



A abordagem TPACK para a integração da calculadora científica na prática docente através da metodologia Lesson Study

Jalman Lima

Université Catholique de Louvain

Bélgica

jalmanlima@gmail.com

Yuriko Yamamoto Baldin

Universidade Federal de São Carlos

Brasil

yuriko@dm.ufscar.br

Resumo

Considerando a questão “Como integrar a calculadora científica em sala de aula como um instrumento de aprendizado, sob perspectiva de formação de professores?” o objetivo deste trabalho é apresentar uma discussão sobre a integração da calculadora científica na prática docente, para além da inserção, fundamentada no Conhecimento Tecnológico e Pedagógico do Conteúdo – TPACK. A pesquisa conta com a parceria das escolas públicas do estado de São Paulo, Brasil, em cursos de formação continuada que trabalham articulações do conteúdo curricular com a prática efetiva nas salas de aula. O planejamento, elaboração e execução dos roteiros didáticos com uso da calculadora científica foram fundamentados na metodologia Lesson Study como um processo de desenvolvimento profissional. Os resultados obtidos nos primeiros módulos possibilitam a interdisciplinaridade com outras áreas de conhecimento, indicando apropriação pelo professor do papel integrador da calculadora científica como uma alternativa de prática docente reflexiva para efetiva aprendizagem dos alunos.

Palavras chave: integração de tecnologia, calculadora científica, TPACK, Lesson Study, formação de professores, desenvolvimento profissional de professores, aprendizagem participativa.

Introdução

Há mais de três décadas a tecnologia digital tem feito parte de estudos de pesquisadores em Educação Matemática no Brasil e no exterior. Dentre as tecnologias digitais, encontra-se a calculadora científica, uma das peças controversas de tecnologia educacional e de sua presença em sala de aula.

O mecanismo para especificar vários tipos de uso da calculadora no ensino básico e superior pode tomar diversas formas. Nos documentos curriculares oficiais é possível encontrar referências ao uso (ou não) da calculadora, bem como aos tipos específicos de calculadoras: básicas, científicas, gráficas e calculadoras com CAS (Computer Algebra System).

No Brasil, os Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN (Brasil, 1997) para o Ensino Fundamental e Médio permitem e encorajam o uso de calculadoras e as trazem como uma ferramenta que “No tratamento desses temas, a mídia, as calculadoras e o computadores adquirem importância natural como recursos que permitem a abordagem de problemas com dados reais e requerem habilidades de seleção e análise de informações.” (Brasil, 1997, p. 45).

Além disso, a Base Nacional Comum Curricular- BNCC (Brasil, 2017) para o Ensino Fundamental, recém aprovada e em elaboração para o Ensino Médio, traz, na página 96, como importante o uso de calculadoras “para avaliar e comparar resultados”, sem, contudo, fazer referência sobre os tipos de calculadoras para os ensinos fundamental e médio. No entanto, não são apenas os tipos de calculadoras que estarão no foco da educação de professores atualizados para a realidade do século 21.

Neste trabalho, argumentamos que a simples menção à importância do papel das tecnologias na sala de aula, em particular das calculadoras científicas, não orienta os professores em exercício ou os cursos que estão a formar os futuros professores, sobre o que significa efetivamente trabalhar o conteúdo curricular das disciplinas específicas com o uso das tecnologias que impliquem na aprendizagem efetiva e consolidada do conteúdo curricular, com vistas à educação do cidadão inserido no mundo que convive com a tecnologia.

Kissane (2012) afirma que “... na prática é muito improvável que (os professores) usem materiais que não sejam oficialmente aprovados ... por essa razão, é bastante incomum que os professores de qualquer país usem calculadoras ... em sala de aula se o currículo oficial e seu exame associado não sancionarem tal uso.”

No Brasil, a situação é similar à descrita, com agravante dos documentos PCN ou BNCC não oferecerem aos professores a segurança e a confiança em mudar seus hábitos de métodos no ensino e aprendizagem na sala de aula, além de não haver orientações sobre “como mudar”.

Isso coloca um desafio para motivar o uso de calculadoras no ensino básico para efetivamente cumprir as recomendações oficiais de integração da tecnologia no ensino e aprendizagem. Pelas nossas experiências, os professores carecem de formação para utilizar a calculadora científica como instrumento de aprendizado em sala de aula e, por conseguinte, poder desmistificar o seu papel de ser apenas um instrumento de cálculo e que não proporciona o desenvolvimento da compreensão da matemática na aprendizagem durante uma aula. O projeto do nosso trabalho tem como objetivo exatamente a formação continuada de professores que se tornem capazes de incorporar a mudança de concepção do papel de uma calculadora científica.

Nesta direção, apoiamos em Neves e Bittar (2015) que fazem uma importante observação sobre a carência de formações para o uso de tecnologias nos cursos de licenciatura do Brasil que podem contribuir para fomentar as discussões sobre o tema.

“Observávamos que os demais professores [...] careciam de formação para utilizar as tecnologias, pois muitos diziam que durante o processo de formação inicial, os cursos de licenciatura não haviam contemplado discussões e desenvolvimento de práticas para o uso das atuais tecnologias disponíveis na escola. Alguns professores afirmavam que ... ao preparar os

planejamentos, incluíam as tecnologias como recursos a serem utilizados no desenvolvimento de suas aulas, porém, na prática pedagógica, isso não acontecia.” (Neves & Bittar, 2015)

É possível perceber que o trabalho do professor na educação básica se dá mediante desafios (Purificação, Neves e Brito, 2010). Neste contexto, as formações continuadas figuram-se como uma ferramenta essencial no processo constante e permanente de aperfeiçoamento dos professores, uma vez que permitem que estes agreguem conhecimento capaz de gerar transformação e impacto em suas práticas pedagógicas em sala de aula. Acreditamos que pesquisar, investigar, discutir e refletir representam, e isso requer, a busca permanente por formações continuadas que propiciem melhoria da prática pedagógica em sala de aula.

O objetivo deste trabalho é, portanto, trazer a discussão sobre a integração da calculadora científica na prática docente dentro do contexto de formações de professores, e para isso a metodologia de Pesquisa de Aula - Lesson Study norteia as propostas de atividades de formação do nosso projeto, como ferramenta de melhoria da prática na sala de aula, como apontada em Baldin e Felix, (2011).

A estrutura deste artigo apresenta a seguir tópicos de discussão sobre o quadro teórico de TPACK – Conhecimento tecnológico e pedagógico de conteúdo, em que se fundamenta a proposta das atividades do curso de formação continuada do projeto, o potencial da calculadora científica como promotor da interdisciplinaridade da nova base curricular, e da análise do potencial pedagógico das fases da Lesson Study em promover a capacitação do professor em alternativas didáticas com uso de tecnologia.

Conhecimento Pedagógico, Tecnológico de Conteúdo (TPACK)

No contexto de integração de tecnologias em sala de aula, Mishra e Koehler (2006) introduziram o conceito de Conhecimento Tecnológico e Pedagógico de Conteúdo, conhecido como TPACK, que deriva do Conhecimento Pedagógico de Conteúdo - PCK de Shulman (1986), que é o conhecimento requerido do professor para ensinar determinada disciplina dentro do currículo. O TPACK identifica a natureza do conhecimento requerido pelos professores para a integração da tecnologia em sua prática, ao mesmo tempo em que aborda a natureza complexa, multifacetada e situada do conhecimento do professor. O TPACK suporta um quadro teórico que combina três áreas de conhecimento: conhecimento tecnológico, conhecimento pedagógico e conhecimento de conteúdo, e estuda como estes conhecimentos se conectam entre si, levando ao contexto de ambiente escolar, gestão da sala de aula e das características sociais dos alunos envolvidos. Esse conhecimento é diferente do conhecimento de um especialista em tecnologia ou disciplinar e também do conhecimento pedagógico geral compartilhado pelos professores em todas as disciplinas. O TPACK é a base do ensino eficiente com tecnologia, e requer uma compreensão do professor da representação de conceitos que usam as tecnologias e de técnicas pedagógicas que usam tecnologias de maneira construtiva no ensino de disciplinas específicas. Isto requer conhecimento do que torna os conceitos difíceis ou fáceis de aprender, assim como saber como a tecnologia pode ajudar os alunos a enfrentar problemas com suas dificuldades, considerando o conhecimento prévio dos alunos. Ainda o TPACK pode ser analisado dentro das teorias da epistemologia, e do conhecimento de como as tecnologias podem ser usadas para construir o conhecimento existente e desenvolver novas epistemologias ou fortalecer as antigas. Estes aprofundamentos não são tratados neste artigo, por fugir do escopo.

No nosso trabalho a calculadora científica é a tecnologia que utilizamos para potencializar as atividades didáticas que possam trazer alternativas para o ensino e aprimoramento da

aprendizagem significativa dos problemas de matemática e ciências (física, química, biologia), e de outras ciências dentro do contexto de atualização curricular. E o conceito de TPACK embasa as nossas propostas de roteiros didáticos.

A calculadora científica como ferramenta que possibilita a interdisciplinaridade

Um ponto importante do nosso trabalho é destacar a calculadora muito além de um dispositivo para manipulação aritmética. As calculadoras científicas evoluíram desde a primeira calculadora científica nos anos 70. Nessa época, a calculadora era usada principalmente para realizar cálculos longos, incluindo os cálculos de interesse de cientistas e engenheiros.

Segundo Kissane (2015), a calculadora científica foi aperfeiçoada nos últimos quarenta anos. Em vez de ser uma ferramenta para cientistas e engenheiros, ela tem sido aprimorada para servir como ferramenta para educação matemática.

A calculadora no contexto educacional é usada para representação de objetos matemáticos e conceitos, realizar conexão de significados, aumentar o entendimento sobre o significado do conceito numérico e promover o letramento matemático. Por exemplo, para estudantes do ensino fundamental anos finais, a calculadora científica surge como uma importante ferramenta para provocar curiosidade e interesse de usuários, como ilustrado na Figura 1 abaixo.

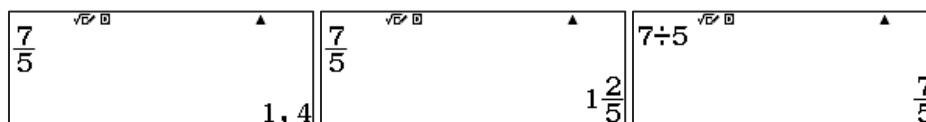


Figura 1. Reapresentando diferentes representações de frações, decimais e divisão.

A calculadora científica demonstra sua função mais promissora para o ganho educacional, quando é utilizada como dispositivo de exploração. Para ilustrar, consideremos estudantes aprendendo potenciação. Uma calculadora científica permite a exploração do significado de potências, especialmente quando os fatores dos números podem ser revelados.

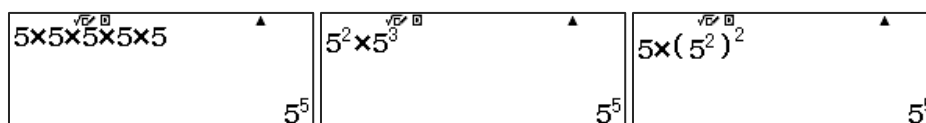


Figura 2. Explorando e entendendo potências.

Esta ferramenta possibilita a interdisciplinaridade preconizada pela nova Base Nacional Comum Curricular e já apontada pelos PCN e que ainda não está assimilada nas salas de aulas, a não ser em programas prontos de computadores. O domínio de linguagem matemática por meio da exploração de propriedades e de comparações de resultados numa calculadora abre as portas para trabalhar problemas de outras áreas de conhecimento que usam a linguagem matemática e notações científicas para seus conteúdos. Por exemplo, em um módulo para aulas de biologia do Ensino Médio, em execução no nosso projeto, a calculadora científica surge como uma valiosa ferramenta para conectar conceitos biológicos e matemáticos, tal qual para investigar o Gasto Energético Basal (GEB) de cada indivíduo para os próximos 20 anos, bem como o GEB quando estiver com 50 anos.

x	f(x)	g(x)
1	8980	8814
2	8975	8809
3	8970	8804
4	8965	8799

30

x	f(x)	g(x)
5	8960	8794
6	8955	8789
7	8950	8784
8	8945	8779

37

x	f(x)	g(x)
18	8895	8729
19	8890	8724
20	8885	8719
21	8880	8714

8880

Figura 3. Ilustrações de telas da calculadora presentes no Roteiro de Aula sobre Nutrição: "Quanto necessitamos comer diariamente?".

Ao integrar a calculadora científica no roteiro de aula “Quanto necessitamos comer diariamente?”, é necessário entender: as funções da calculadora científica (Conhecimento Tecnológico), entender a maneira pela qual o assunto (conteúdo específico, Nutrição) pode ser mudado pela aplicação da calculadora científica¹ (Conhecimento Tecnológico de Conteúdo) e como a calculadora científica pode ser incorporado dentro da metodologia de resolução de problemas, bem como considerar a problemática do planejamento apropriado de aulas (Conhecimento Pedagógico de Conteúdo). Para elaborar propostas de roteiros de aula integrada nesse sentido, a pesquisa leva em consideração questões que se levantam naturalmente: “Como os professores adquirem uma compreensão das relações complexas entre conteúdo, pedagogia e calculadora científica?” A abordagem padrão sugere que os professores simplesmente precisam ser treinados para manipular a calculadora científica. Partindo da necessidade de criar cursos de aperfeiçoamento especiais para professores na integração da tecnologia na sua prática docente, a pergunta natural surge: “Que metodologia é indicada para mudança de paradigma e integrar a calculadora científica na prática pedagógica do professor?”

A metodologia Lesson Study oferece um caminho para nortear o planejamento e execução das atividades e a reflexão sobre os resultados das mesmas e está presente no nosso projeto.

A Metodologia Lesson Study

No sentido de apontar uma mudança de paradigma para as formas de ensino da Matemática básica, como previstas nos PCN, a Lesson Study vem contribuir para capacitar os professores, de modo a promover melhorias na qualidade de aprendizagem de seus alunos (Baldin & Guimarães, 2012), (Baldin, 2010).

A Lesson Study é uma forma de desenvolvimento profissional realizado por ações colaborativas de professores que aprendem a pesquisar a aula. O Lesson Study é reconhecido internacionalmente como sendo uma forma extremamente eficaz de desenvolvimento profissional na mudança de práticas de sala de aula. (Isoda et al. 2007). Da mesma forma, ensinar através da resolução de problemas estruturados é amplamente reconhecido para desenvolver a capacidade dos alunos de pensar matematicamente e resolver problemas. O foco deste trabalho não é discutir a metodologia como estratégia para melhorar a prática do professor e a aprendizagem do aluno dentro da sala de aula (Baldin, 2009), mas sim fundamentar com esta metodologia a elaboração da proposta dos roteiros de aulas dos módulos do projeto. Para maiores detalhes da adequação necessária para impactar a prática na sala de aula referimo-nos a (Baldin & Felix, 2011).

Na próxima seção apresentamos os princípios básicos da metodologia Lesson Study em que se baseia o nosso projeto.

¹ O modelo usado foi a calculadora científica CASIO ClassWiz fx-991 LAX.

Os Princípios da Lesson Study

A Metodologia da Lesson Study consiste em atividade de pesquisa de uma aula (ou uma sequência de aulas) por professores, sendo uma atividade de grupo formado por pesquisadores, professores, coordenadores pedagógicos e até dirigentes. Em outras palavras, o Lesson Study é uma forma de investigação de uma aula-pesquisa sobre um tópico selecionado dentro do currículo escolar. O grupo pesquisa o planejamento (*conteúdo específico, estratégias de encaminhamento dentro da sala de aula, questionamentos adequados para estimular a aprendizagem participativa dos alunos, e previsão de possíveis soluções dos alunos*), para assim elaborar uma sequência didática a ser executada. Durante a execução do plano por um professor, o grupo observa a eficácia do plano elaborado de acordo com as evidências de aprendizagem dos alunos e analisando as expectativas iniciais. Após a realização da aula, o grupo se reúne para reflexão e avaliação do plano de aula como um todo, reunindo a auto-avaliação do professor com as contribuições críticas do grupo. A aula, assim analisada, pode retomar o ciclo com planejamento aperfeiçoado. (Isoda et al, 2007), (Fernandez & Yoshida, 2004), (Isoda, Arcavi, & Mena-Lorca, 2012).

Dentre todos as etapas do ciclo de uma Lesson Study o planejamento de uma aula com os ingredientes como citados acima constitui a pedra fundamental de todo o processo. Portanto, nos cursos de educação continuada de professores que almejam introduzir a Lesson Study como estratégia para promover mudança de paradigmas nas ações do professor na sala de aula, deve-se focar especialmente na aprendizagem do professor em “planejar uma aula” sob uma perspectiva diferente, mais completa e com dimensões que permitam a avaliação em si da aula durante a observação da mesma durante sua realização, assim como rever os seus olhares sobre a aprendizagem participativa do aluno através da execução do plano. (Baldin, 2010).

Tendo em vista que o nosso projeto está em execução com diversos módulos realizados e outras por realizar, notamos que o processo gradual de aprendizagem dos professores do grupo começa com a participação no plano de aula que é trabalhado inicialmente pelos pesquisadores para ser proposta para que o grupo a vivencie, para assim o grupo consiga acompanhar e compreender os itens do plano de aula, como parte da sua aprendizagem. É uma adaptação do ciclo da LS fundamentada por TPACK, dado que a inclusão da ferramenta tecnológica no plano de uma aula requer uma atenção redobrada na pesquisa.

Portanto, como Baldin (2009) afirma da necessidade de adaptar a metodologia de Lesson Study como Pesquisa de Aula, aos contextos da realidade brasileira nos cursos de educação de professores, o nosso projeto foca com prioridade o roteiro de aulas em que a integração da calculadora científica é realizada como uma aula inédita de resolução de problema-tema enaltecendo o significado do conhecimento de disciplinas específicas pelas facilidades que a calculadora traz para instigar a curiosidade, a exploração pela descoberta, a compreensão das possibilidades de generalizações e também da análise das limitações da calculadora.

Os passos da Lesson Study permitem a observação da eficácia de uma aula por meio de um planejamento cuidadoso, para então poder avaliar os resultados da aprendizagem dos alunos, que é o objetivo principal de uma aula.

Exemplo do projeto em escolas da rede estadual de ensino

A parceria do nosso projeto com a rede estadual de ensino básico, por meio da Diretoria de Ensino Regional de José Bonifácio, no estado de São Paulo, Brasil, está permitindo realizar a

médio e longo prazo as capacitações de professores no uso de calculadora científica, usando a metodologia Lesson Study para efetivamente levar os professores participantes a compreender a importância do planejamento criterioso de uma aula com integração da tecnologia, e trabalhando o conteúdo do currículo oficial em contexto ampliado de conectar os tópicos com dimensões de competências e habilidades preconizados em documentos oficiais, por exemplo, incluindo a educação financeira, educação pela cidadania, interdisciplinaridade com outras áreas como Física, Biologia, estando a Geografia e Química em planos imediatamente futuros. Além disso, o roteiro foi planejado para mudar a dinâmica de participação dos alunos para engajá-los na produção de suas respostas.

Um dos exemplos recentes do nosso projeto foi realizado por meio do roteiro pesquisado, testado por simulações pelos participantes antes de levar a sala de aula dos participantes, e depois analisado através de registros, fotos e questionários de avaliação. O tema foi a probabilidade de acerto no sorteio de loteria, a Mega Sena, que consiste em apostas em 6 escolhas entre os números de dois dígitos, de 01 a 60. Um texto motivador e explicativo foi colocado no início do roteiro com as regras da loteria, e a aula foi planejada com uma proposta de inclusão dos participantes vivenciando inicialmente as possibilidades dentro da sua turma de alguém acertar o prêmio. As primeiras atividades foram para que os professores identificassem o objetivo de trabalhar o pensamento de análise combinatória dentro de uma situação problema do cotidiano, por meio do questionamento “Qual é a melhor aposta?” e vivenciar as reações que ocorreriam dentro da sua sala de aula. O roteiro é cuidadosamente elaborado por meio de atividades, no início lúdicas, mas inquisidoras à medida que se exploram as probabilidades, as técnicas de elaborar a árvore de possibilidades e os cálculos mediados pela calculadora. A calculadora se mostra especialmente útil ao promover o senso numérico ao explorar a ordem de grandeza dos números que surgem nas diversas possibilidades de aposta e dos preços que se pagam pelas mesmas, assim como analisar as limitações próprias da tecnologia e, portanto, descobrir o potencial do conhecimento matemático para solucionar problemas. Enfim, a educação cidadã de promover o gasto responsável e tomada de decisões foram resultados implícitos na atividade.

Cerca de 45 professores da rede trabalharam o roteiro descobrindo novas formas de ensinar conteúdo com significados e com a tecnologia. Até o momento dois professores conseguiram levar a aula-pesquisa para suas salas de aula com registros da realização, e a análise dos relatos pós-aula são promissores em mostrar a superação do temor de deixar a zona de conforto, como também uma apreciação crítica do como os alunos podem aprender com nova ferramenta didática. Os professores do nosso projeto que ainda não testaram a aula-pesquisa são esperados que se sintam motivados a executar o roteiro e participar da análise coletiva a ocorrer.

Conclusões

Diante da resistência compreensível dos professores em enfrentar desafios de mudança no paradigma de ensino com vistas a aprendizagem participativa e significativa dos alunos, acreditamos que o projeto de integração da calculadora científica no contexto escolar, fundamentado pelo quadro teórico TPACK e realizado dentro da metodologia Lesson Study está trazendo respostas promissoras a questões de investigação que motivaram o projeto, na direção de alternativas para os cursos de formação de professores nos tempos atuais. Finalmente, este projeto contribuirá para o desenho de atividades de acordo com a Base Nacional Comum Curricular.

Bibliografia e referências

- Baldin, Y. Y. (2009). O significado da introdução da metodologia japonesa de Lesson Study nos cursos de capacitação de professores de matemática no Brasil. *XVIII ENCONTRO ANUAL DA SBPN*. São Paulo, 26 a 28 de setembro de 2009.
- Baldin, Y.Y. (2010). The Lesson Study as a strategy to change the paradigm of teaching Mathematics: a Brazilian case. In *Proceedings of 4th APEC Tsukuba International Conference*. Tokyo: U. Tsukuba. Recuperado de http://www.cried.tsukuba.ac.jp/math/apec/apec2009/doc/pdf_20-21/YurikoYamamotoBaldin-paper.pdf
- Baldin, Y. Y., & Felix, T. (2011). A Pesquisa de Aula (Lesson Study) como ferramenta de melhoria da prática na sala de aula. *XIII CIAEM-IACME*. Recife.
- Baldin, Y.Y., & Guimarães, L. (2012). El proceso de introducción de Estudio de Clases en Brasil (versão ampliada em espanhol do original The process of introducing Lesson Study in Brazil). Em *Isoda, Arcavi & Mena Lorca (Eds), El Estudio de Clases Japonés en Matemáticas, Su importância para el mejoramiento de los aprendizajes en el escenario global. Tercera edición. Valparaíso: Ediciones Universitárias de Valparaíso*, pp. 306 – 315.
- Brasil. (1997). Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros curriculares nacionais, parte III – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Brasília: MEC/SEF.
- Brasil. (2017). Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular- BNCC*. Brasília.
- Fernandez, C., & Yoshida, M. (2004). *Lesson Study: A Japanese approach to improving Mathematics teaching and learning*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Isoda, M., Arcavi, A., & Mena-Lorca, A. (2012). *El estudio de clases japonés en Matemáticas, Su importância para el mejoramiento de los aprendizajes em el escenario global*. Tercera edición. Valparaíso: Ediciones Universitárias de Valparaíso.
- Isoda, M., Stephens.M., Ohara, Y. & Miyakawa, T. (2007). *Japanese Lesson Study in Mathematics: Its impact, diversity and potential for educational improvement*. Singapore: World Scientific.
- Kissane, B. (2015). Learning with calculators: Doing more with less. In: *25th Biennial Conference of the Australian Association of Mathematics Teachers: Mathematics: Learn, Lead, Link, 6 - 8 July 2015*. Adelaide, Austrália.
- Kissane, B. & Kemp, M. (2012). Calculators and the mathematics curriculum. In *W.-C. Yang, M. Majewski, T. de Alwis & K. Khairiree (Eds.) Creative and Critical Thinking in Mathematics Through Technology: Proceedings of the 17th Annual Conference of the Asian Technology Conference on Mathematics*. (pp. 178-187) Bangkok, Thailand: ATCM Inc.
- Mishra, P., & Koehler, M. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, Volume 108, Number 6, June 2006, pp. 1017-1054.
- Neves, T., & Bittar, M. (2015). Análise da prática de um professor no ensino da Matemática: Possíveis reflexões em um processo de integração de tecnologia. *EM TEIA Revista de Educação Matemática e Tecnológica Ibero-Americana*, 5, número 3.
- Purificação, I., Neves, T., & Brito, G. (2010). Professores de matemática e as tecnologias: medo e sedução. Em *Educação Matemática, Tecnologia e Formação de Professores: Algumas reflexões* (pp. 31-57). Campo Mourão: FECILCAM.
- Shulman, L. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 4-14.