



***Design* de enunciados de problemas abertos para propiciar a (re)formulação e resolução desses problemas com o uso de tecnologias digitais na formação de futuros professores de Matemática**

Fabiane Fischer **Figueiredo**

E.E.E.M. João Habekost, Universidade Luterana do Brasil
Brasil

fabianefischerfigueiredo@gmail.com

Claudia Lisete Oliveira **Groenwald**

Universidade Luterana do Brasil

Brasil

claudiag@ulbra.br

Resumo

Neste trabalho apresentam-se os resultados obtidos com uma investigação, em que um grupo de futuras professoras de Matemática realizaram o *design* de um problema, utilizando as tecnologias digitais, para que esse pudesse favorecer a sua (re)formulação no processo de resolução, com o uso de tais recursos. O objetivo pretendido era que adquirissem a experiência como *designer* de problemas e refletissem sobre a mesma. O problema produzido apresentou características e aspectos que permitem depreender que, ao ser (re)formulado e resolvido, pode contribuir para a Educação Matemática Crítica e a Educação Financeira Escolar. Quanto ao processo formativo das futuras professoras, constatou-se que (re)construíram as suas concepções acerca do *design* de problemas abertos, em que as tecnologias digitais são utilizadas, para propiciar a (re)formulação e resolução de problemas com o uso desses recursos, bem como sobre a abordagem de temas de relevância social, que possam favorecer o ensino de conhecimentos matemáticos.

Palavras-chave: *Design* de problemas abertos, (Re)formulação e resolução de problemas, Tecnologias Digitais, Formação inicial de professores, Matemática.

Comunicação

Introdução

A formação inicial de professores de Matemática, de acordo com as necessidades requeridas pela sociedade, na contemporaneidade, vem exigindo o estudo de novas perspectivas metodológicas, por parte dos futuros professores, que os capacitem para o planejamento e a realização de práticas pedagógicas, com os alunos da Educação Básica. Entre as perspectivas, destaca-se o

design de enunciados de problemas do tipo aberto¹ e que podem abordar temas de relevância social, em que tecnologias digitais são utilizadas, com a finalidade de que tais problemas propiciem a sua (re)formulação e resolução com o uso desses recursos (Figueiredo, 2017).

Essa perspectiva, por dinamizar a resolução de problemas, pode contribuir para que os futuros professores adquiram a experiência como *designer* de problemas, que os permitam produzir conhecimentos, no que se refere a aspectos matemáticos, metodológicos, tecnológicos e acerca da abordagem de temas de relevância social, com uma abordagem da Educação Matemática Crítica (Figueiredo, 2017) e para a Educação Financeira Escolar. Também, possibilita a apresentação e/ou o desenvolvimento de competências e habilidades, como a tomada de decisões, a discussão e a reflexão sobre a atividade realizada.

Desse modo, optou-se por apresentar, neste artigo, os principais resultados obtidos com a proposta desse *design*, que foi realizado por um grupo de futuras professoras de Matemática, denominadas D, E e F. Tais resultados fazem parte de uma investigação, de cunho qualitativo, do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECIM)/Universidade Luterana do Brasil (ULBRA)-Canoas-RS-Brasil.

O *design* de problemas com o uso de tecnologias digitais e a (re)formulação e resolução desses problemas

Conforme Figueiredo e Dalla Vecchia (2015), o *design* de problemas com o uso de tecnologias digitais é uma atividade, que requer a elaboração de problemas abertos, para serem resolvidos com o uso dessas tecnologias. Nesse *design*, também, podem ser valorizados os interesses, os conhecimentos prévios e os níveis de desenvolvimento cognitivo dos alunos, bem como serem atribuídos um ou mais aspectos, como a visualização, a simulação, a investigação, a reflexão crítica, a (re)formulação de problemas, entre outros (Figueiredo, 2017).

Para realizá-lo, o(s) *designer(s)* é(são) o(s) professor(es) e/ou o(s) aluno(s) que podem executar as etapas propostas por Figueiredo (2017), que foram identificadas a partir das fases mencionadas por Filatro (2008) para o *Design* de Sistemas Instrucionais ou *ISD*² (análise da necessidade, projeto, desenvolvimento e implementação da solução e avaliação da solução obtida): *formação do grupo de trabalho (designers); análise das necessidades; projeto/planejamento, desenvolvimento e implementação; avaliação da primeira versão do problema; discussão e reflexão por parte dos designers; e realização de modificações ou do re-design, para obter a segunda versão do problema.* Também, pode ser utilizado o recurso *storyboard*, “[...] na fase de pré-produção, [...] [que] funciona como uma série de esquetes (cenas) e anotações que mostram visualmente como a seqüência (sic) de ações deve se desenrolar” (Filatro, 2008, p.60).

Entre os aspectos, que podem ser atribuídos ao *design* e a resolução dos problemas, entende-se que (re)formulação apresenta potencialidades, que podem contribuir para a produção de conhecimentos matemáticos. De acordo com Brown e Walter (2009), a (re)formulação associada à resolução de problemas, possibilita que os alunos elaborem os seus próprios questionamentos e apresentem um ou mais problemas, ao reconstruírem o problema proposto pelo professor, de modo que os orientem nas suas decisões, ações, no uso de recursos, nas explorações e estratégias no processo de resolução.

¹Para Allevato (2008), tais problemas oportunizam aos alunos a tomada de decisões, a valorização de suas próprias ideias e a exploração dos conteúdos matemáticos no processo de resolução.

²“*Instructional System Design*”.

Bravo e Sánchez (2012) salientam que a (re)formulação de problemas é uma competência que pode ser desenvolvida, visto que possibilita a melhoria da relação entre a forma como surgiu um problema (completo ou incompleto) e a sua resolução. Essa atividade ou competência pode possibilitar o desenvolvimento de outras competências matemáticas específicas, como por exemplos: pensar, formular e resolver problemas, argumentar, representar entidades e comunicar, com e sobre a Matemática.

Para Jurado (2017), a (re)formulação pode favorecer o desenvolvimento das capacidades de análise de situações problemáticas, de identificar ou a criar problemas, de resolver problemas e de elaborar de questionamentos, que permitam refletir criticamente sobre a realidade. Como sugestões, menciona que o professor deve criar ou orientar os alunos para que criem problemas por: *variação*, em que um novo problema é produzido ao modificar um ou mais elementos fundamentais do problema proposto; ou *elaboração*, que a produção de um novo problema ocorre de forma livre, a partir de uma situação problemática.

Abramovich (2015) salienta que, nessa atividade, podem ser utilizadas os recursos tecnológicos, como os computacionais. No entanto, declara que os professores precisam ter a oportunidade de discutir e refletir criticamente sobre os problemas matemáticos, com e sem o uso desses recursos e ambientes computacionais, e como esses podem ser utilizados para desenvolvê-los. Ademais, torna-se necessário a compreensão da coerência didática de um problema e dos resultados que podem ser gerados por tais recursos.

Diante do exposto, entende-se que o *design* de enunciados de problemas abertos, que abordam temas de relevância social, pode ser um meio para propiciar as atividades de reformulação e/ou de formulação e resolução de outros problemas, subsidiários, com o uso de tecnologias digitais. Além disso, essas atividades associadas favorecem a produção de conhecimentos matemáticos, tecnológicos e acerca de temas de relevância social, que podem promover a Educação Matemática Crítica, por parte dos alunos da Educação Básica, assim como o desenvolvimento de competências e habilidades, sendo elas: tomar decisões, criar, inovar, explorar, investigar, interagir, refletir criticamente e trocar ideias. Todavia, é necessário que os futuros professores de Matemática sejam preparados para utilizar essa perspectiva em sala de aula.

Metodologia

Os resultados aqui apresentados foram obtidos por meio de uma investigação, de cunho qualitativo, cujo objetivo era investigar, por meio das atividades de *design* e de (re)formulação e resolução de problemas, quais são os conhecimentos produzidos por futuros professores, no que se refere a aspectos matemáticos, metodológicos, tecnológicos e relativos à abordagem de temas de relevância social, que podem promover a Educação Matemática Crítica. Para realizá-la, optou-se pelo método *estudo de caso*, uma vez que buscou-se planejar um experimento, que consistiu em ofertar e ministrar um curso de extensão semipresencial, em 2018, denominado *Design de problemas matemáticos com o uso das tecnologias digitais, sob o enfoque da (re)formulação de problemas na Educação Matemática*, que teve 60 horas de duração.

Os participantes foram 10 alunos do Curso de Licenciatura em Matemática da ULBRA, que estavam cursando entre o 5º e 8º semestres e tiveram como professoras formadoras as pesquisadoras. Para coletar os dados, houve a utilização dos instrumentos: observações participantes, por parte das pesquisadoras e que foram registradas em documentos de *word*; e registros dos alunos no Ambiente Virtual de Aprendizagem *Moodle* (ULBRA, 2018), onde as atividades foram propostas e realizadas.

Neste artigo, apresenta-se o recorte dos resultados obtidos entre o 5º e 8º encontros do curso, que são referentes a atividade em que os futuros professores de Matemática realizaram o *design* de um problema do tipo aberto, utilizando as tecnologias digitais, com o objetivo de que esse favorecesse a sua (re)formulação no processo de resolução, com o uso de tais recursos, e para que os futuros professores adquirissem a experiência como *designer* de problemas e refletissem sobre a atividade realizada. A seguir apresenta-se as etapas realizadas no *design* de um dos problemas, que foi planejado, desenvolvido e implementado pelas alunas D, E e F.

O problema produzido

Como atividade, as futuras professoras D, E e F realizaram o *design*, utilizando as tecnologias digitais e abordaram um tema de relevância social, que pudesse promover a Educação Matemática Crítica, na (re)formulação e resolução dos problemas. Também, discutiram e refletiram sobre a atividade, que ocorreu em etapas, como as descritas por Figueiredo (2017).

Na etapa *formação do grupo de trabalho*, as alunas D, E e F formaram o grupo de trabalho, pelo critério de afinidade. Elas discutiram, na etapa de *análise das necessidades*, e decidiram produzir o problema para ser proposto a alunos de um terceiro ano do Ensino Médio, já que a aluna E era a professora e queria propô-lo aos mesmos, juntamente com as demais colegas.

O tema de relevância social escolhido foi o planejamento das compras de móveis para a residência escolhida, observando o orçamento, a poupança e as formas de pagamento determinados para o personagem. A aluna E alegou que esse tema vinha ao encontro dos interesses e das expectativas futuras de seus alunos, pois acredita que a maioria pretende ter a sua independência e residir sozinho. Dessa forma, as alunas D, E e F almejavam que a (re)formulação e a resolução do problema favorecesse, também, a Educação Matemática Crítica.

No que diz respeito ao conhecimentos matemáticos, reconheceram que o tema contribuía para o emprego e/ou ensino das quatro operações com os números racionais, valores monetários, porcentagem, juros, medidas de comprimento e áreas de figuras geométricas planas e espaciais através da resolução do problemas, cujo tema e conhecimentos poderiam contribuir para a Educação Financeira, no ambiente escolar. Em relação às tecnologias digitais, optaram por pesquisar na *Internet* as imagens de plantas baixas de residências com um, dois e três dormitórios e utilizar os recursos do *site Toondoo*³, para produzir uma história em quadrinhos, na forma de um *book online*.

Nas etapas de *projeto/planejamento*, de *desenvolvimento* e de *implementação*, as alunas D, E e F decidiram elaborar um *storyboard*, com o uso de um documento de *word*, onde esboçaram cada parte da história em quadrinhos e utilizaram as plantas baixas pesquisadas (atribuição de *aspectos estéticos* e a *visualização*). Nessas, verificou-se, também, que escolheram produzir duas opções para o problema, uma com o personagem principal sendo uma mulher e outra sendo um homem, para que os alunos do 3º ano pudessem escolher o personagem e tomar as decisões como se estivessem vivenciando a mesma situação (*aspectos estéticos* e *simulação*).

A história em quadrinhos foi produzida para que apresentasse informações incompletas, que os alunos deveriam completá-las para resolvê-lo (*características de um problema do tipo aberto* e da (re)formulação e resolução de problemas e a *exploração*), assim como para que propiciasse a realização de pesquisas em *sites* de Lojas, para escolherem os móveis conforme as medidas de largura, comprimento e altura, os melhores preços e condições de pagamento fornecidas, e das

³Disponível em: <http://www.toondoo.com>

condições financeiras determinadas para o personagens e registrá-las (*investigação, produção escrita e reflexão crítica*). As alunas D e E fizeram as duas opções no *site Toondoo* e a aluna F apenas as auxiliou na escolha dos cenários, personagens e objetos.

Na etapa de *avaliação da primeira versão do problema*, as pesquisadoras analisaram os aspectos estéticos e o enunciado do problema, nas duas opções, para fornecer o *feedback* às alunas D, E e F (*designers*). Para as opções feminina e masculina do problema, foram sugeridas a revisão da ortografia das palavras e o uso de sinais de pontuação, a alteração do tamanho dos objetos e do personagem principal, para serem proporcionais aos cenários escolhidos, e que as imagens das plantas baixas das residências deveriam ser nítidas, já que estavam fora de foco.

Na etapa de *discussão e reflexão por parte dos designers*, as alunas D, E e F discutiram e decidiram realizar as modificações que julgaram necessárias, conforme com os comentários feitos pelas pesquisadoras. Na etapa de *realização de modificações ou do re-design, para obter a segunda versão do problema*, obtiveram a segunda versão do problema, em que se verifica as alterações solicitadas.

Das opções do problema, que se diferem apenas pelo personagem, apresenta-se o enunciado do problema produzido, que foi denominado como “*Mobiliando a casa - versão masculina*” (Figuras 1 e 2). O problema produzido pode ser proposto a alunos de um terceiro ano do Ensino Médio, pois pode propiciar a (re)formulação e a resolução do problema por *variação*, caso tomem a decisão de modificar um ou mais elementos do mesmo e/ou por *elaboração*, se optarem por produzir de um novo enunciado para o problema, a partir do mesmo (Jurado, 2017).

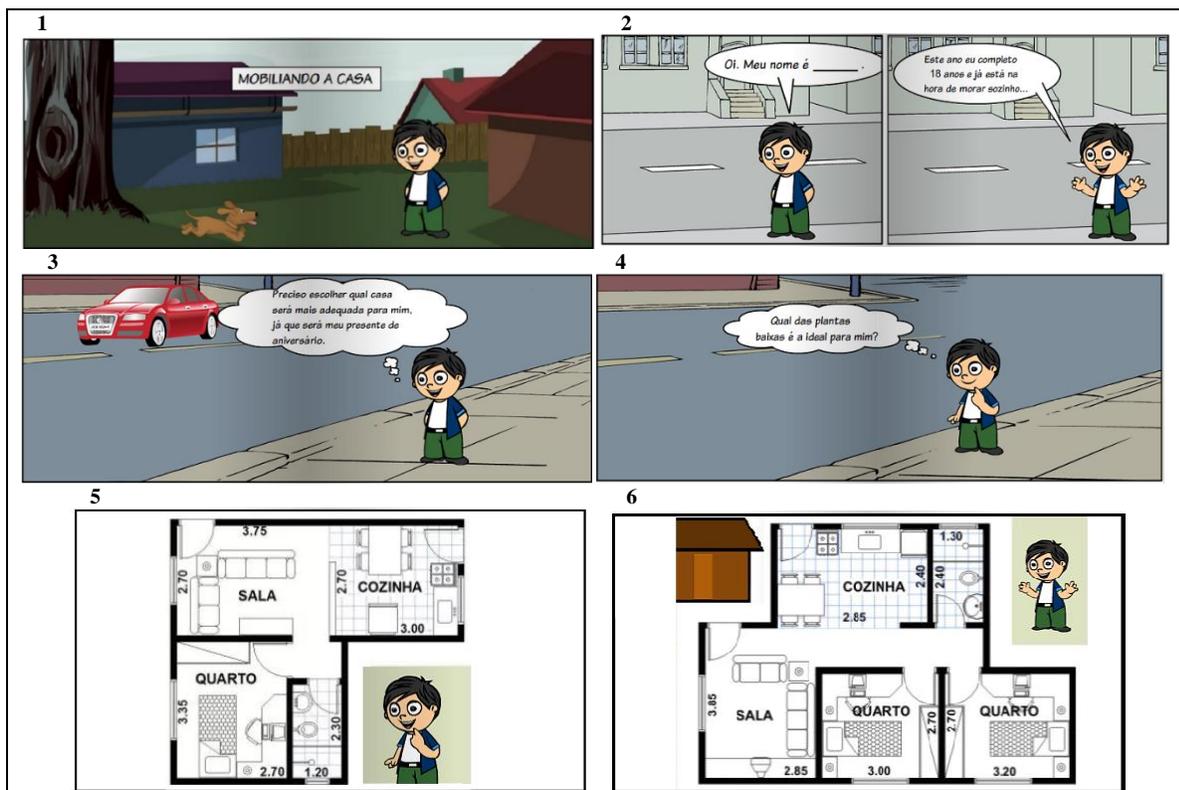


Figura 1. Páginas 1 a 6 da versão masculina do problema, disponível em: <http://www.toondoo.com/ViewBook.toon?bookid=696307>

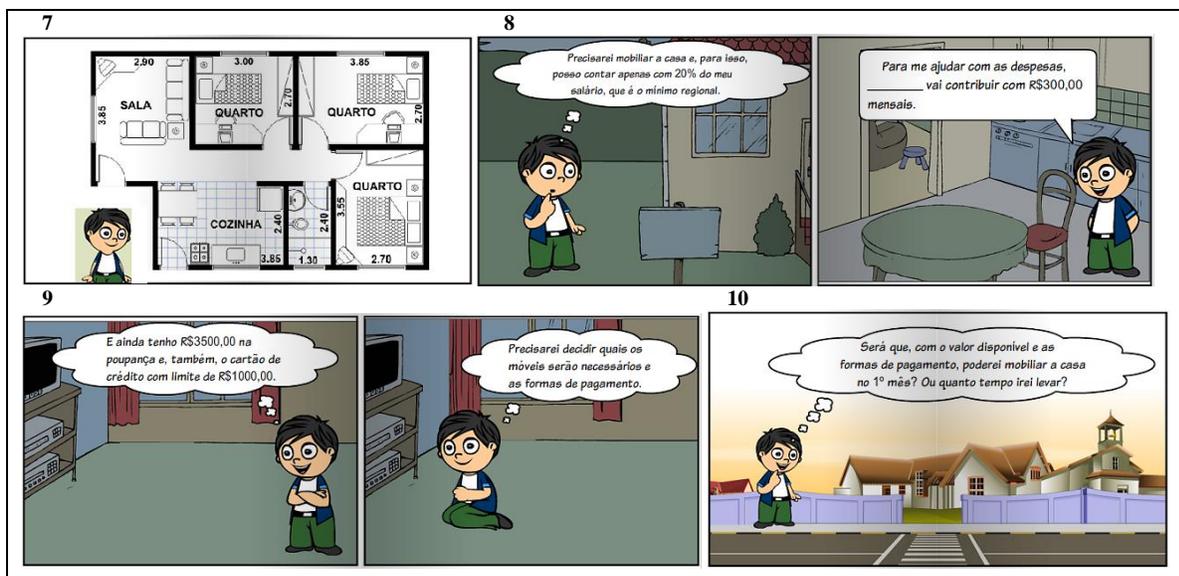


Figura 2. Páginas 7 a 10 da versão masculina do problema, disponível em: <http://www.toondoo.com/ViewBook.toon?bookid=696307>

No problema, verifica-se que, da página 1 a 4 do *book online*, são expostas informações sobre o personagem, que, na página 2, é solicitado que seja nomeado o mesmo e na página 4 há um questionamento que instiga a escolha de umas das plantas baixas das residências. Nas páginas 5 a 7, são apresentadas as plantas baixas das residências, de um (página 5), dois (página 6) e três (página 7) dormitórios, respectivamente, que possuem a representação de como os móveis podem ser dispostos nos cômodos, que podem ou não interferir nas decisões dos alunos. Nas páginas 8 e 9, são fornecidas as informações quanto às condições financeiras e de pagamento que o personagem possui e, ainda, é necessário determinar o nome do outro personagem, que poderia ajudar na compra e no pagamento. Na página 10, há questionamentos que suscitam a busca por uma solução para o problema, visto que é necessário que respondam se o personagem poderá efetuar ou não as compras, no primeiro mês em que já estiver morando sozinho.

Ao término do *design* do problema, as alunas D, E e F participaram do Fórum “Refletindo sobre o *design* dos problemas com a utilização das tecnologias digitais”, que foi proposto no Ambiente Virtual de Aprendizagem *Moodle* (ULBRA, 2018). Nele, as alunas D e F escreveram que a experiência como *designer* foi inovadora, uma vez que lhes permitiu a aprendizagem de uma nova perspectiva metodológica, diferenciada e enriquecedora, que exige a reflexão sobre como deve ser produzido o enunciado de um problema para que os alunos o resolvam, sejam autônomos na tomada de decisões e aprendam conhecimentos matemáticos. A aluna D, ainda, mencionou que a resolução do problema “[...] poderá desenvolver as capacidades de tentar, supor, testar e provar o que é proposto [...]”.

A aluna E afirmou que “[...] o *design* de problema é uma metodologia [...], que possibilita trabalhar com inúmeras situações com os alunos e, a partir dessas situações, torná-los mais críticos e independentes na tomada de suas decisões”. Pela resposta da aluna, depreende-se que ela compreendeu que a perspectiva evidenciada pode viabilizar o desenvolvimento de competências e habilidades, como a reflexão crítica e a tomada de decisões.

Pelas respostas das alunas D, E e F, nota-se que identificaram as potencialidades que o *design* de problemas com o uso de tecnologias digitais, cuja pretensão é que ocorra a sua (re)formulação e

resolução com o uso desses recursos, por parte dos alunos. Também, a experiência como *designers* e a posterior reflexão sobre a atividade realizada, foram oportunidades para que aprendessem a produzir enunciados de problemas, considerando os objetivos pretendidos e as competências e habilidades a serem desenvolvidas, bem como para que compreendessem os resultados que poderiam ser gerados pela resolução do problema (Abramovich, 2015).

Considerações finais

O *design* de enunciados de problemas abertos, com o uso de tecnologias digitais, sob a associação das perspectivas da (re)formulação e da resolução de problemas, com o uso desses recursos, pode contribuir para que os futuros professores aprendam a utilizar essa perspectiva no planejamento de suas práticas pedagógicas, de modo que possibilite o ensino da Matemática e a Educação Financeira Escolar de seus alunos. Também, essa experiência adquirida pelos futuros professores pode favorecer o entendimento de como os temas de relevância social, para uma abordagem da Educação Matemática Crítica, podem ser abordados através da (re)formulação e resolução de problemas, com o uso de tecnologias digitais, e para a aprendizagem de conhecimentos matemáticos e tecnológicos.

Para isso, entende-se que essa perspectiva metodológica deve ser estudada, discutida e refletida na formação inicial de professores de Matemática. Por meio das etapas realizadas, os futuros professores podem produzir conhecimentos quanto a realização de *designs* de problemas matemáticos do tipo aberto, utilizando as tecnologias digitais, e como tais problemas podem ser propostos aos alunos da Educação Básica, para propiciarem a sua (re)formulação e resolução, de forma articulada, com o uso desses recursos.

Desse modo, afirma-se a necessidade de que os futuros professores sejam orientados, nesse processo, pelos professores formadores, para que os enunciados dos problemas sejam pré-determinados e apresentem informações incompletas, mas que, ao serem interpretadas, possam instigar os alunos a completá-las e a solucioná-los. Além disso, precisam, por meio do *design*, apresentar e/ou desenvolver competências e habilidades profissionais, como de trabalhar colaborativamente, de tomar decisões pedagógicas, de refletir, de criar, de inovar e de escolher e utilizar as tecnologias digitais e os conhecimentos matemáticos que serão empregados ou ensinados, e de abordar temas de relevância social e de como ensinar.

Referências bibliográficas

- Abramovich, S. (2015). Educating teachers to pose Mathematical problems in the digital age: toward alternative ways of curriculum design. *IMVI OMEN*, 5(2), pp.115-136.
- Allevato, N. S. G. (2008). *O Computador e a Aprendizagem Matemática: reflexões sob a perspectiva da Resolução de Problemas*. Rio Claro, SP: UNESP. Disponível em: http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/setembro2012/matematica_artigos/artigo_allevato.pdf
- Bravo, J. A. F. e Sánchez, J. J. B. (2012). Incidencia de la invención y reconstrucción de problemas en la competencia matemática. *Revista Iberoamericana de Educación Matemática*, 1(32), pp.29-43.
- Brown, S. I. & Walter, M. I. (2009). *The art of problem posing* (3.ed). London: Psychology Press-Taylor & Francis.
- Figueiredo, F. F., & Dalla Vecchia, R. (2015). O design de problemas com as Tecnologias Digitais no ensino da Matemática. *CIAEM-IACME*, 1(14), Tuxtla Gutiérrez, México. Disponível em: http://xiv.ciaem-edumate.org/index.php/xiv_ciaem/xiv_ciaem/paper/viewFile/1298/509

- Figueiredo, F. F. (2017). *Design de problemas com a utilização das Tecnologias Digitais na formação inicial de professores de Matemática* (Tese de Doutorado). Universidade Luterana do Brasil, Canoas, Brasil.
- Filatro, A. C. (2008). *Design instrucional na prática*. São Paulo: Pearson Education do Brasil.
- Jurado, U. M. (2017). *La creación de problemas como medio para potenciar la articulación de competencias y conocimientos del profesor de matemáticas*. Disponível em: <http://enfoqueontosemiotico.ugr.es/civeos/malaspina.pdf>
- Problema. (2018). *Mobiliando a casa – versão masculina*. il. color. Canoas: PPGEICIM/ULBRA. Disponível em: <http://www.toondoo.com/ViewBook.toon?bookid=696307>
- Toondoo. (2018). *Site*. Pleasanton, CA, USA: JAMBAV. Disponível em: <http://www.toondoo.com/>
- ULBRA. (2018). *Ambiente de Aprendizagem Moodle do Curso de Extensão de Design de problemas com a utilização das Tecnologias Digitais, sob o enfoque da (re)formulação e resolução de problemas na Educação Matemática*. Canoas: PPGEICIM/ULBRA. Disponível em: <http://www.ppgecimulbra.br/moodle/user/view.php?id=128&course=40>