

***Design* de problemas matemáticos com o uso de Tecnologias Digitais  
sob o enfoque da formulação de problemas subsidiários**

**Design of mathematical problems with the use of Digital Technologies  
under the approach to the formulation of subsidiary problems**

*Fabiane Fischer Figueiredo*<sup>1</sup>

*Claudia Lisete Oliveira Groenwald*<sup>2</sup>

**Resumo:** Neste artigo apresenta-se um recorte de uma investigação, que tem como um dos objetivos investigar as possibilidades que podem emergir a partir do *Design* de problemas sob o enfoque da formulação de problemas com o uso de Tecnologias Digitais. O *Design* de problemas é uma perspectiva que visa à produção de problemas abertos, contextualizados e com o uso de recursos tecnológicos, para que os alunos, ao resolvê-los, também utilizem tais recursos para aprender conhecimentos matemáticos, tecnológicos e relativos ao tema de relevância social abordado. O enfoque da formulação de problemas, quando associado a essa perspectiva, pode contribuir com o processo de produção de conhecimentos, no desenvolvimento de habilidades e para explicitar os processos de pensamento através da resolução de problemas. Essa investigação seguiu as características de uma pesquisa de abordagem qualitativa, cujo foco foi reconhecer, entender e discutir sobre os aspectos relativos ao objeto em estudo, bem como apresentar e analisar um problema, que foi produzido sob tal enfoque.

**Palavras-chave:** *Design* de problemas; Formulação de problemas; Resolução de problemas; Tecnologias Digitais; Educação Matemática.

**Abstract:** This article aims present a part of the research that has as one of the objectives to investigate the possibilities that can emerge from the Design of problems under the focus of the problem posing with the use of Digital Technologies. The Design of problems is a perspective that aims at the production of open problem and contextualize them. The use of technological resources, so that students, in solving them, also use such resources to learn mathematical, technological and relevant subject matter social approach. When the problem posing approach is associated with this perspective it can contribute to the process of knowledge production, skill development, and explicit thinking processes through problem solving and resolution. This research followed the characteristics of a qualitative approach research, whose focus was to recognize, understand and discuss about the aspects related to the object under study and present and analyze a problem that was produced under such an approach.

**Keywords:** Design of problems; Problem posing; Problem solving; Digital Technologies; Mathematics Education.

## Introdução

O *Design* de problemas matemáticos com o uso de Tecnologias Digitais é uma perspectiva metodológica que, de acordo com Figueiredo e Dalla Vecchia (2015), envolve o planejamento/criação de problemas abertos, seja por parte do professor e/ou pelos alunos, e a resolução desses problemas.

---

1 Doutora em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade Luterana do Brasil (ULBRA). Pós-Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da ULBRA.. E-mail: [fabianefischerfigueiredo@gmail.com](mailto:fabianefischerfigueiredo@gmail.com)

2 Doutora em Ciências da Educação pela Universidade Pontifícia de Salamanca (UPS). Pós-Doutora pela Universidade de La Laguna (ULL). E-mail: [claudiag@ulbra.br](mailto:claudiag@ulbra.br)

Nesse *Design*, é abordado um tema de relevância social, que contextualize o problema, assim como pode ser considerado os interesses e o nível de desenvolvimento cognitivo dos alunos (FIGUEIREDO, 2017).

Além disso, o *Design* de um problema pode ser realizado com o propósito de que aprendam conhecimentos e desenvolvam competências e habilidades por meio do processo de resolução de problemas (FIGUEIREDO, 2017). Ademais, nele podem ser atribuídos um ou mais aspectos que, com o uso de Tecnologias Digitais, podem ser potencializados, como a exploração, a visualização, a experimentação, a investigação, a simulação, os aspectos estéticos, a formulação de problemas, a produção escrita, a comunicação, a reflexão crítica e promovida a Educação Matemática Crítica<sup>3</sup> (FIGUEIREDO, 2017).

Desse modo, entende-se a formulação de problemas é um enfoque que, ao ser atribuído ao *Design* de um problema matemático, em que as Tecnologias Digitais são utilizadas, pode dinamizar o processo de resolução de problemas abertos e que abordem temas de relevância social. Conforme Cai et al. (2015), o *Design* de um problema, quando realizado com a finalidade de que os alunos determinem outros problemas, a partir da utilização das informações nele mencionadas, é um meio para engajá-los na produção de conhecimentos, bem como para que desenvolvam a criatividade, as atitudes investigativas e as capacidades de interpretar, explorar e argumentar.

Nesse viés, optou-se por explicitar, neste artigo, algumas concepções, tipos, estratégias e possibilidades acerca da formulação de problemas no ensino e na aprendizagem da Matemática, de acordo com as necessidades requeridas pela vida contemporânea. Também, procura-se discutir de que maneira esse enfoque pode ser associado ao *Design* de problemas com o uso de Tecnologias Digitais e, para isso, apresenta-se e analisa-se um exemplo, cujo *Design* foi realizado com a finalidade de propiciar a formulação de outros problemas, subsidiários, com o uso desses recursos.

## A formulação de problemas e o Design de problemas matemáticos, contextualizados e com o uso de Tecnologias Digitais

A expressão *problem posing*<sup>4</sup> em Língua Inglesa vem sendo empregada por pesquisadores e professores na Educação Matemática para se referir ao enfoque de *apresentar ou criar ou gerar ou (re)formular problemas*, que pode ser associado a outras perspectivas de ensino e aprendizagem, como a resolução de problemas. De acordo com Brown e Walter (2009), esse enfoque, quando associado à resolução de problemas, tem por finalidade que os alunos elaborem questionamentos e apresentem um ou mais problemas a partir da reconstrução da tarefa que lhes foi proposta, de modo que os orientem nas suas decisões e ações, no uso de recursos, nas explorações e estratégias a serem utilizadas no processo de resolução.

Silver (1994) menciona que tal enfoque começou a ser destacado por Polya e Freudenthal, que o consideraram como um aspecto importante, que precisava ser valorizado na Educação Matemática. Também, segundo o autor, foram os relatórios publicados pelo National Council of Teachers of Mathematics (NCTM), com as normas de avaliação para a Matemática Escolar apresentadas no *Curriculum and evaluation standards for school mathematics* (NCTM, 1989) e as normas profissionais para o ensino da

3 Conforme Skovsmose (2000), nessa perspectiva são oportunizados cenários/ambientes de aprendizagem investigativos, de ações e reflexões críticas sobre a Matemática e suas aplicações na vida real.

4 De acordo com as concepções utilizadas pelos pesquisadores e educadores investigados, optou-se por empregar, neste artigo, a expressão *formulação de problemas*, uma vez que trata-se de um processo que envolve a determinação de problemas a partir da(o) tarefa/problema proposta(o), que contribuam para a solução.

Matemática, citadas no documento *Professional Standards for teaching mathematics* (NCTM, 1991), que impulsionaram e fizeram um maior apelo para o uso desse enfoque em sala de aula, ou seja, para que a proposta de geração de problemas no processo de resolução de problemas pré-formulados fosse adotada pelos professores, como uma metodologia de ensino e aprendizagem.

Para Silver (1994), a formulação de problemas pode ser definida como a elaboração de novos problemas ou como a reformulação de um problema proposto, em que são examinados as suas condições. Esse enfoque pode ocorrer antes, durante ou após a solução de um problema. No entanto, quando a (re) formulação de um problema ocorre no processo de resolução, os alunos têm a oportunidade de planejar o modo como obterão uma nova versão para a(o) tarefa/problema proposta(o), há uma personificação na determinação de suas metas e eles (re)criam alguns aspectos para obter a solução.

Nesse viés, citam-se Vale, Pimentel e Barbosa (2015), que ressaltam que o professor pode utilizar estratégias que encorajem os alunos a formularem problemas nas aulas de Matemática, que aprofundem os conceitos matemáticos e contribuam para que compreendam os processos envolvidos na resolução. No entanto, essas estratégias dependem dos conteúdos matemáticos, do nível de conhecimento dos alunos, do tipo de avaliação e raciocínio que devem ser desenvolvidos.

Além disso, Vale, Pimentel e Barbosa (2015) destacam que a formulação de problemas pode suscitar a criatividade, tanto ao formularem como ao resolverem os problemas elaborados, o que, por sua vez, favorecem o desenvolvimento de outras capacidades, como a percepção dos conhecimentos matemáticos subjacentes, o pensamento crítico e capacidade de expor as ideias. Contudo, para os autores (2015, p. 47), os

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.

Jurado (2016) também afirma que tal enfoque pode estimular a criatividade, a investigação e a produção de novos conhecimentos por meio da atividade de criar e resolver problemas. O autor acredita que esse enfoque pode valorizar as particularidades, os interesses e as capacidades dos alunos, bem como o seu ambiente sociocultural, as suas experiências e conhecimentos.

Como sugestão, Jurado (2017) aponta que a abordagem de situações problemáticas, que se apresentam na vida cotidiana, pode favorecer a criação e solução de problemas. Ademais, podem contribuir para que os alunos desenvolvam capacidades, sendo elas: a análise de situações, a identificação ou a criação de problemas, a resolução de problemas e a elaboração de questionamentos, que os permitam refletir criticamente sobre a realidade. No entanto, para que um problema matemático ou uma situação problemática seja proposta com tais finalidades, torna-se necessário a consideração de um ou mais elementos fundamentais de um problema, ou seja: *as informações*, que são 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, seja quantitativa ou qualitativamente (exemplos: gráficos e demonstrações); *o contexto*, que pode ser *intra* ou *extra* matemático; e *o ambiente matemático*, que envolve a estrutura e os conceitos matemáticos, que interveem na resolução do problema.

Ademais, como esse enfoque tem por finalidade a obtenção de uma nova versão para o problema

proposto ou para a situação problemática, Jurado (2017) sugere que o professor crie ou que ele proponha e oriente os alunos para que criem problemas por:

- *variação*, em que um novo problema deve ser produzido a partir do problema proposto, modificando um ou mais elementos fundamentais;
- *elaboração*, em que a produção de um novo problema deve ocorrer de forma livre, a partir de uma situação problemática dada pelo professor ou escolhida pelos alunos ou, ainda, por uma solicitação específica do professor, que procura dar uma ênfase matemática ou didática.

Outras propostas que se aproximam desses tipos de criação de problemas e que são pertinentes ao ensino da Matemática são apresentadas por Stoyanova e Ellerton (1996). Os autores propõem três categorias de formulação de problemas:

- *de forma livre*, em que uma situação é escolhida pelo(s) aluno(s) para servir de base para essa atividade;
- *a partir de um problema semi-estruturado*, mas aberto, que é proposto aos alunos para que explorem ou o concluam, como por exemplo o uso de imagens ou equações;
- *a partir de um problema ou de uma situação-problema estruturada*, em que os alunos devem apresentar algo novo, construir um novo enunciado ou apresentar uma nova versão para a mesma.

Para Stoyanova e Ellerton (1996), a formulação de problemas é o processo pelo qual os alunos constroem interpretações pessoais acerca de situações concretas e produzem a sua versão para problemas matemáticos. Esse processo pode proporcionar experiências mais significativas no ensino da Matemática, bem como contribuir para que os alunos apresentem os principais passos executados e melhorem a escrita das soluções de problemas.

Stoyanova (2005) também apresenta três estratégias, que podem ou são utilizadas pelos alunos para formular problemas:

- *a reformulação*, quando a natureza do problema proposto não é alterada, mas ocorre alterações na forma como são apresentados os elementos e/ou informações no enunciado;
- *a reconstrução*, quando há modificações no problema inicial e que alteram a sua natureza do problema, ou seja, os problemas formulados apresentam relações com o problema proposto, mas se diferem do mesmo pela abordagem que é dada pelos alunos, a partir da sua interpretação;
- *a imitação*, quando os problemas são formulados a partir de uma solicitação feita no problema proposto, para considerar uma estrutura ou elemento ou informação relevante ou, ainda, para se assemelharem a um problema determinado ou resolvido anteriormente.

Essas estratégias, segundo Stoyanova (2005), podem contribuir para que os alunos desenvolvam as capacidades de interpretar, formular, apresentar e resolver problemas mais complexos. Ademais, os resultados obtidos, por meio de tais estratégias, podem explicitar o nível de formulação e resolução de problemas dos alunos, as suas habilidades, facilidades e dificuldades.

Abramovich (2015) é outro autor que destaca as potencialidades desse enfoque e salienta que esse, também, pode ser entendido como uma filosofia educacional, visto que Montessori, Freire e Vygotsky

Design de problemas matemáticos com o uso de Tecnologias Digitais sob o enfoque da formulação de problemas subsidiários apresentaram concepções que defendiam a importância da formulação de problemas no processo de aprendizagem. Devido a tal possibilidade, o autor considera que a formulação possui um grande potencial na Educação Matemática, pois pode contribuir para a articulação entre o pensamento algorítmico e a produção de conhecimento conceitual.

Ainda, para Abramovich (2015), a formulação de um problema matemático envolve o processo de reflexão sobre o problema a ser resolvido e a busca de algo novo, uma vez que, ao analisar um problema aritmético ou algébrico, os alunos precisam verificar as condições e os dados numéricos ou algébricos do problema e identificar se esses contribuem ou não para a obtenção da solução. O autor ressalta que, na era digital, esse processo pode ser aprimorado pelo uso de recursos computacionais, já que esses favorecem a representação das condições e dos dados numéricos ou algébricos de um problema, bem como a geração e a análise de uma ou mais soluções. Ademais, a utilização de recursos computacionais na formulação e resolução de um problema pode propiciar o processo de reflexão sobre os procedimentos empregados e quanto aos conceitos matemáticos envolvidos e potencializar a aprendizagem acerca dessa integração.

Bonotto e Santo (2014) salientam que a utilização do computador ou de outros recursos multimídias podem propiciar a geração de problemas ou a reformulação de problemas pré-determinados e o desenvolvimento da criatividade e da capacidade de elaborar questionamentos e hipóteses. Para tanto, devem ser propostas tarefas do tipo abertas e que abordem situações da vida real, em que a Matemática esteja incorporada. Desse modo, os alunos terão a oportunidade de interpretar e analisar criticamente a realidade, ao discernir dados significativos de dados não significativos, ao descobrir relações entre os dados, ao decidir se uma ou mais informações de que dispunham são suficientes para resolver a(o) tarefa/problema e ao investigar se os dados numéricos apresentados são numericamente e/ou contextualmente coerentes.

No Brasil, tal enfoque associado à perspectiva da resolução de problemas costuma ser intitulado por *formulação de problemas* e apresenta-se mencionado nos documentos publicados pelo Ministério da Educação (MEC) para a Educação Básica: Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) para o ensino da Matemática nos 1º e 2º ciclos e 3º e 4º ciclos (BRASIL, 1997, 1998) e para o Ensino Médio (BRASIL, 2000) e Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para o Ensino Fundamental (BRASIL, 2017). Dentre eles, destaca-se o objetivo a ser atingido no Ensino Fundamental: “questionar a realidade formulando-se problemas e tratando de resolvê-los, utilizando para isso o pensamento lógico, a criatividade, a intuição, a capacidade de análise crítica, selecionando procedimentos e verificando sua adequação” (BRASIL, 1998, p. 8).

Em relação aos PCN de Matemática para o Ensino Médio, nesses não é empregada tal expressão, mas os objetivos pretendidos indicam a necessidade de que os alunos desenvolvam a capacidade de resolver problemas. Inclusive, é mencionado que “[...] os alunos devem [...] desenvolver de modo mais amplo capacidades tão importantes quanto as de abstração, raciocínio em todas as suas vertentes, resolução de problemas de qualquer tipo, investigação, análise e compreensão de fatos matemáticos e de interpretação da própria realidade” (BRASIL, 2000, p. 41).

Dentre os professores e pesquisadores dessa perspectiva educacional, cita-se Chica (2001, p. 151), que afirma que, a formulação de problemas por parte dos alunos

[...] é uma forma de levá-los a escrever e perceber o que é importante na elaboração e na resolução de uma dada situação; que relação há entre os dados apresentados, a pergunta a ser respondida e a resposta; como articular o texto, os dados e a operação a ser usada.

Conforme Chica (2001), os alunos podem se familiarizar com a situação-problema proposta, compreendendo-a melhor e desenvolvendo o interesse e a confiança diante das ações que irá desempenhar para obter a solução. Além disso, considera que a formulação de problemas pode desafiar e estimular as capacidades inventivas e questionadoras: ler e interpretar enunciados, levantar hipóteses, comunicar ideias, estabelecer relações, utilizar conceitos, expressar-se escrita e oralmente e interagir com o professor e colegas.

Para que tais habilidades sejam desenvolvidas, Chica (2001) menciona que o professor precisa planejar previamente as suas práticas pedagógicas e organizar a sala de aula, de modo que o *fazer matemático*, ou seja, as noções, os procedimentos e as atitudes em relação à Matemática possam ser evidenciadas. Ademais, os alunos precisam ter a oportunidade de tomar decisões, de trocar ideias e de executar ações no processo de formulação dos problemas.

Como sugestões, Chica (2001) propõe a formulação de problemas a partir de um problema dado: *de um questionamento*, que direcione o processo de resolução; *da produção de outro problema*, mas que seja semelhante ao proposto; e da *continuidade*, que complemente e direcione a resolução dos problemas. Como outras possibilidades, ainda sugere *elaborar uma pergunta*, a partir de uma figura dada, e *formular um problema a partir de um questionamento ou de uma palavra ou de uma resposta dada, de uma operação ou de um texto*.

Dante (2009, p. 18) é outro autor que declara que formulação e a resolução de problemas no ensino da Matemática precisa ter como propósito “[...] valorizar os pensamentos e questionamentos dos alunos por meio da expressão de ideias”. Para o autor (2009, p. 18), esse processo pode preparar os alunos para a vida contemporânea, já que valoriza os seus conhecimentos prévios, bem como a comunicação, a exposição de estratégias, de pensamentos e de como estabelecem a “[...] relação entre suas noções informais ou intuitivas e a linguagem abstrata e simbólica da Matemática”.

Diante do exposto, considera-se que tal enfoque, na Educação Matemática, pode ir além do que apenas *apresentar ou criar ou (re)formular ou gerar problemas*, como tais expressões assim sugerem. Esse enfoque, na resolução de problemas, envolve outras características e aspectos, pois reformulação da(o) tarefa/problema proposta(o) e a formulação de outros problemas subsidiários pode ocorrer em grupo ou individualmente e apresentar características acerca dos interesses, conhecimentos prévios e do contexto sociocultural dos alunos, assim como as suas próprias concepções acerca de problemas matemáticos, que foram (re)construídas a partir das experiências adquiridas no ambiente escolar e fora dele.

Na formulação e na resolução dos problemas também podem ser valorizados os aspectos estéticos, a visualização, a experimentação, a simulação, a investigação, a produção escrita, a comunicação, entre outros (FIGUEIREDO, 2017; FIGUEIREDO; GROENWALD, 2017). Nesse processo, acredita-se que tais aspectos podem ser potencializados pela abordagem de temas de relevância social e pelo uso de Tecnologias Digitais.

De acordo com as propostas de criação ou de formulação de problemas apresentadas por Stoyanova e Ellerton (1996), Chica (2001) e Jurado (2017), entende-se que a formulação de problemas subsidiários, que contribuam para a resolução e solução da(o) tarefa/problema proposta(o), ao ser realizado pelos alunos, pode contribuir para que reconheçam as condições e os dados numéricos ou algébricos que se apresentam. Também, pode favorecer a tomada de decisões, uso de recursos tecnológicos e o registro por escrito pelos alunos, que, ao término da resolução, possam ser analisados e se constituírem como meios de discussão, investigação e reflexão.

Dessa forma, ressalta-se que o *Design* de problemas matemáticos com o uso de Tecnologias Digitais pode ser realizado com o objetivo de propiciar a formulação e a resolução de problemas subsidiários, com o uso de recursos tecnológicos. Por ser uma perspectiva metodológica, que busca a abordagem de temas de relevância social, com a intencionalidade de que os alunos reflitam e aprendam conhecimentos sobre os mesmos, assim como busca instigar a tomada de decisões e a execução de ações, que envolvam a exploração, a investigação, a comunicação, a produção escrita, entre outros, no processo de resolução de problemas abertos (FIGUEIREDO, 2017; FIGUEIREDO; GROENWALD, 2017), entende-se que essa é uma oportunidade para engajar os alunos na atividade de formular e resolver problemas com o uso de Tecnologias Digitais, assim como para valorizar os seus interesses e conhecimentos prévios e potencializar a produção de conhecimentos matemáticos, tecnológicos e acerca desses temas. Ademais, pode ser um meio para que os alunos utilizem e/ou desenvolvam a criatividade, bem como para que façam as suas próprias escolhas e troquem ideias com os colegas e o professor.

Outras possibilidades, que podem ocorrer a partir do Design de problemas, são o ensino através ou o ensino-aprendizagem-avaliação de Matemática através da resolução de problemas (ONUCHIC; ALLEVATO, 2011). Ao formular outros problemas na resolução da(o) tarefa/problema proposta(o) e utilizando as Tecnologias Digitais, os alunos podem apresentar a necessidade de aprender novos conhecimentos, que favoreçam a solução e o professor deve orientá-los e ensiná-los. Além disso, tais abordagens podem contribuir para a avaliação do processo de ensino e aprendizagem e para a obtenção de informações relevantes, por parte do professor, que possam ser consideradas em posteriores planejamentos, em que a formulação e resolução de problemas será novamente oportunizada.

### O problema produzido sob o enfoque da formulação de problemas com o uso de Tecnologias Digitais

Com o propósito de conhecer, entender e discutir sobre os aspectos relativos ao objeto em estudo, optou-se por realizar o *Design* de um problema, cujo resultado foi intitulado *Orçamento familiar*. Para produzi-lo, foram executadas as fases de um *Design* de Sistemas Instrucionais ou *ISD*<sup>5</sup>, que, de acordo com Filatro (2008), consistem em: analisar a necessidade, projetar/planejar, desenvolver e implementar a solução para tal necessidade e avaliar a solução obtida para a mesma.

Na fase de *análise da necessidade* do *Design* do problema, identificou-se que o tema de relevância social *Orçamento familiar* poderia favorecer a formulação de problemas subsidiários com o uso de Tecnologias Digitais e o ensino de conteúdos de Matemática Financeira, que são trabalhados no Ensino Médio: Porcentagem, Juros Simples e Compostos, Taxas e Capitalização. Nesse viés, considerou-se, também, que esse tema e os conteúdos poderiam contribuir para a Educação Financeira dos alunos, de modo que viesse ao encontro dos objetivos propostos pela Estratégia Nacional de Educação Financeira (ENEF)(BRASIL, 2010): formar para cidadania, educar para o consumo e a poupança, oferecer conceitos e ferramentas para a tomada de decisão autônoma baseada em mudança de atitude, e instrumentalizar para planejar em curto, médio e longo prazos.

Na fase de *projeto/planejamento, desenvolvimento e implementação do problema*, escolheu-se elaborar um *storyboard*, que auxiliou no processo de *Design* (FILATRO, 2008). Nele foi escrito o enunciado do problema e o recurso tecnológico que seria utilizado na sua produção (o enunciado foi elaborado na forma de uma história em quadrinhos, no *site Toondoo*<sup>6</sup>, e disponibilizado em um *book online*).

5 “Instructional System Design”.

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

Nessa fase, optou-se por produzir duas versões, uma feminina (Figura 1) e outra masculina (Figura 2) para o problema, pois, como almeja-se que os alunos discutam e reflitam sobre as situações enfrentadas pelo personagem da história, formulem problemas secundários e os resolvam e executem ações que contribuam para a sua solução. Dessa forma, o problema apresenta objetivos e aspectos que visam a formulação de problemas *a partir de um problema ou de uma situação-problema estruturada* (STOYANOVA; ELLERTON, 1996) ou por *elaboração* (JURADO, 2017) ou por *continuidade* e/ou de *elaborar uma pergunta* (CHICA, 2001).

Figura 1: Página principal do book online Orçamento familiar-mulher



Fonte: <<http://www.toondoo.com/ViewBook.toon?bookid=668142>>.

Figura 2: Página principal do book online Orçamento familiar-homem

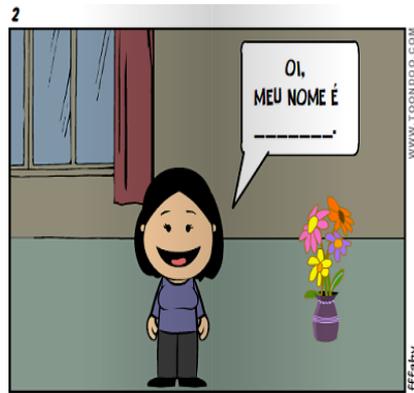


Fonte: <<http://www.toondoo.com/ViewBook.toon?bookid=668140>>.

Na fase de *avaliação do problema obtido*, analisou-se cada um dos quadrinhos produzidos, que fariam parte do enunciado do problema, de acordo com os objetivos pretendidos e para que houvesse uma conexão entre as situações apresentadas. Também, foram realizados ajustes, com a finalidade de aprimorar os aspectos estéticos do mesmo.

Embora que apresente duas versões (uma feminina e outra masculina), o problema evidenciado é igual em ambas. A seguir apresenta-se as páginas do *book online* (2 a 12), da versão feminina (Figuras 3, 4, 5 e 6), bem como as possibilidades que podem emergir a partir da sua interpretação.

Figura 3: Quadrinhos do 2 e 3 do problema Orçamento familiar-mulher



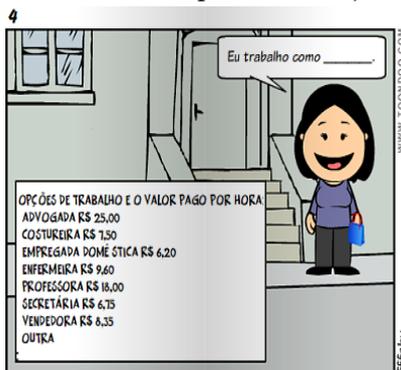
Escolha de um nome para a personagem



Reflexão sobre o salário que pode ser recebido.

Fonte: <<http://www.toondoo.com/ViewBook.toon?bookid=668142>>.

Figura 4: Quadrinhos do 4 ao 7 do problema Orçamento familiar-mulher



Escolha da profissão exercida e o cálculo do salário que essa receberia, observando o número de horas semanais e as leis trabalhistas.



Determinação do salário líquido e bruto, considerando os descontos legais.



Determinação da pessoa com quem a personagem está falando ao telefone e sobre o que poderiam estar conversando ou do que viriam a conversar, bem como o cálculo das faturas de água, luz e telefone que seriam pagadas, de acordo com as necessidades da família.



Decisão de pedir ou não dinheiro para a pessoa com quem está falando ao telefone, para pagar as compras no supermercado, assim como de comprar uma cesta básica ou de comprar apenas os produtos que estariam faltando, considerando as necessidades da família.

Fonte: <<http://www.toondoo.com/ViewBook.toon?bookid=668142>>.

Figura 5: Quadrinhos do 8 ao 10 do problema Orçamento familiar-mulher



Determinação: de quanto seria pago pela corrida de táxi; dos gastos que teria ao comprar o que precisava, conforme as necessidades da família, ou, ainda, do que a personagem quis comprar de roupas e sapatos, bem como da forma como seriam pagas essas compras (à vista, parcelado no crediário ou no cartão de crédito, entre outras); de um Curso, independente do nível ou da modalidade de ensino, e da forma como esse seria pago; e do transporte e dos respectivos custos que teria para cursá-lo.



Escolha por comprar um carro ou uma moto, considerando os gastos com documentação e impostos e de como seria pago, podendo, inclusive, utilizar ou não a poupança e/ou de tomar a decisão de fazer um financiamento.



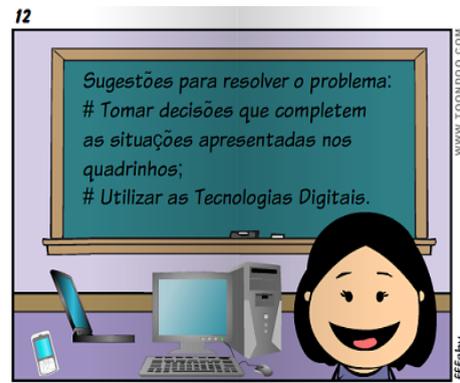
Escolha: do tipo de residência (apartamento ou casa, etc.), determinando o valor que seria pago pelo aluguel e pelas taxas e impostos e se haveria ou não outra pessoa na família que poderia pagá-lo; e decisão de comprar uma casa própria, como essa seria paga e os gastos que teria com a documentação e impostos, podendo, também, optar se haveria a necessidade de fazer horas extras de trabalho, de quantas seriam necessárias e poderiam ser trabalhadas, de acordo as leis trabalhistas.

Fonte: <<http://www.toondoo.com/ViewBook.toon?bookid=668142>>.

Figura 6: Quadrinhos do 11 e 12 do problema Orçamento familiar-mulher



Escolher a maneira como a personagem retornou para casa e discutir, refletir, investigar e analisar se o(s) salário(s) recebido(s) possibilita(ram) a solução das situações problemáticas apresentadas no enunciado do problema e determinadas pelos resolvidores e, se for o caso, apontar o que precisaria ser alterado para obtê-la.



Apresentação de sugestões para os alunos, com o intuito de que os mesmos tomem decisões em cada um dos quadrinhos, bem como utilizem as Tecnologias Digitais para resolver o problema.

Fonte: <<http://www.toondoo.com/ViewBook.toon?bookid=668142>>.

No processo de resolução desse problema, acredita-se que o trabalho colaborativo será enriquecedor e engajará os alunos, porque esses terão a oportunidade de determinar e resolver outros problemas, secundários, e de escolher e utilizar as Tecnologias Digitais que julgarem serem as mais adequadas, assim como poderão tomar decisões e completar as situações apresentadas em cada quadrinho. Para potencializar esse processo, acredita-se que os alunos devem registrar por escrito o processo de formulação e resolução para que, ao término, possam avaliar o seu desempenho, identificar os conhecimentos matemáticos, tecnológicos e relativos ao tema abordado que foram aprendidos e discutir, refletir e investigar se os processos de resolução e as soluções encontradas são adequadas, para que o orçamento familiar da(o) personagem não ultrapasse o(s) salário(s) recebido(s) e as possibilidades de crédito que essa(e) poderia possuir (decisões essas que serão ou não tomadas pelos alunos).

A escolha e a utilização de Tecnologias Digitais por parte dos alunos, no processo de formulação e resolução do problema, pode, também, suscitar e valorizar outros aspectos, tais como: a consideração dos *aspectos estéticos* da história em quadrinhos; a *exploração* de diferentes maneiras de resolver o problema; a *experimentação* na escolha de recursos tecnológicos já conhecidos ou não para solucionar o problema; a *investigação* na busca de informações na *Internet*, em *sites* de Lojas e Supermercados, sobre os preços dos produtos, as formas de pagamentos, as leis trabalhistas e dos impostos cobrados pelo governo, entre outros; a *simulação* na interpretação das situações e para completá-las e para simular as formas de pagamento de salário(s) e dos produtos; a *visualização* por meio de imagens e das representações dos dados, das escolhas e dos gastos efetuados no processo de resolução; a *comunicação* entre os resolvidores e o professor; a *produção escrita* no registro do processo de resolução; e a *reflexão crítica* sobre as situações apresentadas, quanto às decisões tomadas, as formas de pagamento e de como não comprometer o orçamento, entre outras.

Nesse processo, outros conhecimentos prévios podem ser empregados, como a resolução de operações envolvendo os números racionais, a representação de tabelas e gráficos estatísticos e o uso de funções, visto

que há uma imprevisibilidade no modo como ocorrerá o processo de resolução. Além disso, o problema pode se constituir como um meio para o ensino e a aprendizagem da Matemática através da resolução de problemas, pois, de acordo com Cai (2003), o problema tende a ser aberto e pode envolver múltiplas abordagens, a exploração e a invenção de estratégias de solução, a obtenção de diferentes respostas corretas.

Contudo, o problema *Orçamento familiar* pode ser um meio para a ocorrência de um *cenário de investigação*, mesmo apresente uma semirrealidade, tal como propõe Skovsmose (2000). Nesse viés, acredita-se que a resolução desse problema pode, também, oportunizar uma *Educação Matemática Crítica*, uma vez que, segundo o autor, há a possibilidade de ocorrer um ambiente de ações, investigação e reflexões críticas sobre as aplicações da Matemática na vida real.

### Considerações Finais

O *Design* de problemas matemáticos, sob o enfoque da formulação de problemas subsidiários, com o uso de Tecnologias Digitais, pode ser considerado uma outra perspectiva metodológica, devido às potencialidades que pode proporcionar à Educação Matemática. Dentre elas, salienta-se a formulação e a resolução de outros problemas, determinados pelos alunos, na busca de solucionar a(o) tarefa/problema proposta(o) inicialmente, e o trabalho colaborativo entre os alunos e o professor, nesse processo, para que os objetivos de ensino e aprendizagem possam ser atingidos.

Tal perspectiva pode propiciar a formulação de problemas a partir das propostas apresentadas por Stoyanova e Ellerton (1996), Chica (2001) e Jurado (2017), assim como ser um meio para valorizar o uso de estratégias, tais como as que são sugeridas por Stoyanova (2005). Todavia, a escolha por um ou mais tipos de formulação e/ou por utilizar uma ou mais estratégias dependem dos objetivos pretendidos e das orientações dadas pelo professor.

Como exemplo, apresentou-se o enunciado do problema *Orçamento familiar*. A formulação de outros problemas na sua resolução, utilizando as Tecnologias Digitais, pode ser um meio para que ocorra o processo de ensino e a aprendizagem de conhecimentos matemáticos, tecnológicos e sobre o tema abordado, de forma integrada. Ademais, pode contribuir para o desenvolvimento da competência de resolução de problemas com o uso de Tecnologias Digitais e para que as habilidades de interpretação, de tomada de decisões, de elaboração de estratégias, de discussão, investigação e reflexão crítica, entre outras, se apresentem e sejam aprimoradas. Além disso, o problema apresenta características e aspectos que podem propiciar a Educação Financeira e a Educação Matemática Crítica de alunos do Ensino Médio.

### Referências

ABRAMOVICH, S. Mathematical problem posing as a link between algorithmic thinking and conceptual knowledge. *The teaching of Mathematics*, v. 18, n. 2, p. 45-60, 2015.

BONOTTO, C.; SANTO, L. D. How to foster creativity in problem posing and problem solving activities. In: CARREIRA, S. et al. (Org.). PROCEEDINGS OF THE PROBLEM@WEB INTERNATIONAL CONFERENCE: TECHNOLOGY, CREATIVITY AND AFFECT IN MATHEMATICAL PROBLEM SOLVING, 2014, Faro. *Anais eletrônicos...* Faro: Universidade do Algarve, 2014.

Design de problemas matemáticos com o uso de Tecnologias Digitais sob o enfoque da formulação de problemas subsidiários

BRASIL. **Decreto n. 7.397**, de 22 de dezembro de 2010. Institui a Estratégia Nacional de Educação Financeira – ENEF. Dispõe sobre a sua gestão e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/ato2007-2010/2010/decreto/d7397.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2007-2010/2010/decreto/d7397.htm)>. Acesso em: 02 set. 2017.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular: Ensino Fundamental**. Brasília: MEC, 2017.

BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: primeiro e segundo ciclos do Ensino Fundamental – 1ª a 4ª séries, Matemática**. Brasília: MEC, 1997.

BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. **Parâmetros Curriculares Nacionais: terceiro e quarto ciclos do Ensino Fundamental – 5ª a 8ª séries, Matemática**. Brasília: MEC, 1998.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio**. Brasília: MEC, 2000.

BROWN, S. I.; WALTER, M. I. **The art of problem posing**. 3. ed. London: Psychology Press-Taylor & Francis, 2009. 163 p.

CAI, J. et al. Problem-Posing Research in Mathematics Education: Some Answered and Unanswered Questions. In: SINGER, F. M.; ELLERTON, N. F.; CAI, J. (Eds.). **Mathematical Problem Posing: From Research to Effective Practice**. Research in Mathematics Education. New York: Springer-Verlag, 2015, p. 3-34

CAI, J. Singaporean students' mathematical thinking in problem solving and problem posing: an exploratory study. **International Journal of Mathematical Education in Science and Technology**, v. 34, n. 5, p. 719-737, sep. 2003.

CHICA, C. H. Por que formular problemas? In: SMOLE, K. S.; DINIZ, M. I. (Org.). **Ler, escrever e resolver problemas: habilidades básicas para aprender matemática**. Porto Alegre: Artmed, 2001. p. 151-174.

CRESPO, S. Learning to pose mathematical problems: Exploring changes in preservice teachers' practices. **Educational studies in Mathematics**, v. 52, n. 3, p. 243-270, 2003.

DANTE, L. R. A natureza da formulação e da resolução de problemas. In: DANTE, L. R. **Formulação e resolução de problemas de matemática: teoria e prática**. São Paulo: Ática, 2009, p. 11-17.

FIGUEIREDO, F. F.; DALLA VECCHIA, R. O *design* de problemas com as Tecnologias Digitais no ensino da Matemática. In: CONFERENCIA INTERAMERICANA DE EDUCACIÓN MATEMÁTICA, 14., 2015, Tuxtla Gutiérrez. **Anais eletrônicos...** Tuxtla Gutiérrez: CIAEM-IACME, 2015.

FIGUEIREDO, F. F. **Design de problemas com a utilização das Tecnologias Digitais na formação inicial de professores de Matemática**. 2017. 275f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática) – Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Luterana do Brasil, Canoas, 2017.

FILATRO, A. C. **Design instrucional na prática**. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2008.

GROENWALD, C. L. O.; FIGUEIREDO, F. F. *Design* e a resolução de problemas abertos com a utilização de Tecnologias Digitais na formação inicial de professores de Matemática. In: CONGRESO URUGUAYO DE EDUCACIÓN MATEMÁTICA, 7., 2017, Montevideo. **Anais...** Montevideo: CUREM-SEMUR, 2017. Disponível em: <<http://semur.edu.uy/curem/actas/pdf/4.pdf>>. Acesso em: 02 nov. 2017.

JAMBAV. **Site Toondoo**. Pleasanton: 2012. Disponível em: <<http://www.toondoo.com/>>. Acesso em: 25 mar. 2017.

JURADO, U. M. Creación de Problemas: Avances y Desafíos en la Educación Matemática. **REMATEC**, v. 11, n. 21, p. 79-90, jan./abr. 2016.

JURADO, U. M. La creación de problemas como medio para potenciar la articulación de competencias y conocimientos del profesor de matemáticas. IN: CONGRESO INTERNACIONAL VIRTUAL SOBRE EL ENFOQUE ONTOSEMIÓTICO DEL CONOCIMIENTO Y LA INSTRUCCIÓN MATEMÁTICOS, 2., 2017, Granada. **Anais eletrônicos...** Granada: CIVEOS, 2017. Disponível em: <<http://enfoqueontosemiotico.ugr.es/civeos/malaspina.pdf>>. Acesso em: 13 ago. 2017.

NCTM. **Curriculum and evaluation standards for school mathematics**. Reston: 1989.

NCTM. **Professional standards for teaching mathematics**. Reston: 1991.

ONUCHIC, L. de la R.; ALLEVATO, N. S. G. Pesquisa em Resolução de Problemas: caminhos, avanços e novas perspectivas. **Bolema**, v. 25, n. 41, p. 73-98, 2011.

PROBLEMA. **Orçamento familiar-homem**. Disponível em: <<http://www.toondoo.com/ViewBook.toon?bookid=668140>>. Acesso em: 04 set. 2017.

SILVER, E. A. On Mathematical Problem Posing. **For the Learning of Mathematics**, Vancouver, v. 14, n. 1, p. 19-28, 1994.

SKOVSMOSE, O. Cenários para investigação. **Revista Bolema**, v. 13, n. 14, p. 66-91, 2000.

STOYANOVA, E.; ELLERTON, N. F. A framework for research into students' problem posing in school mathematics. In: Clarkson, P. (Ed.). **Technology in mathematics education**. Mathematics Education Research Group of Australasia. Melbourne: 1996. p. 518-525.

STOYANOVA, E. Problem solving strategies used by years 8 and 9 students. **Australian Mathematics Teacher**, v. 61, n. 3, p. 6-11, 2005.

TOONDOO. **Site**. [Canoas]: JAMBAV, 2014. il. color. Disponível em: <<http://www.toondoo.com/>>. Acesso em: 3 jul. 2016.

VALE, I.; PIMENTEL, T.; BARBOSA, A. Ensinar matemática com resolução de problemas. **Quadrante**, v. 24, n. 2, p. 39-60, 2015.