

Design colaborativo na construção de estratégias para divulgação científica: o método do mapeamento prévio

Délcio Julião Emar de Almeida
Centro Universitário de Belo Horizonte - UNIBH
<http://lattes.cnpq.br/0617499913301856>
delcio.artes@gmail.com

Rita Aparecida da Conceição Ribeiro
Universidade do Estado de Minas Gerais
<http://lattes.cnpq.br/5074309517644166>
rribeiroed@gmail.com

Sérgio Luciano da Silva;
Universidade do Estado de Minas Gerais
<http://lattes.cnpq.br/7071428767698686>
sergiolucianosilva@gmail.com

Resumo:

O presente artigo apresenta o processo de concepção e aplicação do Método do Mapeamento Prévio, desenvolvido a partir da Teoria do Mapeamento Estrutural, originária da psicologia cognitiva. O método se estrutura em estratégias que medeiam as ações nos processos de concepção do design de modelos para a divulgação científica. São discutidos conceitos relacionados ao design colaborativo e suas dimensões sociais, divulgação científica, analogias, modelos analógicos e a Teoria do Mapeamento Estrutural. Igualmente são apresentados os resultados da aplicação do MMP no redesign de modelo destinado à divulgação da astronomia.

Palavras-chave:

Método do Mapeamento Prévio; Design colaborativo; design social; divulgação científica; Teoria do Mapeamento Estrutural

Eixo temático:

Design, educação e divulgação científica

Collaborative design in the construction of strategies for scientific dissemination: the prior mapping method

Abstract:

This paper presents the process of conception and application of the Prior Mapping Method(MMP in Portuguese), developed from the Structural Mapping Theory, originating from cognitive psychology. The method is structured around strategies that mediate actions in the processes of designing models for scientific dissemination. Concepts related to collaborative design and its social dimensions, scientific dissemination, analogies, analog models and the Theory of Structural Mapping are discussed. Also presented are the results of the application of the MMP in the redesign of a model intended for the dissemination of astronomy.

Keywords:

Prior Mapping Method; Collaborative design; social design; scientific divulgation; Structural Mapping Theory

1 Introdução

O presente artigo inicia-se com a discussão a respeito do termo design colaborativo ou, como é comumente conhecido, co-design, prática que procura uma abordagem em que se propõe alternativas às práticas tradicionais de design, nas quais se observam o compartimentado em tarefas e funções individualizadas. Manzini (2008) argumenta que o design colaborativo potencializa as dinâmicas relacionais entre comunidades criativas, principalmente no que se refere à proposição de soluções criativas, inovadoras e sustentáveis.

Propostas colaborativas se caracterizam pela intensidade das relações que ocorrem no corpo das equipes criativas, envolvendo ativamente os participantes das dinâmicas do design. Manzini (2017, p.107) explica que a colaboração acontece “[...] quando pessoas se encontram e trocam alguma coisa (tempo, cuidados, experiências, conhecimento especializado etc.) a fim de receber um benefício; em outras palavras, criam um valor comum”. Dessa forma, é possível observar as relações entre as propostas colaborativas de design e seus impactos na sociedade, sendo, portanto, imprescindível a discussão a respeito do conceito de “design social”, pois, a intenção desse artigo é apresentar o processo de concepção de projetos colaborativos na concepção de estratégias inovadoras relacionadas à divulgação da ciência e, paralelamente, seus desdobramentos nas práticas de ensino e aprendizagem, envolvendo diversos atores nessas dinâmicas.

Práticas sociais se confundem com as práticas colaborativas em educação, no sentido da democratização dos conteúdos científicos, que se expandem para além dos muros da escola, alcançando públicos diversos, no que se refere às dinâmicas da divulgação científica. O design, portanto, se apresenta como área do conhecimento importante na mediação de tais práticas, se caracterizando com área transdisciplinar por natureza, pois sua atuação se expande para além das relações lineares-verticais, características da disciplinaridade, ou mesmo as relações lineares-horizontais, próprias da interdisciplinaridade, estruturada em aportes teóricos se sobrepõem e contribuem para a elaboração de produtos transdisciplinares, podendo ser compreendida como uma área que combina conhecimentos de diversas áreas, conforme sugere Bomfim (1997).

Portanto, para o presente trabalho, foi desenvolvida uma revisão da literatura a respeito dos temas relacionados ao design colaborativo, design social e divulgação científica, estabelecendo uma tríade de conceitos que se inter-relacionam e corroboram para a construção de uma sociedade mais justa e democraticamente ativa, inserida nas dinâmicas da construção da cidadania.

A importância de se discutir métodos que privilegiem a colaboração das diversas áreas do conhecimento traduz a realidade dos novos tempos que trazem produtos e serviços advindos de um mundo cuja complexidade imbrica, cada vez mais, áreas do conhecimento diversas, exigindo de todos os envolvidos um pensamento igualmente complexo na percepção do mundo. Morin (2015, p. 15) sugere a existência de uma “patologia da razão”, que pode ser entendida como “a racionalização que encerra o real num sistema de ideias coerente, mas parcial e unilateral, e que não sabe que uma parte do real é irracionalizável, nem que a racionalidade tem por missão dialogar com o irracionalizável”. Propõe que essa racionalização extremada oblitera a complexidade dos fenômenos, acusando ainda o idealismo e o dogmatismo científico, sendo que este enclausura a teoria, enrijecendo-a, enquanto aquele “oculta a realidade que ele tem por missão traduzir, assumir como a única real” (MORIN, 2015, p. 15).

O caráter transdisciplinar do design, portanto, reflete esse contexto, em que o designer necessita abordar os problemas cotidianos de forma mais atenta, principalmente no que se refere aos usos e apropriações que o público faz dos produtos e sistemas de informação. Dessa forma, surge a oportunidade de se discutir o papel do design na concepção, mediação e estruturação de estratégias de divulgação das ciências, posto ser um assunto que interessa não apenas à comunidade científica, mas antes a todo o escopo da sociedade. Para alcançar tais objetivos, foi desenvolvida uma pesquisa que levou à concepção de um método próprio do design, estruturado principalmente com o objetivo de corroborar com a construção de estratégias de divulgação científica e, por extensão, nas dinâmicas de ensino e aprendizagem. Serão descritos, portanto, o percurso metodológico que permitiu a emergência do

método, nomeado como Método do Mapeamento Prévio, e sua relação com os fundamentos da psicologia cognitiva. Igualmente será apresentada a aplicação do método com equipe transdisciplinar, que se reuniu para estudar fenômenos ligados à astronomia e conceber um modelo que pudesse representar entidades de interesse científico.

2 Fundamentação teórica

O percurso metodológico dessa pesquisa se direcionou na busca por autores que discutissem as questões relacionadas aos conceitos de design colaborativo, seus desdobramentos na sociedade e nas interlocuções com as estratégias de educação científica da população. Para isso, buscou-se compreender o pensamento de teóricos que abordam tais temas, no sentido de proporcionar um diálogo entre eles, aportando as intenções do tema e do método resultante desse trabalho.

2.1 O papel social do design

Antes de se iniciar a discussão a respeito do que seja o conceito de design colaborativo, faz-se importante discutir o papel do design nas dinâmicas relacionadas ao cotidiano de qualquer nação, sua influência e participação ativa, direta ou indiretamente, na problematização de situações em todas as esferas sociais. Redig (2011) afirma que o termo “design social é um pleonismo [...] não existe design que não seja social – para a sociedade. Se não for, não é design”. O teórico argumenta que ainda existe uma percepção estereotipada que associa o design como uma área fortemente ligada à técnicas e intenções artísticas, ao consumismo, em que os profissionais atuam como “profissionais da futilidade que [...] quase nunca nos colocam com profissionais indispensáveis à sociedade, instrumentalizados para atender às relações cotidianas entre as pessoas e o mundo utilitário e comunicativo” (REDIG, 2011, p.87). É possível afirmar que essa visão se dá pela noção um pouco turva do significado do termo design, que, com a disseminação pela mídia, através dos tempos, contribuiu para reforçar ideias equivocadas sobre a natureza da área.

O termo design, originário da língua inglesa, é extremamente polissêmico, sendo tomado com o sentido de designação, representação, ordenação, disposição, entre outros (COSTA JR., 2017). Para além de ser uma atividade meramente artística formativa, o design possui caráteres técnico, científico, artístico e criativo que visam finalidades específicas (FORTY, 2007; COSTA JR., 2017). Portando-se como uma área transdisciplinar, o design representa importante papel nas dinâmicas que caracterizam o mundo complexo no qual se encontra, em que um pensamento igualmente complexo se faz necessário (ESCOREL, 2000; CARDOSO, 2012; MORIN, 2015). Os processos de pensamento no campo do design se apresentam com tais características de complexidade. Cardoso (2012, p. 237) afirma que o design “[...] é um campo essencialmente híbrido que opera a junção entre corpo e informação, artefato, usuário e sistema”. Como fenômeno social, o design não pode ser considerado uma área isolada, posto que está envolvido nas dinâmicas sociais, políticas, culturais e tecnológicas, moldando conceitos e mitos de forma sólida e tangível (FORTY, 2007; COSTA JR., 2017). Dessa forma, o design apresenta o caráter de mediador do conhecimento, e essa mediação se dá em diversos níveis. Manzini (2008), considera que os profissionais de design possuem habilidades criativas e técnicas que se configuram como elementos essenciais para a proposição de inovações sociais e tecnológicas.

2.2 O design colaborativo

Após a breve discussão a respeito do papel social do design, será apresentada sua conexão com os processos colaborativos no corpo dos procedimentos metodológicos relacionados ao design. Pode-se compreender o design colaborativo como uma abordagem que envolve diversas partes interessadas no processo de design de um produto, serviço ou sistema, incluindo designers, usuários, clientes e outras partes relevantes, para trabalhar juntos em direção a um objetivo comum de criar uma solução de design que atenda às suas necessidades coletivas. Martilla (2018) assume que os estudos a respeito das

práticas em design colaborativos são relativamente recentes, o que possibilita a emergência de novas formas de trabalhar coletivamente por parte das próprias comunidades criativas atuantes no processo de projetar. Essa afirmativa vai ao encontro do conceito de comunidades criativas de Manzini (2008), caracterizados como grupos que se reúnem localmente no sentido de propor soluções criativas relacionados aos mais diversos problemas.

Observa-se a adoção de estratégias que privilegiam a interação das pessoas com os recursos comunicativos, embasados nas relações dos indivíduos componentes da comunidade criativa, seus aspectos humanos, psicológicos, emocionais, e não somente com foco nos objetos resultantes desses processos (BUCHANAN, 2001; ALEXANDRE *et al*, 2019).

O processo de co-design envolve uma série de técnicas, como grupos de estudo transdisciplinares, sessões de brainstorm coletivas que proporcionam discussões colaborativas, permitindo que as partes interessadas compartilhem perspectivas, percepções e experiências. Ao fazer isso, o co-design ajuda a garantir que a solução de design final reflita as necessidades, desejos e expectativas de todas as partes interessadas (KLEINSMANN, 2006; KLEINSMANN & VALKENBURG, 2008; MANZINI, 2017).

O principal benefício do design colaborativo é que ele resulta em um design mais inclusivo e centrado no usuário. Ao envolver todas as partes interessadas relevantes no processo, esses métodos colaborativos contribuem para garantir que a solução de design final relevante e alinhado com as expectativas das partes interessadas. Isso pode levar a melhores resultados, incluindo níveis mais altos de satisfação do usuário, funcionalidade aprimorada e maior capacidade de ser aceito pelas comunidades de interesse. Projetos complexos podem ser particularmente beneficiados e facilitados com a observação dos conceitos relacionados ao design colaborativo. Manzini (2017) argumenta que propostas colaborativas se distinguem pelo grau de intensidade que essas relações exigem, no envolvimento ativo dos participantes das dinâmicas do design e que a colaboração acontece “[...] quando pessoas se encontram e trocam alguma coisa (tempo, cuidados, experiências, conhecimento especializado etc.) a fim de receber um benefício; em outras palavras, criam um valor comum” (MANZINI, 2017, p.107).

A sistematização de métodos de abordagem direcionados a problemas sistêmicos, baseados no pensamento em design, proporcionaram uma visão transdisciplinar da área de atuação do design, envolvendo profissionais de áreas diversas, ampliando seu escopo e influências mútuas (BUCHANAN, 1992; MARTTILA, 2018). Cavalcante e Devergenes (2020, p.160) corroboram com esse pressuposto, sugerindo que “a adequação do Design a esse novo contexto no âmbito social envolve a colaboração entre designers e outros agentes sociais no processo de criação.”

As discussões apresentadas refletem o caráter transdisciplinar do design, em particular no que se refere aos usos e apropriações que o público faz dos produtos e sistemas de informação. Dessa forma, surge a oportunidade de se discutir o papel do design na concepção, mediação e estruturação de estratégias de divulgação das ciências, posto ser um assunto que interessa não apenas à comunidade científica, mas antes a todo o escopo da sociedade.

2.3 O design e sua relação com a divulgação científica

Em um primeiro momento, é importante entender o conceito de divulgação científica. Divulgar a ciência é fundamental para aproximar públicos diversos e o campo científico, por meio de inúmeras mídias, como revistas, livros, documentários, jogos, palestras, reportagens, museus de ciência, exposições itinerantes ou permanentes que contribuem para disseminar conceitos científicos, proporcionando espaços de compartilhamento de experiências, mediados por linguagens como simulações, vídeos, gráficos, desenhos dentre outros (LEMKE, 2006). Um processo de divulgação científica une arte, técnica e ciência, no sentido de recriar a informação, resultante dos esforços para o entendimento do público não iniciado na produção científica antes reservada apenas ao público especializado (ALBAGLI, 1996; MORA, 2003; MARANDINO & DÍAZ ROCHA, 2009).

Cataldi (2007) propõe que o discurso científico passa por três procedimentos discursivos a saber: expansão, redução e variação. A expansão seria a inclusão de informações no texto de divulgação científica, informações essas que não se encontram no texto científico de origem. Segundo a autora, objetiva “[...] proporcionar os significados conceituais necessários para lograr a efetiva participação cognitiva e comunicativa do leitor” (Cataldi, 2007, p.161). A redução seria a exclusão ou condensação de informações contidas no texto original que se apresentam irrelevantes ou desnecessárias para o processo de divulgação científica. Esse procedimento intenta proporcionar a tradução do conhecimento de forma dinâmica e clara, sem excessos. A variação busca novas abordagens denotativas, de significado e de enunciação. Os processos de design de estratégias de divulgação científica não se configuram apenas como uma reformulação de uma narrativa própria da ciência, mas antes a concepção de novas narrativas, já que “[...] a divulgação científica é uma prática de reformulação ou operação de tradução, mas destas se distancia ao incorporar a linguagem gráfico-visual ou os signos contínuos como parte do trabalho do comunicador” (GRILLO, 2013).

Observa-se, portanto, que o design atua e se aporta nas mais diversas áreas do conhecimento, se portando como área na qual sistemas de signos se aproximam, criam-se novos sistemas de significado, em as fronteiras entre áreas de conhecimento se tornam permeáveis, permitindo a inter-relação entre o interno e o externo, se elaborando recíproca e conciliatoriamente (LOTMAN, 1996; VELHO, 2009). Nessas dinâmicas de (re)elaboração, no qual haverá a necessidade de traduções de conceitos em sistemas de signos por meio dos processos de expansão, redução e variação, lançando mão de estratégias textuais e visuais, em particular ao que se refere às dinâmicas de divulgação científica (CATALDI, 2007).

Sugere-se que o design atua nessas fronteiras do conhecimento, modelando novos sistemas de signos que caracterizam os procedimentos internos das áreas diversas. Para a presente pesquisa, o conceito científico que se pretende abordar faz parte do sistema modelizante¹ das ciências que irá compartilhar visões de mundo, hábitos e procedimentos com demais sistemas modelizantes (línguas, culturas locais, tradições, entre outros), em especial com o design, o qual igualmente compartilha hábitos, conceitos e comportamentos.

É esperado, portanto, que os processos de concepção dos artefatos e estratégias de divulgação da ciência envolvendo profissionais das áreas das ciências, educadores e design, contribuam para a formação de um criticismo mais consistente, capaz de influenciar e opinar coerentemente quanto aos desdobramentos do fazer científico e tecnológico. Portanto, associar arte, design e ciência concorre para incremento do interesse público, potencializado pelo prazer que esses temas podem evocar, consequentemente propiciando conexões significativas com o cotidiano.

Antes de apresentar o percurso metodológico, vale discutir a respeito dos conceitos relacionados à Teoria do Mapeamento Estrutural, analogias e modelos, basilares para a presente pesquisa.

2.4 Analogias, modelos e a Teoria do Mapeamento Estrutural

Os processos básicos de raciocínio, associados aos mecanismos da cognição humana e à criatividade, refletem os estudos da área da psicologia cognitiva. Quelhas & Juhos (2013) ensinam que a psicologia cognitiva explica como o indivíduo processa internamente os fenômenos aos quais está exposto, além de pesquisar como se dá a externalização da informação (re)codificada. Dentre as propostas teóricas da referida área, encontra-se a Teoria do Mapeamento Estrutural - TME, a qual será relacionada com os processos de raciocínio no design. Gentner (1983) propõe que as pesquisas relacionadas à TME se direcionam ao pensamento por analogias, avaliando as abrangências e limitações de seus usos no campo do ensino e aprendizagem, com vias à construção do conhecimento.

¹ Lotman defende que todas as línguas se organizam em sistemas modelizantes, sendo a língua o sistema modelizante primário, pois a partir desse, todas as estruturas culturais se organizam e tomam forma. As demais línguas – artes plásticas, dança, teatro, ciências dentre outras – são consideradas pelo teórico como sistemas secundários pois modelam aspectos particulares de cultura (N.A.)

Os estudos a respeito do uso das analogias indicam que essas se apresentam com mediadoras do conhecimento, tornando-os acessíveis a públicos não iniciados, principalmente no que se refere aos conceitos científicos, se portando como ferramentas didáticas e auxiliares nos processos de ensino e aprendizagem (TERRAZZAN *et al*, 2005; MOZZER & JUSTI, 2015). Uma analogia, portanto, estabelece a correspondência entre domínios do conhecimentos, sendo um domínio base ou familiar (DB), no qual se busca as comparações analógicas e um domínio alvo (DA), que é o motivo da comparação, ou seja, o conceito novo que se pretende compreender (GENTNER, 1983).

A relação entre o conceito de analogias e modelos se apresenta de forma muito próxima e, segundo Mozzer & Justi (2015), um modelo seria a representação parcial de uma entidade de interesse científico, se portando como mediadores do conhecimento, ponte entre o mundo fenomênico e as teorizações a respeito desses fenômenos. Portanto, um modelo possui similaridades com o domínio alvo, cujas características são conectadas com o DA por meio de relações análogas, conforme demonstra a Figura 1:

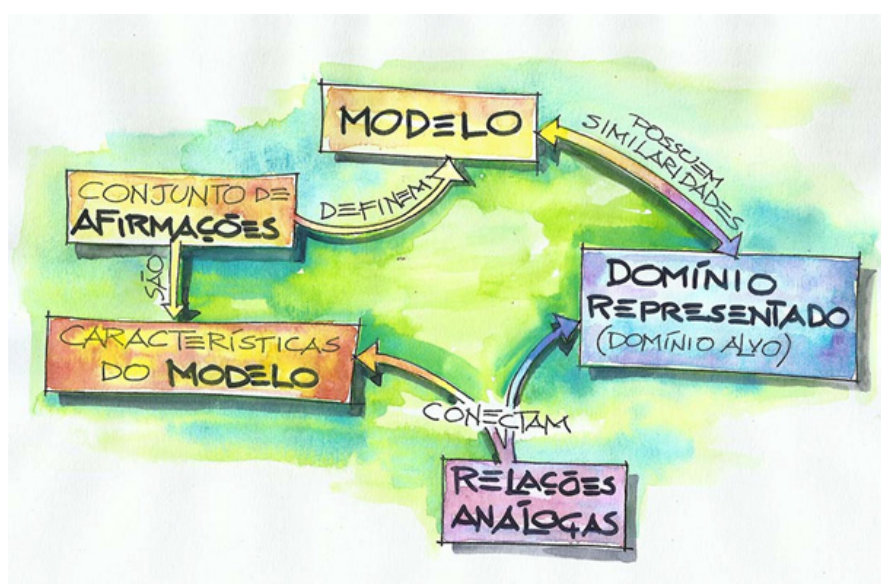


Figura 1: Dinâmica relacional entre modelo, domínio e relações análogas

Fonte: Arquivo pessoal (2019). Adaptado

Outro ponto que a figura anterior apresenta se relaciona ao conjunto de afirmações que caracterizam o modelo. De acordo com a TME, tanto o DA quanto o DB possuem particularidades que são classificadas como elementos, atributos, relações entre elementos e atributos dos elementos e relações entre relações. Em primeiro lugar, os *elementos* de um domínio são os componentes desse domínio. Cada elemento possui *atributos* que os caracterizam, como forma, textura, cor, peso dentre outros. Esses elementos se relacionam entre si, determinando comportamentos e interações, sendo que essas *relações* podem ser de *primeira ordem* ou *ordem superior* (GENTNER, 1983). Uma relação de primeira ordem se baseia nas interações entre elementos e atributos, enquanto uma relação de ordem superior refere-se à interação entre ações executadas pelos elementos, ou seja, *relações entre relações*. Uma relação analógica é tanto abrangente quanto são constatadas relações de ordem superior entre os domínios. Para exemplificar, será apresentada uma comparação analógica muito utilizada por professores para explicar a estrutura geológica da Terra, conforme apresentada na Figura 2:

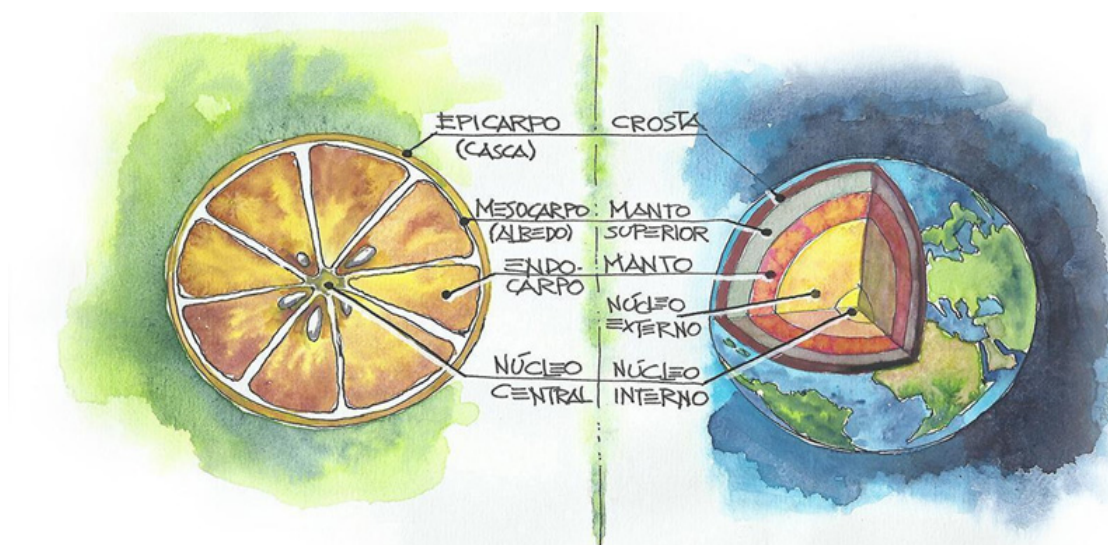


Figura 2: Representação da estrutura analógica entre a seção da laranja e as camadas geológicas básicas do Planeta Terra

Fonte: Elaborada pelo autor (2020)

É possível apontar para elementos constitutivos da Terra, como crosta, manto e núcleo (em linhas gerais e simplificadas). A laranja tem igualmente camadas, como o epicarpo (a casca), o mesocarpo (matéria esponjosa abaixo do epicarpo), o endocarpo (onde se localiza o suco) e o núcleo central, basicamente. Como atributos, a Terra é esférica e ligeiramente achatada nos polos, é muito instável, pois não tem somente uma superfície contínua, alinhada e uniforme, como a laranja. Como relação entre elementos e atributos de elementos, podemos dizer que as camadas da Terra são dinâmicas, ou seja, movimentam e interagem, sendo o movimento da crosta determinado pelo movimento do manto e assim por diante. Tal análise deve ser feita igualmente no análogo escolhido, a laranja. Essa comparação de elementos, atributos e relações é que determinará a abrangência e as limitações de uma comparação analógica, no sentido de sua eficácia no entendimento de fenômenos científicos.

A analogia se encontra nas relações de similaridade entre os dois domínios: a casca (epicarpo) da laranja é a crosta da Terra, o mesocarpo pode ser considerado o manto, e assim por diante. O análogo é a laranja seccionada. Aqui vale acrescentar que compreender a estrutura geológica da Terra com uma laranja seccionada como uma modelagem analógica e deve por três motivos básicos:

- a laranja não é um artefato concebido pelo homem para representar o planeta Terra, que é a entidade de interesse científico;
- não há uma relação de dependência entre o planeta Terra e a laranja;
- a laranja pertence ao domínio familiar, em princípio. É um objeto natural, preexistente ao ato de modelagem e, no contexto do exemplo citado, foi designado para representar a Terra em uma relação de similaridade analógica com o planeta.

Pode-se observar que, na comparação analógica apresentada, praticamente não existem comparações entre relações de primeira ordem ou ordem superior. Portanto, existem muitas limitações nessa relação, o que pode levar a obstáculos epistemológicos pois, conforme alertava Bachelard (1996), deve-se cuidar para que uma analogia, imagem ou metáfora não incorra em obstáculos epistemológicos, passando-se por cópias fiéis da realidade. Dessa forma, uma dinâmica em que a comparação por meio de analogias é utilizada pretendendo construir uma ponte para o conhecimento, facilitando o entendimento do conceito científico, mas não deve ser confundida com a realidade. Essa é a grande contribuição que a TME traz para a construção do conhecimento científico, tanto no que se

refere às dinâmicas de ensino aprendizagem quanto nos procedimentos próprios da divulgação da ciência.

O mapeamento e a comparação de elementos, atributos e relações é o que determinará a abrangência e as limitações de uma comparação analógica, no sentido de sua eficácia no entendimento de fenômenos científicos. Portanto, a intenção dessa pesquisa foi adaptar os princípios da TME para a criação de um método destinado à concepção de modelos destinados às dinâmicas de construção do conhecimento científico, permitindo e privilegiando a cooperação entre profissionais de ciência, professores e designers. Os estudos que originaram a ideia de expandir o mapeamento para a concepção de modelos, ou seja, propor uma ferramenta criativa e metodológica própria do design que contribua para o processo de concepção de estratégias de divulgação científica se baseiam nas discussões propostas no Grupo de Pesquisa Analogias e Metáforas na Tecnologia, Educação e na Ciência (AMTEC/CEFET-MG), relacionados ao mapeamento estrutural de modelos de divulgação científica já existentes, no sentido de verificar suas abrangências e limitações (EMAR DE ALMEIDA et al, 2018). Desta feita, surge a estrutura do Método do Mapeamento Prévio – MMP, que será apresentada em seguida.

3 TRAJETÓRIA METODOLÓGICA

A partir das observações coletadas no processo de análise de modelos de divulgação científica, por meio da TME, iniciou-se o processo de sistematização dos procedimentos metodológicos para a concepção de modelos a partir da TME. A primeira constatação foi que o mapeamento estrutural se caracteriza como uma etapa no processo de modelagem, ou seja, o processo de concepção do design de uma estratégia de divulgação científica é mais amplo do que a própria TME propõe.

3.1 A concepção do Método do Mapeamento Prévio - MMP

A partir da análise das propostas metodológicas próprias do design, é possível verificar a existência de características comuns entre elas, no que se refere às etapas, fases e a determinação de um problema inicial. Igualmente, tais propostas apresentam divergências quanto ao número de fases ou etapas, além do caráter prescritivo ou descritivo dos métodos, suas linearidades ou ciclos entre as etapas e a possibilidade de iterações e *feedbacks* entre essas fases. Vale esclarecer que, por linearidade entende-se que uma etapa somente se inicia quando a etapa anterior é finalizada, não permitindo o retorno à etapa anterior. O caráter cíclico, entretanto, permite retornos no sentido de ajustes e avaliação das etapas anteriores, proporcionando uma dinâmica mais iterativa entre etapas ou fases.

No processo de determinação da estrutura do MMP, foi adotada a tipologia de *macrofases* proposta por Siqueira et al (2014), a qual explica que processos metodológicos partem de um problema, sua análise e problematização, levantamento de alternativas para a solução, elaboração das alternativas, detalhamento e especificações do produto final. Portanto, a tipologia das macrofases divide-se em:

- Identificação e análise do problema;
- pesquisa;
- criação ou elaboração;
- especificação técnica;
- modelagem e avaliação;
- implementação;
- *feedback*.

A análise permitiu verificar que os métodos foram se tornando menos rígidos, abrindo espaço para a voz de outros atores para além do designer ou designers envolvidos na concepção do projeto, além de tomarem consciência da importância da flexibilidade de pensamento e da possibilidade de romper com a linearidade temporal das etapas metodológicas. Essa constatação foi primordial para a concepção do

MMP, pois o objetivo da proposição do método tem como pressuposto a horizontalidade das relações dialógicas em todas as etapas colaborativas de criação, concepção e modelagem, relacionados à etapa da macrofase de *identificação e análise do problema*. Entretanto, esse momento de discussão se confunde com as macrofases da *pesquisa* e da *criação ou elaboração*, já que é desejado que, no momento da definição da entidade de interesse científico (DA) e mesmo da analogia (DB), ocorra a proposição de possíveis soluções, característico da técnica de *brainstorm*, por exemplo. Essa característica da etapa inicial do método aponta para a necessidade da iteração entre etapas, já que se permitiria o retorno à etapa de definição do DA e do DB, proporcionando uma pré-seleção do mesmo, aprimoramento ou mesmo descarte da analogia.

Dando continuidade à estruturação do MMP, mas ainda dentro das macrofases de *pesquisa* e da *criação ou elaboração*, partiu-se para a etapa do mapeamento estrutural propriamente dito, momento em que o DA e DB são submetidos ao detalhamento de seus elementos, atributos, relações entre elementos e relações entre relações. Essa etapa permite igualmente o retorno à fase de *identificação e análise do problema*, dependendo do resultado da análise da relação analógica, seus limites e abrangências.

Finalizado o mapeamento estrutural e aprovada a relação analógica, dá-se início à definição do modelo. Vale lembrar que as sugestões hipotéticas de possíveis modelos podem surgir ainda na macrofases de *identificação e análise do problema*. Tais sugestões não devem ser descartadas, pois podem contribuir nas dinâmicas de definição e análise do DB, além de colaborar na pesquisa de modelos e estratégias pré-existentis.

Ainda na macrofases *criação ou elaboração*, iniciou-se o processo de estudos preliminares, com definição de *roughs*, *mockups*, textos, roteiros, possíveis materiais dentre outros. Esse processo inicial de materialização das estratégias visuais e comunicacionais se apoia no resultado do mapeamento estrutural, principalmente nas relações entre relações. Nessa etapa é possível a determinação de limitações estruturais e conceituais, além da possível superação desses limites.

As propostas preliminares de modelos devem ser submetidas a testes, como um grupo de controle, no sentido da determinação de ajustes, inclusive na validação da relação analógica proposta. Caso seja positiva a verificação preliminar e feitos os ajustes necessários no processo de concepção, encaminha-se para o processo de prototipagem, o qual pertence às macrofases *especificação técnica e modelagem e avaliação*. No processo de prototipagem, são determinados materiais, formatos, processos logísticos e de produção, revisão de textos dentre outras atividades que corroboram para a otimização e viabilidade do modelo em questão.

Ainda na macrofases de *modelagem e avaliação*, associada às macroetapas *implementação e feedback*, o resultado do processo de modelagem é submetido à apreciação pública, momento em que é igualmente possível organizar instrumentos de coleta de retornos e impressões do público quanto o modelo proposto, a avaliação a respeito do interesse sobre o tema científico tratado, possibilidades de desdobramentos e, inclusive, abrindo a possibilidade do retorno à etapa de definição do domínio base. A proposta metodológica deve ter em conta que modelos são representações parciais de uma entidade de interesse científico e, dessa forma, são dinâmicos e permitem modificações e ampliações.

Portanto, a proposta do MMP possui características circulares e iterativas, se aproximando das propostas metodológicas que valorizam a colaboração, momento em que os participantes do processo de modelagem propõem a discussão e definição de uma entidade de interesse científico a ser modelada, possíveis relações analógicas com essa entidade evoca e os desdobramentos semânticos que o modelo advindo do processo no porvir.

Propostas metodológicas que se apoiam em um contínuo intercâmbio de pensamentos e ações, variando entre induções, deduções e abduções, ocorrendo as dinâmicas de pensamentos convergentes e divergentes, permitem o deslocamento na ordem de aplicação entre elas e o pensamento abdutivo deve permear todo o processo, pois, a qualquer momento, ideias inusitadas podem surgir, na forma de

hipóteses, no sentido do aprimoramento do modelo a ser proposto. A seguir, é possível verificar a estrutura do Circuito Criativo de Modelagem MMP na Figura 3:

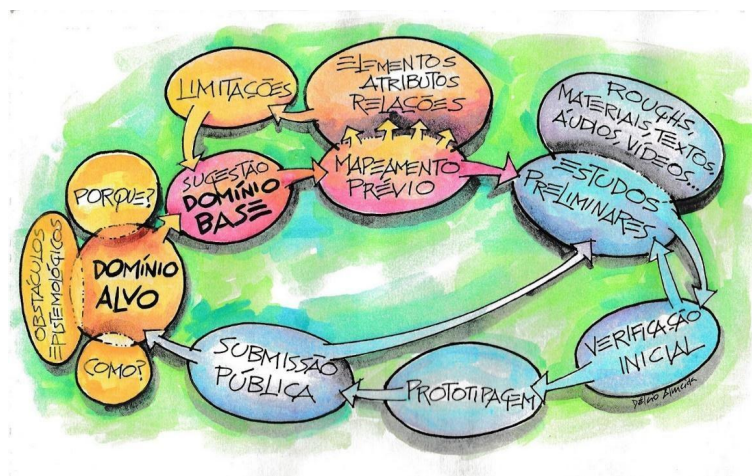


Figura 3: Estrutura do Circuito Criativo de Modelagem do Método do Mapeamento Prévio

Fonte: Arquivo pessoal (2019)

3.2 A aplicação do MMP no redesign de modelo analógico para divulgação da astronomia

A aplicação do MMP objetivou sua validação, no sentido da consolidação do mesmo como ferramenta auxiliar na construção de estratégias de divulgação científica por meio do design. O primeiro passo, portanto, foi a organização da equipe de modelagem, formada por profissionais do ensino e pesquisa das ciências, com o levantamento e envio de cartas convite para possíveis integrantes. Vale acrescentar que os procedimentos relacionados à coleta de dados com a participação da equipe de modelagem se deram por meio de encontros remotos, devido ao estado de emergência de saúde pública de importância internacional decorrente do Coronavírus - COVID-19.

No primeiro encontro da equipe de modelagem, foi sugerido o compartilhamento de experiências, formação e expectativas relacionadas ao projeto de pesquisa em questão, momento no qual os participantes discutiram a respeito de temas relacionados às áreas de atuação, no sentido da proposição da entidade de interesse científico a ser modelada. Decidiu-se aplicar o MMP na reavaliação do Modelo Analógico ao Espaço Sideral 3D em Meio Fluido - MAES-3DMF (EMAR DE ALMEIDA *et al*, 2018), desenvolvido para estratégias de divulgação da astronomia, objetivando testar a viabilidade do MMP nos processos de reconstrução do modelo, com vias a verificar suas limitações e abrangências. O MAES-3DMF apresenta, originalmente, três contextos de representação de fenômenos siderais a saber: formação de nebulosas; estrutura de galáxias em espiral; e formação de sistemas planetários. A aplicação do MMP permitiu que a equipe de modelagem sugerisse mudanças que potencializassem a abrangência desses três contextos de representação e, ainda, propusessem outras duas novas representações potenciais: a explosão de uma estrela em supernova e o surgimento de buracos negros, sendo esse último contexto o objeto de modelagem apresentado nesse trabalho. Para tal, observou-se a necessidade do redesign do MAES-3DMF. A percepção da necessidade de modificações estruturais foi, inicialmente, considerada hipoteticamente, dada a incerteza quanto à eficácia das representações. Essas hipóteses surgiram quando se iniciou o processo de reflexão a respeito da entidade de interesse científico, momento da preparação do processo criativo, permitindo que novas ideias e desdobramentos fossem evocados.

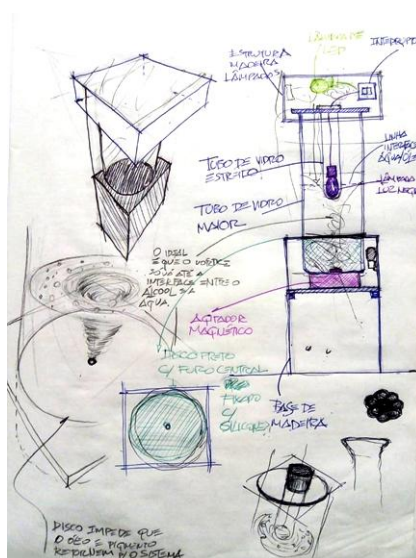
Paralelamente aos processos de redesign do modelo, procedeu-se uma pesquisa – questionário via formulário digital - sobre a utilização de comparações analógicas por outros pesquisadores e educadores, além das dificuldades em abordar o tema *buracos negros* para um público não iniciado.

A equipe, concomitantemente ao processo de mapeamento estrutural, elaborou esboços e testes materiais da nova configuração do MAES-3DMF, apontando para um processo iterativo e dinâmico do MMP, além de demonstrar a importância dos conhecimentos técnicos dos envolvidos no processo de design do modelo. Testes laboratoriais, sugeridos pelos profissionais da ciência integrantes da equipe, permitiram a otimização do sistema de formação do vórtice no modelo, elemento crucial para o projeto, conforme *mockup* observado na Figura 4:



Fonte: Arquivo pessoal (2021)

Foram desenvolvidos *roughs* colaborativos que permitiram a concepção da estrutura do modelo, conforme a Figura 5:



Fonte: Arquivo pessoal (2021)

Em seguida, partiu-se para a execução de testes para a formação do vórtice e o registro fotográfico e em vídeo do fenômeno, ainda na fase dos *mockups*, apresentados nas Figuras 6 e 7:



Figura 6: Teste para formação do vórtice no MAES-3DMF

Fonte: Arquivo pessoal (2021)

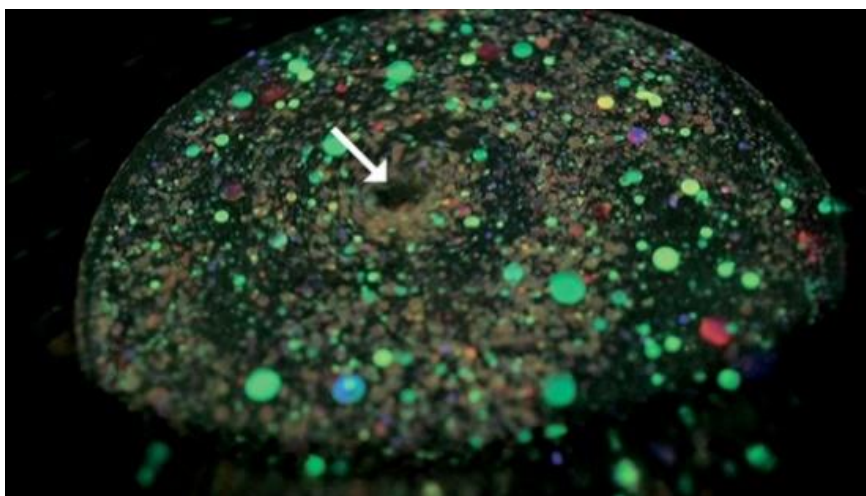


Figura 7: Simulação do buraco negro no vórtice do MAES-3DMF

Fonte: Arquivo pessoal (2021)

Durante a análise dos vídeos, foi constatada a simulação do efeito de *espaguetização* de uma estrela, fenômeno que se encontra no âmbito teórico da astrofísica. A Figura 8 apresenta a sequência do momento em que uma esfera de óleo, que simula uma estrela sendo *espaguetizada* ao entrar na região gravitacional do buraco negro:

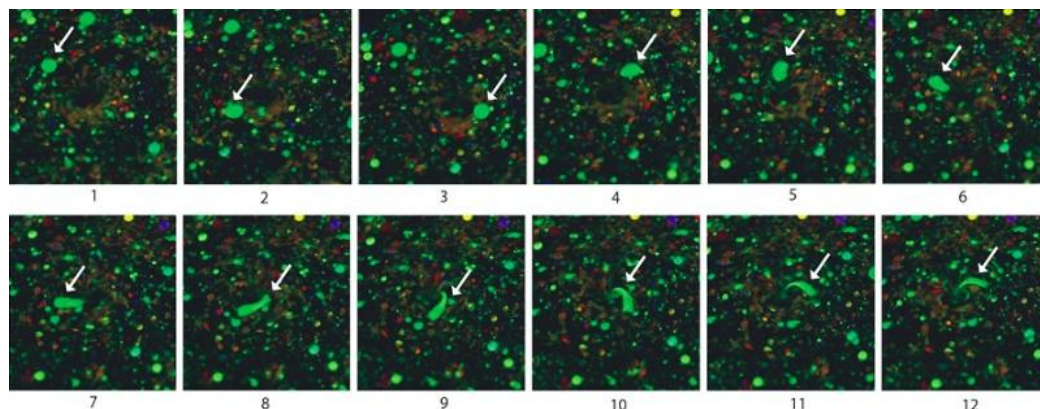


Figura 8: Simulação do buraco negro no vórtice do MAES-3DMF

Fonte: Arquivo pessoal (2021)

Os resultados dos testes iniciais (*mockups* e registros em fotografia e vídeo), permitiu a concepção da estrutura do protótipo do modelo, com a definição dos materiais e desenhos técnicos. A Figura 9 apresenta o detalhamento do modelo:

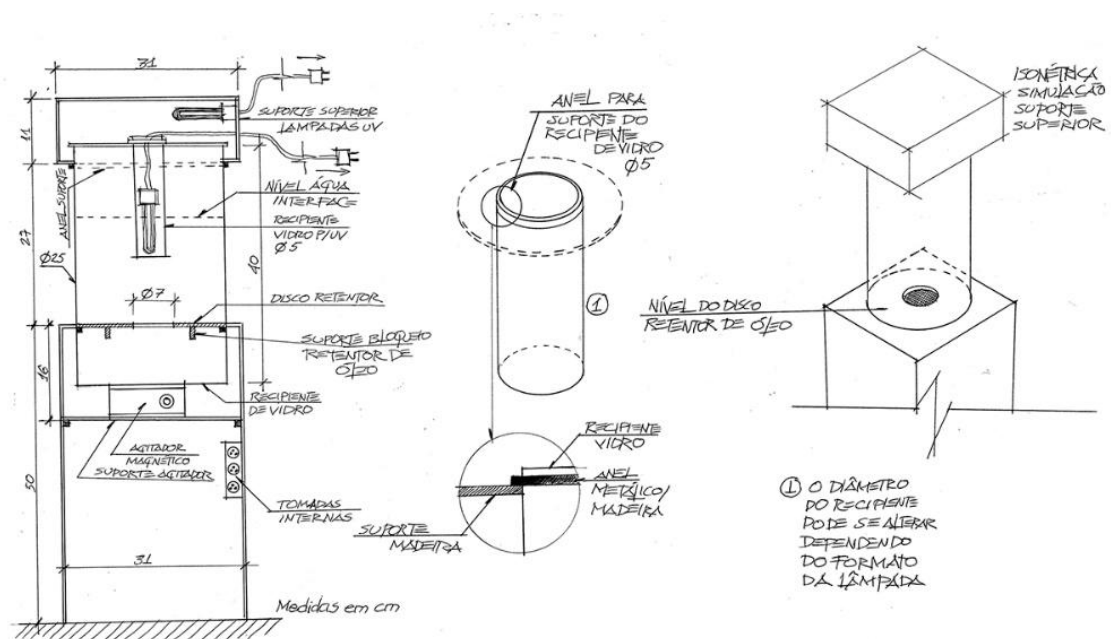


Figura 9: Representação técnica do MAES-3DMF remodelado

Fonte: Arquivo pessoal (2021)

Apesar de não ter ocorrido a oportunidade para a submissão pública, devido às restrições sanitárias ocasionadas pelo estado de emergência de saúde pública decorrente do Coronavírus - COVID-19, e o modelo ainda se encontrar em fase de construção, é possível constatar que o desenvolvimento das etapas de mapeamento prévio, dos estudos preliminares, verificações iniciais e detalhamento técnico

da etapa de prototipagem permitiram a validação do MMP pelos participantes da equipe de modelagem, afirmando que o método proporciona a interação entre diversos atores no processo de concepção de estratégias de design, se portanto como uma ferramenta colaborativa na essência.

Observou-se que limitações precisam ser superadas no que se refere às características estruturais do MMP e seus possíveis desdobramentos. Durante e após a aplicação do método, os participantes relataram dificuldades no entendimento a respeito dos conceitos de analogias, modelos e o mapeamento estrutural. Há que se pensar em estratégias para a divulgação e familiarização desses conceitos para um público mais amplo. Outro ponto que deve ser levado em consideração se localiza nas concepções estereotipadas relacionadas à criatividade, já que, no decorrer da aplicação do MMP, bloqueios criativos que normalmente ocorrem com indivíduos não habituados a participar de dinâmicas criativas de forma cotidiana puderam ser observados e, por alguns momentos, necessitaram da intervenção dos profissionais de design envolvidos no processo no sentido de superá-las, conceitual e praticamente. Tais situações permitiram a discussão a respeito de conceitos preconcebidos do que seja um indivíduo criativo, observados no decorrer do processo. Igualmente percebeu-se que, com um direcionamento cuidadoso, tais barreiras podem ser superadas, inclusive com a colaboração do próprio MMP.

4 Considerações finais

O processo de desenvolvimento do MMP possibilitou a verificação da interação entre áreas do conhecimento, no sentido da concepção de estratégias de design para a divulgação científica. Os processos colaborativos permitem a emergência de soluções de design e concorrem para minimizar obstáculos epistemológicos que poderiam incorrer na dinâmica de construção do conhecimento. O alinhamento de pensamentos e compartilhamento de ações metodológicas, embasadas no MMP, fornece a oportunidade do surgimento de produtos de design para a divulgação de conceitos científicos. O compartilhamento de informações entre profissionais de áreas da ciência e do design, de forma colaborativa, permitiu a reflexão a respeito das dinâmicas de construção do conhecimento e a transdisciplinaridade do design como mediadora dessas dinâmicas, nos quais o usuário de produtos de design passa a ser um coautor na concepção desses produtos. Essa constatação corrobora com as propostas defendidas pelos teóricos que sugerem os métodos colaborativos e a formação de comunidades criativas como estratégias importantes na concepção de produtos de design.

Vale acrescentar que a discussão e aplicação da Teoria do Mapeamento Estrutural na concepção de modelos não é inédita, na medida em que pesquisas já vêm sendo desenvolvidas por diversos teóricos nesse sentido. A proposta metodológica apresentada possui, como originalidade, a tentativa de propor um pensamento crítico das práticas do design nesse processo. Baseados nos métodos do design e na TME, o MMP se apresenta como um conjunto complexo e iterativo de etapas que buscam refletir a respeito das entidades de interesse científico e possíveis comparações analógicas, familiares aos envolvidos no processo em todas as suas dimensões. A escolha do MAES-3DMF como modelo para a experimentação do MMP, possibilitou a oportunidade de conferir o seu potencial como modelo possuidor de abrangência na divulgação de conceitos científicos relacionados à área da astronomia, demonstrando que os conhecimentos próprios do design, alinhados aos conhecimentos da ciência, quando associados em uma relação horizontalizada e transdisciplinar, podem contribuir sobremaneira para a concepção de estratégias de divulgação científica. A superação das limitações apresentadas nos três contextos de representação do MAES-3DMF e a proposição de mais dois novos contextos ilustram razoavelmente esse potencial criativo.

Conforme otimizou-se a aplicação do MMP, constatou-se percalços ocorridos no processo, como a definição da equipe de modelagem e as restrições impostas pelo distanciamento social na ocasião da pesquisa. Entretanto, o retorno dos participantes da equipe de modelagem sugere o MMP como potencial ferramenta para contribuir na análise de entidades de interesse científico para a concepção de modelos, estruturados tendo em vista o uso de analogias. É um método concebido por designers e direcionado para designers e profissionais das ciências. Não prescinde da participação de nenhum dos

atores do processo. É importante citar que a intenção da concepção de produtos de design direcionados para a divulgação científica representa uma importante etapa para a popularização de tais conceitos, abrindo espaço para discussões e reflexão dos impactos dos princípios próprios das ciências e seus reflexos nas transformações tecnológicas e culturais, com vias a formação de sujeitos atuantes na sociedade e no fortalecimento da cidadania.

Referências

- ALBAGLI, S. **Divulgação Científica:** informação científica para a cidadania? Ciência da Informação, Brasília, p.396-404, 1996.
- ALEXANDRE, R. F.; REIS, A. L. P.; NOVAES, L. Reflexões sobre Design e iniciativas participativas no contexto museal. **Design & Tecnologia:** UFRGS. 2019.
- BACHELARD, G. **A formação do espírito científico.** Tradução de Estela dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.
- BOMFIM, G. A. Fundamentos de uma Teoria Transdisciplinar do Design: morfologia dos objetos de uso e sistemas de comunicação. **Estudos em Design:** – Design Articles, v. V, n. 2, p. 27-41, dez. 1997.
- BUCHANAN, R. Design Research and the New Learning. **Design Issues:** Volume 17, Number 4 Autumn 2001.
- BUCHANAN, Richard. Wicked problems in design thinking. **Design issues**, v. 8, n. 2, p. 5-21, 1992.
- CARDOSO, R. **Design para um mundo complexo.** São Paulo: Cosac Naify, 2012.
- CATALDI, C. A Divulgação da ciência na mídia impressa: um enfoque discursivo. In: GOMES, M. C. A.; MELO, M. S de S.; CATALDI, C. (Org.). **Gênero discursivo, mídia e identidade.** Viçosa: Ed. UFV, 2007. p. 155-164.
- CAVALCANTE, A. L. B. L.; DEVERGENES, N. M. Indígenas na Universidade: uma comunidade criativa de práticas em Design colaborativo. **Estudos em Design.** Revista (online). Rio de Janeiro: v. 28. n. 3 [2020], p. 156 – 169.
- COSTA JR., H. G. O Design como estratégia de divulgação científica: o caso da Fapemig. In: FAGUNDES, V.; SILVA JR., M. G. (org.). **Divulgação Científica:** novos horizontes. Belo Horizonte: Mazza Edições, 2017.
- EMAR DE ALMEIDA, D. J.; ALMEIDA, R.B.S.; FERRY, A.S. MAES-3DMF: mapeamento estrutural de um Modelo Analógico do Espaço Sideral 3D em Meio Fluido para o ensino de Ciências. LASERA. Costa Rica: **Latin American Journal of Science Education**, v.5, 2018.
- ESCOREL, A. L. **O Efeito Multiplicador do Design.** São Paulo: Ed. Senac, 2000.
- FORTY, A. **Objeto de desejo:** design e sociedade desde 1750. Tradução de Pedro Maia Soares. Revisão técnica de Pedro Fiori Arantes. São Paulo: Cosac Naify, 2007. 352 p.
- GENTNER, D. Structure-mapping: A theoretical framework for analogy. **Cognitive Science.** 1983. p. 155-170.
- GRILLO, S. V. C. **Divulgação Científica:** linguagens, esferas e gêneros. 2013 (Tese apresentada como requisito parcial para obtenção do título de livre-docente na área de Filosofia e Língua Portuguesa) FFLCH. Universidade de São Paulo.
- KLEINSMANN, M. **Understanding Collaborative Design.** PTUDeft: Netherlands, 2006.

KLEINSMANN, M.; VALKENBURG, R. Barriers and enablers for creating shared understanding in co-design projects. **Design Studies**. Volume 29, Issue 4, July 2008, p. 369-386.

MARANDINO, M.; DÍAZ ROCHA, P. E. La biodiversidad en exposiciones inmersivas de museos de ciencias: implicaciones para educación en museos. **Enseñanza de las Ciencias**, 29(2), p. 221-236. 2011.

MANZINI, Enzo. **Design para a inovação social e sustentabilidade**: comunidades criativas, organizações colaborativas e novas redes projetuais. Rio de Janeiro: E-papers, 2008.

MANZINI, E. **Design**: quando todos fazem design: uma introdução ao design para inovação social. Tradução: Luzia Araújo – São Leopoldo, RS: Ed. UNISINOS, 2017. 254 p.

MARTTILA, Tatu. **Platforms of co-creation**: Learning Interprofessional Design Practice in Creative Sustainability. 2018. 280 f. Tese (Doutorado) - Curso de Creative Sustainability, Department Of Design, Aalto University School Of Arts, Design And Architecture, Helsinki, 2018. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/332112307_PLATFORMS_OF_CO-CREATION_Learning_Interprofessional_Design_Practice_in_Creative_Sustainability. Acesso em: 01 mar. 2023.

MORA, A. M. S. **A Divulgação Científica como Literatura**. Rio de Janeiro: Casa da Ciência Editora, UFRJ, 2003.

MORIN, E. **Introdução ao pensamento complexo**. Tradução: de Eliane Lisboa. 5. Ed. – Porto Alegre: Sulina, 2015. 120 p.

LEMKE, J. L. Investigar para el Futuro de la Educación Científica: nuevas formas de aprender, nuevas formas de vivir. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 24, n. 1, p. 5-12, 2006.

LOTMAN, 1996. **La semiosfera**. Tradução de Desidério Navarro. Madrid: Ediciones Cátedra, 1996.

QUELHAS, A. C.; JUHOS, C. A psicologia cognitiva e o estudo do raciocínio dedutivo no último meio século. **Revista Análise Psicológica** - ISPA – Instituto Universitário: Portugal, 4 (XXXI): p. 359-375. 2013.

REDIG, Joaquim. Design: responsabilidade social no horário do expediente. In BRAGA, Marcos da Costa. **O Papel Social do Design Gráfico**. 1. ed. São Paulo: SENAC-SP, 2011. v. 1. 192p.

SIQUEIRA, O. A. G.; CUNHA, L. S.; PENA, R. S. F.; CORREA, B. S.; AMORIM, M. E. Metodologia de Projetos em Design, Design Thinking e Metodologia Ergonômica: convergência metodológica no desenvolvimento de soluções em Design. **Cadernos UniFOA**: Volta Redonda. Vol. 9, n.1, p. 49-66, 2014.

VELHO, A. P. M. A semiótica da cultura: apontamentos para uma metodologia de análise da comunicação. **Revista de Estudos da Comunicação**, Curitiba, v. 10, n. 23, p. 249-257, set./dez. 2009.