

KARYON: o papel do Design na concepção de um jogo digital para o ensino de citologia por meio de analogias

Délcio Julião Emar de Almeida

Centro Universitário de Belo Horizonte – UNIBH

<http://lattes.cnpq.br/0617499913301856>

delcio.artes@gmail.com

Nathaly Vitoria Almeida Santos

Centro Universitário de Belo Horizonte - UNIBH

nathalyalmeida2004@gmail.com

Eduardo Rangel Brandão

Centro Universitário de Belo Horizonte - UNIBH

edu.rangel.art@gmail.com

Resumo

O presente artigo apresenta o desenvolvimento de um jogo digital educativo que objetiva o ensino de citologia destinado a crianças do ensino fundamental II, a partir da utilização de analogias entre células e a estrutura de uma fábrica, no sentido de facilitar a compreensão de conceitos abstratos, ligados ao ensino de ciências, comparados a princípios familiares ao cotidiano dos aprendentes. A proposta foi estruturada a partir dos conceitos da Teoria do Mapeamento Estrutural e do Método do Mapeamento Prévio, além de serem discutidos conceitos relacionados ao Design Colaborativo e princípios da experiência do usuário. São apresentadas as etapas de concepção do jogo digital, estruturado como recurso complementar para o ensino de ciências tradicional, promovendo o engajamento, o raciocínio lógico e a aprendizagem ativa por meio de mecânicas gamificadas proporcionando dinâmicas de aprendizagem significativa, potencializando, igualmente, as práticas de divulgação científica.

Palavras-chave

Design colaborativo; Educação em Ciências; Design de Interação; Gamificação; Ensino por analogias

KARYON: the role of Design in the conception of a digital game for teaching cytology through analogies

Abstract

This article presents the development of an educational digital game that aims to teach cytology to elementary school children, based on the use of analogies between cells and the structure of a factory, in order to facilitate the understanding of abstract concepts, linked to science teaching, compared to principles familiar to the learners' daily lives. The proposal was structured based on the concepts of Structural Mapping Theory and the Prior Mapping Method, in addition to discussing concepts related to collaborative design and principles of user experience. The stages of designing the digital game will be presented, structured as a complementary resource for traditional science teaching, promoting engagement, logical reasoning and active learning through gamified mechanics, providing meaningful learning dynamics, also enhancing scientific dissemination practices.

Keywords

Collaborative Design; Science Education; Interaction Design; Gamification; Teaching by Analogies

1 Introdução

O artigo inicia discutindo o papel do Design na construção de estratégias de divulgação e ensino da ciência, propondo um espaço de reflexão e desenvolvimento de estratégias para divulgação e ensino/aprendizagem de conteúdos científicos, a partir do estudo de metodologias e da aplicação de métodos de concepção de objetos, materiais e modelos que visem atender à comunidade, em particular ao que se refere ao ambiente escolar. Visa, portanto, construir a cultura do Design enquanto área transdisciplinar de conhecimento, com foco no seu papel social e reforçando as estratégias de ensino e aprendizagem da área, estimulando a reflexão a respeito dos seus fazeres e os desdobramentos do Design como área de produção científica.

A proposta surge a partir das propostas de iniciação científica e de trabalho de conclusão de curso de discentes dos cursos de Design Bacharelado do Centro Universitário de Belo Horizonte - UNIBH na produção e pesquisa de técnicas e meios que atendam principalmente às instituições de ensino fundamental e médio, por meio do levantamento de demandas dos corpos docentes dessas instituições, no sentido de contemplar a construção do conhecimento e promover uma educação científica de qualidade, disponível e acessível, com vias à democratização desses conteúdos científicos (MORA, 2003; PIASSI et al, 2013).

Pretende-se o levantamento de temas e conteúdos relacionados às entidades de interesse científico junto com os docentes do ensino fundamental II (faixa etária entre 11 e 13 anos), suas dificuldades em abordar tais assuntos e, dessa forma, a proposição de estratégias inovadoras de divulgação científica, ensino e aprendizagem de tais entidades, em um processo participativo e transdisciplinar de criação e inovação (MANZINI, 2017).

O investimento de recursos no desenvolvimento do projeto se justifica pela urgência em construir laços entre as produções científicas próprias da comunidade acadêmica, em particular o Design, instituições de ensino e a população em geral, incentivando o interesse aos temas relacionados à ciência. Possui, como finalidade principal, a produção e divulgação dos conhecimentos científicos, culturais e artísticos que proporcionem a aproximação estreita entre áreas do conhecimento, com foco na transdisciplinaridade. Esse processo se deu, primeiramente, com a organização do contato entre a equipe de pesquisa e profissionais de ensino de instituições públicas na cidade de Belo Horizonte (Minas Gerais, Brasil), que será detalhada posteriormente.

A pesquisa desenvolvida surgiu como uma oportunidade de lançar as bases para o estabelecimento de um ambiente de construção coletiva do conhecimento e valorização das ciências, ambiente esse que, pela própria natureza da proposta, se organiza como um projeto colaborativo que incentiva a relação horizontalizada dos envolvidos na sua construção.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

No sentido de aportar a pesquisa, o referencial teórico se estrutura no papel social do Design e sua relação com as dinâmicas de ensino, aprendizagem e divulgação da ciência, traçando um paralelo entre essas grandes áreas do conhecimento, no sentido de apresentar a relação do Design na construção de estratégias de conhecimento relacionados às ciências e como isso reflete na própria formação discente em Design. Igualmente, serão abordados os processos colaborativos em Design, em particular o Método do Mapeamento Prévio, o qual foi utilizado como instrumento para a concepção da estratégia de design do jogo digital analisado nesse artigo.

2.1 Os métodos colaborativos no Design

Os processos de Design Colaborativo podem ser entendidos como aqueles que envolvem os mais variados grupos de interesse no processo de concepção de um produto, serviço ou sistema de informação. Esses grupos de interesse são formados por clientes, designs, usuários dentre outros atores, que atuam colaborativamente para fazer emergir soluções para problemas que afetam a

sociedade em que estejam inseridos. Manzini (2008) propõe o conceito de comunidades criativas, que são grupos que se atuam colaborativamente na tentativa de encontrar soluções para problemas das mais diversas vertentes. A formação de equipes transdisciplinares permite o compartilhamento de conhecimentos, vivências, percepções e expectativas diversas, as quais refletirão nos produtos concebidos a partir dessas dinâmicas (KLEINSMANN, 2006; KLEINSMANN e VALKENBURG, 2008; MANZINI, 2017). Nesses processos, as comunidades criativas igualmente compartilham aspectos psicológicos e emocionais, o que carrega o processo e os possíveis resultados com poderosa dimensão humana (BUCHANAN, 2001; ALEXANDRE, REIS e NOVAES, 2019). O Design, enquanto área transdisciplinar, proporciona a emergência de produtos que contribuem para as estratégias cognitivas, principalmente no que se refere à conexão afetiva de valores e significados, levando os atores envolvidos nesses processos a refletir a respeito das técnicas e dimensões científicas dos campos de saber (CARDOSO, 2012). Esse compartilhamento do espaço sensível, a partir das dinâmicas transdisciplinares, permite aos indivíduos a percepção da ação ativa no contexto partilhado, no qual os discursos e visibilidades são (re)codificados e transformados, pois, conforme sugere Rancière (2005), esse espaço de partilha do comum é onde se forma o palco para a negociação de relações éticas, representacionais e estéticas.

Os métodos colaborativos, portanto, abrangendo todos os participantes direta e indiretamente impactados pelo projeto, resultam em estratégias de design inclusivas e centradas no usuário, contribuindo para resultados alinhados a expectativas dos envolvidos. Os métodos colaborativos proporcionam graus relacionais intensos, de trocas e encontros, gerando valores comuns, afirmando a dimensão transdisciplinar do Design e sua adequação nos contextos sociais, elencando diversos agentes no processo de criação (BUCHANAN, 1992; DEVERGENES e CAVALCANTE, 2020; MANZINI, 2017; MARTRILA, 2018).

A partir de tais reflexões, apresenta-se a oportunidade da discussão a respeito do papel do Design na proposição de estratégias de ensino e aprendizagem da Ciência. Serão discutidas, a seguir, questões relacionadas ao papel social do Design e os conceitos de concepção de modelos de ensino a partir de analogias e as características do Método do Mapeamento Prévio.

2. 2 O papel social do Design e sua colaboração nas dinâmicas de ensino/aprendizagem

É possível sugerir que da ação do Design é, por natureza, uma ação social, no momento em que todo projeto de Design se direciona à sociedade, intencionando seu bem-estar. É indiscutível a importância do Design nos processos sociais, pois como afirma Lima e Martins (2011, p.117), o Design se apresenta como manifestação em situações sociais, econômicas e políticas, já que está “[...] muito mais embasado numa relação com a sociedade do que somente apresentado como uma área de estudo que sustenta a si própria”. Principalmente no que se refere às iniciativas de divulgação das Ciências, tanto em ambientes formais (escolas e institutos de educação), quanto não formais, como museus, exposições científicas, programas de TV, web dentre outros, o designer é um mediador de conhecimento, agente ativo na produção de meios visuais, sonoros e táteis que traduzem conceitos abstratos em produtos concretos. Concreto no sentido da apreensibilidade do conteúdo comunicacional que deve estar organicamente inserida no complexo formal e material do projeto de Design, o que conduzirá a uma efetiva experiência estética, compartilhada e inteligível, sendo que essa experiência é igualmente um ato político, sensivelmente partilhada (RANCIÈRE, 2005).

Ribeiro e Valentim (2014) apontam a relação visível do Design e os processos sociais, cujos produtos vão além das pragmáticas nas relações usuário/consumidor, já que essa dinâmica é baseada em uma relação afetiva, na qual os produtos do Design se portam como mediadores de simbolismos que avançam para além de seus valores materiais.

Essa reflexão a respeito do papel do profissional em Design se observa no impacto da área no corpo da sociedade, pois, como sugere Redig (2011), o termo design social como um pleonismo, no momento em que não existe design que não seja social para a sociedade. Esse pensamento levanta a discussão em como a atuação dos profissionais de Design impacta diretamente nas dinâmicas sociais, assumindo compromissos morais que guiarão os processos de criação de solução que repercutirão nas sociedades afetadas por essa atuação, aproximando os termos design e cidadania, o que reforça a responsabilidade social do designer na sua prática profissional (HELLER e VIENNE, 2003; WANDERLEY et al, 2017), Dessa forma, o ensino de design deve evocar no discente essa consciência crítica, fundamental para embasar sua atuação, tanto na academia quanto no mundo do trabalho, em particular no que se refere ao cenário de desigualdades que caracterizam a sociedade brasileira, carentes de projetos de educação que visem o compartilhamento democrático e acessível. Nesse panorama, a escola possui a tarefa de construção do conhecimento, nos quais os sujeitos envolvidos necessitam que suas vivências, particularidades e capacidades sejam reconhecidas (FONTOURA, 2002).

Dessa forma, a participação de vários atores no processo de construção do conhecimento é fundamental para a eficácia dos mesmos, pois conforme explica Zamperetti (2009), embasar os processos de ensino e aprendizagem em ações colaborativas irá proporcionar a criação de espaços de confiança e diversidade, terreno propício para a manifestação de subjetividades criativas e expressão intensa. A relação entre profissionais do Design em colaboração com professores e estudantes em dinâmicas colaborativas é fundamental para a construção de estratégias de ensino e aprendizagem. Tanto designers quanto docentes e discentes são sujeitos de ação social, os quais empreendem dinâmicas importantes na interação educação contribuindo para a preparação desses sujeitos no sentido de atuar na sociedade, proporcionando mudanças sociais e tecnológicas (COUTINHO e LOPES, 2011).

Portanto, discutir a ação do Design como agente mediador nas dinâmicas pedagógicas, pode potencializar o diálogo entre docentes e discentes em práticas colaborativas de construção do conhecimento, representando grandes oportunidades na proposição de práticas de ensino, possibilitando aprendizagem significativa. Moreira (1999) ensina que existem basicamente três tipos de aprendizagem: afetiva, cognitiva e psicomotora. Na aprendizagem afetiva, observa-se a associação com experiências pelas quais o indivíduo passou, que interferem na sua apreensão do mundo por meio dos sentimentos relacionados a essas experiências. Dor, prazer, raiva, alívio são fortes indícios de como uma situação foi absorvida, resultando em seu registro no subconsciente do indivíduo. A aprendizagem cognitiva baseia-se na estrutura de informações que o sujeito adquire ao longo da vida, que se organiza em um processo contínuo de assimilação e apreensão de informação. Está diretamente associada à aprendizagem afetiva. A aprendizagem psicomotora está relacionada de certas habilidades físicas adquiridas por meio de exercícios e treinamentos, sendo que a aprendizagem cognitiva é importante para a aquisição de habilidades psicomotoras. Moreira (1999) afirma que, de acordo com a teoria de Ausubel¹, o conhecimento prévio de um indivíduo, aquilo que ele já sabe, é o elemento principal da aprendizagem. Esse conhecimento prévio interage à nova informação e podem se modificar mutuamente. Nesse processo, ocorre a aprendizagem significativa. Masini e Moreira (2008, p. 16) resumem a relação entre esses conhecimentos novos e prévios, nos quais “o novo passa a ter significados para indivíduo e o prévio adquire novos significados, fica mais

¹ David Paul Ausubel (1918/ 2008), médico psiquiatra e professor emérito da Universidade de Columbia, em Nova Iorque, EUA, buscou um caminho teórico para explicar o processo de aprendizagem, se baseando principalmente na questão da cognição. Afirma que a aprendizagem se dá pela organização dos conteúdos adquiridos e integrados no arcabouço cognitivo do indivíduo, que não só assimila de forma passiva novas informações e vivências, mas as processa e interpreta a partir desse complexo informacional.

diferenciado, mais elaborado.” A aprendizagem significativa se encontra na base da construção do conhecimento, pois deve ser um complexo harmônico de estímulos emocionais e psicomotores que influenciam na estrutura cognitiva, preparando a base que irá ancorar novas aquisições. Para ocorrer a aprendizagem significativa, necessita-se a utilização de artifícios que funcionarão para ancorar a nova aprendizagem e contribuirão para a formação de conceitos que conectarão os próximos conteúdos aos quais o sujeito se encontre exposto (AUSUBEL, 2003; MOREIRA, 1999). Verifica-se uma aproximação com a teoria dos modelos analógicos, já que estes se prestam a demonstrar conteúdos de forma abstrata e inclusiva. Os modelos analógicos, no sentido de traduzir certos conteúdos, funcionam como ponte, como veículo para os novos conceitos que devem ser expostos. O polissêmico termo *modelo* será adotado, para fins de definição do presente projeto, como uma representação parcial de uma entidade de interesse científico². Um modelo estabelece relações de similaridade com a entidade de interesse científico a ser modelada, ou seja, são mediadores de conhecimento entre a realidade e as teorias a respeito dessas realidades (CHAMIZO, 2011; GIERE, 1988; MOZZER e JUSTI, 2015). Essas relações de similaridade podem ser caracterizadas como comparações analógicas entre dois domínios, ou seja, modelos são representações parciais estruturadas em analogias (DUI, 1991; MOZZER e JUSTI, 2015). Um modelo estabelece relações entre o domínio-alvo (aquilo que se quer representar) e um domínio-base (o domínio análogo, familiar a quem elabora o modelo). Na Figura 01, é possível verificar a dinâmica relacional entre modelo, domínios e relações análogas.

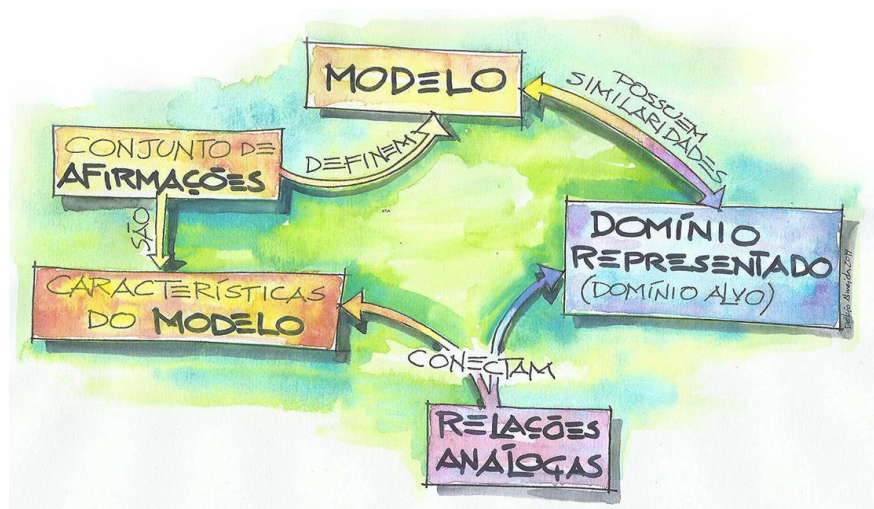


Figura 01 – Representação do relacionamento entre um conjunto de afirmações sobre o modelo

Fonte: Emar de Almeida (2021)

O processo de concepção de modelos, nomeado como modelagem, dependerá das intenções para as quais o modelo será destinado. No caso da presente pesquisa, o modelo será classificado como modelo de ensino, pois, no âmbito do ensino de ciências, Mozzer e Justi (2015) classificam os modelos como curriculares e de ensino. Os modelos curriculares se referem a representações simplificadas de conceitos científicos desenvolvidas por professores e produtores de materiais didáticos. Os modelos de ensino são desenvolvidos no sentido de facilitar a compreensão de um

² Por entidade de interesse científico, podemos entender todo objeto de estudo e pesquisa relacionado às ciências, como partículas, conceitos, processo e fenômenos.

aspecto específico de um modelo curricular (MOZZER e JUSTI, 2015). Esses modelos podem ser desenhos, gráficos, diagramas, simulações, modelos 3D ou as próprias analogias.

2. 3 O Método do Mapeamento Prévio

O Método do Mapeamento Prévio (MMP) originou-se a partir dos estudos da Teoria do Mapeamento Estrutural (TME), proposta por Dedre Gentner, professora e pesquisadora do departamento de psicologia da Northwestern University (estado de Illinois, EUA), cujas pesquisas na área de psicologia cognitiva se direcionam principalmente aos processos de raciocínio por analogias. Gentner (1983) afirma que as abrangências e limitações das analogias são fundamentais para a determinação da eficácia do uso dessas comparações nos processos de raciocínio e construção do conhecimento. Resumidamente, o processo de mapeamento estrutural se baseia no levantamento dos elementos que compõem cada um dos domínios, atributos dos elementos e relações entre elementos e atributos desses elementos. Ou seja, tanto o domínio-base quanto o domínio-alvo devem possuir o máximo de alinhamentos um por um, tanto quanto elementos componentes, predicados ou atributos e, preferencialmente, relações de primeira ordem e ordem superior nos processos de comparação. Uma relação de primeira ordem é aquela na qual existem relações entre dois ou mais elementos que compõem cada domínio da comparação, enquanto uma relação de ordem superior é aquela em que é possível mapear relações entre relações nos dois domínios, ou seja, o comportamento e ações dos elementos (FERRY, 2016). As premissas dos conceitos da TME, aplicada tanto na análise estrutural de analogias quanto modelos concebidos para ensino e divulgação científica, fundamentam o Método do Mapeamento Prévio (MMP), proposto por Emar de Almeida (2021) como ferramenta metodológica que apoia e potencializa o processo de criação de estratégias de Design para o ensino e aprendizagem de ciências quanto à divulgação científica. O MMP busca o alinhamento do pensamento do Design e Ciência, na medida em que permite demonstrar que o exercício criativo não é uma área restrita ao profissional do Design, e, em contrapartida, é possível que ocorra a interação com os profissionais da Ciência, como professores e pesquisadores, no sentido de conceber estratégias visuais para o ensino de ciências e na divulgação científica, em uma dinâmica de colaboração intensa. O MMP propõe avaliar a relação analógica e definir as características do modelo, trazendo à tona abrangências e possíveis limitações estruturais, funcionais e semânticas, com o objetivo da superação dos obstáculos epistemológicos do modelo analógico e a proposição de ações complementares no processo de ensino/aprendizagem (EMAR DE ALMEIDA, 2021). Na Figura 2, observa-se o Circuito Criativo do MMP:

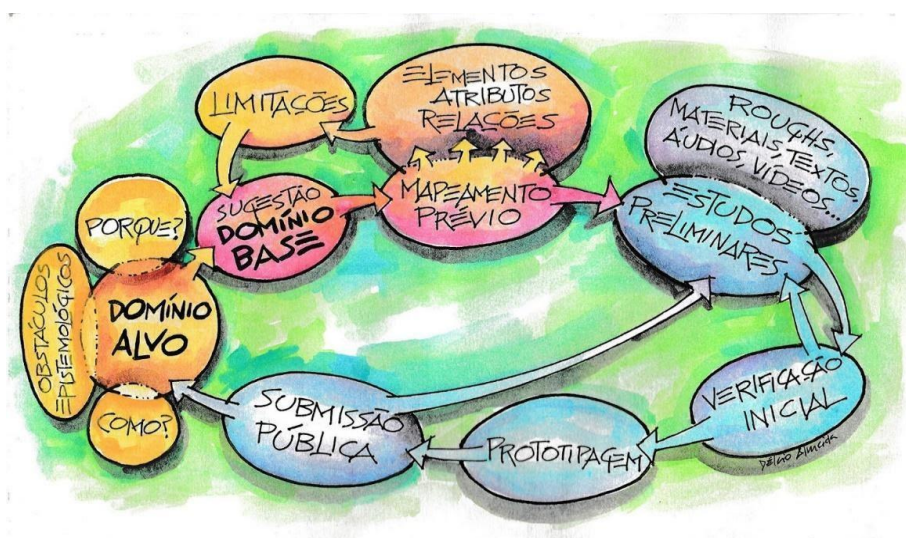


Figura 02 – Esquema do circuito criativo do MMP

Fonte: Emar de Almeida (2021)

Portanto, o MMP propõe refletir a respeito da concepção do design de produtos conceitualmente bem estruturados, possibilitando que docentes e discentes se engajem em dinâmicas de aprendizagem significativa, desvendando entidades de interesse científico e permitindo o acesso à informação científica de qualidade.

2.4 Recursos digitais no ensino de ciências

De acordo com o Censo Escolar de 2023 (BRASIL, 2024), apenas 44% das escolas de ensino fundamental e médio – levantamento de escolas municipais e estaduais - possuem laboratório de ciências, ao passo que a infraestrutura dos laboratórios vem piorando ainda mais com o passar dos anos, observando-se uma possível redução desses números entre os anos de 2022 e 2023. Com essa escassez de laboratório, as escolas possuem apenas livros didáticos com textos e imagens como recurso para o ensino de ciência, o que pode, muitas das vezes, gerar falta de entendimento da matéria por parte dos alunos, visto que os conceitos abordados, como a estrutura e o funcionamento das células, são abstratos e muitas vezes de difícil assimilação. Silva et al (2014) argumentam que os alunos possuem dificuldade em aprender conceitos abstratos, em particular os relacionados à citologia, apenas se baseando em abordagens presentes nos livros didáticos por meios de ilustrações, já que tais conceitos se apresentam como distantes do cotidiano do discente.

Diante dessa dificuldade, torna-se fundamental a adoção de estratégias que proporcionem um ensino-aprendizagem mais acessível. Dentro dessas possíveis estratégias, um jogo digital educativo emerge como uma opção viável, considerando a maior disponibilidade de recursos tecnológicos (acesso à internet e laboratórios de informática) presentes nas escolas públicas brasileiras (BRASIL, 2024). Santos (2022) sugerem que os jogos digitais possuem a função de envolver a criança nos processos de aprendizagem por meio de atividades lúdicas que desenvolvam habilidades cognitivas, tais como raciocínio lógico, pensamento estratégico, concentração e memorização. Assim, a gamificação no ensino de citologia, além de contribuir para minimizar as dificuldades enfrentadas na compreensão da matéria e despertar maior interesse pelo tema, também pode ajudar as crianças a desenvolver suas habilidades emocionais, aprendendo a lidar com os desafios, perdas e frustrações (SANTOS, 2022).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A partir das discussões teóricas, serão apresentados os procedimentos metodológicos referentes ao desenvolvimento do jogo digital *Karyon*, caracterizado como modelo analógico para o ensino e aprendizagem de conceitos relacionados à citologia³, direcionado ao público infanto-juvenil, em particular aos alunos do nível fundamental II (PCN, 1998). O projeto utiliza a analogia de uma célula com uma fábrica, na qual cada organela celular corresponde a um setor específico, facilitando a compreensão de conceitos abstratos através de uma experiência lúdica e interativa. A motivação para o desenvolvimento do jogo se encontra na dificuldade tradicional relacionada à assimilação de conteúdos complexos de citologia, principalmente devido à escassez de laboratórios escolares adequados e às limitações das metodologias tradicionais baseadas apenas em livros didáticos. A abordagem metodológica compreendeu a coleta e análise de dados qualitativos sobre o uso de analogias por professores de Ciências e Biologia, permitindo identificar os benefícios e desafios dessa estratégia pedagógica.

³ Citologia, também conhecida como biologia celular, é o ramo da biologia que estuda as células, suas estruturas, funções e processos vitais. No ensino de ciências, especialmente nos anos finais do ensino fundamental e no ensino médio, a citologia desempenha um papel fundamental para a compreensão da unidade estrutural e funcional dos seres vivos.

Inicialmente, a equipe de pesquisadores (equipe preliminar), formada por professores e estudantes dos cursos de Design de Institutos de Ensino Superior do Grupo Ânima, a partir da intenção de se construir uma estratégia de ensino de ciências por meio de métodos colaborativos de Design, em particular o MMP. A partir da definição das personas da proposta (estudantes e professores do ensino fundamental II), a equipe preliminar entrou em contato com professores e professoras de Ciência para a apresentação da proposta de pesquisa e estabelecimento do convite para que integrassem a equipe de modelagem. O convite foi aceito por uma professora de Ciência e, dada a formação dessa professora como bióloga e sua experiência na docência, foi estabelecido que o tema a ser explorado seria a citologia, principalmente pelo fato da dificuldade da mesma em abordar o tema em suas aulas. A equipe de modelagem, agora completa, organizou e aplicou questionários e entrevistas direcionadas tanto com alunos quanto professores no sentido de analisar as dinâmicas, estratégias normalmente utilizadas no ensino de citologia e dificuldades apresentadas nesse processo. Para os professores, o questionário discutia a primeira etapa do MMP, na qual se fazem as perguntas “porque se ensina o conceito de citologia”, “como é ensinado” e “quais as dificuldades e obstáculos epistemológicos que podem surgir no processo?” e “qual ou quais analogias são utilizadas nos processos de ensino do conceito?”. A tabulação e análise dos dados qualitativos coletados nas entrevistas e questionários permitiram a constatação e a elaboração da proposição analógica “uma célula é como uma fábrica”. Após a definição da analogia, passou-se para a etapa de mapeamento estrutural da MMP, com o levantamento de elementos, atributos dos elementos, relações de primeira ordem e de ordem superior entre os dois domínios. Devido às restrições de formato desse artigo, não serão apresentadas as planilhas do mapeamento estrutural, pois são muito extensas. Entretanto, seguem alguns exemplos dos componentes das comparações, no sentido de ilustração, como portões e muros = membrana plasmática; espaço físico onde todas as máquinas e departamentos estão instalados = Citoplasma é ambiente gelatinoso onde as organelas estão suspensas; máquinas de montagem produzem os insumos da fábrica = ribossomos produzem proteínas.

Vale destacar que, durante o processo de modelagem, ideias e imagens a respeito do possível modelo começam a emergir. É sugerido aos participantes a não se prenderem nessas primeiras ideias, mas sem descartá-las, pois são essenciais para processo criativo. Segundo Emar de Almeida (2021), o processo criativo permeia todas as etapas de um projeto, sendo que o mapeamento estrutural se caracteriza com uma etapa de aquecimento e preparação para o design do projeto. O processo do MMP é iterativo e permite que etapas sejam revisitadas, adiantadas e reconstruídas, dependendo do que o processo demanda. Ideias como jogos de cartas e jogos de tabuleiros surgiram e foram colocados em perspectiva para uma análise mais criteriosa nos passos seguintes.

Após o processo de mapeamento estrutural, iniciou-se a discussão e definição do modelo que melhor atendesse à proposta de modelagem, sendo escolhido o jogo digital, conforme explicitado anteriormente. A partir dessa definição, iniciou-se a etapa de pré-projeto, pesquisa de projetos similares, construção de *moodboards*, do quadro canvas do projeto, *roughs*, *wireframe*, processos de *naming* e construção da identidade visual. Nestas etapas, a colaboração dos professores de ciência, que participaram direta ou indiretamente da equipe de modelagem, foi fundamental para se entender conceitos e propor a navegação, estratégias e visibilidades do jogo digital, reiterando o papel transdisciplinar da concepção do design do produto.

3.1 Proposta de solução

A proposta do jogo digital educativo utilizando a metáfora de uma fábrica para representar o funcionamento de uma célula, jogo esse baseado no gênero *tycoon*, que se refere a um jogo de simulação de negócios que permite gerenciar e expandir um negócio virtual, no qual o objetivo é traçar estratégias, otimizar e aumentar a lucratividade dentre outras estratégias. A proposta visa

uma experiência interativa de simulação e gerenciamento, na qual o jogador assume o papel de administrador de uma fábrica celular. Nesse ambiente, o jogador será responsável por construir, aprimorar e coordenar organelas que desempenham funções vitais, como produção de energia, síntese de proteínas, transporte de substâncias e defesa celular, entre outras.

O jogo foi desenvolvido com foco na acessibilidade e na usabilidade, apoiado nos princípios do game design e da gamificação, por meio de uma interface clara e amigável, que privilegia a navegação intuitiva, o uso de ícones representativos, esquemas de cores, didáticas e animações explicativas, facilitando o engajamento e o processo de aprendizagem dos usuários. O Game Design compreende o planejamento e desenvolvimento das mecânicas, regras, desafios e recompensas que estruturam a experiência do jogo. No contexto deste projeto, essas estruturas são utilizadas para transformar o conteúdo educacional em uma experiência lúdica e interativa. A construção do jogo inclui recursos como sistema de níveis, missões, feedback visual e recompensas por progresso, o que estimula o engajamento contínuo do jogador (GEE, 2007). A gamificação complementa essa abordagem ao aplicar elementos típicos de jogos em contextos não lúdicos — neste caso, a educação. Ela contribui para aumentar a motivação, promovendo um ambiente de aprendizagem mais atraente, participativo e eficaz. O uso de pontos, conquistas e metas contribui para manter o interesse do aluno e reforçar comportamentos desejados, como a experimentação e a persistência diante de desafios conceituais (DETERDING, 2011).

A estrutura do jogo conta com um sistema de progressão baseado em objetivos e desafios com fins pedagógicos, incentivando o jogador a experimentar, observar consequências e tomar decisões estratégicas dentro do ambiente simulado. A experiência é reforçada por meio de *feedbacks* constantes, que orientam o jogador durante a interação e promovem a fixação dos conceitos biológicos abordados. O desenvolvimento do jogo é pautado nos princípios do Design Centrado no Usuário, aliado a fundamentos das teorias de Aprendizagem Baseada em Jogos, com o intuito de criar uma ferramenta didática eficaz, envolvente e capaz de despertar o interesse pela biologia de forma prática, contextualizada e significativa. A Aprendizagem Baseada em Jogos (*Game-Based Learning*) é uma abordagem pedagógica que utiliza jogos como ferramenta de ensino, permitindo que os estudantes aprendam ao interagir com sistemas que simulam situações reais ou conceitos abstratos (SYLVESTRE et al, 2024). Essa abordagem estimula o pensamento crítico, a tomada de decisão e o aprendizado pela descoberta. Além disso, promove a autonomia e o protagonismo do estudante, já que o avanço no jogo depende da compreensão dos conteúdos e da aplicação de estratégias adequadas. O erro não é penalizado como em contextos tradicionais, mas tratado como parte do processo de aprendizagem.

3.1.1 Processo de naming

A equipe de modelagem, após efetuar pesquisas e discussões, baseadas em dinâmicas de *naming*, optou pela escolha do nome *Karyon*, que tem origem na palavra grega κάρυον (*karyon*) que significa núcleo. A escolha desse nome se dá pela referência às células eucariontes, que é uma associação dos termos (do grego *eu*, que significa verdadeiro, e *karyon*, que significa núcleo), além de permitirem uma leitura e pronúncia direta, sem evocar ambiguidades. Outra camada de significação se dá pela proximidade prosódica com *tycoon*, que remete à personalidade do jogo.

3.1.2 Paleta de cores

A paleta de cores definida para o jogo *Karyon* é composta por cinco cores principais: verde, laranja, coral, vermelho e rosa. Essa paleta de cores foi pensada para ser divertida e atrativa para as crianças.

A paleta também é versátil, podendo ser aplicada em diferentes elementos do projeto, como ambientes, menus, *landing page* e materiais de divulgação. A paleta de apoio para o projeto oferece um contraste eficaz em relação à paleta principal. Essa combinação ajuda na legibilidade dos textos

quando aplicados sobre as outras cores da paleta. As figuras 04 e 05 apresentam as paletas primárias e de apoio do jogo:



Figura 04 - Paleta de cores primária
Fonte: autores (2025)

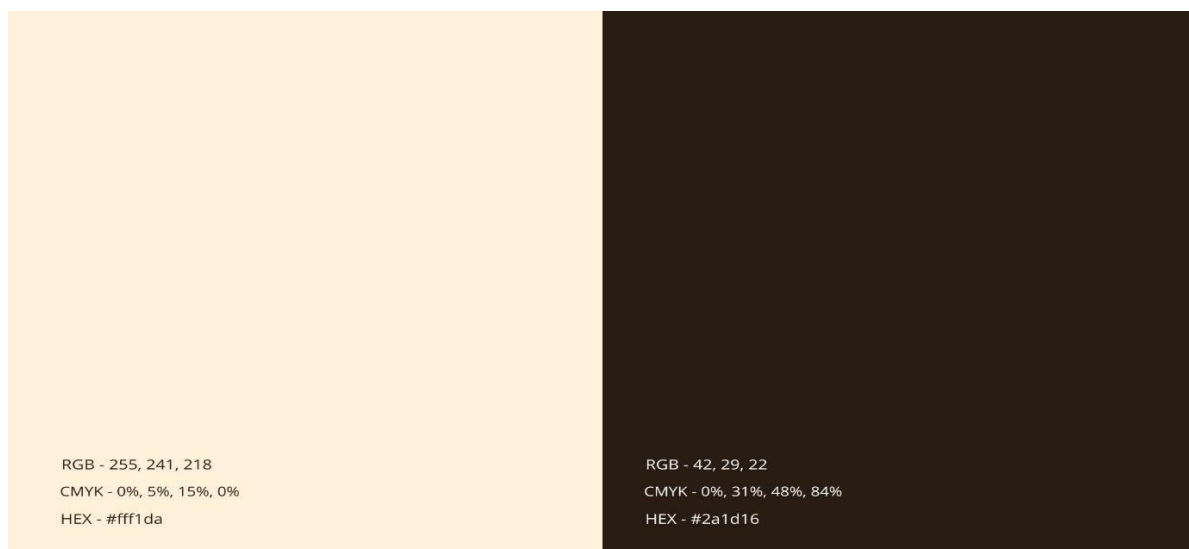


Figura 05 - Paleta de cores de apoio
Fonte: autores (2025)

3.1.3 Concepção do logotipo Karyon

No processo de definição da identidade visual do jogo, foi desenvolvida uma pesquisa iconográfica que resultou no painel de inspiração reúne diversas *wordmarks* ou logotipos (marcas formadas apenas por tipografias que grafam o nome da empresa ou produto) de jogos e marcas que utilizam estilos visuais lúdicos, coloridos e com tipografia fantasia e orgânica. Na figura 06, observa-se um dos painéis de inspiração desenvolvidos:

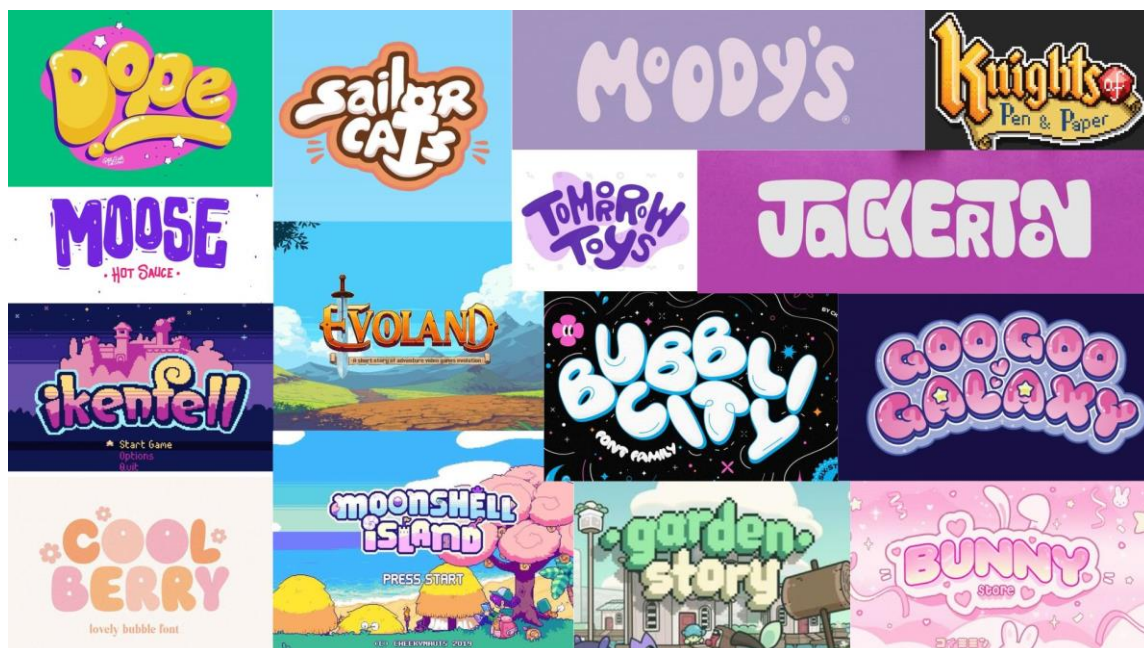


Figura 06 - Pannel de inspiração para o logotipo
Fonte: autores (2025)

Foram desenvolvidos estudos e propostos *roughs* para a concepção do logotipo *Karyon*, ancorados no sentido de transmitir a essência principal do jogo, conforme apresentado na figura 07:



Figura 07 - Exemplos de *roughs* para o estudo do logotipo
Fonte: autores (2025)

Para a arte final do logotipo, foi proposta uma organização de *grid* para a estruturação das letras e elementos gráficos da marca, possibilitando a uniformização do resultado final do logotipo. As figuras 08 e 09 ilustram estruturação do *grid* tipográfico e o resultado final do logotipo:

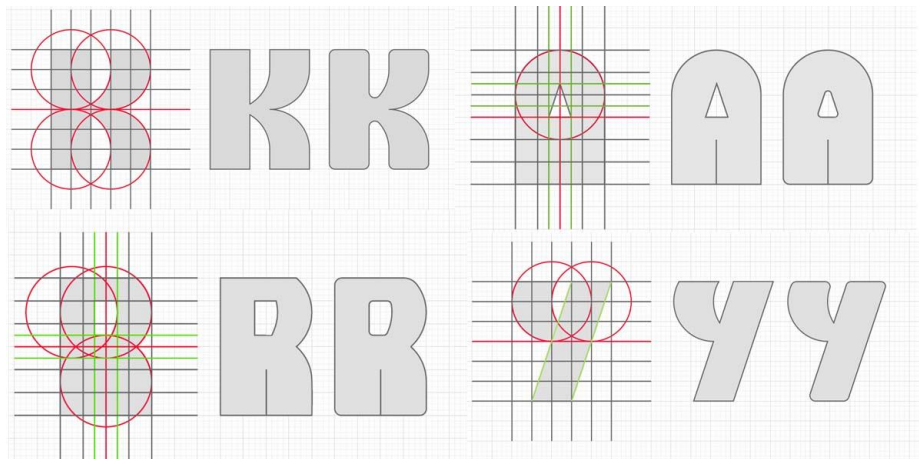


Figura 08 - Exemplos da estruturação do *grid* tipográfico do logotipo
Fonte: autores (2025)



Figura 09 – Aplicações do logotipo Karyon
Fonte: autores (2025)

3.1.4 Interface e fluxo de jogo

A interface do jogo Karyon foi desenvolvida para ser intuitiva e dinâmica, facilitando a compreensão do público-alvo e proporcionando uma experiência fluida e agradável. As principais telas e suas funções específicas dentro do jogo corroboram para que a navegação seja amigável, focando na facilidade e agilidade de navegação. A tela do menu inicial possui apenas os elementos essenciais para navegação, com um destaque para o botão de jogar e possuindo um botão com instruções de como jogar (figura 10). Na tela onde o jogo acontece, é possível acessar todas as funções principais

do jogo (figura 11). Ao clicar em certos elementos da tela, como organelas e recursos, é possível ver uma breve descrição da sua funcionalidade (figuras 12 e 13). Na tela de construção, o jogador pode construir todas as organelas disponíveis, além de obter informações sobre o que já foi construído e dos recursos necessários para construir cada uma (figura 14). A tela de missões serve como um guia para o jogador saber quais são os próximos passos e recompensas pelo seu progresso (figura 15).



Figura 10 - Tela do menu inicial
Fonte: autores (2025)



Figura 11 - Tela principal do jogo
Fonte: autores (2025)



Figura 12 - Tela principal com descrição do núcleo
Fonte: autores (2025)



Figura 13 - Tela principal com descrição do ATP
Fonte: autores (2025)



Figura 14 - Tela do menu de construção de organelas
Fonte: autores (2025)



Figura 15 - Tela do menu de missões
Fonte: autores (2025)

Portanto, é possível observar que a identidade visual do jogo segue uma estrutura fluida e dinâmica, objetivando a interação e facilidade de navegação tanto dos alunos quanto dos professores no processo de aplicação do mesmo. Conforme discutido anteriormente, sua interface se baseia na percepção dos conceitos de comparação analógica, possuindo elementos de identificação direta com o cotidiano dos usuários sem prescindir de conteúdos técnicos e científicos que aportam as estratégias de ensino e aprendizagem das entidades de interesse científico em questão. Todas as etapas do jogo foram testadas em um protótipo interativo utilizando a ferramenta Figma®, permitindo visualizar e compreender de forma mais clara o fluxo de navegação do jogo, o que permitiu igualmente a concepção de um MVP (sigla em inglês para Mínimo Produto Viável), o que

possibilitará que o protótipo seja apresentado e testado por outros usuários, no sentido de propor ajustes e modificações.

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Durante o processo de concepção do jogo digital, alguns pontos relevantes podem ser observados, principalmente no que se refere às características transdisciplinares da equipe de modelagem, formada por profissionais de várias formações, em particular a Biologia e Design, no sentido da concepção de uma estratégia de design de modelo de ensino, conforme ensinam Mozzer e Justi (2015). Essa estrutura coparticipativa se apresentou fundamental para o resultado do projeto, pois contribuíram para a redução de equívocos conceituais que concorreriam para o surgimento de obstáculos epistemológicos no processo de ensino/aprendizagem. Uma dificuldade apresentada no processo da aplicação do MMP foi a compreensão do mapeamento estrutural, no que se refere ao entendimento do que seria um elemento, seus predicados e as relações que poderiam ser observadas entre os domínios base e domínio alvo. Entretanto, as discussões com os profissionais de Ciência (em particular os professores de Biologia) foi fundamental para que essas dificuldades fossem contornadas, corroborando, ainda, para que as dinâmicas internas do jogo fossem traçadas. Para exemplificar, entender o comportamento das organelas e suas relações com outros elementos de uma célula permitiu que os designers esquematizassem as ações pertinentes ao jogo. São particularidades de conhecimento que pertencem às áreas de Biologia e que, a priori, não pertencem ao escopo de formação dos integrantes da área de Design da equipe de modelagem. Além de explicitar os princípios e comportamentos da entidade de interesse científico, a professora de Biologia participou do processo de modelagem do jogo, ou seja, se portou como sujeito ativo no processo de design. A propósito, a participação de tais profissionais (a professora de Biologia participante ativa da equipe de modelagem e outros professores da mesma área consultados) não se ateve apenas na consultoria técnica, mas antes na sugestão das características visuais e comportamentais do produto de Design, ao mesmo tempo que essa interação modifica a estrutura cognitiva dos designers participantes do processo, conforme sugere Moreira (1999). Todos os escopos de conhecimento interagem, se ancoram e se modificam, permitindo a emergência de produtos que não somente contribuíram para aprendizagem significativa dos usuários finais do produto de Design, mas antes dos próprios participantes ativos do processo de modelagem (AUSUBEL, 2003; MOREIRA, 1999). A atenção para esses detalhes metodológicos abre a possibilidade para outros produtos e estratégias, em uma dinâmica intensa de raciocínio divergente e abdução (EMAR DE ALMEIDA, 2021). Um ponto importante a ser destacado é que, durante o processo de concepção, observou-se a influência de outras estratégias metodológicas de Design que acabaram por demonstrar que a área não se fecha em apenas um método em si, permitindo a correlação entre outros métodos e estratégias de pensamento, como aponta Emar de Almeida (2021), quando propõe que o MMP é resultado da análise e apropriação de métodos que privilegiam a iteratividade e colaboração. O diferencial do MMP se encontra na possibilidade de permitir a tradução de linguagem de áreas diversas com o objetivo de fazer emergir um resultado em comum. Isso se dá pela particularidade da etapa de mapeamento estrutural, que municia tanto dos profissionais de Ciência quanto designers no decorrer da criação.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento do projeto *Karyon* revelou-se uma resposta criativa às dificuldades enfrentadas no ensino de citologia para crianças do ensino fundamental II. A proposta de um jogo digital que utiliza a analogia entre uma célula e uma fábrica mostrou-se coerente com os desafios educacionais contemporâneos, principalmente diante da escassez de recursos laboratoriais nas escolas públicas e das limitações do ensino tradicional baseado na memorização.

A fundamentação teórica e a pesquisa com professores evidenciaram que o uso de analogias é uma ferramenta pedagógica poderosa, desde que aplicada com clareza, intencionalidade e adaptação ao perfil cognitivo dos estudantes. Nesse sentido, a proposta é oferecer uma estratégia de design que alie ludicidade, interatividade e aprendizado significativo, promovendo o engajamento dos alunos e facilitando a compreensão de conceitos complexos de forma visual, prática e contextualizada.

Além de beneficiar os alunos, o jogo pretende-se como um recurso de apoio aos educadores, que muitas vezes enfrentam dificuldades em tornar conteúdos abstratos mais acessíveis. A estrutura do jogo foi projetada para promover a autonomia do estudante, respeitar os princípios da usabilidade e proporcionar uma experiência educacional envolvente.

Assim, essa pesquisa apresenta a reflexão que as estratégias de Design para a educação possuem o potencial de contribuir de maneira relevante para o cenário educacional, estimulando o interesse pela Biologia e fortalecendo práticas pedagógicas mais inovadoras. A adoção do Método do Mapeamento Prévio como mediador das relações entre profissionais de distintas áreas na concepção do projeto de Design foi fundamental para o resultado obtido no projeto de pesquisa que se apresenta.

Até o momento da redação desse artigo, o projeto encontra-se nas fases de aprimoramento do protótipo e apresentação da proposta a possíveis financiadores, no sentido da execução e efetiva distribuição do mesmo. A submissão do jogo para um número maior de usuários (professores e alunos) poderá evocar outras possibilidades de modificações e ampliação da abrangência do mesmo. A proposta é que se obtenha mais dados os quais, em associação ao protótipo, possa ser efetivamente disponibilizado para os usuários. Intenciona-se igualmente a expansão do jogo, incorporando novas funcionalidades, conteúdos de outras áreas das ciências e validações empíricas por meio da aplicação em sala de aula.

5 REFERÊNCIAS

ALEXANDRE, R. F.; REIS, A. L. P.; NOVAES, L. **Reflexões sobre Design e iniciativas participativas no contexto museal**. Design & Tecnologia: UFRGS. 2019.

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos**: uma perspectiva cognitiva. Tradução de Lígia Teopisto. Lisboa, Portugal: Paralelo, 2003

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira – INEP. **Censo Escolar da Educação Básica 2023**: nota técnica / resumo técnico. Brasília: INEP, 2024. Disponível em: <https://download.inep.gov.br/.../resumo_tecnico_censo_escolar_2023.pdf>. Acesso em: 15 jun. 2025.

BUCHANAN, R. **Design Research and the New Learning**. Design Issues: Volume 17, Number 4 Autumn 2001.

CARDOSO, R. **Design para um mundo complexo**. São Paulo: Cosac Naify, 2012.

CHAMIZO, J. A. **A New Definition of Models and Modeling in Chemistry's Teaching**. Science & Education, v. 22, n. 7, p. 1613-1632, 2011.

COUTINHO, S. G.; LOPES, M. T. **Design para educação**: uma possível contribuição para o ensino fundamental brasileiro. In BRAGA, Marcos da Costa. O Papel Social do Design Gráfico. 1. ed. São Paulo: SENAC-SP, 2011. v. 1. 192p.

DETERDING, Sebastian et al. **Gamification**: Toward a definition. In: CHI 2011 Gamification Workshop Proceedings, Vancouver, 2011.

DEVERGENES, N. M.; CAVALCANTE, A. L. B. L. **Quantificação da produção científica sobre design colaborativo e sustentabilidade**. Projética, Londrina, v. 12, n. 1, p. 246-269, 2021

EMAR DE ALMEIDA, D.J. **Método do Mapeamento Prévio**: o processo criativo do design na concepção de estratégias para a divulgação científica. 2021, 186 f. Tese (Doutorado) Escola de Design da Universidade do Estado de Minas Gerais. Programa de Pós-graduação em Design. Belo Horizonte: UEMG, 2021.

FERRY, A. S. **Análise estrutural e multimodal de analogias em uma sala de aula de química**. 2016. 170 f. Tese (Doutorado), Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2016.

FONTOURA, A. M. **EdaDe**: educação de crianças e jovens através do design. Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Florianópolis: UFSC, 2002. 357 p.

GEE, James Paul. **What video games have to teach us about learning and literacy**. New York: Palgrave Macmillan, 2007.

GIERE, R. N. **Explaining Science**: A Cognitive Approach. Chicago and London: University of Chicago Press. 1988.

HELLER, S.; VIENNE, V. eds.: 2003. **Citizen Designer**: Perspectives on Design Responsibility. New York: Allworth Press.

KLEINSMANN, M. **Understanding Collaborative Design**. PTUdelft: Netherlands, 2006.

KLEINSMANN, M.; VALKENBURG, R. **Barries and enablers for creating shared understanding in co-design projects**. Estudos de Design, 29, 369-386. 2008.

LIMA, E. C.; MARTINS, B. Design social, o herói de mil faces, como condição para atuação contemporânea. In BRAGA, Marcos da Costa. **O Papel Social do Design Gráfico**. 1. ed. São Paulo: SENAC-SP, 2011. v. 1. 192p.

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, T. **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.

MASINI, E. F. S.; MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa**: condições para ocorrência e lacunas que levam a comprometimentos. 1. ed. São Paulo: Vetor, 2008.

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

MOREIRA, Marco Antonio. **Teorias de aprendizagem**. São Paulo: EPU, 1999.

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. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4305>. Acesso em: .

PCN (**Parâmetros curriculares nacionais**: Ciências Naturais/Secretaria de Educação Fundamental)
Brasília: MEC/SEF, 1998.138 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.

RANCIÈRE, Jacques. **A partilha do Sensível**: estética e política. São Paulo: EXO experimental org.: Ed. 34, 2005. 72

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.

RIBEIRO, R. A. C.; VALETIM, C. **Design & arte**: entre os limites e as interseções. 1. ed. - Contagem, MG: Ed. do Autor, 2014. 136p.

SANTOS, I. **Jogos digitais e o potencial pedagógico na educação infantil**. REP's - Revista Eventos Pedagógicos, v. 13, n. 3, p. 511-521, ago./dez. 2022.

SILVA, E.; FERBONIO, J.T. G.; MACHADO, N. G.; SENRA, R.E. R.; CAMPOS, A. G. **O uso de modelos didáticos como instrumento pedagógico de aprendizagem em citologia**. Revista de Ciências Exatas e Tecnologias, v. 9, n. 9, p. 65-75, 2014.

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.

SYLVESTRE, D. R. P. et al. **Que Comecem os Jogos**: um estudo sobre a aprendizagem baseada em jogos na educação profissional e tecnológica. EaD em Foco, v. 14, n. 1, e2196, 2024.
doi:<https://doi.org/10.18264/eadf.v14i1.2196>

WANDERLEY, M. L.; ANDRADE, P.; QUEIROZ, R.; GUEDES, W. Bases Comuns do Design: uma discussão sobre o impacto e papel social do design. In ARRUDA, Amilton J. V. **Design & Complexidade**. São Paulo: Blucher, 2017.

ZAMPERETTI, M. P. Artes visuais e linguagens comunicacionais: interrelações construídas no trabalho colaborativo. In DAMIANI, M. F.; PORTO, T. M. E.; SCHLEMMER, E. (Org.). **Trabalho colaborativo em educação**: uma possibilidade para ensinar e aprender. São Leopoldo: Oikos; Brasília: Liber Livro, 2009