

FABIANE FISCHER FIGUEIREDO, CLAUDIA LISETE OLIVEIRA GROENWALD

DESIGN, (RE)FORMULAÇÃO E RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS COM O USO DE TECNOLOGIAS DIGITAIS NA FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE MATEMÁTICA

DESIGN, PROBLEM POSING AND SOLVING WITH THE USE OF DIGITAL TECHNOLOGIES
IN THE INITIAL TRAINING OF MATHEMATICS TEACHERS

RESUMEN

Este artículo presenta los resultados de una investigación cualitativa, en la cual el objetivo fue investigar qué conocimiento es producido por futuros maestros de matemáticas, en aspectos matemáticos, metodológicos, tecnológicos y sobre el enfoque de temas socialmente relevantes, a través del diseño, (re)formulación y resolución de problemas abiertos y la planificación e implementación de prácticas pedagógicas, en las cuales se proponen dichos problemas. Para lograr esto, tres estudiantes, en un grupo, llevaron a cabo las actividades de un curso de extensión, lo que les permitió adquirir experiencias, y que contribuyó a la producción de conocimientos docentes, relacionados con el diseño de problemas abiertos y que abordan temas de relevancia social, con el uso de tecnologías digitales y sobre la planificación e implementación de prácticas pedagógicas, en las cuales se evidencia la (re)formulación y resolución de estos problemas.

PALABRAS CLAVE:

- *Diseño de problemas abiertos*
- *(Re)formulación y resolución de problemas*
- *Tecnologías digitales*
- *Formación inicial del profesorado*
- *Matemáticas*

ABSTRACT

This article presents the results of a qualitative investigation, in which the objective was to investigate what knowledge is produced by future mathematics teachers, in mathematical, methodological, technological aspects and about the approach of socially relevant themes, through design, posing and resolution of open problems and the planning and implementation of pedagogical practices, in which such problems are proposed. To achieve this, three students, in a group, carried out the activities of an extension course, which allowed them to acquire experiences, which contributed to the

KEY WORDS:

- *Open problem design*
- *Problem posing and solving*
- *Digital technologies*
- *Initial teacher training*
- *Mathematics*



production of teaching knowledge, related to the design of open problems and which address topics of social relevance with the use of digital technologies and about the planning and implementation of pedagogical practices, in which the posing and resolution of these problems are evidenced.

RESUMO

Neste artigo apresentam-se os resultados de uma investigação qualitativa, em que o objetivo foi investigar quais são os conhecimentos produzidos por futuros professores de Matemática, nos aspectos matemáticos, metodológicos, tecnológicos e acerca da abordagem de temas de relevância social, por meio do *design*, da (re)formulação e resolução de problemas abertos e do planejamento e realização de práticas pedagógicas, em que tais problemas são propostos. Para atingi-lo, três alunas, em grupo, realizaram as atividades de um curso de extensão, que as permitiram a aquisição de experiências, que contribuíram para a produção de conhecimentos docentes, relativos ao *design* de problemas abertos e que abordam temas de relevância social com o uso de tecnologias digitais e acerca do planejamento e realização de práticas pedagógicas, em que a (re)formulação e resolução desses problemas são evidenciadas.

PALAVRAS CHAVE:

- *Design de problemas abertos*
- *(Re)formulação e resolução de problemas*
- *Tecnologias digitais*
- *Formação inicial de professores*
- *Matemática*

RÉSUMÉ

Cet article présente les résultats d'une enquête qualitative, dans laquelle l'objectif était d'étudier quelles connaissances sont produites par les futurs professeurs de mathématiques, dans les aspects mathématiques, méthodologiques, technologiques et sur l'approche de thèmes socialement pertinents, à travers le *design*, (re)formulation et résolution de problèmes ouverts et planification et mise en œuvre de pratiques pédagogiques, dans lesquelles de tels problèmes sont proposés. Pour y parvenir, trois étudiants, en groupe, ont réalisé les activités d'un cours de vulgarisation, qui leur a permis d'acquérir des expériences, qui ont contribué à la production de connaissances pédagogiques, liées à la conception de problèmes ouverts et qui abordent des sujets d'intérêt social avec l'utilisation des technologies numériques et la planification et la mise en œuvre de pratiques pédagogiques, dans lesquelles la (re)formulation et sur la résolution de ces problèmes sont mises en évidence.

MOTS CLÉS:

- *Conception de problèmes ouverts*
- *(Re)formulation et résolution de problèmes*
- *Tecnologias numériques*
- *Formation initiale des enseignants*
- *Mathématiques*

1. INTRODUÇÃO

A formação de professores de Matemática, de acordo com as necessidades educacionais requeridas para o desempenho profissional, exige do(s) professor(es) formador(es) a proposta de atividades, que permitam aos futuros professores, que, neste momento, são alunos em formação inicial, o estudo, a discussão, a investigação e a reflexão sobre as perspectivas educacionais. Nesse viés, destaca-se o *design* de problemas abertos e que abordam temas de relevância social com o uso de tecnologias digitais, para propiciar as atividades de (re)formulação¹ e resolução de problemas com o uso desses recursos, por ser uma perspectiva metodológica que associa outras, como os problemas do tipo abertos, a (re)formulação, a resolução de problemas e o uso de tecnologias digitais, e possibilita, aos futuros professores, o exercício dos papéis de *designer* e professor, ao proporem tais problemas a alunos da Educação Básica, de modo que essas experiências possam incidir na produção de conhecimentos e no desenvolvimento de competências e habilidades docentes (Figueiredo & Groenwald, 2018).

O estudo teórico-prático sobre a (re)formulação e resolução de problemas com o uso de tecnologias digitais, quando ocorridos no processo formativo de futuros professores de Matemática, se configuram como meios, tal como afirma Imbernón (2011), para a construção do conhecimento básico especializado. Para o autor, as metodologias utilizadas pelo(s) professor(es) formador(es), com seus alunos em formação inicial, devem fomentar os processos reflexivos acerca da Educação e realidade social, proporcionando-lhes diferentes experiências, que valorizem as formas de cooperação e trabalho em equipe, assim como o desenvolvimento de competências, sendo elas a tomada de decisões e as atitudes investigativas, interativas e dialéticas, que ajudem-nos a configurar e refletir sobre as suas próprias opções pedagógicas.

Devido às potencialidades, que podem emergir a partir dessa perspectiva, entende-se que a incorporação e integração de tais metodologias e o uso desses recursos, no seu planejamento pedagógico, quando vierem a atuar profissionalmente, requer que os alunos, em formação inicial, sejam preparados para a sua utilização, por meio das experiências de *designer* e professor, que contribuam para a formação do perfil de professor de Matemática (Figueiredo, 2017). Com isso, poderão produzir conhecimentos relativos aos aspectos matemáticos,

¹ Tal expressão é escrita em Língua Inglesa como *problem posing* e apresenta outras denominações em Língua Portuguesa e/ou Espanhola, como por exemplos: apresentação de problemas, criação de problemas, geração de problemas, invenção de problemas, determinação de problemas, reformulação de problemas e formulação de problemas. Entre elas, optou-se por utilizar a “(re)formulação de problemas” ou “(re)formulação e resolução de problemas” (como atividades associadas), por abranger tanto a atividade de reformular como de formular problemas.

metodológicos, tecnológicos e acerca da abordagem de temas de relevância social, que os tornem aptos a realizarem outros *designs* de problemas, conforme as necessidades educacionais, e mediando o processo de ensino e aprendizagem de seus futuros alunos, através da (re)formulação e resolução desses problemas com o uso de tecnologias digitais.

Destaca-se, também, que, entre as competências e habilidades, que podem ser aprimoradas e/ou desenvolvidas, por meio de tais experiências: a criatividade, para propor problemas na prática docente; a inovação e a tomada de decisões pedagógicas, adquirindo confiança na utilização dessas metodologias associadas e dos recursos didáticos; a reflexão sobre as escolhas feitas como docente, que favorecem a produção de conhecimentos matemáticos, por parte dos alunos da Educação Básica; o reforço da competência de resolução de problemas com o uso de tecnologias digitais; e a integração das tecnologias digitais no planejamento pedagógico (Figueiredo, 2017).

Dessa forma, neste artigo, apresentam-se os aportes teóricos construídos e os resultados obtidos com uma investigação, realizada no âmbito do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECIM) e do grupo de pesquisa de Estudos Curriculares em Educação Matemática (GECEM), na Universidade Luterana do Brasil (ULBRA), Canoas, Rio Grande do Sul, Brasil, no ano de 2019. Participaram, além das pesquisadoras, três alunas, que estavam matriculadas no quarto semestre do curso de Licenciatura em Matemática, do total de oito semestres de formação docente, que o referido curso está composto. A investigação consistiu no *design* de um problema aberto e que abordou um tema de relevância social, sob o enfoque da (re)formulação e resolução de problemas com o uso das tecnologias digitais. Tal problema foi utilizado pelas futuras professoras, em um planejamento pedagógico, para uma turma de alunos de um terceiro ano do Ensino Médio, que, na sua execução, em sala de aula, puderam observar os resultados na prática. Essas atividades foram realizadas no decorrer do curso de extensão, intitulado *Design de problemas com a utilização das tecnologias digitais, sob o enfoque da (re)formulação na Educação Matemática*, ofertado na investigação realizada, na mesma Instituição.

Com a realização da investigação, buscou-se responder à questão diretriz: *Como ocorre o design de problemas abertos e o planejamento e realização de práticas pedagógicas, para proposta de (re)formulação e resolução desses problemas, com o uso de tecnologias digitais, na formação inicial de professores de Matemática?* Ademais, pretendia-se atingir o objetivo geral: investigar quais são os conhecimentos produzidos por futuros professores de Matemática, nos aspectos matemáticos, metodológicos, tecnológicos e acerca da abordagem de temas de relevância social, por meio do *design*, (re)formulação e resolução de problemas abertos e do planejamento e realização de práticas pedagógicas, em que tais problemas são propostos.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

O *design* de problemas abertos e que abordam temas de relevância social com o uso de tecnologias digitais é, conforme Figueiredo (2017), uma perspectiva metodológica a ser empregada na formação inicial de professores, com os alunos de Licenciatura(s) em Matemática, pois os experimentos de *design* de enunciados e planejamento pedagógico favorecem a criação de novos enunciados de problemas e consonantes com as necessidades educacionais. Para Figueiredo & Groenwald (2018), esses experimentos devem ser realizados a partir do enfoque da (re)formulação e resolução de problemas com o uso de tecnologias digitais, de modo que possam estudar, discutir, investigar e refletir, no seu processo formativo, sobre como podem ser desenvolvidos os conceitos matemáticos, utilizadas as tecnologias digitais e abordados os temas de relevância social, preparando-os para a sua integração ao seu fazer pedagógico de sala de aula, na disciplina de Matemática.

Para atingir os objetivos de formação inicial, entre eles, a preparação para o desempenho da profissão docente, a produção de conhecimentos matemáticos, metodológicos, tecnológicos e relativos à abordagem de temas de relevância social e o desenvolvimento de competências e habilidades profissionais, podem ser executadas as etapas propostas por Figueiredo (2017), que foram identificadas a partir das que são 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 mesma): *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*. Nesse processo, 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 sequência (sic) de ações deve se desenrolar” (Filatro, 2008, p. 60).

Ainda, para complementar tais etapas, podem ser acrescentadas outras: *planejamento da prática pedagógica; realização da prática pedagógica; e discussão e reflexão por parte dos resolvidores e do(s) designer(s)* (Figueiredo, 2017). Ao propor os problemas produzidos a alunos da Educação Básica, em uma prática pedagógica, os futuros professores têm a oportunidade de verificar os resultados e isso ocasionará discussões e reflexões, que os auxiliem no processo de depuração das informações observadas e na (re)construção de suas

² “Instructional System Design”

concepções quanto à prática, denominada como os processos de *conhecer-na-ação* e de *reflexão-na-ação*, que ocasionam na produção de novos conhecimentos, necessários ao desempenho profissional como educador matemático, ou seja, o *conhecimento-na-ação* (Schön, 2000). Esses processos complementam, simultaneamente, à ação de *design*, com fins instrucionais.

Na formação inicial, tais possibilidades podem proporcionar, tal como preconiza Imbernón (2011, p. 63), a aquisição “[...] de uma bagagem sólida nos âmbitos científico, cultural, contextual, psicopedagógico e pessoal [e][...] capacitá-lo a assumir a tarefa educativa em toda sua complexidade, atuando reflexivamente com a flexibilidade e o rigor necessários [...]”. Para tanto, devem ter a oportunidade para a criação de estratégias e métodos de intervenção, de cooperação, de análise e de reflexão, por meio da observação, de debates, de reflexões, da análise crítica da realidade social e da aprendizagem.

Ao realizá-los, o(s) *designer(s)* (aluno(s) de Licenciatura(s) em Matemática, sob as orientações do(s) professor(es) formador(es)), pode(m) levar em consideração as tecnologias digitais que são disponibilizadas pelas instituições de ensino, para que os alunos aprendam à utilizá-las na solução dos problemas, bem como os seus interesses, conhecimentos prévios e níveis de desenvolvimento cognitivo (Figueiredo, 2017). Entende-se que, a escolha e abordagem de um tema de relevância social, que trate de situações que se assemelham as que vivenciam no seu cotidiano e/ou que atraiam a sua atenção para o estudo do mesmo, podem favorecer tanto o *design* de enunciados, de acordo com tais intencionalidades, como o planejamento pedagógico, em que é previsto o modo como os problemas serão propostos e (re)formulados e resolvidos, a fim de que empreguem ou produzam novos conhecimentos.

Ainda, no que diz respeito aos temas de relevância social, destaca-se os que podem contextualizar os problemas, que são os “Temas Contemporâneos Transversais (TCTs)”: Ciência e Tecnologia, Meio Ambiente, Multiculturalismo, Economia, Saúde, Cidadania e Civismo (Brasil, 2019). Esses temas podem contribuir para o desenvolvimento das habilidades de elaboração e resolução de problemas, que são mencionadas na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), para a Educação Básica do país (Brasil, 2018).

No que se refere ao Ensino Médio, segunda etapa da Educação Básica, Olgin (2015) menciona que podem ser estudados os temas: Contemporaneidade, Político-Social, Cultura, Meio Ambiente, Conhecimento Tecnológico, Saúde, Temas Locais e os que envolvem os Conhecimentos Intramatemáticos; sendo que a Educação Matemática Financeira pode ser associada a um ou mais deles. Pela proposta do Comitê Nacional de Educação Financeira (CONEF):

A Educação Financeira nas escolas se apresenta como uma estratégia fundamental para ajudar as pessoas a enfrentar seus desafios cotidianos e a realizar seus sonhos individuais e coletivos. Discentes e docentes financeiramente educados são mais autônomos em relação a suas finanças e menos suscetíveis a dívidas descontroladas, fraudes e situações comprometedoras que prejudiquem não só a própria qualidade de vida como a de outras pessoas (Brasil, 2013, p.1).

Além disso, salienta-se que, no *design* de enunciados, podem ser atribuídos características e aspectos, que, com o uso de tecnologias digitais, são potencializados no processo de resolução dos problemas, tais como: a visualização, por meio de imagens; a simulação, ao propor vivenciar experiências, que sejam semelhantes às que ocorrem no cotidiano; a investigação, na produção de frases e questionamentos que necessitem a busca de informações que auxiliem o processo de resolução; a reflexão crítica, relativa ao tema social abordado (que é entendida, também, como uma característica ou aspecto a ser atribuído); a comunicação oral e escrita, nas discussões e reflexões, no registro do processo e na apresentação de uma solução; os aspectos estéticos, referentes às cores, imagens, sons, etc.; entre outros (Figueiredo, 2017). Entre esses, destaca-se as características dos problemas dos abertos e a (re)formulação, devido que o resultado do *design* é um enunciado, que precisa apresentar um ou mais problemas abertos, que propiciem a (re)formulação e resolução dos problemas com o uso de tecnologias digitais.

Os problemas abertos, conforme *Allevato (2008)*, *possibilitam a exploração dos conteúdos matemáticos, são oferecidas as opções de escolhas e os alunos podem valorizar e expor as suas ideias. O trabalho dos alunos é, em parte, direcionado, visto que “são questões com um enunciado que delimitam um contexto, e o estudante é convidado a explorar aquela situação. O problema aberto [...] o deixa livre para perceber quaisquer relações matemáticas naquele contexto”* (Paterlini, 2010, p. 2). Contudo, esses problemas admitem distintos pontos de partida e processos de resolução, que valorizam os conceitos matemáticos e as estratégias mentais, e, inclusive, as necessidades dos alunos que se apresentam, em uma mesma sala de aula (Van de Walle, 2009).

Ademais, Pehkonen, Näveri & Laine (2013) enfatizam que, por ser um dos objetivos do ensino Matemática, o desenvolvimento da compreensão e do pensamento matemático, esse pode ser atingido com a proposta de problemas abertos, que são um tipo de abordagem metodológica, baseada na visão construtivista da aprendizagem. Ao propô-los, em sala de aula, o professor pode promover o ensino através de problemas, centrado em ambientes ideais de aprendizado, em que os alunos participam ativamente do processo, aumentando claramente a sua capacidade de comunicação e o entendimento dos princípios e

conceitos estudados. Esse tipo de proposta ou tarefa, também é uma oportunidade para serem resolvidos problemas reais, em que os respondem e aprendem em situações naturais, por meio de investigações independentes e da busca de soluções.

No que se refere à (re)formulação, pode articulada aos demais, de forma que favoreça que os alunos sejam protagonistas e o professor mediador do processo, para que ocorra a retomada de conceitos matemáticos e a revisão ou produção de novos conhecimentos matemáticos, tecnológicos e sobre temas de relevância social. Na resolução de problemas, pode contribuir para o emprego de competências e habilidades, como, por exemplos, a interpretação, tomada de decisões e escolha ou elaboração de estratégias, que permitam a obtenção de uma ou mais soluções (Figueiredo, 2017).

Para Silver (1994), a (re)formulação pode ser definida como a elaboração de outros problemas ou a reformulação de um problema proposto, no processo de sua resolução. A abordagem desse aspecto ou enfoque pode ocorrer antes, durante ou após a solução de um problema. O autor, ainda, declara que, quando há a (re)formulação no processo de resolução, há um planejamento de como obter uma nova versão para o mesmo problema, em que o aluno o personifica, (re)cria e determina as metas que serão atingidas com a solução.

Kilpatrick (2017), salienta que a (re)formulação exige dos alunos a busca pelo entendimento das dimensões de um problema, de como são construídos e podem ser resolvidos. Todavia, sugere que sejam do tipo *não rotineiros*, que permitam o desenvolvimento da criatividade e originalidade, se constituindo como objetivo e um meio para o ensino da Matemática.

Vale, Pimentel & Barbosa (2015), ressaltam que o professor pode utilizar estratégias que encorajem os alunos a (re)formular problemas nas aulas de Matemática, que aprofundem os conceitos matemáticos e contribuam para que ampliem a compreensão dos processos envolvidos na resolução. No entanto, essas estratégias dependem dos conteúdos matemáticos, do tipo de raciocínio que deverão ser desenvolvidos e do método de avaliação, bem como do nível de conhecimento dos alunos. Os autores, ainda, destacam que a (re)formulação de problemas pode suscitar a criatividade, que favorece o desenvolvimento de outras capacidades, entre elas a percepção dos conhecimentos matemáticos subjacentes, o pensamento crítico e capacidade de expor as ideias envolvidas na resolução do problema. Nesse intuito, é preciso proporcionar:

Contextos em que os alunos tenham a oportunidade de resolver problemas, usando diferentes estratégias, mas também [de] formular problemas, permite que se envolvam diretamente nos processos, aumentem os níveis de motivação, sendo encorajados a investigar, tomar decisões, procurar padrões, estabelecer conexões, generalizar, comunicar, discutir ideias e identificar alternativas (Vale, Pimentel & Barbosa, 2015, p. 47).

Jurado (2017), aponta que a (re)formulação pode favorecer o desenvolvimento de competências e habilidades nos alunos, ao qual se destinam as situações problemas planejadas, como: capacidade de analisar situações problemáticas, de identificar ou criar problemas, de resolver problemas, de elaborar questionamentos, buscar respostas e de refletir criticamente sobre a realidade. Mas para que tais capacidades se apresentem e/ou sejam desenvolvidas, o autor sugere, também, que as situações propostas devem apresentar um ou mais elementos fundamentais de um problema, ou seja: *as informações*, que seriam os dados relevantes e/ou quantitativos apresentados no enunciado; *as exigências*, que são as solicitações requeridas, como encontrar, examinar ou concluir a resolução do problema, quantitativa ou qualitativamente (exemplo: gráficos e demonstrações); *o contexto intra* (situação dada ou criada pelo aluno) ou *extra* (situações que ocorrem no dia a dia) matemático; e *o ambiente matemático*, que envolve a estrutura e os conceitos matemáticos que podem intervir na resolução e na solução do problema.

Abramovich (2015) salienta que, nessa atividade, os recursos tecnológicos podem contribuir para a representação das condições e dos dados numéricos ou algébricos de um problema e para a obtenção de uma ou várias soluções e a(s) sua(s) análise(s). Esses recursos, na (re)formulação e na resolução de problemas, podem instigar a reflexão sobre os procedimentos empregados e os conceitos matemáticos envolvidos. Para isso, menciona que os professores precisam ter a oportunidade de discutir e refletir criticamente, para que compreendam didaticamente como os problemas matemáticos, com o uso desses recursos, podem ser propostos e os resultados que esses geram com o uso desses recursos.

Por outro lado, e além do estudo, da discussão, investigação e reflexão sobre o *design* de enunciados de problemas abertos com o uso de tecnologias digitais, se faz necessário, também, na formação inicial de Matemática, para a (re)formulação de problemas, a ser proporcionada aos alunos da Educação Básica, por meio da resolução desses problemas. Segundo Crespo (2003), são necessários processos formativos que desafiem e ampliem as ideias docentes, bem como permitam a escolha, adaptação, elaboração e proposta de problemas, sob tal enfoque, nas instituições de ensino. As experiências de selecionar ou criar problemas e de propor esses problemas, para constar os resultados na prática pedagógica, podem ser estratégias para (re)pensar como os problemas matemáticos são apresentados aos alunos e gerar novos planejamentos, que a produção de conhecimentos.

Nesse viés, acredita-se a aquisição das experiências de *designer* e *professor* pode ser melhor compreendida, em termos pedagógicos, a partir das concepções de O'Dell (2001), quando esse se refere à necessidade de desenvolver a criatividade e instigar a inovação no processo de resolução. O autor, embora utilize exemplos de resolução de problemas, em diferentes contextos e áreas, que não o de formação inicial de professores de Matemática, menciona aspectos formativos, em que a

criatividade é destacada, por ser um meio da implementação de novas ideias e para a inovação. Quando essas são aplicadas na prática, podem ser desenvolvidas pelos aspectos do *modelo 4P+F* (Figura 1).

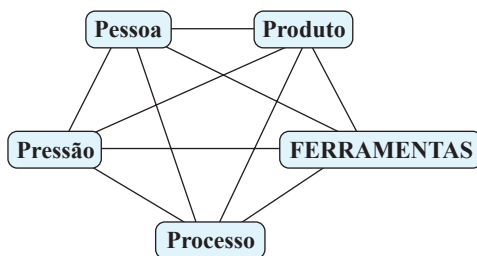


Figura 1. Modelo 4P+F (O'Dell, 2001)

Nesse modelo, os quatro *Ps* representam os atributos, que podem ajudar na descrição desses aspectos. Esses atributos seriam:

- *P de pessoa*, em que a pessoa pode avaliar ou ser avaliado quanto ao seu estilo ou preferência na resolução de problemas, utilizando, para isso, abordagens e teorias;
- *P de processo*, que requer o reconhecimento das etapas de resolução, um plano ou mapa que contribua para a obtenção do resultado esperado e a consideração da cultura organizacional ou do clima que existe no ambiente, para que a pessoa possa gerar e usar as suas ideias;
- *P de Produto*, em que é obtido um resultado, ou seja, um objeto ou um processo, que apresenta características que, ao serem identificadas, podem ser exploradas ou alteradas para aprimorá-lo;
- *P de pressão*, que é a cultura organizacional ou clima que age de imediato sob os outros *Ps* e afeta o ambiente e a resolução de problemas.

A letra *F*, de *ferramentas*, significa que os recursos e métodos são utilizados para associar os quatro *Ps*, sendo essas, capazes de associar os processos divergente (produção de um conjunto de opções) e convergente (avaliação e julgamento dessas opções).

Com o propósito de contribuir para resolução criativa de problemas e a tomada de decisões para a inovação, O'Dell (2001) apresenta exemplos de ferramentas e propõe que esse modelo seja utilizado em um ou por um grupo de pessoas, de modo que contribua para o entendimento da diversidade de ideias e perfis e para que incida na obtenção de um resultado em comum. No *P de processo*, pode ser realizada a ferramenta denominada *Quatro Diamantes*, que envolve: a análise do problema, a definição do problema, a geração de ideias e o planejamento de ações ou de implementação (Figura 2).

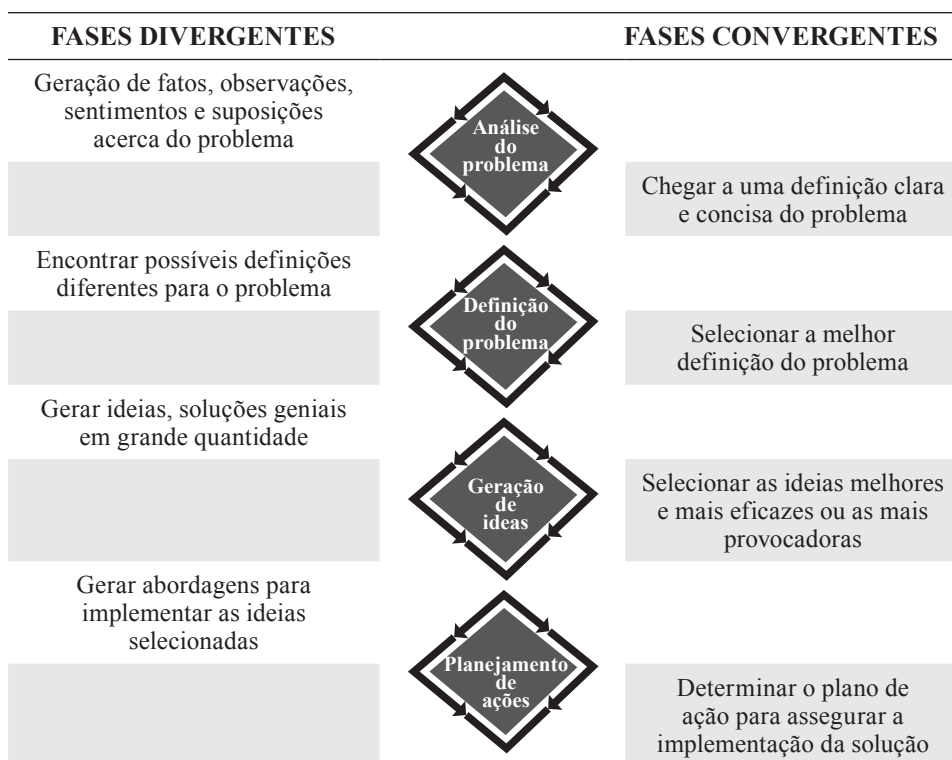


Figura 2. Etapas do processo “Quatro diamantes” (O’Dell, 2001)

Desse modo, compreende-se que o *design* de problemas abertos e que abordam temas de relevância social com o uso de tecnologias digitais, com o objetivo de propiciar a (re)formulação e resolução desses problemas, utilizando os recursos tecnológicos, é uma perspectiva metodológica que pode possibilitar as experiências de *designer* e professor, aos futuros professores de Matemática, visto que permite que produzam conhecimentos, referentes a aspectos matemáticos, metodológicos, tecnológicos e acerca da abordagem de temas de relevância social (Figueiredo, 2017), que contribuam para a aquisição de conhecimento básico especializado (Imbernón, 2011), tornando-os preparados para a realização desses *designs* e os utilizarem os problemas em seus planejamentos e na realização de práticas pedagógicas. Ademais, pode favorecer o desenvolvimento de competências e habilidades profissionais, como a tomada de decisões pedagógicas, a escolha e o uso de tecnologias digitais, a criatividade e a inovação, a identificação de características e aspectos que devem atribuídos ao *design* para que instigue a (re)formulação o processo de resolução, a discussão, investigação e reflexão sobre as práticas de *design* e pedagógica em que esses problemas são propostos, entre outras.

3. PERCURSO METODOLÓGICO

Com a intencionalidade de atingir o objetivo de investigar quais são os conhecimentos produzidos por futuros professores de Matemática, nos aspectos matemáticos, metodológicos, tecnológicos e acerca da abordagem de temas de relevância social, por meio do *design*, (re)formulação e resolução de problemas abertos e do planejamento e realização de práticas pedagógicas, em que tais problemas são propostos, determinou-se: os participantes e contextos, os instrumentos de coletar os dados, as atividades propostas e como pretendia-se analisar os resultados obtidos.

3.1. *Participantes e contextos*

No desenrolar da investigação, houve a participação, além das pesquisadoras, de 10 alunos, provenientes do curso de Licenciatura em Matemática da ULBRA, que, no momento da sua realização, estavam cursando o quarto semestre. As atividades planejadas pelas pesquisadoras e propostas, foram realizadas no curso de extensão semipresencial denominado *Design de problemas com a utilização das tecnologias digitais, sob o enfoque da (re)formulação na Educação Matemática*, que teve 60 horas de duração, sendo essas distribuídas em 5 encontros presenciais (25 horas) e 8 encontros não presenciais, extraclasse (35 horas). No entanto, apresentam-se apenas um recorte dos dados coletados entre o 5º a 13º encontros do curso, que são referentes ao processo formativo das alunas, denominadas como D, E e F, para preservar as identidades.

3.2. *Instrumento de coleta de dados*

De acordo com objetivo pretendido, adotou-se a abordagem qualitativa e escolheu-se pelo método estudo de caso, visto que permitem a compreensão das concepções (re)construídas pelos participantes, no seu processo formativo (Yin, 2016). Em relação ao método, esse favoreceu o “[...] estudo de um determinado caso [...], descrevendo ou explicando os eventos [...]” (Yin, 2016, p.277), uma vez que optou-se por explicitar e analisar os indícios acerca da ocorrência do processo formativo do grupo de trabalho, formado pelas alunas D, E e F.

Para coletar os dados, utilizou-se os seguintes instrumentos: observações participantes, que foram realizadas pelas pesquisadoras e alunas, sendo registradas em documentos de *word*; gravações de áudio e vídeo, com o uso do *software Screencast-O-Matic*³, que ocorreram nos encontros presenciais; Ambiente Virtual

³ É um *software* livre, que permite a criação de vídeos a partir da gravação das ações feitas na tela do computador e do áudio das comunicações, enquanto essas ações ocorrem (Screencast-O-Matic, 2018).

de Aprendizagem Moodle (ULBRA, 2018), onde as atividades foram propostas e realizadas; e entrevistas semiestruturadas, que ocorreram após a realização da prática pedagógica.

3.3. As atividades propostas

A coleta de dados, que envolve o recorte do processo formativo dos alunos, participantes do curso de extensão, ocorreu entre o 5º e 13º encontros (Quadro 1).

QUADRO 1

Principais atividades propostas e realizadas entre o 5º e o 13º encontros do curso

<i>Encontro(s) / Duração</i>	<i>ATIVIDADES PROPOSTAS</i>
5º e 6º encontros presenciais 6 horas	Realização, em dupla ou trio, do <i>design</i> de um enunciado com um ou mais problemas abertos, utilizando das tecnologias digitais e abordando um tema de relevância social.
7º e 8º encontros não presenciais 6 horas	Realização de modificações para obter a segunda versão do problema.
9º ao 12º encontro não presenciais 7 horas	Planejamento da prática pedagógica, em que o(s) problema(s) produzido(s) serão propostos e resolvidos por alunos da Educação Básica. Realização da prática pedagógica, na Escola e com os alunos escolhidos; Registros, por escrito, das observações realizadas pelo grupo, quanto ao desenrolar da prática pedagógica.
13º encontro presencial 3 horas	Discussão, investigação e reflexão sobre a prática pedagógica realizada, por meio de uma entrevista semiestruturada. Participar no Fórum “Realização da prática pedagógica”.

Nesses encontros, as alunas D, E e F realizaram as atividades, que contribuíram para que obtivessem o enunciado do problema e planejassem e realizassem a prática pedagógica, em que esse seria proposto, bem como a posterior discussão, investigação e reflexão sobre os resultados alcançados.

3.4. Análise dos dados

Para analisar os dados, considerou-se o problema e objetivo de investigação, o referencial teórico construído e as fases analíticas e suas interações, que

são mencionadas Yin (2016): *compilação*, em que são reunidos e organizados os dados coletados; *decomposição*, que esses são fragmentados ou separados em grupos menores; *recomposição*, cujos fragmentos ou elementos são reorganizados, em grupos e sequências diferenciadas da organização original, podendo ser alterados, quando houver a necessidade; *interpretação*, que seria a utilização dos dados recompostos para produzir narrativas, tabelas e gráficos (se forem necessários), para determinar as interpretações iniciais; e *conclusão*, em que são utilizadas as interpretações da quarta fase e retiradas as conclusões da investigação. Desse forma, entre a primeira e a quarta fases, foi possível identificar as categorias de análise: *design* de enunciados de problemas abertos e que abordam temas de relevância social, com o uso de tecnologias digitais, para propiciar a (re)formulação e resolução desses problemas, com tais recursos; discussão, investigação e reflexão sobre o *design* dos problemas e os resultados da prática pedagógica que planejaram e realizaram, em que a (re)formulação e resolução com o uso de tecnologias digitais foi realizada pelos alunos do Ensino Médio; conhecimentos matemáticos, metodológicos, tecnológicos e acerca da abordagem de temas de relevância social produzidos e as competências e habilidades profissionais apresentadas e/ou desenvolvidas.

Na análise do recorte do processo formativo das alunas D, E e F e que, neste artigo, são apresentados, envolveram os resultados: das etapas do *design* e o resultado obtido (enunciado do problema); do plano de aula (planejamento da prática pedagógica); e às respostas para os questionamentos da entrevista semiestruturada, que ocorreu após a realização da prática, com um grupo de alunos de um terceiro ano do Ensino Médio.

4. OS RESULTADOS DA INVESTIGAÇÃO

Do quinto ao oitavo encontros do curso de extensão, foram propostas atividades com a finalidade que os alunos, do curso de extensão, realizassem o *design* de problemas abertos, abordando um tema de relevância social e utilizando as tecnologias digitais, para que pudesse ocorrer a (re)formulação e resolução dos problemas, assim como para que discutissem e refletissem sobre a experiência adquirida, como *designers*. Nesses encontros, identificou-se a ocorrência das etapas de *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* (Figueiredo, 2017).

As alunas D, E e F decidiram formar um grupo de trabalho, para realizar o *design* do problema e propô-lo a alunos de um terceiro ano do Ensino Médio, em que a aluna E era a sua professora de Matemática. No *storyboard*, realizado em um documento de *Word*, as alunas optaram por abordar um tema que pudesse favorecer a Educação Matemática Financeira (Brasil, 2013), um tema da Contemporaneidade (Olgin, 2015) e ligado à Economia (Brasil, 2019). Elas pretendiam que houvesse, no processo de (re)formulação e resolução, o planejamento da compra fictícia de móveis, para mobiliar a residência do personagem, observando o orçamento e as formas de pagamento para ele determinados. De acordo com as gravações de áudio e vídeo, a aluna E alegou que o tema vinha ao encontro dos possíveis interesses e das expectativas futuras dos seus alunos, que poderiam almejar a sua independência, residindo em uma casa própria. Dessa forma, esse foi escolhido para simular uma situação problemática, sem haver a preocupação se seria realmente do interesse dos alunos de um terceiro ano do Ensino Médio.

Ademais, o tema favoreceu o reconhecimento, por parte das alunas, que poderiam ser empregados ou aprendidos novos conhecimentos matemáticos na (re)formulação e resolução do problema, relativos as quatro operações com os números racionais, à Matemática Financeira (valores monetários, porcentagem, juros, entre outros), às medidas de comprimento, largura e altura e à Geometria (figuras planas e espaciais e cálculos de áreas). Para escolher os móveis, nas Lojas *online* (que os alunos do terceiro ano teriam acesso), seriam necessários o planejamento financeiro do personagem, para verificar o que esse poderia ou não comprar, o que requer a resolução de cálculos que envolvem as quatro operações com os números racionais, valores monetários, porcentagem, juros, entre outros que possam ser necessários e que não foram destacados pelas alunas, bem como verificar as medidas de comprimento, largura e altura dos móveis.

Em relação ao uso de tecnologias digitais, pesquisaram na *Internet*, as imagens de plantas baixas de residências de um, dois e três dormitórios, com as medidas em metros (Turola, 2018). Essas imagens foram utilizadas para produzir uma história em quadrinhos, no site *Toondoo* (<<http://www.toondoo.com>>), que seria apresentada na forma de um *book online* e em duas opções (uma com o personagem principal sendo uma mulher e outra um homem), que se diferem apenas pelo personagem. Essas tecnologias, segundo as alunas, poderiam atingir os objetivos e instigar o processo de (re)formulação e resolução, utilizando essas e outras tecnologias digitais, disponibilizadas por elas ou escolhidas pelos alunos.

A primeira versão obtida foi analisada pelas pesquisadoras, que sugeriram o aprimoramento dos aspectos estéticos, a revisão da ortografia e a alteração das imagens das plantas baixas, para que ficassem legíveis. A seguir, pode ser observado o enunciado do problema “Mobiliando a casa - versão feminina” (<<http://www.toondoo.com/ViewBook.toon?bookid=696308>>), nas Figuras 3 e 4.

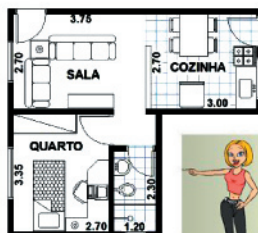
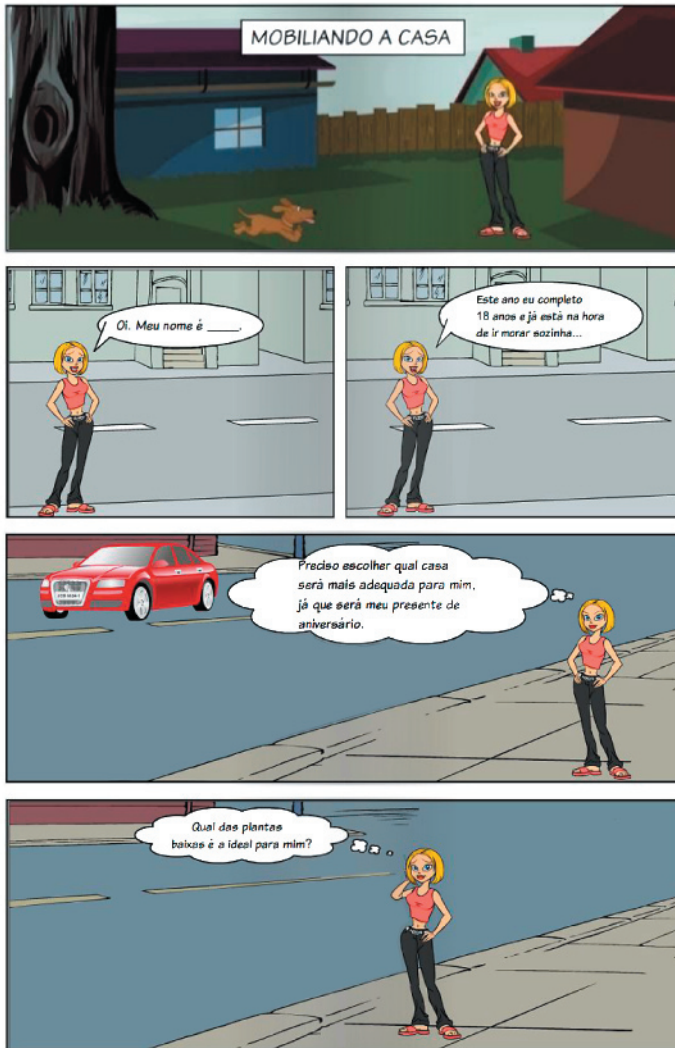


Figura 3. Páginas 1 a 5 do problema “Mobiliando a casa” (feminino)

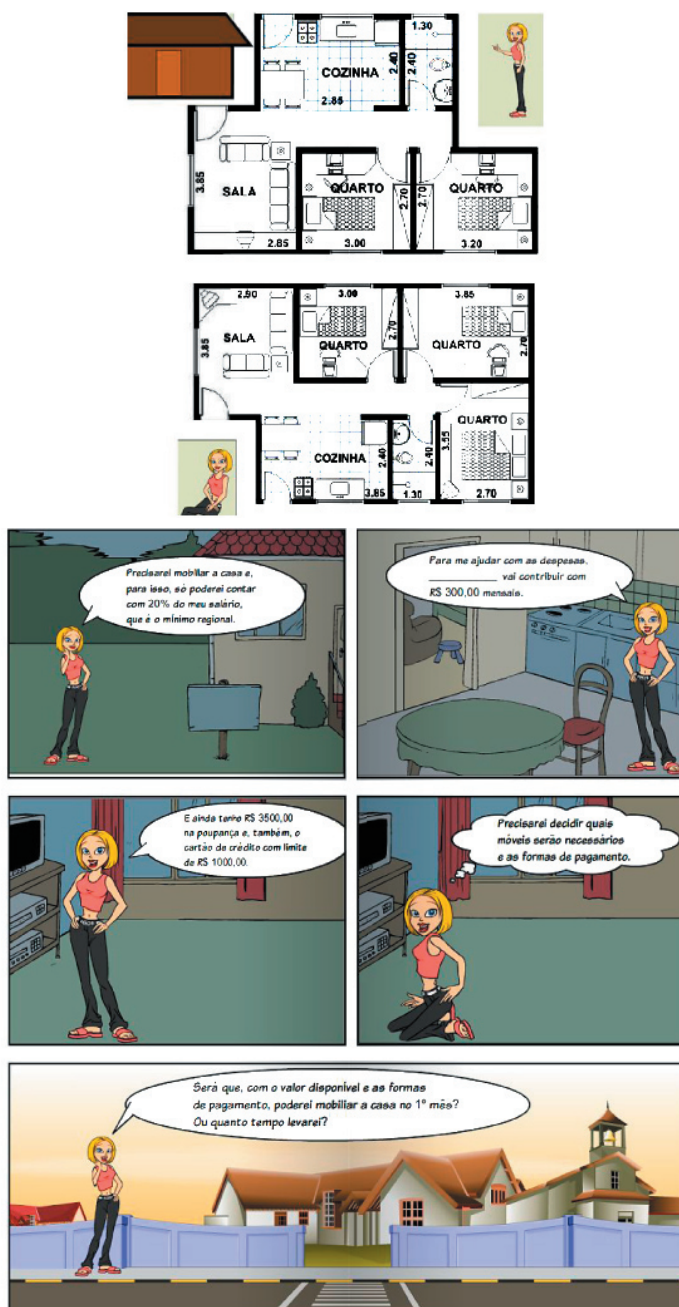


Figura 4. Páginas 6 a 10 do problema “Mobiliando a casa” (feminino)

No enunciado, observa-se que, da página 1 a 4, são expostas informações sobre a personagem, mas é solicitado que seja nomeado o personagem (página 2) e há um questionamento que instiga a escolha de uma das plantas baixas das residências (página 4). Nas páginas 5 a 7, foram utilizadas as imagens das plantas baixas das residências pesquisadas, de um (página 5), dois (página 6) e três (página 7) dormitórios, respectivamente, que representam como os móveis são dispostos nos cômodos, que podem ou não interferir nas decisões dos alunos. Nas páginas 8 e 9, há informações quanto às condições financeiras e de pagamento que o personagem possui e, ainda, pode ser determinado o nome de outro personagem que irá ajudar ou não nesse pagamento. Na página 10 e última, são feitos questionamentos que suscitam a busca por uma solução para o problema, já que será necessário responder se o personagem poderá efetuar as compras em um mês ou mais.

No que concerne às características e aspectos atribuídos ao enunciado, que podem ser evidenciados com o uso de tecnologias digitais na resolução, destaca-se que o problema é aberto e pode propiciar a (re)formulação. Esses aspectos metodológicos *podem* contribuir para a ocorrência: da exploração, na busca de estratégias de resolução; da visualização, por meio das imagens apresentadas e das plantas baixas, da investigação de informações, na *Internet*, e na avaliação do processo de resolução para obter uma solução satisfatória; da simulação, pois apresenta um contexto fictício, que possibilita a reflexão sobre as decisões tomadas; a comunicação oral e escrita, na solicitação dos registros do processo e de uma solução; da valorização dos aspectos estéticos, já que o enunciado é apresentado na forma de uma história em quadrinhos, cuja leitura e interpretação instigam a busca por uma solução; entre outros (Figueiredo, 2017).

O problema pode ser considerado, tal como destaca Kilpatrick (2017), como *não rotineiro*, já que possui a potencialidade de desenvolver a criatividade e originalidade dos alunos do terceiro ano do Ensino Médio, assim como ser um meio para o ensino da Matemática, por meio da (re)formulação e resolução. Também, por ser aberto, nota-se que o enunciado delimita um contexto (Paterlini, 2010), que pode promover o ensino da Matemática através de problemas, em um ambiente de aprendizado que os alunos participam ativamente do processo (Pehkonen, Näveri & Laine, 2013), que admite distintos pontos de partida (Van de Walle, 2009) e apresentam opções de escolhas (*Allevato, 2008*), *que podem atender as necessidades educacionais de cada aluno*.

No Fórum “Refletindo sobre o *design* dos problemas com o uso de tecnologias digitais”, cuja pretensão era a discussão, investigação e reflexão sobre o *design* e resultado obtido, ou seja, processo que originou o enunciado do problema, as alunas D e F escreveram que a experiência como *designers* lhes permitiu a aprendizagem de uma perspectiva metodológica diferenciada

e enriquecedora, visto que puderam refletir sobre como deve ser produzido o enunciado de um problema para que ocorra a autonomia dos alunos na tomada de decisões e na aprendizagem de conhecimentos matemáticos através da sua (re)formulação e resolução. A aluna D também destacou as características e capacidades que podem ser desenvolvidas através da resolução do problema que produziram: “[...] *tem diferentes caminhos para obter a solução e, ao formulá-lo, fomos capazes de identificarmos como reagiriam os alunos quanto às suas escolhas [...]. Assim o aluno poderá desenvolver as capacidades de tentar, supor, testar e provar o que é proposto [...]*”.

A aluna E mencionou que “[...] *o design de problema é uma metodologia [...], que possibilita trabalhar com inúmeras situações com os alunos e, a partir dessas [...], torná-los mais críticos e independentes na tomada de suas decisões*”. Pela resposta, a aluna compreendeu que a perspectiva evidenciada pode favorecer a abordagem de temas e viabilizar o desenvolvimento das competências e habilidades de reflexão crítica, tomada de decisões e elaboração e resolução de problemas, tal como destacam Figueiredo (2017), Jurado (2017) e Brasil (2018).

Dessa forma, depreende-se que as alunas D, E e F identificaram as possibilidades, as características e os aspectos que podem ou devem ser atribuídos ao *design* de problemas com o uso de das tecnologias digitais, para a (re)formulação e resolução de problemas, com esses recursos. Também, a experiência adquirida propiciou, tal como apontam Vale, Pimentel & Barbosa (2015), a identificação de que contextos, como o que pode ser proporcionado pelo problema que produziram, são capazes de envolver os alunos no decorrer desse processo.

Do nono ao décimo segundo encontros do curso, foram propostas atividades que pudessem contribuir para a aprendizagem de como planejar e realizar uma prática pedagógica, para propor problemas, como o que produziram, e para que os alunos os (re)formulem no processo de resolução com o uso de tecnologias digitais. Também, a aquisição dessa experiência visava a discussão, investigação e reflexão sobre as potencialidades e/ou limitações que podem proporcionar à Educação Matemática. Nesses encontros, ocorreram as demais etapas do *design* de problemas, que são destacadas por Figueiredo (2017): *planejamento da prática pedagógica; realização da prática pedagógica; e discussão e reflexão por parte dos resolvidores e do(s) designer(s)*.

Para realizar a prática pedagógica, em que o problema seria resolvido pelos alunos do terceiro ano do Ensino Médio, as alunas D, E e F foram orientadas pelas pesquisadoras a elaborarem o plano de aula, pois, segundo Vasconcellos (2007, p. 148), esse facilita o trabalho e “corresponde ao nível de maior detalhamento e objetividade do processo de planejamento didático”. Na sua elaboração, escolheram os elementos que são apresentados pelo autor e podem ser verificados na Figura 5.

Assunto: Como mobiliar uma casa e fazer compras à vista e a prazo.

Necessidades: Os alunos demonstram dificuldade em administrar sua vida financeira e de analisar os prós e contras de compras à vista e/ou a prazo.

Objetivo: Proporcionar aos alunos uma atividade que auxilie na reflexão e na tomada de decisões, de maneira consciente, que envolvam a escolha de móveis, o pagamento desses à vista e a prazo de forma fictícia e a organização das condições financeiras do personagem.

Conteúdos: Matemática Financeira: valores monetários, juros e porcentagem; Figuras Geométricas Planas e Espaciais; Medidas de comprimento; Análise de plantas baixas de residências.

Metodologia: Será proposto aos alunos a resolução do problema aberto, que foi elaborado no *site Toondoo* e apresenta uma situação-problema na versão feminina e outra masculina, sobre como mobiliar uma casa. Cada aluno poderá escolher a planta baixa, de acordo com os móveis escolhidos e suas dimensões e as formas de pagamento que forem determinadas para o personagem.

Tempo: de 4 h a 8h.

Recursos: Computador com *Internet*, folha A4 para registros da atividade e o *Microsoft Office Word* para anexar fotos dos móveis escolhidos e fazer os registros da resolução.

Avaliação: Avaliaremos os alunos através do desempenho, as decisões tomadas e as estratégias que elaborarem na resolução do problema, no que se refere aos móveis por eles escolhidos e as suas formas de pagamento.

Figura 5. Plano de aula elaborado pelas alunas D, E e F

No plano de aula, verifica-se que as alunas D, E e F salientaram que o tema seria abordado para proporcionar a sua compreensão e a aprendizagem de novos conhecimentos sobre o mesmo, o que as fez determinarem o objetivo a ser atingido e os conhecimentos matemáticos que seriam trabalhados ou utilizados pelos alunos no processo de resolução. Na metodologia, constata-se que mencionaram que o problema é do tipo aberto e, por isso, os alunos poderão tomar decisões pelo personagem, escolher a planta baixa da residência que for mais adequada às necessidades e suas condições financeiras. No que se refere ao tempo previsto para a duração, recursos e avaliação, esses são condizentes aos demais elementos do plano.

Ainda, sobre o plano de aula, nota-se que as alunas consideraram os elementos fundamentais para propor um problema, que, em conformidade com

Jurado (2017), são: *as informações*, apresentadas no enunciado; *as exigências*, que são mencionadas na metodologia do plano de aula; *o contexto intra*, pois produziram o enunciado do problema, e *extra matemático*, visto que trata-se de uma situação problemática que possui um contexto fictício, que se assemelha às situações vivenciadas no cotidiano; e *o ambiente matemático*, ao apontarem as necessidades, o objetivo e os conteúdos que poderiam ser trabalhados, que são consoantes a metodologia que seria ser empregada e os demais itens do plano.

Além disso, escreveram que pretendiam promover, também, a Educação Matemática Financeira dos alunos. Nesse sentido, o plano de aula de aula veio ao encontro da proposta de Educação Financeira para o Ensino Médio, do CONEF, no que diz respeito que essa é uma estratégia capaz de ajudar no enfrentamento dos desafios cotidianos, que envolvam o planejamento das finanças e a realização de sonhos pessoais ou familiares e a identificação que a autonomia em suas decisões, requer a observação do orçamento, para não excedê-lo.

Na realização da prática pedagógica, as alunas D, E e F desempenharam a função de professoras, sem que houvesse a participação das pesquisadoras, mas foram orientadas, previamente, quanto ao papel de mediadora que exerceriam e da necessidade de fazer observações e registrá-las, por escrito. Nesses registros, reconheceu-se que a aluna H depreendeu que o tema de relevância social abordado “contribuiu para a tomada de decisões e reflexões que favoreceram a Educação Financeira, pois alguns alunos utilizaram como estratégia economizar, escolhendo assim, a planta baixa de um ou dois dormitórios e os móveis mais baratos, em *sites* como o Mercado Livre”. Da mesma forma, verificou-se, também, tais indícios no excerto a seguir, que foi obtido por meio da realização da entrevista semiestrutura, em que foram feitos questionamentos que visavam a discussão, a investigação e a reflexão sobre a prática pedagógica. Entre os questionamentos, citam-se os que uma das pesquisadoras fez quanto se havia ocorrido ou não a (re)formulação:

- P: [...]Vocês consideram que ocorreu ou não a reformulação ou a formulação de novos problemas, na tentativa de resolver o problema proposto [...]?
- F: Eu acho que o principal foco deles era nossa última pergunta, se eles iriam conseguir comprar tudo em um mês. Todas as estratégias do grupo, que era uma menina e o menino, eram para eles conseguirem mobiliar toda a casa em um mês. O grupo das meninas não.
- D: A casa delas era a maior (referindo-se a planta baixa de uma residência de 3 dormitórios).

- F: Os meninos escolheram uma casa menor, para escolher menos móveis [...]. O casal e a dupla das meninas escolheram uma casa maior [...], daí tinham que escolher mais móveis.
- E: Isso influenciou na quantidade de móveis que eram necessários [...].
- P: [...] Houve, então, a escolha de móveis conforme o tamanho da casa [...]. Isso influenciou na determinação do que era necessário ou não?
- E: Sim, acabou sendo uma reformulação do problema, porque eles tiveram de pensar: “a gente tem que escolher uma casa e tiveram que decidir o tamanho, porque isso determinava na quantidade de peças a mobilar[...]”.

Desse modo, conforme os registros das observações e excerto, entende-se que houve a (re)formulação e resolução do problema com o uso de tecnologias digitais, posto que as alunas D, E e F declararam que cada uma das duplas o reformulou, ao tomarem decisões consoantes com a planta baixa da residência que escolheram e para que o personagem conseguisse efetuar o pagamento. Também na análise de suas observações, verificou-se que, devido às decisões que os alunos tomaram, os conhecimentos referentes às quatro operações com os números racionais, à Matemática Financeira (principalmente valores monetários, porcentagem e juros, que seriam os básicos) e às medidas de comprimento, que haviam nas plantas baixas, foram os mais evidenciados no processo, do que aqueles relacionados às medidas de largura e altura e às figuras geométricas planas e espaciais e o cálculos de áreas.

Nesses, reconheceu-se que os alunos do terceiro ano demonstraram e/ou desenvolveram as competências e habilidades: a discussão e reflexão, a tomada de decisões, a elaboração de estratégias de resolução e a escolha e o uso de *sites* de venda de móveis (Figueiredo, 2017). Tais resultados vieram ao encontro do que menciona Silver (1994), quanto às potencialidades da (re)formulação no decorrer no processo de resolução, visto que os alunos personificaram o problema, determinaram as suas metas e o (re)criaram a fim de encontrar uma solução. Além disso, o contexto do problema proporcionou que os alunos pensassem criticamente, expusessem as suas ideias, identificassem as melhores alternativas e utilizassem os conhecimentos matemáticos, que poderiam contribuir para a solução do problema (Vale, Pimentel & Barbosa, 2015).

Outra atividade proposta foi a participação no Fórum “Realização da prática pedagógica”, que tinha como propósito que os futuros professores trocassem ideias sobre a experiência adquirida, com a realização da prática pedagógica.

Nele, as alunas D e E, escreveram que a experiência adquirida como professoras lhes possibilitou o reconhecimento de potencialidades, como a apresentação e/ou desenvolvimento das competências e habilidades de discussão, de reflexão e de tomar decisões no processo de (re)formulação e resolução com o uso de tecnologias digitais, uma vez que cada aluno pode resolver “[...] no seu ritmo, colocando suas preferências na atividade, ou seja, a autonomia dos alunos foi valorizada [...]” (Aluna E).

Sobre o papel de professora, a aluna H destacou que “[...] a mais relevante contribuição é a mediação, onde o professor auxilia [...], provocando o aluno a aprender a partir de seus próprios questionamentos, escolhendo seu próprio caminho para a resolução do problema dado”. Para ela, a experiência adquirida lhe permitiu a verificação de como deve ser mediado o processo de (re)formulação e resolução de problemas com o uso de tecnologias digitais e valorizada a formulação de questionamentos e a busca por respostas.

Desse modo, o *design* e a proposta de (re)formulação e resolução do problema com o uso de tecnologias digitais, em uma prática pedagógica, foram, como destaca Crespo (2003), estratégias formativas, que desafiaram e proporcionaram o (re)pensar acerca da maneira como os problemas matemáticos podem ser propostos nas aulas de Matemática. Também, contribuíram para que as alunas D, E e F desenvolvessem a criatividade e a inovação, pois, segundo o *modelo 4P+F* (O’Dell, 2001), compreende-se, pedagogicamente, que puderam avaliar as suas preferências no *design* do problema e para planejar a prática pedagógica, de acordo a perspectiva evidenciada no curso (*P de pessoa*); tiveram que planejar e desenvolver, em um *storyboard*, como seria o enunciado e observando as necessidades requeridas, para então implementá-lo e, posteriormente, aprimorá-lo, bem como precisaram elaborar o plano de aula, de modo que o metodologia abrangesse o assunto/tema a ser abordado, as necessidades, o objetivo, os conteúdos, os recursos, o tempo para realizá-la e a avaliação (*P de processo*); realizaram o *design* do problema, se apropriando do planejamento e desenvolvimento elaborados no *storyboard*, para obter as opções definitivas (segunda versão do problema) e para essas serem utilizadas no planejamento e a realização da prática pedagógica (*P de Produto*) e das alterações requeridas e sugeridas pelas pesquisadoras (*P de pressão*). Dessa forma, o *design* de problemas, sob o enfoque evidenciado, pode ser considerado como um tipo de ferramenta, tal como sugere o autor (*F de ferramentas*), pois, há indícios que houve, também, a ocorrência do processo *quatro diamantes* (Quadro 2).

QUADRO 2
Compreensão pedagógica do processo quatro diamantes (O'Dell, 2001)

<i>FASES DIVERGENTES</i>	<i>PROCESSO</i>	<i>FASES CONVERGENTES</i>
Discussões iniciais sobre as necessidades educacionais, para produzir um enunciado que pudesse ser utilizado em uma prática.	<i>Análise do problema</i>	Definição do tema a ser tratado, das tecnologias digitais que seriam usadas, dos conteúdos matemáticos e das características e aspectos que seriam valorizados através do <i>design</i> .
Discussões sobre como planejar e desenvolver o enunciado do problema, utilizando, para isso, o <i>storyboard</i> .	<i>Definição do problema</i>	Decisão de produzir o enunciado do problema, como se fosse uma história em quadrinhos.
Discussão sobre como seria cada parte da história em quadrinhos, do que seria escrito e as imagens essa teria, considerando as necessidades requeridas.	<i>Geração de ideias</i>	Definição das informações que seriam apresentadas no enunciado. Pesquisa, na <i>Internet</i> , de imagens de plantas baixas de residências para serem utilizadas na história em quadrinhos. Decisões de utilizar o <i>site Toondoo</i> , para implementar a história em quadrinhos, e de fazer duas opções (uma feminina e outra masculina).
Discussões acerca de como adequar o planejamento do enunciado, feito no <i>storyboard</i> , aos recursos oferecidos pelo <i>site Toondoo</i> . Discussão e reflexão, posteriores, ao <i>design</i> da primeira versão, para aprimorar o enunciado do problema e obter a segunda versão. Discussão e reflexão quanto a realização da prática pedagógica, em que o problema seria proposto, (re)formulado e resolvido pelos alunos do terceiro ano, com o uso de tecnologias digitais.	<i>Planejamento de ações</i>	Planejamento, desenvolvimento e implementação do <i>design</i> do problema (primeira versão) e, posteriormente, das modificações para aprimorá-lo (obtenção da segunda versão). Elaboração do plano de aula, em que o problema seria proposto, (re)formulado e resolvido com o uso de tecnologias digitais. Realização da prática pedagógica, de acordo com o plano de aula elaborado.
	↓	
	<i>Problema obtido e utilizado na prática pedagógica</i>	

Diante do exposto, depreende-se que as atividades propostas contribuíram para que as alunas D, E e F adquirissem experiências docentes e produzissem o conhecimento básico especializado (Imbernón, 2011). Isso foi possível na medida que puderam trabalhar em equipe e discutiram, tomaram decisões, planejaram, investigaram e refletiram, ao realizarem o processo que resultaria no enunciado do problema almejado e na elaboração do plano de aula, bem como quanto aos resultados que obtiveram com as atividades realizadas.

Compreende-se, também, que as alunas D, E e F puderam reconstruir às suas concepções quanto às perspectivas metodológicas de problemas abertos, da (re)formulação, da resolução de problemas e do uso de tecnologias digitais, quando correlacionadas em um design instrucional, através dos processos de conhecer-na-ação e de reflexão-na-ação, que ocasionaram na produção de conhecimentos docentes (o conhecimento-na-ação), que podem ser utilizados no planejamento e na realização de práticas pedagógicas (Schön, 2000), para a Educação Matemática. As suas ações oportunizaram a produção de conhecimentos metodológicos, relativos ao design de enunciados de problemas matemáticos do tipo aberto, em que são abordados temas de relevância social e utilizadas as tecnologias digitais, para que possam ocasionar a (re)formulação e resolução com o uso desses recursos, e atingir os objetivos educacionais pretendidos, no que se refere ao processo de ensino e a aprendizagem dos conhecimentos matemáticos, que devem ser identificados a partir do tema evidenciado.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A investigação realizada possibilitou a obtenção de uma resposta para à questão diretriz: *Como ocorre o design de problemas abertos e o planejamento e realização de práticas pedagógicas, para proposta de (re)formulação e resolução desses problemas, com o uso de tecnologias digitais, na formação inicial de professores de Matemática?* De acordo com os resultados obtidos, as experiências de *designer* e professor, possibilitam a aprendizagem de como realizar o *design* de problemas abertos e que abordam temas de relevância social com o uso de tecnologias digitais, para a (re)formulação e resolução de problemas com o uso desses recursos e como utilizar tais problemas na elaboração do planejamentos e na realização de práticas pedagógicas. Para tanto, os futuros professores precisam ser orientados pelo(s) professor(es) formador(es), para que ocorra a identificação dos conhecimentos matemáticos que podem ser valorizados, empregados e/ou ensinados e aprendidos pelos alunos/resolvedores através da (re)formulação e resolução desses problemas. Também, precisam ser direcionados para que o tema

de relevância social e as tecnologias digitais sejam escolhidas e utilizadas no *design* e em sala de aula, de forma a atender os objetivos almejados, bem como para que promovam a Educação Matemática e a Educação Financeira, de acordo com o ano e nível de ensino dos alunos e suas particularidades.

Ao levar-se em consideração o objetivo almejado, que era investigar quais são os conhecimentos produzidos por futuros professores de Matemática, nos aspectos matemáticos, metodológicos, tecnológicos e acerca da abordagem de temas de relevância social, por meio do *design*, (re)formulação e resolução de problemas abertos e do planejamento e realização de práticas pedagógicas, em que tais problemas são propostos, reafirma-se que as atividades de *design* de enunciados de problemas abertos e que abordam temas de relevância social com o uso de tecnologias digitais e de planejamento e realização de práticas pedagógicas, em que esses problemas serão propostos, (re)formulados e resolvidos utilizando esses recursos, pelos alunos da Educação Básica, sobretudo do Ensino Médio, são oportunidades para que os futuros professores de Matemática possam reconhecer as características e aspectos que podem ser atribuídos ao enunciados de problemas, em conformidade com as características de problemas abertos, que são pré-determinados, e a (re)formulação de problemas, que pode ser associada a resolução com o uso de tecnologias digitais: a exploração, visualização, investigação, simulação, comunicação, aspectos estéticos, entre outras.

As etapas propostas por Figueiredo (2017), para o *design* de problemas com o uso de tecnologias digitais, na formação inicial de professores de Matemática, contribuem para que os futuros professores não apenas reconheçam as necessidades educacionais, escolham o tema e as tecnologias digitais, mas identifiquem os conhecimentos matemáticos que podem ser trabalhados e, até mesmo associados, para criar meios que esses possam ser aprimorados ou aprendidos pelos alunos. Essa experiência se constitui como um espaço para que, em grupo, discutam e reflitam sobre como criar problemas abertos e complexos, procurando inovar, ao inventarem e produzirem imagens, cenários, questionamentos, frases ou informações incompletas, entre outros meios, que instiguem aos alunos a (re)formular e a resolverem, utilizando as tecnologias digitais, também, de forma criativa, ao tomar decisões, discutindo, refletindo, elaborando estratégias, questionamentos e outros problemas que possibilitem encontrar uma solução. Além disso, a elaboração de um plano de aula, utilizando o enunciado produzido, possibilita o planejamento docente que analise, de forma aprofundada, as necessidades educacionais e das possibilidades que podem emergir da (re)formulação e resolução, em que tecnologias digitais são utilizadas.

No entanto, é com a realização da prática pedagógica, planejada previamente, que ocorre o aprofundamento desses entendimentos pelos futuros professores (Crespo, 2003; Imbernón, 2011; Figueiredo, 2017). Nela há o reconhecimento se

os objetivos de ensino e aprendizagem foram atingidos, se suas ações e dos alunos foram válidas no decorrer do processo, do que poderia ser aprimorado ou vir a ser alterado ou como outros enunciados podem ser produzidos e daquilo que servirá de base para novas práticas, sob essa perspectiva, e pelos futuros professores implementadas. Ademais, podem constatar como os alunos criam a sua própria versão para o problema proposto, como eles completam as lacunas do enunciado, determinam seus próprios questionamentos e buscam respostas, tomam decisões e utilizam os seus conhecimentos prévios sobre o tema abordado, matemáticos e tecnológicos para (re)formular e resolvê-lo e aprender novos conhecimentos.

Ainda, conforme as concepções de Figueiredo (2017) e O'Dell (2001), as experiências de *designer* e de professor, adquiridas pelos futuros professores, favorecem o aprimoramento e/ou o desenvolvimento das competências e habilidades. Entre elas, menciona-se as que são necessárias ao exercício profissional docente: trabalhar colaborativamente, tomar decisões, utilizar as tecnologias digitais, identificar as necessidades educacionais, planejar, desenvolver e implementar o *design* do problema e avaliá-lo, escolher temas para uma Educação Matemática e Financeira, planejar e realizar a prática pedagógica em que o problema seria proposto e discutir, investigar e refletir no decorrer e após as práticas, de *design* e pedagógica.

REFERÊNCIAS

- Abramovich, S. (2015). Mathematical problem posing as a link between algorithmic thinking and conceptual knowledge. *The teaching of Mathematics*, 18(2), 45-60.
- Allevato, N. S. G. (2008). *O Computador e a Aprendizagem Matemática: reflexões sob a perspectiva da Resolução de Problemas*. Rio Claro, SP: UNESP. http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/setembro2012/matematica_artigos/artigo_alevato.pdf.
- Brasil. (2018). Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular*: Educação é a base. Educação Básica. Brasília: MEC.
- _____. (2013). _____. Comitê Nacional de Educação Financeira. *Educação financeira nas escolas: ensino médio*. Bloco 1. livro do professor. Brasília: CONEF.
- _____. (2019). _____. *Temas Contemporâneos Transversais na BNCC*. Proposta de Práticas de Implementação. Brasília: MEC.
- Crespo, S. (2003). Learning to pose mathematical problems: Exploring changes in preservice teachers' practices. *Educational studies in Mathematics*, 52(3), 243-270.
- 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.
- Figueiredo, F. F. & Groenwald, C. L. O. Problemas abertos com a utilização das Tecnologias Digitais: um processo potencializador na formação do educador matemático. *Debates em Educação*, 10(20), 174-198.

- Filatro, A. C. (2008). *Design instrucional na prática*. São Paulo: Pearson Education do Brasil.
- Imbernón, F. (2011). *Formação docente e profissional: formar-se para a mudança e a incerteza*. São Paulo: Cortez.
- Jurado, U. M. (2017). La creación de problemas como medio para potenciar la articulación de competencias y conocimientos del profesor de matemáticas. *CIVEOS*, 2, Granada, Espanha.
- Kilpatrick, J. (2017). Reformulando: Abordando a Resolução de Problemas Matemáticos como Investigação. In Onuchic, L. De La R., Junior, L. C. L. & Pironel, M. (Org.). *Perspectivas para resolução de Problemas*. São Paulo: Livraria da Física.
- O'Dell, D. (2001). *A resolução criativa do problema: guia para a Criatividade e Inovação na Tomada de Decisões*. Epistemologia e Sociedade. Lisboa: Instituto Piaget.
- Olgin, C. A. (2015). *Critérios, possibilidades e desafios para o desenvolvimento de temáticas no Currículo de Matemática do Ensino Médio*. (Tese de Doutorado), Universidade Luterana do Brasil. Canoas.
- Paterlini, R. R. (2010). *Aplicação da metodologia Resolução de Problemas Abertos no Ensino Superior*. São Carlos: DM-UFSCar. http://www.dm.ufscar.br/~ptlini/paterlini_metodol_invest.pdf.
- Pehkonen, E., Näveri, L. & Laine, A. (2013). On Teaching Problem Solving in School Mathematics. *CEPS Journal*, 3(4), 9-23.
- Problema. (2018). *Mobilizando a casa – versão feminina*. <http://www.toondoo.com/ViewBook.toon?bookid=696308>
- Schön, D. A. (2000). *Educando o profissional reflexivo: um novo design para o ensino e a aprendizagem*. Porto Alegre: Artmed.
- ScreenCast-O-Matic. (2018). *Site oficial*. Seattle: ScreenCast-O-Matic. <http://www.screencast-o-matic.com/>
- Silver, E. A. (1994). On Mathematical Problem Posing. *For the Learning of Mathematics*, Vancouver, 14(1), 19-28.
- Toondoo. *Site*. (2018). Pleasanton, CA, USA: Jambav. <http://www.toondoo.com/>
- Turola, H. (2018). *Plantas baixas de residências*. <https://hamiltonturola.wordpress.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: PPGECIM/ULBRA. <http://www.ppegcim.ulbra.br/moodle/user/view.php?id=128&course=40>
- Vale, I., Pimentel, T. & Barbosa, A. (2015). Ensinar matemática com resolução de problemas. *Quadrante*, 24(2), 39-60.
- Van de Walle, J. A. (2009). *Matemática no Ensino Fundamental: formação de professores e aplicação em sala de aula*. Porto Alegre: Artmed.
- Vasconcellos, C. S. (2007). *Planejamento: Projeto de Ensino-Aprendizagem e Projeto Político-Pedagógico*. 17.ed. São Paulo: Libertad.
- Yin, R. K. (2016). *Pesquisa qualitativa do início ao fim*. Porto Alegre: Penso.

Autores

Fabiane Fischer Figueiredo. ULBRA, Brasil. fabianefischerfigueiredo@gmail.com

Claudia Lisete Oliveira Groenwald. ULBRA, Brasil. claudiag@ulbra.br