selecionados

Os resumos/*abstracts* dos 16 artigos foram analisados com o intuito de identificar o tema/conteúdo que relacionavam a sala de aula invertida. Para ilustrar estes achados,

apresenta-se no Quadro 2, o nome do periódico e os artigos selecionados, juntamente com o nome do (s) autor (es) e o ano de publicação, respectivamente.

Quadro 2: Título, ano e autor (es) do (s) artigo (s) selecionado (s) em cada periódico.

Periódico	Título do artigo (ano)	Autor (es)
Boletim de Educação Matemática	Sala de aula invertida: a análise de uma experiência na disciplina de Cálculo I (2017)	Elisangela Pavanelo e Renan Lima
International Journal of Mathematical Education in Science and Technology	On flipping the classroom in large first year calculus courses (2014)	Veselin Jungić, Harpreet Kaur, Jamie Mulholland e Cindy Xin
	On flipping first-semester calculus: a case study (2015)	Joseph Petrillo
	Implementing a flipped classroom approach in a university numerical methods mathematics course (2016)	Barbara M. Johnston
	Student learning and perceptions in a flipped linear algebra course (2014)	Betty Love, Angie Hodge, Neal Grandgenett e Andrew W. Swift
	Student performance and attitudes in a collaborative and flipped linear algebra course (2015)	Julia Murphy, Jen-Mei Chang e Kagba Suaray
	Implementing a flipped instructional model in college algebra: profiles of student activity (2016)	Kristin Lesseig e Paul Krouss
	Just do it: flipped lecture, determinants and debate (2016)	Barbara Kensington-Miller, Julia Novak e Tanya Evans
	Flip or flop? Students' perspectives of a flipped lecture in mathematics (2016)	Julia Novak, Barbara Kensington-Miller e Tanya Evans
Expectations and implementations of the flipped classroom model in undergraduate mathematics courses (2015)	Emilie Naccarato e Gulden Karakok	
International Journal of Science and Mathematical Education	Exploring Flipped Classroom Instruction in Calculus III (2017)	Nicholas H. Wasserman, Christa Quint, Scott A. Norris e Thomas Carr
Teaching Mathematics and its Applications	Improved engagement and learning in flipped-classroom calculus (2017)	Mikael Cronhjort, Lars Filipsson e Maria Weurlander
	Flipping the calculus classroom: an evaluative study (2015)	Wes Maciejewski

The Electronic Journal of Mathematics & Technology	Flipping Calculus: The Potential Influence, and the Lessons Learned (2016)	Caleb Adams e Anthony Dove
	Improvements on the Peer-Instruction Method: A Case Study in Multivariable Calculus (2016)	Louis-Phillipe Saumier
	Examining the Influence of a Flipped Mathematics Course on Preservice Elementary Teachers' Mathematics Anxiety and Achievement (2015)	Anthony Dove e Emily Dove

Fonte: Acervo dos autores, 2017.

No primeiro artigo indicado no Quadro 2, Pavanelo e Lima (2017) expuseram os resultados obtidos a partir da inversão da sala de aula, em uma disciplina de Cálculo Diferencial e Integral. Os autores destacaram que esta estratégia apresentou potencialidades em relação à aprendizagem, pois os estudantes se sentiram motivados, melhoraram a qualidade do trabalho em grupo e tiveram um melhor aproveitamento nos conteúdos, apesar de ainda apresentarem uma dependência por aulas expositivas. Por fim, os pesquisadores indicaram a importância de práticas inovadoras no ensino de Cálculo, o que requer mudanças na postura do professor e do estudante, além de um material didático eficiente ao ensino de Matemática.

Jungić *et al.* (2014) também analisaram a inversão da sala de aula, em uma disciplina de Cálculo Diferencial e Integral, em 2012 e 2014. Como resultados, apontaram que os estudantes apresentaram um papel mais ativo no desenvolvimento das atividades, interagindo com os outros discentes e com o professor. Apesar de, naquele momento, não ser possível avaliar o impacto na aprendizagem, os autores ressaltaram que permanecem otimistas em relação à sala de aula invertida no ensino de Cálculo.

Petrillo (2015) apresentou os resultados de uma investigação, realizada no primeiro semestre de uma disciplina de Cálculo, a partir da inversão da sala de aula, em um programa de engenharia. A análise dos dados evidenciou efeitos positivos e substanciais sobre as taxas de falha, nas pontuações no exame final, na opinião dos discentes, no impacto do professor sob os resultados mensuráveis e no sucesso em cálculo, no segundo semestre do curso. O pesquisador destacou que esta metodologia pode não ser adequada a todos os professores ou estudantes, ou ainda, em qualquer situação, mas pode ser considerada uma alternativa em relação ao modelo de ensino tradicional.

Em Métodos Numéricos, Johnston (2016) analisou as atitudes dos estudantes em relação à inversão da sala de aula, em um curso de Matemática, em 2014 e 2015, no qual o conteúdo do curso foi substituído por vídeos. A pesquisadora indicou que grande parte

dos estudantes gostou da proposta, pois era conveniente e flexível no tempo e no local para a visualização dos vídeos, além de respeitar o ritmo e a forma de aprendizagem de cada discente. Contudo, as pontuações de satisfação e os resultados (notas) do curso foram semelhantes aos anos anteriores, quando este era ministrado com aulas convencionais. Apesar disso, Johnston destacou que esta proposta pode ser empregada ao ensino de Matemática, pois atende aos diferentes estilos de aprendizagem e possibilita um melhor aproveitamento do tempo em sala de aula.

Outro conteúdo discutido entre os artigos selecionados foi a Álgebra Linear. Entre estes, Love *et al.* (2014) expuseram uma pesquisa envolvendo 55 alunos, em dois grupos distintos, sendo: um com a sala de aula tradicional; e outro, baseado na sala de aula invertida, em que os estudantes assistiam a vídeos ou realizavam a leitura do livro-texto ou das anotações do professor, em um momento anterior ao desenvolvimento das atividades. Tal pesquisa indicou que os alunos, no ambiente de sala de aula invertida, tiveram um aumento significativo em relação às notas das provas no decorrer do curso, além de exibirem um comportamento mais positivo sobre a experiência.

Murphy, Chang e Suaray (2015) apresentaram uma investigação, em uma disciplina de Álgebra Linear, com duas propostas, sendo: um com o ensino tradicional e o outro com a inversão da sala de aula. Neste segundo grupo, os discentes eram convidados a assistirem palestras em vídeo e a completarem um questionário *on-line*, antes de cada aula. Com isso, o tempo destinado às atividades em sala era dedicado à resolução de problemas em grupo, em que os estudantes indicavam seu raciocínio, em termos matemáticos, além de apresentarem sentenças verbais e escritas. Os resultados apontaram que aqueles que participaram da sala de aula invertida exibiram, no exame final, explicações mais abrangentes para as questões que exigiam raciocínio, criação de exemplos e o uso mais complexo de objetos matemáticos. Além disso, manifestaram mais confiança no desenvolvimento das atividades, na compreensão dos conteúdos e na experiência invertida.

Lesseig e Krouss (2016) analisaram como estudantes, de um curso de Álgebra, utilizaram os recursos fornecidos com a inversão de sala de aula e o quanto consideravam esses meios importantes para a aprendizagem. Os pesquisadores indicaram que aqueles discentes que empregaram os vídeos como o proposto, apresentaram melhores resultados em aula. O trabalho em grupo e a apresentação em sala de aula não foram considerados relevantes pelos educandos. Os resultados apontaram que esta metodologia apresenta um grande potencial no ensino de Álgebra, porém, requer que os professores atendam aos

aspectos que caracterizam a sala de aula invertida, de modo a oportunizar a aprendizagem de todos os estudantes.

Para o conteúdo de determinantes de uma matriz, Kensington-Miller, Novak e Evans (2016) apresentaram as perspectivas de estudantes a partir da inversão da sala de aula, em um curso de Matemática. Para tanto, os estudantes foram orientados a estudarem uma pequena apostila sobre o conteúdo, considerando que as atividades seriam realizadas a partir desse material. Em aula, um dos professores falou sobre o método de expansão do cofator e o outro, sobre o método de redução de linha. Em seguida, os estudantes escolheram um das técnicas e discutiram os prós e contras. Com a inversão da proposta, os professores descreveram que a sala de aula se tornou um ambiente mais animado e com um maior envolvimento dos discentes.

Os autores publicaram um segundo artigo referente às perspectivas de estudantes a partir da inversão das atividades em sala de aula, em um curso de Matemática, para o ensino de determinantes de uma matriz. Neste, Novak, Kensington-Miller e Evans (2016), indicaram que, a partir do debate e da argumentação em uma palestra, os estudantes foram convidados a elegerem uma das técnicas para calcular determinantes de uma matriz e a defenderem sua escolha – o que levou a debates e discussões com os demais discentes. Por fim, os autores destacaram que a proposta possibilitou um maior envolvimento e a melhor compreensão dos conteúdos discutidos.

Em uma pesquisa com professores, Naccarato e Karakok (2015) investigaram a sala de aula invertida, em cursos de graduação de Matemática, a partir de entrevistas com 19 membros do corpo docente que experimentaram tal proposta (em Cálculo, Álgebra, Equações Diferenciais, Topologia, etc.), em 14 diferentes instituições. Os pesquisadores apontaram que os docentes tiveram motivações semelhantes para a prática desta metodologia, apesar de a realizarem de formas distintas. Por fim, indicaram uma possível ligação entre as perspectivas dos professores sobre os tipos de conhecimento e o interesse em utilizar diferentes métodos de ensino.

Wasserman *et al.* (2017) compararam, em uma disciplina de Cálculo III, o desempenho e as percepções de estudantes de uma sala de aula invertida – com o uso de vídeos antes das aulas – e de um ensino tradicional. Os pesquisadores apontaram que os discentes que participaram da inversão da sala de aula perceberam uma maior comunicação durante as atividades, além de indicarem um aumento no desempenho. Contudo, os alunos do método tradicional, apontaram o uso mais efetivo do tempo em aula.

Também com ênfase em Cálculo, Cronhjort, Filipsson e Weurlander (2017) realizaram uma comparação entre um ensino tradicional e a sala de aula invertida. A partir de um pré-teste e pós-teste, uma pesquisa medindo o envolvimento do aluno e a realização de um exame final, os pesquisadores indicaram que os estudantes que participaram da inversão da sala de aula apresentaram um melhor aproveitamento no exame final do curso, com uma diminuição na taxa de erros, além de estarem mais engajados em relação às atividades propostas.

O artigo de Maciejewski (2015) relatou os resultados obtidos a partir da inversão da sala de aula, em um curso de Cálculo, para estudantes de Ciências da Vida, comparando com turmas de ensino tradicional. As análises indicaram melhores resultados no exame final dos estudantes que acessaram ao material (páginas de livros didáticos e os vídeos *on-line* correspondentes) antes das aulas. Os autores também apontaram que os discentes que apresentavam capacidade matemática básica e baixo conhecimento de cálculo inicial eram os mais beneficiados em relação à estratégia de ensino adotada. Com isso, os pesquisadores afirmaram que a sala de aula invertida pode ser empregada como uma prática em Matemática, porém são necessárias pesquisas futuras que possam ampliar a investigação acerca desta metodologia de ensino.

Buscando melhorar a experiência em sala de aula, a partir de práticas centradas nos educandos, Adams e Dove (2016) apresentaram um estudo acerca da influência, no desempenho e nas atitudes dos estudantes, da inversão da sala de aula, em uma disciplina de Cálculo. A pesquisa apresentou uma revisão deste processo, incluindo os prós e os contras das experiências do professor e sugestões acerca de estratégias que podem melhorar o processo de inversão das aulas.

Saumier (2016) apresentou os resultados obtidos a partir realização da inversão da sala de aula, em uma disciplina de Cálculo Multivariado. Nas atividades, os estudantes eram orientados a assistirem vídeos educativos ou a realizarem leituras antes das aulas, para então, em sala, discutirem as soluções dos problemas conceituais com seus colegas. Os resultados apontaram que os estudantes se sentiram mais envolvidos com as atividades e que não perceberam um aumento nas tarefas fora da sala de aula.

Dove e Dove (2015) analisaram se a utilização da inversão da sala de aula, em um curso de Matemática para a formação de professores, poderia influenciar o nível de ansiedade e a realização do curso. A partir da escala de avaliação de ansiedade de MARS-R, os resultados da pesquisa de pré/pós-curso mostraram que tanto as salas de aula invertidas, quanto às classes tradicionais diminuíram as pontuações na escala de ansiedade em

Matemática, sendo que os discentes do primeiro grupo apresentaram um rendimento geral significativamente maior nas notas gerais do curso. Além disso, as análises de correlação entre a ansiedade matemática no pós-curso e as notas gerais demonstraram uma relação negativa significativa para a classe tradicional, o que não foi apontado para a sala de aula invertida.

A partir das pesquisas expostas, pode-se indicar a utilização da metodologia de sala de aula invertida para os conteúdos de Cálculo, Métodos Numéricos, Álgebra Linear e na formação de professores. O Quadro 3 resume estes resultados, mostrando o número de artigos selecionados em cada tema.

Quadro 3: Temas abordados nos artigos selecionados.

Número de artigos	Temas
8	Cálculo
1	Métodos Numéricos
5	Álgebra Linear
2	Formação de professores

Fonte: Acervo dos autores, 2017.

A utilização da metodologia de sala de aula invertida para o ensino de Cálculo, conforme apresentado no Quadro 3, pode ter ocorrido já que, o nível de rigor simbólico-formal desta disciplina faz com que, em geral, os estudantes “[...] manifestam dificuldades em acompanhar, logo ao ingressar na universidade, uma disciplina ministrada com alto nível de rigor simbólico-formal” (LIMA, 2013, p. 10). Com isso, torna-se necessária a busca por estratégias pedagógicas que possibilitem a aprendizagem efetiva deste conteúdo (PAVANELO e LIMA, 2017).

De modo semelhante ao Cálculo, nos conteúdos relacionados aos Métodos Numéricos muitos estudantes apresentam dificuldades na compreensão e aplicação dos algoritmos numéricos, pois estes, normalmente, são ensinados de forma puramente matemática, sem relacioná-los com outras áreas do conhecimento ou com a própria disciplina (MONTERO *et al.*, 2015). Neste caso, torna-se importante a incorporação de ferramentas tecnológicas para que possam auxiliar no processo de ensino e aprendizagem (OSPINA, 2015), além de estratégias que possibilitem, ao estudante, construir os conceitos matemáticos e os princípios científicos básicos destes conteúdos.

A Álgebra Linear, também presente nas pesquisas deste mapeamento, apesar de estar no currículo da Educação Básica, é ensinada, na maioria das vezes, “[...] de forma mecânica e automatizada, dissociada de qualquer significação social e lógica, enfatizando simplesmente a memorização e a manipulação de regras, macetes, símbolos e expressões” (MIGUEL, FIORENTINI e MIORIM, 1992, p. 40). Além disso, conforme destacam Lins

e Gimenez (1997), os livros didáticos apresentam apenas o como fazer, seguido dos exercícios para a prática do algoritmo. Com isso, torna-se relevante a utilização de estratégias que possam tornar o ensino destes conteúdos significativos aos estudantes (ARAÚJO, 2008).

Por fim, a inversão da sala de aula para a formação de professores indicou uma preocupação dos pesquisadores em discutir a relevância atribuída às metodologias ativas na constituição profissional dos educadores. Neste sentido, o desenvolvimento destas estratégias pode tornar o professor “[...] mais reflexivo, dialógico, multiprofissional e competente para atuar nos processos de gestão e planejamento educacional em cenários de aprendizagens significativos e na intervenção em problemas demandados pelos ambientes de aprendizagem” (GEMIGNANI, 2012, p. 24).

Considerações finais

O presente artigo objetivou identificar e analisar as publicações científicas, nacionais e internacionais, acerca da estratégia pedagógica de sala de aula invertida no ensino de Matemática. Para isso, realizou-se uma investigação a partir dos periódicos, na Plataforma Sucupira, classificados em qualis A1, A2 e B1, para o quadriênio 2013-2016, na área de avaliação “Ensino”.

Tal estudo foi realizado a partir de periódicos que continham em seu título “matemática”, “*mathematics*”, “*matemáticas*” ou “*mathematical*”. A busca pelos artigos foi praticada considerando a utilização no título, resumo/*abstract* ou palavras-chave da expressão “sala de aula invertida” ou “*flipped classroom*”, com 16 pesquisas.

O mapeamento indicou, considerando os critérios apresentados, poucas publicações em relação à sala de aula invertida, restrito ao período de 2014 a 2017. Além disso, apenas cinco periódicos apresentaram publicações, sendo no Brasil, apenas a Bolema. Este resultado pode ser reflexo da falta de consenso, entre pesquisadores, sobre como inverter a sala de aula, ou ainda, pelo pequeno número de publicações que discutem a eficácia desta estratégia pedagógica (BISHOP e VERLEGER, 2013).

Em relação às temáticas abordadas, estas estiveram centradas nos conteúdos de Cálculo, Métodos Numéricos, Álgebra e, também, na formação de professores. Além disso, cabe destacar que dos 16 artigos, cinco apresentaram comparações entre a sala de aula invertida e o ensino tradicional, sendo dois em Álgebra Linear (LOVE *et al.*, 2014; MURPHY, CHANG e SUARAY, 2015) e três em Cálculo (MACIEJEWSKI, 2015; CRONHJORT,

FILIPSSON e WEURLANDER, 2017; WASSERMAN *et al.*, 2017). Estes trabalhos obtiveram resultados satisfatórios na inversão da sala de aula, demonstrando que esta pode ser uma alternativa ao ensino tradicional, pois possibilita o desenvolvimento do protagonismo e da autonomia dos estudantes em sala de aula.

Além do protagonismo do estudante, o professor também exerce um importante papel quando se propõe inverter as atividades em sala de aula. Ao docente não cabe “a transmissão de conceitos e, sim, a organização de sequências de atividades que partam de situações problema e levem os alunos à resolução de problematizações, resolvidas geralmente em grupos” (SUHR, 2016, p. 6). Neste caso, torna-se necessária a formação docente, temática discutida por Dove e Dove (2015) e Naccarato e Karakok (2015).

Diante deste cenário, cabe ressaltar a necessidade do desenvolvimento de outras pesquisas que abordem esta temática, na área de Ensino, assim como em outros campos. Tais discussões são importantes, pois possibilitam compreender as potencialidades da inversão da sala de aula, assim como, a transformação das práticas educacionais no ambiente escolar.

Referências

ADAMS, C.; DOVE, A. Flipping Calculus: The potential influence and the lessons learned. In: *Electronic Journal of Mathematics & Technology*, v. 10, Issue 3, p. 154-164, out. 2016.

ARAÚJO, E. A. Ensino de Álgebra e formação de professores. In: *Educação Matemática Pesquisa*, v. 10, n. 2, p. 331-346, 2008.

BIEMBENGUT, M. S. *Mapeamento na pesquisa educacional*. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2008.

BISHOP, J. L.; VERLEGER, M. A. The Flipped Classroom: A Survey of the Research. In: ASEE ANNUAL CONFERENCE & EXPOSITION, 120, 2013, Atlanta. *Anais...* local: Washington DC, American Society for Engineering Education, 2013. p. 1-18.

CAPES. *Plataforma Sucupira*, 2017. Disponível em: <<https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/>>. Acesso em: 23 set. 2017.

CRONHJORT, M.; FILIPSSON, L.; WEURLANDER, M. Improved engagement and learning in flipped-classroom calculus. In: *Teaching Mathematics and its Applications: An International Journal of the IMA*, p. 1-9, mai. 2017.

DOVE, A.; DOVE, E. Examining the Influence of a Flipped Mathematics Course on Preservice Elementary Teachers' Mathematics Anxiety and Achievement. In: *Electronic Journal of Mathematics & Technology*, v. 9, n. 2, p. 166-179, 2015.

- EDUCAUSE. *Things you should know about flipped classrooms*. 2012. Disponível em: <<http://net.educause.edu/ir/library/pdf/eli7081.pdf>>. Acesso em: jul. 2017.
- GEMIGNANI, E. Formação de professores e metodologias ativas de ensino-aprendizagem: ensinar para a compreensão. In: *Fronteiras da Educação*, v. 1, n. 2, p. 1-27, 2012.
- JOHNSTON, B. M. Implementing a flipped classroom approach in a university numerical methods mathematics course. In: *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, v. 48, n. 4, p. 485–498, mai. 2016.
- JUNGIĆ, V.; KAUR, H.; MULHOLLAND, J.; XIN, C. On flipping the classroom in large first year calculus courses. In: *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, v. 46, n. 4, p. 508–520, 2014.
- KENSINGTON-MILLER, B.; NOVAK, J.; EVANS, T. Just do it: flipped lecture, determinants and debate. In: *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, v. 47, n. 6, p. 853-862, 2016.
- LESSEIG, K.; KROUSS, P. Implementing a flipped instructional model in college algebra: profiles of student activity. In: *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, v. 48, n. 2, p. 202-214, fev. 2016.
- LIMA, G. L. O Ensino do Cálculo no Brasil: breve retrospectiva e perspectivas atuais. In: Encontro Nacional de Educação Matemática – ENEM, XI, 2013, Curitiba, *Anais...* Curitiba, 2013.
- LINS, R. C.; GIMENEZ, J. *Perspectivas em Aritmética e Álgebra para o século XXI*. Campinas, SP: Papirus, 1997.
- LOVE, B.; HODGE, A.; GRANDGENETT, N.; SWIFT, A. W. Student learning and perceptions in a flipped linear algebra course. In: *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, v. 45, n. 3, p. 317–324, abr. 2014.
- MACIEJEWSKI, W. Flipping the calculus classroom: an evaluative study. In: *Teaching Mathematics and its Applications: An International Journal of the IMA*, v. 35, Issue 4, p. 187–201, dez. 2015.
- MIGUEL, A.; FIORENTINI, D; MIORIM, M. Â. Álgebra ou Geometria: para onde pende o pêndulo? In: *Pro-Posições*, v. 3, n. 1, p. 39-54, mar. 2016.
- MONTERO, Y. H.; PEDROSA, M. E.; ASTIZ, M. S.; VILANOVA, S. L. Caracterización de las actitudes de estudiantes universitarios de Matemática hacia los métodos numéricos. In: *Revista Electrónica De Investigación Educativa*, v. 17, n. 1, p. 88-99, jan. 2015.
- MORAN, K.; MILSOM, A. The Flipped Classroom in Counselor Education. In: *Counselor Education and Supervision*, v. 54, n. 1, p. 32–43, mar. 2015.
- MURPHY, J.; CHANG, J.; SUARAY, K. Student performance and attitudes in a collaborative and flipped linear algebra course. In: *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, v. 47, n. 5, p. 653–673, jul. 2015.

NACCARATO, E.; KARAKOK, G. Expectations and implementations of the flipped classroom model in undergraduate mathematics courses. In: *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, v. 46, n. 7, p. 968–978, out. 2015.

NOVAK, J.; KENSINGTON-MILLER, B.; EVANS, T. Flip or flop? Students' perspectives of a flipped lecture in mathematics. In: *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, v. 48, n. 5, p. 647-658, dez. 2016.

OSPINA, A. G. Las TIC en la enseñanza de los métodos numéricos. In: *Sophia*, v. 11, n. 2, p. 143-154, jan. 2015.

PAVANELO, E.; LIMA, R. Sala de aula invertida: a análise de uma experiência na disciplina de Cálculo I. In: *Boletim de Educação Matemática*, v. 31, n. 58, p. 739–759, ago. 2017.

PETRILLO, J. On flipping first-semester calculus: a case study. In: *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, v. 47, p. 573–582, mai. 2015.

SAUMIER, L. Improvements on the Peer-Instruction Method: A Case Study in Multivariable Calculus. In: *Electronic Journal of Mathematics & Technology*. v. 10, Issue 3, p. 137-153, out. 2016.

SCHNEIDER, E.; SUHR, I. R. F.; ROLON, V. E.; ALMEIDA, C. M. Sala de aula invertida em EAD: uma proposta de Blended Learning. In: *Revista Intersaberes*, v. 8, n. 16, p. 68-81, jul.-dez. 2013.

SUHR, I. R. F. Desafios no uso da sala de aula invertida no ensino superior. In: *Revista Transmutare*, v. 1, n. 1, p. 4-21, jan.-jun. 2016.

VALENTE, J. A. Blended Learning e as mudanças no ensino superior: a proposta da sala de aula invertida. In: *Educar em Revista*, n. 4, p. 79-97, 2014.

WASSERMAN, N. H.; QUINT, C.; NORRIS, Scott A.; CARR, Thomas. Exploring Flipped Classroom Instruction in Calculus III. In: *International Journal of Science and Mathematics Education*, v. 15, n. 3, p. 545–568, mar. 2017.

Texto recebido: 07/12/2017

Texto aprovado: 31/07/2018