

Método do Mapeamento Prévio: o processo criativo do design na concepção de estratégias para a divulgação científica

Prior Mapping Method: the creative design process in the conception of strategies for scientific disclosure

Délcio Julião Emar de Almeida; Doutor; UEMG

delcio.artes@gmail.com

Rita Aparecida da Conceição Ribeiro; Doutora; UEMG

rribeiroed@gmail.com

A proposta deste artigo é apresentar 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 aos processos metodológicos em design, 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: Design, divulgação científica, Metodologia do Mapeamento Prévio

The purpose of this article is to present the process of conception and application of the Prior Mapping Method, developed from the Structural Mapping Theory, originating from cognitive psychology. The method is structured in strategies that mediate actions in the process of designing models for scientific dissemination. Concepts related to methodological processes in design, scientific dissemination, analogies, analog models and the Structural Mapping Theory are discussed. The results of the application of the MMP (acronym in Portuguese) in the redesign of a model for the dissemination of astronomy are also presented.

Keywords: Design, scientific dissemination, Prior Mapping Methodology

1 Design e processos metodológicos

Iniciamos esse artigo com a discussão a respeito de processos metodológicos que caracterizam o design, no sentido de apontar sua relação com as dinâmicas de divulgação da ciência. Cardoso (2012) defende que o design, a partir do pensamento sistêmico, proporciona contribuição crucial para a abordagem dos problemas complexos que caracterizam o mundo contemporâneo. O autor sugere que o designer, ao invés de abordar o problema projetual de forma fracionada, reduzindo as variáveis, “[...] visa gerar alternativas, cada uma das quais tende a ser única e totalizante” (CARDOSO, 2012, p. 243-244). Essa atitude sistêmica de abordar os projetos de design permite associar áreas distintas, buscando características essenciais do todo integrado, enfatizando as relações entre as áreas em detrimento das idiosincrasias dessas partes. Tal pensamento concorre para enfatizar o design como área transdisciplinar e permeável a distintas áreas do conhecimento. Conforme sugere Silva (2019, p.84), “[...] o design recorre frequentemente ao argumento de que é um campo com fronteiras pouco definidas e que trabalha transversalmente em conjunto com outras disciplinas”.

A atuação do design se faz premente nos processos de comunicar e difundir ideias e conceitos. Observamos o desenvolvimento de estratégias que privilegiam a interação das pessoas com os recursos comunicativos, envolvendo muito mais sistemas humanos do que sistemas de objetos, ou seja, visando valores focados nos indivíduos envolvidos nos processos para além dos objetos resultantes desses processos (BUCHANAN, 2001; ALEXANDRE et al, 2019). Portanto, enquanto fenômeno social, o design não pode ser considerado como uma área isolada, posto que está envolvido nas dinâmicas sociais, políticas e culturais, moldando conceitos de forma sólida e tangível (FORTY, 2007; COSTA Jr., 2017).

Permear e recorrer a conhecimentos de áreas diversas permite ao designer estruturar sua forma de projetar, associando áreas pertencentes ao universo das ciências, das técnicas e das artes, mas sob uma perspectiva que lhe é peculiar. Essa forma particular de lidar com questões de projeto se reflete no conjunto de pensamentos e pensadores, particularmente no que se refere às propostas metodológicas.

Vale aqui esclarecer a respeito dos termos metodologia e método. Metodologia é o estudo de métodos, sendo métodos os caminhos, procedimentos e estratégias para se fazer uma pesquisa (BECKER, 1993). Podemos afirmar que metodologia de design seria o estudo dos procedimentos teóricos e técnicos que contribuem para a organização e otimização de um projeto, no que se refere à análise, investigação e validação do design (MUNARI, 1981; BOMFIM, 1995; BÜRDEK, 2006). Siqueira et al (2014) argumentam que a sistematização dos procedimentos metodológicos se torna mais complexa na medida da complexidade das variáveis projetuais.

Não é o objetivo desse artigo apresentar uma profunda análise histórica do desenvolvimento das estratégias metodológicas em uma análise diacrônica, nem suas particularidades, dado o extenso compêndio de propostas e pensamentos. Entretanto, vale citar que tais propostas metodológicas refletem contextos históricos e sociais nos quais se encontram inseridas. Podemos observar aquelas mais racionalistas e analíticas, enquanto outras valorizam o livre pensar e características pessoais dos envolvidos nos projetos. A análise de métodos de design nos permitiu aportar a proposição da presente pesquisa.

Oliveira (2017) ensina que as primeiras propostas de métodos de design surgem principalmente por causa das mudanças econômicas, políticas e sociais oriundas do novo panorama com o qual o mundo se deparava nos anos pós Segunda Grande Guerra. Um novo

perfil de consumidor se apresentava, caracterizando um aumento na demanda de bens e serviços.

Pesquisadores como John Christopher Jones e Leonard Bruce Archer estabeleceram as diretrizes da pesquisa em design e ergonomia. Horst Rittel articula as aproximações entre design e ciência e, juntamente com Christopher Alexander, Bruce Archer e John Chris Jones, fundam o Design Methods Group (DMG) em Berkeley (EUA), e o DMG Journal, em 1963 (OLIVEIRA, 2017). Essas propostas eram conhecidas como Hard System Methods (HSM), baseado em um “pensamento sistematicamente ordenado e orientado para definição de significados em problemas bem estruturados, nos quais os objetivos esperados poderiam ser estabelecidos” (OLIVEIRA, 2017, p.11).

Bürdek (2006, p.226) aponta que “[...] era necessário que os designers se esforçassem para integrar métodos científicos nos processos de projeto, de forma a serem aceitos pela indústria como sérios parceiros de diálogo”. Entretanto, tal sistema sofreu muitas críticas, devido ao fato que o HSM se aplica a problemas bem estruturados e conhecidos, mas a área de atuação e pesquisa do design se caracteriza pela imprevisibilidade e particularidade das suas demandas.

Bonsiepe (2011) explica que, a partir dos anos 1970, ocorrem mudanças nas abordagens metodológicas do design, no sentido da crítica a termos relacionados à forma e ao design ideais. Observa-se uma maior aproximação entre design e arte (BÜRDEK, 2006). Designers como John Chris Jones, Bernd Lobach, Don Koberg, Jim Bagnall e Bernhard Bürdek passam a abordar o design de forma mais flexível, permitindo feedback e realimentação entre as etapas metodológicas, apesar de se manter a linearidade dessas etapas, começando a se perceber a preocupação com enfoques culturais e sociais e a atenção ao papel do usuário no processo de design (OLIVEIRA, 2017).

Os anos de 1980 surgem sob a égide da pós-modernidade, na tentativa da libertação e flexibilização de estruturas lógicas, rigidez normativa e do domínio da racionalidade no processo projetivo, contrários ao ideal moderno (LUPTON e PILLIPS, 2008; CARDOSO, 2012; OLIVEIRA, 2017). Esse movimento inicia-se ainda nos anos sessenta, com o reconhecimento que as dinâmicas sociais e modelos de produção “[...] já não funcionavam como forma de pensamento que orientasse a nova sociedade que surgia e se instalava completamente nos anos oitenta” (OLIVEIRA, 2017, p.93). Modelos vigentes que definiam a sociedade como uma estrutura única e formatada começam a ser questionados, refletindo nos estudos e experimentações múltiplas em design, além das preocupações ambientais e o advento das plataformas digitais que, de certa maneira, começam a democratizar o exercício do design. Designers advindos da Hfg-Ulm se destacam na busca pela libertação ao racionalismo e rigidez lógica e normativa, dentre os quais podemos citar Max Bill, Gui Bonsiepe e Tomás Maldonado. Em diversos países, surgem nomes como Philippe Starck, Bruno Munari, Vladimir Hubka, Terry Jones, Bryan Lawson, Ettore Sottsass, Martine Bedin, Luigi Spazzapan, Bárbara Radice e Michele De Lucchi. Observamos, nas propostas metodológicas que surgiram no período, uma maior preocupação dos processos cognitivos no pensamento criativo do design (LAWSON, 2017), a importância da proposição de hipóteses e do pensamento abduutivo na problematização do projeto de design (MUNARI, 1981), além da observação das questões sociais, históricas e culturais e seu reflexo na prática de design (BONSIEPE, 2011).

A partir dos anos de 1990, a consolidação das plataformas digitais possibilita o direcionamento do produto de design para além do físico, como jogos digitais e sistemas de informação. Além disso, os métodos de design passam a focar a complexidade do pensamento humano, das escolhas e modos de interação dos usuários, se afastando de métodos lineares na direção de

propostas mais iterativas e circulares (BURDEK, 2006; OLIVEIRA, 2017). O design passa a ser efetivamente considerado no que se referem às estruturas comportamentais do usuário, a busca pela inovação e sustentabilidade, não só no produto em si, mas igualmente na sua relação com o mercado e sociedade. Propostas fundadas no *design como pensamento* surgem para a abordagem do design como estratégia que se baseia nos comportamentos e processos cognitivos, muito além de uma ferramenta prescritiva de normas e passos para concepção de um projeto (CROSS, 2011). Oliveira (2017, p.138) sugere que “[...] não importa apenas se um produto é ergonômico ou usável, mas o que ele significa e ainda mais profundamente, o que simboliza”. Empresas e organizações começam a incorporar teorias, métodos e técnicas advindas do design, estabelecendo o papel de gestor para o designer, cada vez mais associado às áreas de administração. Nomes como Nigel Cross, Norbert Roozenburg, Kees Dorst, Tom Brown, Richard Buchanan representam designers e pesquisadores preocupados com questões relacionadas ao pensamento em design e a importância do processo de raciocínio abdução nos métodos de criação.

O século XXI se caracteriza como resultado das pesquisas e propostas metodológicas nas quais o design se encontra cada vez centrado, dirigido e construído colaborativamente com o usuário (KLEINSMANN, 2006; KLEINSMANN e VALKENBURG, 2008; MANZINI, 2017). 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. O teórico ensina 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). Corroborando com essa afirmação, Kleinsmann (2006) argumenta que os envolvidos em um projeto devem tomar decisões criativas sobre o design que estão fazendo para reduzir incertezas e estreitar o espaço de solução, exigindo sintonia e colaboração intensas.

A importância desses pensadores se evidencia em métodos que são resultado de novos tempos que trazem produtos e serviços advindos de um mundo cada vez mais complexo e áreas do conhecimento cada vez mais imbricadas. 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.

1.1 O Design e concepção de estratégias na divulgação científica

A ciência propõe teorias e hipóteses, observa o mundo fenomênico e propõe experimentações. Postas em teste, teorias e hipóteses são falseadas (POPPER, 2005) e a ciência vai construindo o corpo dos conhecimentos que a caracteriza. Dessa forma, a ciência se apresenta como um dos principais pilares para a geração de tecnologia e organização de estratégias que impactam social, cultural e historicamente a humanidade. Nesse panorama, urge refletir a respeito da promoção de uma educação científica de qualidade, disponível e acessível. A formação de sujeitos interessados na pesquisa e ciência é primordial para a estruturação de um público atento e bem informado e isso se refere à disseminação de conhecimentos da ciência para um público não especializado (PIASSI et al, 2013).

As estratégias de divulgação científica se apresentam, portanto, como fundamentais para essa aproximação entre públicos diversos e o campo científico, por meio dos mais diversos meios, como revistas, livros, documentários, jogos, pronunciamentos e reportagens. Citamos ainda os

museus de ciência, exposições itinerantes ou permanentes que corroboram para a disseminação de 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 passa pela recriação da informação, tornando-a acessível ao público não iniciado, possibilitando a mútua compreensão, a partir da união de arte, comunicação e ciência, através de mídias diversas, da produção científica antes reservada apenas ao público especializado (ALBAGLI, 1996; MORA, 2003; MARANDINO & DÍAZ ROCHA, 2009).

Silva Jr. (2017) argumenta que a divulgação científica presume a recodificação e transposição de linguagens especializadas para não especializadas, tornando-se, assim, acessível a uma audiência mais ampla. Tais iniciativas que vão além da simples tradução de linguagens especializadas, mas antes no esforço “de transformar em ‘valor’ as dúvidas (e não as ‘certezas’) estimuladoras da ciência e da tecnologia” (SILVA Jr., 2017, p.22), permitindo a participação ativa nos processos de decisão, promovendo a discussão crítica a respeito de conteúdos científicos.

De acordo com Albagli (1996), o acesso a esses conhecimentos amplia qualitativamente a participação da sociedade nas decisões a respeito dos impactos dos avanços científicos, seus possíveis desdobramentos tecnológicos e na formulação de políticas públicas. A atividade científica está inserida na sociedade, dependente das estruturas sociais e políticas, e isso faz com que a interlocução ocorra de forma cotidiana, não se restringindo ao público especializado. Mas quais seriam as intenções por trás desses diálogos? Uma indústria petrolífera ou um governo que defende os interesses dessa mesma indústria poderia encomendar e divulgar pesquisas questionando o aquecimento global, por exemplo. Questões relacionadas às pesquisas de células-tronco embrionárias e os efeitos, em longo prazo, dos alimentos transgênicos estarão sempre na pauta do dia, reverberando em diversos graus de discussão e debate, ou mesmo gerando posicionamentos, na grande massa da população, inclinados a essa ou aquela opinião. As redes sociais na atualidade se mostram como fonte de divulgação de ciência e, de forma temerária, de pseudociências que se postulam como conhecimento científico legítimo, levando um grande número de seguidores a adotarem essas mesmas fontes de informação como únicas e fidedignas. Tal fenômeno pode ser observado nos mais recentes arroubos das teorias conspiratórias dos terraplanistas. Silva (2006, p.56) sugere que os processos de divulgação científica não se referem apenas à simplificação do texto científico, “[...] porque diferentes interlocuções implicam em diferentes memórias, em diferentes posições e, portanto, em diferentes textualizações”.

Mora (2003) argumenta que a divulgação científica se baseia em duas destinações *a priori*: a necessidade e o prazer. A necessidade se refere ao processo de inclusão do indivíduo nas discussões a respeito dos avanços científicos e suas consequências. O prazer se relaciona às sensações positivas que o entendimento de certos conteúdos ocasiona. Mora (2003) sugere que o incentivo ao hábito de apreciar os valores estéticos e intelectuais da ciência podem extrapolar a compreensão dos conceitos científicos apenas pelo viés utilitário, o que pode levar a um crescimento exponencial a respeito desses discursos, enriquecendo debates.

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. Observa-se, nesses processos discursivos, uma aproximação com o conceito de fronteira de Yuri Lotman, no qual sistemas de signo se aproximam e, nesses espaços permeáveis, criam-se novos sistemas sógnicos. Portanto, as fronteiras entre os sistemas de signos possuem a função de limitar e, ao mesmo tempo, permitir que o interno e o externo se inter-relacionem, em um processo de filtragem e elaboração recíproca e adaptativa (LOTMAN, 1996).

Sugerimos, portanto, que o design atua nessas fronteiras, por meio dos sistemas modelizantes¹ que caracterizam os procedimentos internos destes. O conceito científico que se pretende divulgar faz parte do sistema modelizante das ciências que irá compartilhar visões de mundo, hábitos e procedimentos com demais sistemas modelizantes (linguagens, culturas locais, tradições dentre outros), em especial com o design, o qual igualmente compartilha hábitos, conceitos e comportamentos.

Portanto, 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). Nessa aproximação, miscigenam-se características das diversas áreas do conhecimento. Pretende-se a participação ativa do público pois, se a narrativa passa pelo diálogo construído a partir de insumos que igualmente são compartilhados por esse público, é possível que a divulgação científica deixe de se apresentar como unidirecional e hierárquica.

Com um público igualmente participante dos processos de concepção dos artefatos e estratégias de divulgação da ciência, esperamos ver 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.

2 A Teoria Do Mapeamento Estrutural, analogias e modelos

Quando falamos em ciência e design, é inevitável a associação aos processos de raciocínio e à criatividade, em particular a dedução, a indução e a abdução (PEIRCE, 2005; POPPER, 2005). Tais processos básicos de raciocínio se referem à dinâmica da cognição humana e aos processos criativos, objetos de estudo da psicologia cognitiva, a qual se preocupa em como o indivíduo processa internamente os fenômenos aos quais está exposto, além de pesquisar como se dá a externalização da informação (re)codificada (QUELHAS & JUHOS, 2013). Estabelecemos, assim, uma ponte com a Teoria do Mapeamento Estrutural e sua relação com os processos de raciocínio no design.

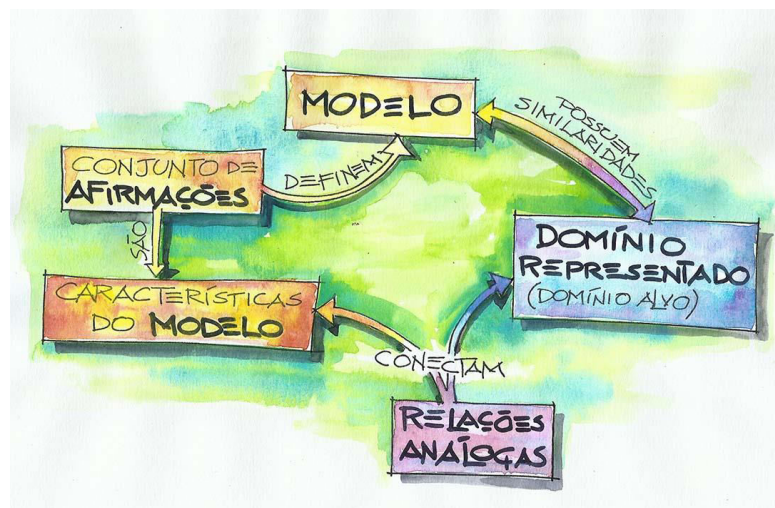
As pesquisas relacionadas à Teoria do Mapeamento Estrutural - TME (Gentner, 1983) se direcionam principalmente ao pensamento por analogias, em que são avaliadas suas abrangências e limitações, principalmente no que se refere à utilização nos processos de

¹ Lotman defende que todas as linguagens 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 linguagens – artes plásticas, dança, teatro, ciências dentre outras - são consideradas pelo teórico como sistemas secundários pois modelam aspectos particulares de cultura (N.A.)

raciocínio e construção do conhecimento. Terrazzan et al. (2005) argumentam que as analogias tornam os conhecimentos mais acessíveis, em particular os princípios científicos, normalmente restritos a grupos especializados. As analogias, portanto, se apresentam como importantes ferramentas didáticas, auxiliando nas estratégias de ensino e aprendizagem (MOZZER & JUSTI, 2015). De acordo com Gentner (1983), as analogias estabelecem a correspondência entre dois domínios do conhecimento, sendo um domínio base ou familiar (DB), fonte do conhecimento onde se buscará as comparações analógicas, e o domínio alvo (DA), para o qual são direcionados os esforços de compreensão, motivo da comparação.

O conceito de analogias possui estreita relação com o conceito de modelos. Apesar da polissemia do termo, será estabelecida a definição de Mozzer & Justi (2015), que adota o conceito de *modelo* como uma representação parcial de uma entidade de interesse científico. Dessa forma, estabelece relações de similaridade com a entidade a ser modelada, se portando como mediadores de conhecimento entre a realidade e as teorias a respeito dessas realidades. A Figura 1 demonstra a dinâmica relacional entre o modelo, seu conjunto de afirmações que o definem e àquilo que se pretende representar:

Figura 1 – Dinâmica relacional entre modelo, domínio e relações analógicas



Fonte: arquivo pessoal (2019). Adaptado

O processo de concepção de modelos dependerá das intenções para as quais o modelo será destinado. Ao passar pela modelagem, o domínio alvo pode ser representado por um modelo que, não necessariamente, será algo análogo a esse domínio alvo, apesar de poder conter similaridades com esse domínio. Gentner (1983) explica que, na TME, cada domínio possui particularidades que os caracterizam, podendo ser classificadas como elementos, atributos e relações entre elementos e atributos dos elementos. Os elementos de um domínio seriam os constitutivos desse domínio, aquilo que o compõe. Atributos seriam a aparência, as características desses elementos, como forma, cor, textura etc. As relações entre elementos e atributos dos elementos se referem ao comportamento e interação entre elementos e atributos de elementos. O mapeamento e 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 intenção dessa pesquisa, portanto, foi adequar a TME para o processo de design de modelos para a divulgação científica. A proposta surgiu a partir dos estudos desenvolvidos 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 (ALMEIDA, 2017; EMAR DE ALMEIDA, ALMEIDA e FERRY, 2018).

Desses estudos surgiu 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. Dessa feita, propomos a estrutura inicial do Método do Mapeamento Prévio – MMP.

3 Percurso metodológico

A partir das observações coletadas no processo de análise de modelos de divulgação científica, por meio da TME, iniciamos 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

Inicialmente, recorreremos a uma análise das propostas metodológicas próprias do design. Observamos, no decorrer da análise, que existem certas características comuns entre as propostas metodológicas, já que todas apresentam etapas ou fases, além da determinação do problema inicial. Entretanto, apontam-se divergências no que se refere ao número das fases ou etapas, ao caráter prescritivo ou descritivo do método, seu desenrolar linear ou cíclico entre as etapas e a possibilidade de *feedbacks* entre elas. Por linear, entende-se que uma etapa somente se inicia quando a etapa anterior é finalizada, processo rígido e hermético. Outros métodos permitem retornos para ajustes e avaliação de etapas anteriores, caracterizando dinâmicas cíclicas.

Para contribuir na análise, adotamos a tipologia de “macrofases”, proposta por Siqueira et al (2014, p.52), na qual todos processos metodológicos partem da situação problemática, passa por levantamento de alternativas de solução, finalizando com processos de detalhamento e especificações do produto final. Portanto, a tipologia das macrofases se divide em:

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

A análise dos métodos permitiu a verificação de similaridades e divergências quanto às etapas e abordagens do problema de pesquisa. Se for levada em consideração a cronologia de tais proposições metodológicas, é possível afirmar que, apesar de ainda manterem uma estrutura hierárquica e sequencial das etapas, 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 *brainstorming*, 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*, partimos 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 propriamente dita. 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-existentes.

Ainda na macrofases *criação ou elaboração*, iniciamos 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.

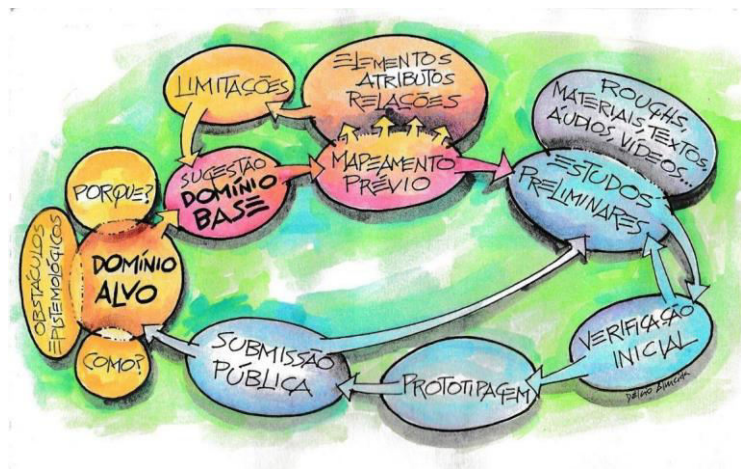
As propostas preliminares de modelos devem ser submetidas a testes, como um grupo de controle, no sentido da determinação de ajustes, inclusive na validação da relação analógica proposta. Caso seja positiva a verificação preliminar e feitos os ajustes necessários no processo de concepção, partimos para o processo de prototipagem, o qual pertenceria 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 e o levantamento de hipóteses, próprio do pensamento abdutivo, 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 do modelo advindo do processo no porvir.

Entendemos que as propostas metodológicas se apoiam em um contínuo intercâmbio de pensamentos e ações, variando entre induções, deduções e abduções, ocorrendo as dinâmicas de pensamentos convergentes e divergentes. As etapas permitem o deslocamento na ordem de aplicação entre elas e o pensamento abduutivo 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 2:

Figura 2 – Estrutura do Circuito Criativo de Modelagem do Método do Mapeamento Prévio



Fonte: arquivo pessoal (2019)

A definição do MMP permitiu a estruturação de ferramentas de apoio no processo de modelagem, principalmente nas macrofases iniciais. Foi possível organizar documentos que pudessem ser aplicados com a participação de indivíduos diretamente ligados aos campos da ciência – professores e pesquisadores – os quais não necessariamente pertençam à área do design. Portanto, após estudos e discussões, foram definidos quatro formulários que contribuiriam para facilitar a exposição de ideias.

O formulário 1 se refere à macrofase *identificação e análise do problema*, essencial para a emergência da primeira inspiração ou *insight* preliminar e preparação do processo criativo, auxiliadas pela técnica do *brainstorming*, objetivando a discussão, definição e detalhamento das entidades de interesse científico definidas pelas equipes, conforme apresentado na Figura 3:

Figura 3 – Formulário 1 de apoio ao *brainstorming*

Desenhando a ciência: metodologias ativas na concepção de modelos para a divulgação científica Entidade de interesse científico: <input type="text"/>	Relevância Por que alguém precisa aprender isso?	Métodos Como é possível ensinar isso?	Barreiras Por que é difícil ensinar isso?

Fonte: arquivo pessoal (2019)

O formulário 2 refere-se ao momento do mapeamento estrutural, que acontece antes da estruturação do modelo. Se refere às macrofases de *pesquisa* e da *criação ou elaboração*, associadas à etapa da preparação do processo criativo, os conhecimentos a respeito da entidade de interesse científico são expostos, dissecados, inseridos ou transformados. Isso permite que os participantes elenquem as características da entidade de interesse científico (DA) e da possível analogia proposta para se desenvolver a comparação (DB). É possível listar os elementos, atributos dos elementos e relações entre elementos e (relações de primeira ordem) e relações entre relações (relações de ordem superior), conforme observamos na Figura 4:

Figura 4 – Formulário 2 para comparação entre domínio base e domínio alvo

Entidade de interesse Científico:				
	Elemento Alvo:		Elemento Análogo:	Relações
Elemento E		Elemento E		r
Atributo A1		Atributo A1		
Atributo A2		Atributo A2		r
Atributo A3		Atributo A3		
Atributo A4		Atributo A4		r
Atributo A5		Atributo A5		

Fonte: arquivo pessoal (2019)

O formulário 3, observado na Figura 5, foi destinado à verificação das limitações do DB no que se refere às suas potencialidades representativas. Associado às macrofases de *pesquisa* e da *criação ou elaboração*, o formulário contribuiu para a etapa criativa da elaboração, momento em que o modelo a ser construído passa por uma análise criteriosa de seus elementos, atributos e relações de primeira ordem e de ordem superior, de forma que é possível propor estratégias que visem a superação de tais limitações ou mesmo a proposição de outros modelos alternativos:

Figura 5 - Formulário para definição das limitações do domínio alvo

Entidade de interesse Científico:			
	Elemento Análogo:		Limitações de representação:
Elemento E		Elemento E	
Atributo A1		Atributo A1	
Atributo A2		Atributo A2	
Atributo A3		Atributo A3	
Atributo A4		Atributo A4	
Atributo A5		Atributo A5	

Fonte: arquivo pessoal (2019)

O formulário 4, ainda na fase da elaboração, é utilizado para se proceder um resumo do processo criativo, servindo como uma ficha técnica das primeiras ideias do modelo a ser construído, com suas características formais, significativas e materiais. Pode ser utilizado nas macrofases da *pesquisa* e da *criação ou elaboração*, mas será igualmente útil nas macrofases da *especificação técnica* e da *modelagem e avaliação*. A Figura 6 apresenta sua estrutura:

Figura 6 - Formulário para detalhamento do modelo analógico

Detalhamento técnico da representação				
	Materiais	Croqui		Materiais
Elemento E1			Elemento E4	
Atributo A1			Atributo A1	
Atributo A2			Atributo A2	
Atributo A3			Atributo A3	
Atributo A4			Atributo A4	
Atributo A5			Atributo A5	
Elemento E2			Elemento E5	
Atributo A1			Atributo A1	
Atributo A2			Atributo A2	
Atributo A3			Atributo A3	
Atributo A4			Atributo A4	
Atributo A5			Atributo A5	
Elemento E3			Elemento E6	
Atributo A1			Atributo A1	
Atributo A2			Atributo A2	
Atributo A3			Atributo A3	
Atributo A4			Atributo A4	
Atributo A5			Atributo A5	

Fonte: arquivo pessoal (2019)

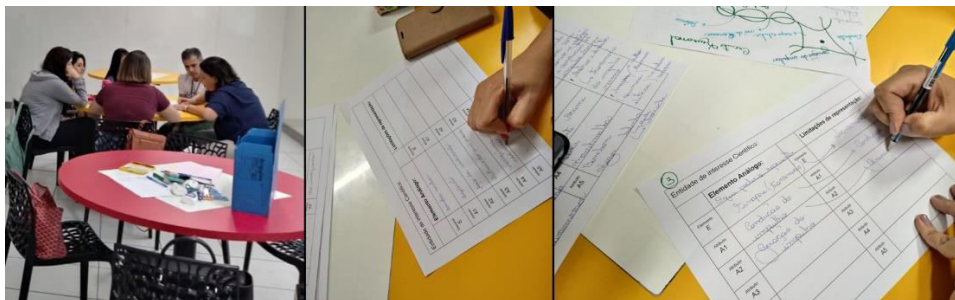
Descreveremos, a seguir, a aplicação do MMP em dois momentos distintos: no teste piloto e na aplicação posterior após mudanças e ajustes necessários para a coleta de dados da pesquisa.

3.2 Aplicação do MMP

O teste piloto ocorreu durante o V Congresso Internacional da ACADEMIC INTERNATIONAL NETWORK – ACINNET (UNIBH.BR, 2019), como ponto de partida para a estruturação da oficina de criação. O público participante foi formado por professores, pesquisadores e estudantes das mais diversas áreas do conhecimento do Brasil e de outras instituições privadas de ensino de países das Américas e da Europa.

Nessa oportunidade, submetemos a proposta de oficina *Desenhando a Ciência: metodologias ativas na concepção de modelos para divulgação da Ciência*, no sentido de levar os participantes a refletirem a respeito da tradução de conceitos científicos complexos. O desafio era definir ferramentas metodológicas de criação para um público não iniciado nos fundamentos do design. A Figura 7 apresenta recortes de momentos da oficina:

Figura 7 - Momentos da oficina Desenhando a Ciência, com a aplicação do teste piloto do MMP



Fonte: arquivo pessoal (2019)

A oficina nos permitiu analisar as abrangências e limitações do MMP, principalmente no que se refere às ferramentas e técnicas que compõem o método, além de apontar similaridades com métodos propostos por outros teóricos do design.

Verificamos que os métodos de Lawson (2017), Bonsiepe (2011) e Roozenburg & Eekels (1995) possuem características que se aproximam do MMP. Lawson (2017) sugere um método fluido, com uma estrutura que enfoca as potencialidades criativas dos atores no projeto, igualmente permitindo que diversas áreas do saber se interajam e colaborem para o desenvolvimento do projeto. Bonsiepe (2011) propõe a atenção para o caráter complexo de um projeto de design, destacando as etapas de problematização – em um processo dedutivo de pensamento – em que as perguntas o quê? por quê? e como? são levantadas. Essas questões remetem às perguntas iniciais de problematização do formulário 01 do MMP. Essas questões servem de guia para auxiliar no processo abdutivo de pensamento, favorecendo o levantamento de hipóteses quanto aos *outputs* necessários para definição de possíveis ações para se chegar à solução do problema. Roozenburg & Eekels (1995) propõem estruturas cíclicas e retroalimentadoras para seu procedimento metodológico, sendo as etapas iniciais de definição do problema – etapa abdutiva na essência - Análise e Síntese, etapas que levam em consideração os pontos de vista dos diversos atores envolvidos no processo. O processo todo se passa em um espaço colaborativo no sentido de alcançar resultados em comum, exigindo dos participantes a constante reflexão sobre sua própria prática de pensamento e ação (VALKENBURG, 2000; KLEINSMANN e VALKENBURG, 2008; MANZINI, 2017).

4.3 O redesign de modelo analógico para divulgação da astronomia

Após a descrição da oficina *Desenhando a Ciência*, ampliamos os estudos referentes ao MMP, objetivando o apontamento de caminhos para 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, sugerimos o compartilhamento de experiências, formação e expectativas relacionadas ao projeto de pesquisa em questão. Sugerimos que os participantes discutissem a respeito de temas relacionados às áreas de atuação, no sentido da proposição da entidade de interesse científico a ser modelada. Para tal, utilizamos o formulário de *brainstorming* como apoio na organização dos *insights* preliminares. Decidimos aplicar o MMP na reavaliação do Modelo Analógico ao Espaço Sideral 3D em Meio Fluido - MAES-3DMF (EMAR DE ALMEIDA, ALMEIDA e FERRY, 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. Para tal, observamos a necessidade do redesign do MAES-3DMF. A percepção da necessidade de modificações estruturais foi, inicialmente, considerada hipoteticamente, pois não possuíamos a certeza da eficácia das representações. Essas hipóteses surgiram quando iniciamos 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, procedemos 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. Optamos por adotar a analogia mais constatada durante a pesquisa, descrevendo *o buraco negro é como um vórtice que engole matéria e luz*.

Executamos, concomitantemente ao processo de mapeamento estrutural, 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 8:

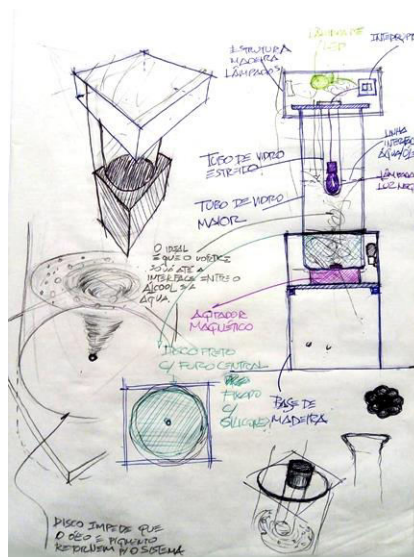
Figura 8 – Teste laboratorial para geração do vórtice



Fonte: arquivo pessoal (2021)

Igualmente desenvolvemos *roughs* colaborativos que permitiram a concepção da estrutura do modelo, conforme a Figura 9:

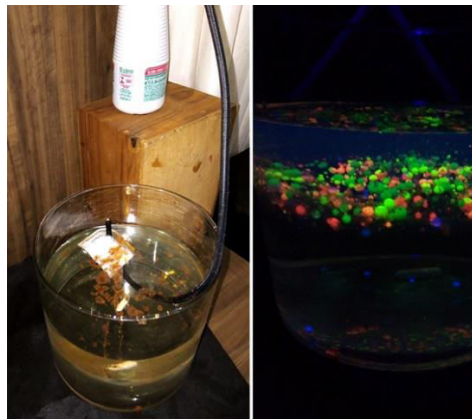
Figura 9 – *rough* do redesign do MAES-3DMF



Fonte: arquivo pessoal (2021)

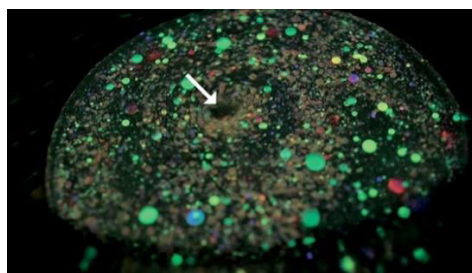
Partimos, em seguida, para a execução de testes para a formação do vórtice e o registro fotográfico e em vídeo do fenômeno, ainda na fase dos *mockups*, apresentados nas Figuras 10 e 11:

Figura 10 – Teste para formação do vórtice no MAES-3DMF



Fonte: arquivo pessoal (2021)

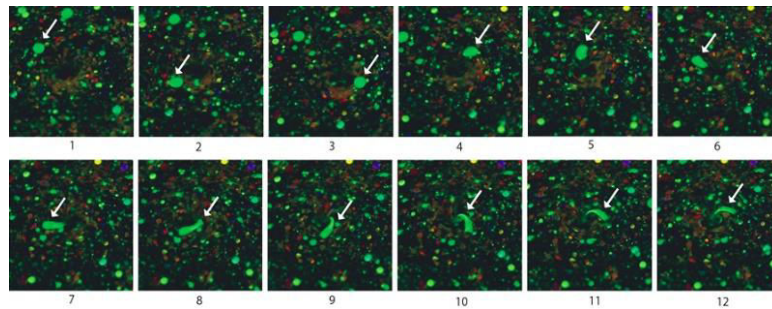
Figura 11 – Simulação do buraco negro no vórtice do MAES-3DMF



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 12 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:

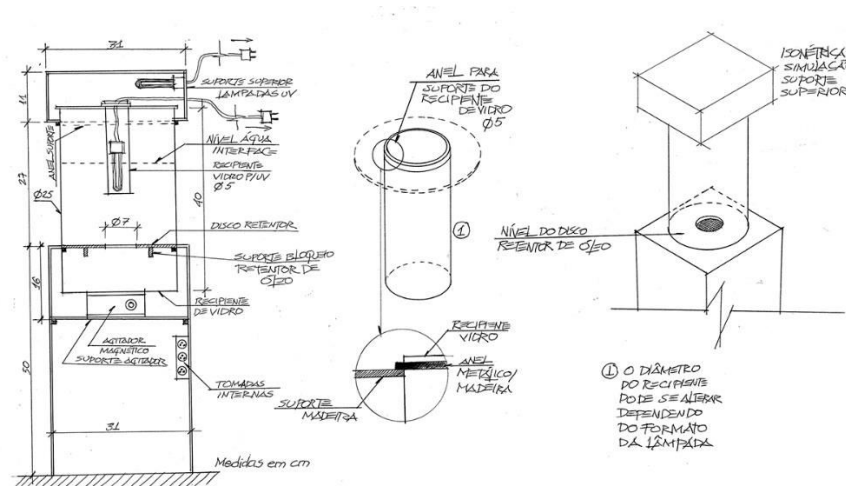
Figura 12 – Simulação do buraco negro no vórtice do MAES-3DMF



Fonte: arquivo pessoal (2021)

Perante os resultados dos testes iniciais (*mockups* e registros em fotografia e vídeo), partimos para o protótipo do modelo, com a definição dos materiais e desenhos técnicos. A Figura 13 apresenta o detalhamento do modelo:

Figura 13 – Representação técnica do MAES-3DMF remodelado



Fonte: arquivo pessoal (2021)

A construção do modelo físico se encontra em fase de execução no presente momento. Apesar de não termos tido a oportunidade da submissão pública, devido às restrições sanitárias ocasionadas pelo estado de emergência de saúde pública decorrente do Coronavírus - COVID-19, consideramos 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, pois o método é direcionado principalmente para esse público. Entendemos 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. Percebemos, no decorrer da aplicação do MMP, bloqueios criativos que normalmente ocorrem com indivíduos não habituados a participar de dinâmicas criativas de forma cotidiana. Isso permitiu que discutíssemos a respeito de conceitos preconcebidos do que seja um indivíduo criativo, observados no decorrer do processo. Igualmente percebemos 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 nos possibilitou verificar a 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, nos leva a refletir 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. Conforme fomos buscando otimizar a aplicação do MMP, nos deparamos com percalços ocorridos no processo, como a definição da equipe de modelagem e as restrições impostas pelo distanciamento social. Entretanto, o retorno dos participantes do teste piloto ocorrido na oficina *Desenhando a Ciência* e 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 envolvidos no 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.

5 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.
- ALMEIDA, R. B. S. **Analogias e modelos**: construção de objetos museais para a divulgação científica. 120 f. (Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Educação tecnológica) – Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais CEFET-MG, Belo Horizonte. 2017.
- BECKER, H. S. Métodos de Pesquisa em Ciências Sociais. São Paulo: Hucitec, 1993.

- BOMFIM, G. A. **Metodologia para desenvolvimento de projetos**. João Pessoa: Editora Universitária/UFPB, 1995.
- BONSIEPE, G. **Design, cultura e sociedade**. São Paulo: Blucher, 2011.
- BUCHANAN, R. **Design Research and the New Learning**. Design Issues: Volume 17, Number 4 Autumn 2001.
- BÜRDEK, B. E. **História, teoria e prática do Design de produtos**. São Paulo: Edgard Blücher. 496 p. 2006.
- 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.
- COSTA Jr, H. G. **O Design como estratégia de divulgação científica: o caso da FAPEMIG in Divulgação Científica: novos horizontes**. Fagundes, V & Silva Jr, M. G. (orgs.). Belo Horizonte: Mazza Edições, 2017 ePub.
- CROSS, N. **Design Thinking: understanding how designers think and work**. – 1 ed. – London: Palgrave USA, 2011.
- 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.
- 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, 352p.
- 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**. 2008.
- LAWSON, B. **Books, papers and reports**. In Bryan Lawson, Professor Emeritus. School of Architecture. 2017. Disponível em: <<https://goo.gl/4akDkO>>. Acesso em 17 abr. 2019.
- 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, Y. **La semiosfera**. (trad. de Desidério Navarro). Madrid: Ediciones Cátedra, 1996.
- LUPTON, E.; PHILLIPS, J. **Novos fundamentos do design**. São Paulo: Cosac & Naify, 2008. 247 p.
- 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.
- 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.
- MORA, A. M. S. **A Divulgação Científica como Literatura**. Rio de Janeiro: Casa da Ciência

Editora, UFRJ, 2003.

MOZZER, N. B.; JUSTI, R. **Nem tudo que reluz é ouro**: Uma discussão sobre analogias e outras similaridades e recursos utilizados no ensino de Ciências. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 15, n. 1, p. 123–147. 2015.

MUNARI, B. **Das coisas nascem coisas**. São Paulo: Martins Fontes. 1981

OLIVEIRA, A. R. M. **Design como pensamento**: uma breve história da metodologia de Design. Recife: Centro de Artes e Comunicação – UFPE, 167 p., 2017.

PEIRCE, C. S. **Semiótica**. S. Paulo: Editora Perspectiva, 2005, 337 p.

PIASSI, L. P. C.; SANTOS, C. C.; SANTOS, E. I. **Ciência e Comunicação**: a divulgação científica através de artefatos culturais no projeto “Banca da Ciência”. XXXVI Congresso Brasileiro de Ciências da Comunicação – Intercom – Manaus, AM – 4 a 7/9/2013.

POPPER, K. R. **A lógica da pesquisa científica**. São Paulo: Cultrix. 2005.

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

ROOZENBURG, N. F. M.; Eekels, J. **Product Design: Fundamentals and methods**. Chichester: Wiley. 1995.

SILVA, H. C. **O que é divulgação científica**. *Ciência & Ensino*, v.1, n. 1, 2006.

SILVA, S. L. **Os fundamentos ontológicos das relações entre design e arte**. Tese (Doutorado em Design) Universidade do Estado de Minas Gerais, Programa de Pós-graduação em Design, 2019.

SILVA Jr. M. G. Edição e (trans)criação do discurso especializado na revista Minas Faz Ciência. In **Divulgação Científica: novos horizontes**. Fagundes, V & Silva Jr, M. G. (orgs.). Belo Horizonte: Mazza Edições, 2017 ePub.

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.

TERRAZZAN, E. A. et al. **Estudo das analogias utilizadas em coleções didáticas de física, química e biologia**. *Enseñanza de las Ciencias, NEC/CE/Universidade Federal de Santa Maria*. Brasil, Número Extra, VII Congreso, 2005.

UNIBH, Centro Universitário de Belo Horizonte. **V Congresso Internacional da ACADEMIC INTERNATIONAL NETWORK – ACINNET**, 2019.

VALKENBURG, R. **The Reflective Practice in product design teams**. PhD thesis, Delft University of Technology, 2000.