

Possibilidades de Aprender com Modelagem: uma Investigação Qualitativa

Zulma Madruga & Valderez Lima

Resumo

O artigo apresenta resultados de uma investigação qualitativa cujo tema central é a modelagem na educação e suas relações com os processos criativos de diferentes profissionais. A pesquisa objetivou investigar as formas como se expressam as pessoas durante seus processos criativos, analisando suas relações e comparando-as com os processos de modelagem na educação. Os sujeitos de pesquisa foram 10 profissionais de diferentes ramos: carnavalesco, figurinista, escultor, coreógrafo, compositor, designer de unhas artísticas, arquiteta, modista, investigador de Ciências Humanas e investigador de Ciências Exatas. A coleta de dados ocorreu por meio de narrativas produzidas pelos colaboradores da pesquisa e, para tratamento das informações, utilizou-se o mapeamento na pesquisa educacional. A análise originou quatro categorias, denominadas: intenção, projeção, criação e produto. Os resultados do estudo mostraram que os processos criativos dos diferentes profissionais entrevistados perpassam as fases da modelagem. Com base nesses resultados, essa investigação buscou ainda ampliar a teoria da modelagem na educação para o “aprender com modelagem” a fim de possibilitar aos estudantes da Educação Básica serem instigados a pesquisar e desenvolver seus talentos para que possam contribuir com o mundo em que vivem, tornando-os envolvidos ativamente nos seus processos de aprendizagem.

Palavras-chave:

aprender com modelagem; processos criativos; modelagem matemática; diversidade cultural

Possibilities of Learning with Modeling: a Qualitative Investigation

Abstract: The article presents results of a qualitative research whose central theme is modeling in education and its relations with the creative processes of different professionals. The aim of the research was to investigate the ways in which people express themselves during creative processes, analyzing their relationships and comparing them with the modeling processes in education. The research subjects were 10 professionals from different backgrounds: carnival director, costume designer, sculptor, choreographer, composer, artistic nail designer, architect, dressmaker, researcher of Human Sciences and researcher of Exact Sciences. Data collection was done through narratives produced by the research collaborators, and for the treatment of the information mapping in educational research was used. The analysis yielded four categories, called: intention; projection; creation; and product. The results of the study showed that the creative processes of the different professionals intertwined go through the phases of modeling. As a basis for these results, this research also sought to broaden the modeling theory in education for “learning with modeling”, in order to enable the students of Basic Education to be inspired to research and develop their talents, so that they can contribute to the world in which they live, making them actively involved in their learning processes.

Keywords: learning with modeling; creative processes; mathematical modeling. cultural diversity

Possibilités d'apprendre avec la modélisation: une enquête qualitative

Résumé: L'article présente les résultats d'une enquête qualitative dont le thème central est la modélisation dans l'éducation et ses rapports aux processus créatifs de différents professionnels. La recherche a cherché à enquêter les manières dont les personnes s'expriment lors des processus créatifs, en analysant leurs rapports et en les suivant avec les processus de modélisation dans l'éducation. Les sujets de recherche furent 10 professionnels de différents métiers : carnavaléux, costumier, sculpteur, chorégraphe, compositeur, designer d'ongles artistiques, architecte, couturier, chercheur dans le domaine des Sciences humaines et chercheur dans le domaine des Sciences exactes. La collecte des données s'est faite à travers les récits produits par les collaborateurs de la recherche. Les informations collectées ont été traitées à travers l'ouvrage mapeamento na pesquisa educacional. L'analyse a produit quatre catégories respectivement intitulées : intention ; projection ; création ; et produit. Les résultats de l'étude montrent que les processus créatifs des différents professionnels interviewés traversent les phases de la modélisation. Sur la base de ces résultats, la recherche a cherché à élargir la théorie de la modélisation dans l'éducation vers « l'apprendre avec la modélisation », afin de faire en sorte que les élèves des premières années d'enseignement soient incités à chercher et à développer leurs talents pour qu'ils contribuent avec le monde dans lequel ils vivent, en les faisant devenir des agents activement impliqués dans leurs processus d'apprentissage.

Mots-clé: apprendre avec modélisation; processus créatifs; modélisation mathématique; diversité culturelle.

Posibilidades de Aprender con Modelado: una Investigación Cualitativa

Resumen: El artículo presenta resultados de una investigación cualitativa cuyo tema central es el modelado en la educación y sus relaciones con los procesos creativos de diferentes profesionales. La investigación objetivó estudiar las formas cómo se expresan las personas durante procesos creativos, analizando sus relaciones y comparándolas con los procesos de modelado en la educación. Los sujetos de investigación fueron 10 profesionales de diferentes ramas: carnavalesco, figurinista, escultor, coreógrafo, compositor, designer de uñas artísticas, arquitecta, modista, investigador de Ciencias Humanas e investigador de Ciencias Exactas. La recolección de datos ocurrió por medio de narrativas producidas por los colaboradores de la investigación, y, para tratamiento de las informaciones se utilizó el mapeo en la investigación educacional. En análisis originó cuatro categorías, denominadas: intención; proyección; creación; y producto. Los resultados del estudio mostraron que los procesos creativos de los diferentes profesionales entrevistados pasan las etapas del modelado. Como base en esos resultados, esa investigación buscó también ampliar la teoría del modelado en la educación para el “aprender con modelado”, para posibilitar que los estudiantes de la Educación Básica sean instigados a investigar y a desarrollar sus talentos, para que puedan contribuir con el mundo en que viven, involucrándolos activamente en sus procesos de aprendizaje.

Palabras clave: aprender con modelado; procesos creativos; modelado matemático. diversidad cultural.

Introdução

O ser humano surge na história como um ser cultural. Tal fato trouxe vantagem para o ser humano no decorrer da história, pois a seleção natural favoreceu aqueles que conseguiram usar a cultura, o trabalho e a criatividade em seu benefício (Ostrower, 2014). A criatividade está vinculada ao trabalho das pessoas, ou seja, os processos criativos surgem dentro dos processos de trabalho, e esse fazer intencional da pessoa é um fazer significativo. Os processos criativos são processos construtivos globais, pois “envolvem a personalidade toda, o modo de a pessoa diferenciar-se dentro de si, de ordenar e relacionar-se em si e de relacionar-se com os outros. Criar é tanto estruturar quanto comunicar-se, é integrar significados e é transmiti-los” (Ostrower, 2014, p.142-143).

Criar também significa dar existência, gerar, produzir, inventar, dar origem. A criação de algo acontece em todos os momentos, nas mais diversas profissões. No entanto, o senso criativo, inerente às pessoas e proveniente, principalmente, de seu patrimônio e contexto humano, social e cultural, necessita de estímulo, sendo indicado estimulá-lo na pessoa enquanto estudante. O desenvolvimento do senso criativo e a incitação para que o estudante expresse sua criatividade podem ser feitos desde os anos iniciais da Educação Básica, pois “as diferentes manifestações artísticas podem contribuir com os processos educacionais nas mais diversas disciplinas” (Madruga & Lima, 2017, p. 1969). O estudo de distintos processos criativos, por exemplo, poderá permitir ao estudante inteirar-se de conceitos de diferentes áreas do conhecimento e, ao mesmo tempo, conhecer e valorar a cultura de cada grupo social.

Na busca por conhecer o processo de criação de diversos profissionais para, posteriormente, dispor de indicações passíveis de serem praticadas na Educação Básica com a finalidade de instigar o interesse dos estudantes em aprender por meio da modelagem, a pesquisa aqui relatada objetivou *investigar as formas como se expressam as pessoas durante processos criativos, analisando suas relações e comparando-as com os processos de modelagem na educação*. Para atingir esse objetivo, foram entrevistados 10 profissionais de diferentes ramos e culturas, cujas narrativas foram posteriormente analisadas.

Modelagem na educação à luz das ideias de Bassanezi e Biembengut

Para Bassanezi (2010), ao ser feita a análise de uma situação real, cientificamente, com o propósito de substituir uma versão ingênua por um ponto de vista crítico e mais abrangente, é essencial a elaboração de linguagem adequada que facilite e racionalize o pensamento. Nesse contexto, a modelagem encaixa-se como proposta para

solucionar problemas relacionados ao cotidiano, proposta essa comprometida não apenas com o conteúdo matemático a ser construído, mas também com as distintas situações da vivência do ser humano.

A partir da modelagem matemática proposta por Bassanezi (2010), Biembengut (2014, 2016), que define modelagem como processo envolvido na elaboração de modelo de qualquer área do conhecimento, revisitou os conceitos, sistematizando esse processo de modelar em três novas fases, abordadas a seguir.

- Percepção e apreensão

A primeira fase do processo de modelagem é a responsável pela *percepção* das ideias, das informações, dos dados, dos eventos, para posteriormente *apreendê-los*, selecionando-os e relacionando-os com o que está sendo proposto. Segundo Biembengut (2014, p. 24): “Na medida em que percebemos, nos familiarizamos com os dados, a situação torna-se mais clara e apreendemos”. Essa fase inclui ações como: reconhecimento da situação-problema e familiarização com o assunto a ser modelado.

- Compreensão e explicitação

Nesta fase, ocorre principalmente a formulação e a resolução do modelo. Para Biembengut (2014, p. 24): “Baseada em uma compreensão criteriosa da situação-problema ou fenômeno, buscamos propor um sistema conceitual, a fim de explicitar os dados”. Isso consiste em classificar informações relevantes, formular pressupostos e hipóteses, identificar variáveis envolvidas e descrever relações em termos matemáticos – modelos. Essa fase inclui ações como: formulação do problema, formulação do modelo (matemático), resolução do problema a partir do modelo.

- Significação e expressão

Com base nos resultados apresentados na etapa anterior, ocorre nesta fase a interpretação: validação e avaliação desses resultados, verificando sua adequabilidade e relevância da solução encontrada. Biembengut (2014, p. 25) afirma: “Se o modelo atender às necessidades que o geraram, procuramos descrever, deduzir ou verificar outros fenômenos ou deduções – mostrar sua *significação*” Caso esse modelo não atenda às necessidades, retornam-se à(s) etapa(s) anterior(es), modificando e/ou alterando hipóteses e variáveis. Segundo a autora: “ao finalizar o processo de modelar, é relevante *expressarmos* todo o processo a fim de que possa valer a outra pessoa que tenha interesse no assunto ou a nós mesmos” (2014, p. 25). Essa fase inclui ações como: interpretação da solução, validação do modelo, avaliação e expressão dos resultados.

A Figura 1 apresenta uma síntese comparativa entre as etapas de modelagem na educação propostas por Biembengut (2016) e as etapas de modelagem matemática propostas por Bassanezi (2010).

Figura 1. Síntese comparativa entre as etapas de modelagem.

Modelagem na educação (Biembengut, 2016)	Modelagem matemática (Bassanezi, 2010)
Percepção e apreensão	- Escolha do tema/coleta de dados - Reconhecimento da situação-problema - Familiarização com o assunto
Compreensão e explicitação	- Formulação do problema - Formulação do modelo - Resolução do problema
Significação e expressão	- Interpretação da solução - Validação do modelo - Avaliação do modelo

Fonte: Autoras

Autores como Niss (2013), Almeida & Kato (2014), Burak & Klüber (2011), Madruga & Biembengut (2016), Meyer; Caldeira & Malheiros (2011) defendem a utilização da modelagem no ensino da disciplina de Matemática. Conforme Madruga (2016, p. 256), “a utilização dos princípios de modelagem mostra-se como uma possibilidade, buscando a formação de sujeitos capazes e sensíveis na identificação e na solução das questões atuais”. Além disso, ambientes que proporcionem atributos como esses são potenciais espaços para o desenvolvimento da criatividade. Garantir esses espaços em ambientes formais de ensino, na Educação Básica, deve ser tarefa a ser cumprida na escola.

Pressupostos metodológicos

A pesquisa é de cunho qualitativo (Bogdan & Biklen, 2010), pois visa compreender os processos criativos dos colaboradores da pesquisa em seus fazeres profissionais. Para isso, foi solicitado que os entrevistados narrassem seus processos, desde o início do trabalho (as ideias iniciais) até seu produto final.

Participaram da investigação 10 profissionais: carnavalesco (E1), figurinista (E2), escultor (E3), coreógrafo (E4), compositor (E5), *designer* de unhas artísticas (E6), arquiteta (E7), modista (E8), investigador de Ciências Humanas (E9) e investigador de Ciências Exatas (E10). Neste artigo, os entrevistados são indicados pela letra E, seguida da numeração sequencial na ordem em que se apresentam. Na próxima seção, as

narrativas dos sujeitos são apresentadas com o texto grifado em itálico para diferenciá-las das citações dos autores especialistas nos temas abordados.

Para o processo de coleta e análise dos dados foram utilizados os princípios do mapeamento na pesquisa educacional (Biembengut, 2008). Para análise, além das narrativas, foram realizadas observações nos locais de trabalho de cada entrevistado, as quais foram registradas em diários de campo, junto com documentos por eles fornecidos (modelos, esboços, fotografias, projetos, livros, entre outros). A análise, realizada conforme o *mapa de análise* (Biembengut, 2008), caracteriza-se pelo entendimento e interpretação dos dados. A partir das narrativas dos profissionais, dos documentos e das observações, procurou-se perceber e compreender a estrutura e os traços dos entes ou fenômenos da pesquisa, na busca por interpretá-los e avaliá-los criteriosamente. Apreciaram-se e avaliaram-se os dados conforme sua relevância, ou seja, categorizando e identificando os principais elementos, tanto constantes quanto variáveis. Na análise do entorno, procurou-se compreender a articulação entre os diversos fatores envolvidos, com a expectativa de possibilitar, dessa forma, a interpretação e apreciação dos entes pesquisados.

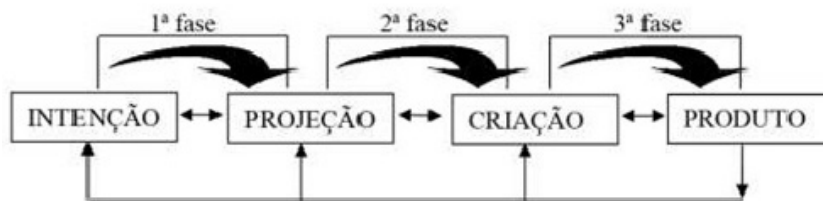
Resultados e discussão

As narrativas dos colaboradores da pesquisa, aliadas às observações de seus espaços de trabalho, após análise, originaram quatro categorias: *intenção*, *projeção*, *criação* e *produto*. A análise por meio das observações *in loco* permitiu identificar as categorias no trabalho dos entrevistados, pois todos convergem de maneira similar para um processo de criação no qual há uma intencionalidade para, posteriormente, planejar ou projetar o que será feito, seguido por um processo de criação e avaliação do objeto ou modelo criado, ou seja, do produto (Madruga & Lima, 2017).

A fim de facilitar o entendimento das similaridades entre o trabalho dos entrevistados e as etapas de modelagem, foi proposto um esquema (Figura 2). Esse esquema indica que as categorias de análise (*intenção*, *projeção*, *criação* e *produto*) são um possível desmembramento das etapas de modelagem de Biembengut (2016), expressas a seguir como: *1ª fase (percepção e apreensão)*, *2ª fase (compreensão e explicitação)* e *3ª fase (significação e expressão)*.

O esquema sugere um ir e vir em relação às etapas, um processo que pode assumir diversas configurações dependendo do resultado, incluindo uma forma cíclica, se necessário.

Figura 2. Síntese das categorias intenção, projeção, criação e produto.



Fonte: Madruga (2016)

Apresentam-se a seguir as descrições e interpretações das quatro categorias emergentes da análise dos resultados.

Categoria 1: Intenção - É aquilo que se pretende fazer, uma ideia, um plano ou aquilo que se espera que aconteça. De acordo com Japiassú e Marcondes (2011), intenção é um propósito, um sentido, uma direção, uma finalidade ou um objetivo que determina certa ação. Dessa forma, não há ação, ou criação, sem intenção. Para que a produção de algo ocorra, em qualquer setor profissional, deve-se ter a intenção, o propósito de sua ocorrência. Para Ostrower (2014, p. 11), “o ato criador não nos parece existir antes ou fora do ato intencional, nem haveria condições, fora da intencionalidade, de se avaliar situações novas ou buscar novas coerências”. A intenção é posterior à percepção, que para Japiassú e Marcondes (2011) é o ato de perceber, ação de formar mentalmente representações sobre objetos externos a partir de dados sensoriais.

A intencionalidade da ação humana é mais do que um simples ato proposital, segundo Ostrower (2014), pois o ato intencional pressupõe existir uma mobilização interior, não necessariamente consciente, que é orientada para determinado fim, anterior ainda à situação concreta para a qual a ação seja solicitada.

No que se refere ao primeiro estágio de modelagem – *percepção e apreensão* conforme Biembengut (2016) –, o intuito é identificar, entender o que deve ser feito no processo de modelação/criação. Nessa primeira categoria, foi possível perceber que, para a realização de um trabalho, em qualquer ramo profissional, há *intenção*, ou seja, é necessária a identificação do que será feito: primeira ação da pessoa.

Conforme as narrativas percebe-se que o trabalho dos entrevistados inicia a partir de um motivo, uma solicitação, um problema, um tema, ou seja, uma *intenção*. Em cada caso, a intenção é distinta e corresponde ao que cada um pretende ou precisa criar. A afirmação de que “*primeiro nos baseamos por um tema*” (E1) expressa que o início do trabalho parte de um tema (enredo de uma escola de samba), uma ideia central, um assunto geral que poderá ser desmembrado em variados subtemas ou enfoques, isto é, um motivo, uma *intenção*. O tema (enredo) é a primeira ação dos trabalhos de E1, E2, E3, E4 e E5, pois esses fazem parte da mesma manifestação cultural.

Nos trabalhos de E6, E7 e E8, por sua vez, os entrevistados partem da demanda de algum cliente: “*começa com a solicitação de alguém*” (E7). Essa requisição pode vir de uma empresa, um órgão público ou um cliente em particular.

Nos casos de E9 e E10, ambos atuam como investigadores, pois, em seus trabalhos, produzem pesquisas com o intuito de gerar novos conhecimentos científicos que contribuam para a comunidade acadêmica. O objetivo do pesquisador é gerar e adquirir novos conhecimentos sobre si mesmo ou sobre o mundo, além de obter e/ou sistematizar a realidade empírica, responder a questionamentos, resolver problemas, atender às necessidades de mercado, entre outros.

As pesquisas de E10 percorrem caminhos similares às de E9, tendo na ideia o ponto de partida da investigação: “*o mais importante é conseguir uma ideia*” (E10). Essa afirmação é reforçada pela narrativa: “*tudo se vai fazendo em função dessa ideia*” (E10).

Pelas narrativas dos entrevistados, nem todos necessariamente precisam de um tema específico. Por exemplo, as profissionais E6 e E8 recebem solicitação de clientes, as quais podem ou não ter temáticas especiais. Ao contrário, E1, E2, E3, E4 e E5 precisam de um tema para orientar seus trabalhos – no caso, o tema enredo. Já E7 depende do problema/demanda da pessoa solicitante, enquanto que E9 e E10 começam seus trabalhos por meio de uma ideia, uma dúvida ou um problema que queiram responder por meio das pesquisas. Todavia, o que é comum aos 10 entrevistados é o fato de todos possuírem uma intenção para início de seus processos criativos.

Dessa forma, conforme as narrativas dos entrevistados, percebe-se que, inicialmente, há uma interação com o assunto, a qual perpassa pela *percepção*, resultando em uma *intenção* de realizar determinado trabalho, de criar determinado produto, ou seja, há um *reconhecimento da situação*. Pode-se dizer que o primeiro estágio do trabalho de todos os entrevistados vai ao encontro da primeira etapa de modelagem, pois, segundo Bassanezi (2015, p. 16), “o início de uma modelagem se faz com a escolha de temas”. Dito de outro modo, a primeira ação dos profissionais entrevistados é similar à primeira etapa de modelagem: *reconhecimento da situação-problema, escolha do tema, percepção e apreensão*. Pelo exposto, a *intenção*, ou escolha do tema, ideia ou objetivo, é fundamental para que se tenha uma ação, uma criação, em qualquer um dos ramos analisados.

Categoria 2: Projeção - Pode ser considerada a ação ou efeito de projetar. Projetar é formar um projeto, plano ou desígnio, é idear, planejar. A projeção é um processo de criação que faz a intenção gerar um produto, algo real que possa ser posteriormente validado e avaliado. Conforme Ostrower (2014, p.71):

Todo processo de criação compõem-se, a rigor, de fatos reais, fatores de elaboração do trabalho, que permitem optar e decidir, pois, repetimos, ao nível de intenções, nenhuma obra pode ser avaliada. Como obra, ainda

não existe. Vale dizer, então, que a criação exige do indivíduo criador que atue. Atue primeiro e produza. Depois, o trabalho poderá ser avaliado com critérios e interpretações.

A categoria *projeção* é considerada a etapa anterior à execução. É uma fase de planejamento, de apropriação e imaginação do produto que será exposto e validado pela própria pessoa que cria, bem como pelas demais envolvidas ou não no processo. Segundo Ostrower (2014, p. 71): “A atividade criativa consiste em transpor certas possibilidades latentes para o real”. Essa transposição para o real só poderá ser feita se for planejada – *apreendida* e *compreendida* – pela pessoa que irá executar o trabalho.

A *projeção* é uma mescla da *apreensão* (1ª etapa) e da *compreensão* (2ª etapa), ambas prescritas por Biembengut (2016). A *projeção* caracteriza-se pelas ações de busca por subsídios, levantamento de informações e imaginação do produto por meio de imagens mentais. Todos os entrevistados afirmaram que buscam subsídios para suas produções.

Os entrevistados evidenciam, em suas narrativas, um processo de busca por informações que executam na preparação de seus trabalhos. Alguns chamam essas buscas de levantamentos ou pesquisas. Cabe destacar que não se tratam de pesquisas acadêmicas, exceto as mencionadas pelos entrevistados E9 e E10.

Essas buscas configuram a *apreensão* do tema a ser desenvolvido (Biembengut, 2016) ou a *familiarização com o assunto* (Bassanezi, 2010). A pesquisa realizada pelos entrevistados é detalhada e direcionada a vários aspectos: “Se vai para biblioteca, se vai para a internet, se reúne o máximo de elementos possíveis, porque alguma coisa daquelas ali, algumas imagens daquelas vai ter que te inspirar” (E2); “Eu pesquiso muito para eu poder elaborar, fazer uma escultura, ou elaborar um projeto, é através de muita pesquisa” (E3).

Os vários tipos de buscas efetuadas pelos entrevistados vêm ao encontro das orientações de Bassanezi (2010, p. 46) no que se refere à coleta de dados em uma atividade de modelagem: “[...] uma vez escolhido o tema, o próximo passo é buscar informações relacionadas com o assunto”. Essas buscas são realizadas por meio de entrevistas, pesquisas por amostragem, pesquisa bibliográfica e experiências (Bassanezi, 2010).

Por meio da totalidade de narrativas dos 10 entrevistados, percebeu-se que nesta etapa houve uma *apreensão* (Biembengut, 2014) do que deve ser feito, independentemente da profissão. Os entrevistados, ao se apropriarem de informações que lhes possam ser úteis nas etapas seguintes, buscam mais subsídios, procurando saber mais sobre o tema ou problema na tentativa de que novas ideias emergjam – *familiarização com o assunto* – para que possam dispor de um referencial teórico e/ou dados que possibilitem suas criações, ou seja, para que possam *projetar* o que deverá ser feito.

Pode-se observar que os entrevistados perpassam a etapa de *projeção*, em que há *familiarização com o assunto*, ou seja, uma *apreensão* (1ª etapa), e ainda *formulação do problema (hipótese)*, ou seja, uma *compreensão* (2ª etapa). Assim, na categoria *projeção*, há uma mescla das duas primeiras fases dos processos de modelar propostos por Biembengut (2016).

Categoria 3: Criação - É o ato de dar forma a algo novo, para (Japiassú & Marcondes, 2011, p.45):

A ideia de criação está ligada à de autor, de uma dependência da obra criada relativamente a seu criador, de uma novidade, que pode ser absoluta ou relativa. A concepção metafísico-teológica admite que o mundo não é eterno, mas que começa no tempo. [...]. Assim, a ideia de criação está vinculada à ideia de começo no tempo e do tempo.

Ostrower (2014, p. 53) compreende “que todos os processos de criação representam, na origem, tentativas de estruturação, de experimentação e controle, processos produtivos onde o homem se descobre, onde ele próprio se articula à medida que passa a identificar-se com a matéria”.

A etapa de criação é o momento em que as ideias dos profissionais, os modelos que até então estavam em suas mentes, externam-se por meio de desenhos, processos e esquemas, elaborados a partir da compreensão e do entendimento.

Assim como na etapa anterior – *projeção* –, esta fase também é organizada em dois momentos: elaboração dos primeiros esboços (modelos) – *explicitação* – e construção efetiva do produto que cada profissional se propõe a fazer – *significação* (Biembengut, 2016).

O processo de criação dos entrevistados é composto primeiro pela produção de esboços, modelos, e depois pela execução do produto propriamente dito. Com relação aos esboços, eles declaram: “*Eu faço uns bonequinhos, uns desenhinhos assim sabe, num pedaço de folha*” (E1); “*Antes de fazer os adesivos eu crio na unha ou às vezes na minha unha mesmo sabe, faço o modelo para ver como é que vai ficar*” (E6).

As afirmações dos entrevistados vêm ao encontro da segunda fase de modelagem proposta por Biembengut (2014, p. 24) – *compreensão e explicitação* –, segundo o qual, “o objetivo principal dessa fase do processo de modelagem é chegarmos a uma explicitação, um modelo que nos leve à solução ou nos permita a dedução da solução”.

Fazendo um comparativo com o trabalho do carnavalesco, essa *explicitação* (Biembengut, 2014) e *formulação do problema* (Bassanezi, 2010) são similares à ação dos entrevistados ao esboçarem seus modelos – previsões do que será criado. Há, nesse momento, uma análise preliminar que permite ao profissional verificar se é possível

realizar o *produto* e se as demais pessoas envolvidas, que podem ser clientes, estão satisfeitas com o projeto elaborado pelo profissional. Caso não estejam, os profissionais relataram que refazem o modelo até que esteja ideal.

A partir da aprovação, passa-se à fase de construção, de fato, do modelo elaborado nessa etapa. Aqui se pode dizer que há uma *explicitação* do pensamento do profissional, expressando por meio de modelo físico o que foi idealizado e imaginado na fase de *compreensão*, (Biembengut, 2016).

Passa-se então à construção propriamente dita do produto que será apresentado por cada um dos profissionais entrevistados, em que há uma *significação*, (Biembengut, 2016) ou *resolução do problema* (Bassanezi, 2010). Essa etapa de significação confunde-se muito com a etapa de compreensão, pois ora se está produzindo esboços, ora se está criando o produto e ora se volta aos esboços em uma espécie de processo cíclico. Nesse processo, já há uma avaliação preliminar. Considera-se que a avaliação permeia todo o processo, não ocorrendo somente na fase final.

O entrevistado E1 comenta sobre a transposição do modelo para o real dizendo que é necessário “*saber tirar do papel*”. Para E3, é nessa etapa de *criação* que começa o trabalho de construção das esculturas. De acordo com suas palavras, é a última etapa antes da avaliação final da peça produzida: “*A última coisa é partir para escultura mesmo*”.

No caso de E7, por exemplo, a *criação* do projeto é elaborada após a *projeção*, ou seja, após os levantamentos realizados e a aprovação do cliente. A partir disso, segundo E7, começa a fase de construção do projeto: “*Daí vai para parte de criação, que tu pega esses levantamentos e tenta achar uma solução que se encaixe da melhor forma*”.

Conforme as narrativas, esta fase de *criação* é composta pelas ações de produção de esboços e produtos (modelos) que os entrevistados irão apresentar para apreciação de pessoas, sejam clientes ou o público de uma maneira geral. Pode-se dizer que, nessa etapa, houve a *formulação e resolução do problema*, etapa da modelagem matemática proposta por Bassanezi (2010).

A *formulação do problema* baseia-se na elaboração dos primeiros esboços, enquanto que a execução é a *resolução do problema* (modelo). De acordo com as ideias de Biembengut (2016), pode-se dizer que há, nessa fase, uma *explicitação* (2ª fase) e *significação* (3ª fase) do processo de modelar.

Categoria 4: Produto - É o resultado de uma produção. No caso deste estudo, é o resultado da fase anterior, que é a fase de *criação*. Nesta etapa, não necessariamente a última, mas apenas uma do processo de engrenagem, ocorre a *interpretação da solução* e a *validação e avaliação* do modelo (*produto*) (Bassanezi, 2010). É na etapa *produto* que ocorre a *expressão* do que foi criado, é quando o modelo é validado e avaliado por todas as pessoas (Biembengut, 2016). Se o produto for satisfatório, essa

etapa é considerada a final. Se for insatisfatório, retorna-se à etapa anterior – *criação* – ou até mesmo às etapas de *projeção* e *intenção*, conforme a necessidade. Segundo Luckesi (2011, p. 277): “Avaliar é diagnosticar, e diagnosticar, no caso da avaliação, é o processo de qualificar a realidade por meio de sua descrição, com base em seus dados relevantes”.

Uma vez traduzidos e representados os dados por meio do modelo, é preciso saber se faz sentido, se é válido. Além disso, é preciso avaliar em que medida o modelo contribui para a solução da situação-problema e, por fim, verificar, sistematicamente, sua valia na produção ou na transformação de algo (Biembengut, 2014).

É preciso fazer a interpretação do modelo, juntamente com uma análise das implicações da solução, e verificar sua adequabilidade, retornando à situação-problema investigada e avaliando se é significativa e relevante (Biembengut, 2016). Dessa forma, a etapa da *expressão* do *produto* é demarcada pela *interpretação*, *validação* e *avaliação* do modelo, ou seja, do *produto* criado pelos profissionais entrevistados.

Com o *produto* pronto, é necessário saber se é válido, e isso ocorre, no caso de E1, por meio da avaliação do público, da imprensa e da comissão julgadora. Similarmente ao que acontece com o trabalho do carnavalesco, no processo de modelagem também há essa etapa de *validação*, que para Bassanezi (2010, p.30) é “o processo de aceitação ou não do modelo proposto. Nesta etapa, os modelos [...] devem ser testados”.

Com base nos resultados verificados e deduzidos da aplicação efetuam-se: interpretação e avaliação dos resultados e verificação da adequabilidade e do quão significativa e relevante é a solução – validação. Se o modelo atender às necessidades que o geraram, procura-se descrever, deduzir ou verificar outros fenômenos ou deduções. Caso contrário, retorna-se à segunda etapa [...], mudando ou ajustando as hipóteses e variáveis (Biembengut, 2014).

Nos casos dos entrevistados E1, E2, E3, E4 e E5, as avaliações são feitas primeiramente pelo próprio artista de forma contínua e, somente depois, pelo público e demais pessoas. Segundo E4: “*É uma avaliação constante. Porque não é um processo estanque, fechado, é um processo contínuo de avaliação, então tu tem que tá sempre avaliando e mudando, sempre adaptando esse processo. Não é algo que se encerra no primeiro momento que tu pensa*”. A avaliação dos produtos criados por E6, E7 e E8 também virá de duas fontes: as suas próprias críticas ao trabalho (autoavaliação) e a análise da cliente que utilizará seus serviços. Já nos casos de E9 e E10, seus produtos são avaliados no meio acadêmico pelos pares.

Nas narrativas de todos os profissionais entrevistados, a avaliação é uma constante, não somente na etapa final, mas perpassando todo o processo. Em vários momentos, os entrevistados mencionaram haver ‘avaliação’ e ‘reavaliação’, tanto por parte do próprio profissional quanto por parte de outras pessoas envolvidas no processo. Nesta

etapa há também uma apresentação do produto, ou seja, uma *expressão* do que foi criado para que as outras pessoas possam apreciá-lo e validá-lo.

Essa *expressão* realizada nessa fase é importante para que o produto possa valer para outras pessoas, conforme afirma Biembengut (2014, p. 25): “Ao expressarmos as ideias por escrito, devemos fazê-lo de tal forma que outra pessoa possa conhecê-las e entendê-las. [...] Permite-nos [...] não apenas aprimorar nossas próprias ideias, como também, examiná-las, melhorá-las”.

Dessa forma, o *produto* é uma *expressão* que ocorre depois de *compreendidas* e *explicitadas* as informações ou *percepções*. É uma busca por representá-las ou traduzi-las por meio de símbolos ou modelos. São as representações que a pessoa consegue expressar ou produzir externamente por meio de suas produções artísticas.

Considerações finais

Esta pesquisa objetivou *investigar as formas como se expressam as pessoas durante processos criativos, analisando suas relações e comparando-as com os processos de modelagem na educação*. A partir da análise, pode-se perceber que, em diferentes ramos profissionais, as pessoas que criam perpassam etapas similares, as quais podem ser comparadas às de modelagem, pois, para que as pessoas consigam gerar um modelo, é necessário: (1º) aguçar sua *percepção* para que reconheçam os diversos elementos possíveis envolvidos em seu tema ou sua ideia inicial e, assim, *apreendam* o que dispõem; (2º) instigar sua *compreensão* sobre os diversos entes que dispõem para elaborar seu produto, *explicitando-os* ao formular um modelo que expresse a essência desse tema, dessa ideia; e (3º) dotar de *significação* o produto gerado para aqueles que o apreciarão ou o utilizarão, validando assim seu trabalho, seu modelo, por meio da *expressão* dessas pessoas.

A modelagem na educação, proposta por Biembengut, é baseada na concepção de Bassanezi. Considera-se que essa forma de pensar a modelagem vem ao encontro dos objetivos da educação, proporcionando um método que pode ser aplicado no ensino e na aprendizagem não só de matemática, mas também dos demais componentes curriculares.

Assim, visto que as pessoas nas mais diferentes áreas de atuação recorrem a modelos e utilizam a modelagem em suas tarefas usuais e em suas criações, propõem-se ampliar a proposta de Biembengut para que a modelagem possa ser utilizada em qualquer disciplina, em qualquer nível de escolarização e com foco na realidade do estudante, na sua cultura e no desenvolvimento da criatividade.

Observando o trabalho dos entrevistados e analisando suas narrativas, percebe-se um padrão que é seguido em suas criações. Esse padrão perpassa basicamente quatro etapas – intenção, projeção, criação e produto – e é similar às etapas de

modelagem. Com base nessas similaridades, propõe-se que o padrão utilizado por profissionais de diversas áreas de atuação seja vinculado às ideias da modelagem na educação e, assim, levado à escola com o intuito de aprimorar a criatividade nos estudantes, valorizar os contextos culturais e sociais nos quais estão inseridos e possibilitar a potencialização da aprendizagem, não apenas na disciplina de Matemática, mas sim em todos os componentes curriculares.

Para isso, propõe-se um “*aprender com modelagem*”, ou seja, utilizar as ideias de modelagem na educação para promover a aprendizagem dos estudantes de qualquer disciplina com vistas ao desenvolvimento de modelos, sejam eles matemáticos ou não, instigando a criatividade e a pesquisa em sala de aula. Dessa forma, esta pesquisa corrobora com as ideias de Bassanezi e Biembengut e mostra que suas etapas estão presentes nas mais diversas profissões, no trabalho de diferentes criadores. Com base no “*aprender com modelagem*” intenta-se, em trabalhos futuros, mostrar um caminho para a educação baseado nos princípios de criatividade, modelagem e cultura.

Referências

- Almeida, L. M. Kato, L. A. (2014). Different Approaches to Mathematical Modelling: Deduction of Models and Student's Actions. *Mathematics Education*, 9(1), 3-11.
- Bassanezi, R. (2010). *Ensino-aprendizagem com Modelagem Matemática*. São Paulo: Contexto.
- Bassanezi, R. (2015). *Modelagem Matemática teoria e prática*. São Paulo: Contexto.
- Biembengut, M. S. (2008). *Mapeamento na Pesquisa Educacional*. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna.
- Biembengut, M. S. (2014). *Modelagem Matemática no Ensino Fundamental*. Blumenau: Editora da FURB.
- Biembengut, M. S. (2016). *Modelagem na Educação Matemática e na Ciência*. São Paulo: Livraria da Física.
- Bogdan, R. & Biklen, S. (2010). *Investigação qualitativa em educação*. Porto: Porto editora.
- Burak, D. & Klüber, T. E. (2011). Encaminhamentos didático-pedagógicos no contexto de uma atividade de modelagem matemática para a Educação Básica. In: Almeida, Lourdes M. W. Araújo, Jussara L. Bisognin, Eleni. *Práticas de Modelagem Matemática na Educação Matemática*. (pp.44-64). Londrina: Eduel.
- Japiassú, H. & Marcondes, D. (2011). *Dicionário Básico de Filosofia*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor.
- Luckesi, C. (2011). *Avaliação da aprendizagem componente do ato pedagógico*. São Paulo: Cortez.
- Madruga, Z. E. F. (2016). *Processos criativos e valorização da cultura: possibilidades de aprender com modelagem*. (Trabalho de investigação de Doutorado não publicado). Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil.

- Madruga, Z. E. F. & Biembengut, M. S. (2016). *Modelagem & Aleg(o)rias: um enredo entre cultura e educação*. Curitiba, PR: Appris.
- Madruga, Z. E. F. & Lima, V. M. R. (2017). Processos criativos e Modelagem: uma investigação qualitativa. In A. P. Costa, S. Tuzzo, & C. Brandão (Eds.), *Atas do 6º Congresso Ibero-Americano em Investigação Qualitativa. (Volume 1 – Investigação Qualitativa em Educação)* (pp. 1968-1977). Salamanca – Espanha: Ludomedia.
- Meyer, J. F.; Caldeira, A. D. & Malheiros A. P. S. (Org.). (2011). *Modelagem em Educação Matemática*. Belo Horizonte: Autêntica.
- Niss, M. (2013). *Modeling a crucial aspect of students' mathematical modeling*. In: Lesh, R.; Galbraith, P.; Haines, C. R.; Hurford, A. (Eds.). *Modeling students' mathematical modeling competencies: ICTMA. 13.* (pp. 43-59. Dordrecht: Springer,
- Ostrower, F. (2014). *Criatividade e processos de criação*. Petrópolis: Vozes.

Zulma Elizabete de Freitas Madruga

Programa de Pós-graduação em Educação Matemática
DCET/UDESC – Departamento de Ciências Exatas e Tecnológicas,
Universidade Estadual de Santa Cruz
Ilhéus, Bahia, Brasil
E-mail: betefreitas.m@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2676-5840>

Valderez Marina do Rosário Lima

Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática
Escola de Ciências, PUCRS - Pontifícia Universidade Católica do Rio
Grande do Sul
Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil
E-mail: valderez.lima@pucrs.br
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1674-0479>

Correspondência

Zulma Elizabete de Freitas Madruga
Programa de Pós-graduação em Educação Matemática
Universidade Estadual de Santa Cruz
Campus Soane Nazaré de Andrade, Rodovia Jorge Amado, km 16, Bairro
Salobrinho
CEP 45662-900, Ilhéus, Bahia, Brasil

Data de submissão: Março de 2017

Data de avaliação: Abril de 2017

Data de publicação: Julho 2018