

## Design de estratégia de ensino-aprendizagem para o estudo de máquinas térmicas

### *Education strategy design for the study of thermal machines*

**Francisco George de Sousa Lopes, Universidade de Brasília (UnB)**

fgeorge28@gmail.com

**Tiago Barros Pontes e Silva, Universidade de Brasília (UnB)**

tiagobarros@unb.br

**César Augusto Domingos Filho, Universidade de Brasília (UnB)**

cesinhaobdc@gmail.com

**Marcelo Egídio Brasileiro do Vale, Universidade de Brasília (UnB)**

marcelo.brasileiro@me.com

#### **Resumo**

O objetivo da pesquisa é investigar as possibilidades de uso de uma abordagem de design na concepção de uma estratégia de ensino-aprendizagem para o conteúdo “máquinas térmicas” da segunda etapa do terceiro segmento da Educação de Jovens e Adultos (EJA) na escola Centro Educacional 06 de Ceilândia (CEd 06). Para tanto, foi adotado um delineamento composto por cinco etapas: estudo do contexto do problema de pesquisa; diagnóstico; concepção da estratégia de ensino-aprendizagem; implementação da estratégia; e, finalmente, exploração dos impactos preliminares da estratégia no contexto estudado. Os dados preliminares, sugerem que a estratégia de ensino-aprendizagem parece impactar de maneira positiva o contexto escolar, o engajamento dos estudantes com a disciplina e seu nível de participação e comprometimento, reduzindo as taxas de ausência. Além disso, houve o aumento da satisfação das turmas e do professor, que abordaram os conceitos de maneira mais vinculada aos seus contextos reais.

**Palavras-chave:** design, educação, aprendizagem, ensino de física, máquinas térmicas

#### **Abstract**

*The research aims to investigate the possibilities of using a design approach of a teaching-learning strategy for the content "thermal machines" on the second stage of the third segment of EJA at the school Educational Center 06 of Ceilândia (CEd 06). A five-step research was implemented: a study of the research context; diagnosis; conception of the teaching-learning strategy; implementation of the strategy; and exploration of the preliminary impacts of the strategy in the studied context. The preliminary results suggest that the teaching-learning strategy positively impacts the school context, engaging students with the discipline and increasing their level of participation and commitment reducing absence rates. In addition, there was an increasing satisfaction for students and teachers, addressing the concepts in a closer approach to their realities.*

**Keywords:** design, education, learning, physics teaching, thermal machines

## Introdução

Recentes transformações sociais, econômicas, culturais e políticas revelam que os impactos de acontecimentos específicos, restritos a determinadas regiões do planeta, tendem a gerar efeitos para muito além de suas fronteiras. Cada vez mais as pessoas se encontram em uma rede de influências, de modo que isso revela um relativo esgotamento das formas de interpretação da realidade por meio de uma perspectiva cartesiana, de fragmentação e isolamento. Ao mesmo tempo, a grande quantidade de informação exposta proporciona o surgimento de novas ferramentas e soluções para problemas cotidianos, muitas vezes de maneira autônoma, particular e, principalmente, contextual. Essas características são definidoras da chamada era da informação (FILATRO, 2010).

Acompanhando essa explosão informacional e tecnológica, transformações nas mais variadas atividades humanas têm surgido nas últimas décadas, gerando a necessidade de novas práticas de pensamento, no modo como se entende o trabalho, a ciência, a arte e a educação (SANTAELLA, 2003). Nas palavras de Cardoso (2011), “com a disponibilidade de informações cada vez mais completas e a possibilidade de processá-las eficientemente, descobrimos que questões aparentemente simples são mais complexas do que se imaginava”. Para Norman (2007), as consequências inesperadas das tecnologias sempre pesam mais do que as esperadas. Flusser (2007), sob outra perspectiva, aborda o “contra-ataque das máquinas”, na qual um artefato tecnológico e/ou informacional apresenta dimensões de influência ou de ação não previstas em seu projeto inicial. Lidar com a complexidade do mundo atual exige que se aborde a incerteza, as consequências não previstas, o inesperado, as emergências.

O meio educacional também está imerso neste contexto, e o impacto dessas mudanças gera uma série de desdobramentos que transformam a vida de seus atores: o professor, o estudante e, em um plano mais amplo, a própria sociedade. A democratização do acesso aos computadores pessoais e à Internet, a popularização de dispositivos portáteis como *tablets*, *smartphones* e, mais recentemente, os dispositivos de realidade virtual e aumentada, têm mudado drasticamente o modo como as pessoas moderam a informação e o aprendizado. Ao se pensar a educação e as práticas de ensino-aprendizagem, apresenta-se uma problemática complexa, que coloca em xeque os paradigmas analíticos utilizados até então. Quem são os estudantes do novo milênio? Que recursos temos disponíveis em sala de aula? Ou mesmo: o que é a sala de aula? Qual o papel do professor nesse contexto? Essas perguntas são apenas parte de uma série de questionamentos que vêm emergindo no meio educacional nos últimos anos.

Diversas iniciativas têm surgido neste contexto com o objetivo de suprir os desafios que as questões supracitadas ensejam. Olhando mais especificamente para o Brasil, a Lei de Diretrizes e Bases (LDB) e os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), já, desde a segunda metade dos anos 90, trazem no seu bojo a importância do acesso à tecnologia e as suas implicações na sociedade. Políticas Públicas de inserção de Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) no ensino, tais como o ProInfo, o Rived, programas de inclusão digital com distribuição de *notebooks* e *tablets* e a criação de cursos de capacitação para professores que já trabalham nas redes de ensino, também são exemplos dessas iniciativas, que podem ocorrer em nível federal, estadual e municipal.

### *Problemática: o ensino de física*

O presente estudo surge de um questionamento mais específico: se a física estuda os fenômenos que estão no nosso dia a dia, por que os estudantes a consideram tão difícil? O ensino de física, em geral, se caracteriza por um nível acentuado de formalismo e abstração que, muitas vezes, escapa ao cotidiano dos estudantes. Embora muitos conteúdos estejam relacionados a cenários palpáveis e tangíveis, frequentemente, se tornam ininteligíveis. Isso ocorre, em parte, por causa do formalismo matemático e/ou do grau de abstração que os conceitos demandam no processo de tradução de uma situação real para uma situação teórica de aprendizagem. Dessa maneira, eles acabam se desprendendo de sua realidade concreta e, conseqüentemente, perdendo conexão com o mundo vivenciado pelos estudantes, dificultando uma aprendizagem significativa. É muito comum no ensino de ciências a situação na qual o estudante verbaliza corretamente um conceito ou a resolução de determinado exercício sem, contudo, resolver o mesmo do ponto de vista do cálculo matemático de maneira correta.

Outra característica que dificulta o ensino de física diz respeito à sua cristalização enquanto utilização de abordagens pedagógicas tradicionais. Aulas expositivas com relações hierárquicas bem definidas e o uso mínimo de instrumentos pedagógicos que não sejam o livro didático, o quadro e o pincel estão presentes em muitas salas de aula, tendo-se o professor como figura central do processo de ensino-aprendizagem e portador do conhecimento, restando ao estudante o papel de receptor passivo dos conteúdos. Embora muitas teorias e abordagens pedagógicas tenham surgido ao longo das últimas décadas, como as teorias cognitivistas, humanistas e socioculturais (OSTERMAN e CAVALCANTI, 2011), vindas da psicologia, da pedagogia e do próprio ensino de ciências, propondo abordagens mais horizontais e empáticas na relação professor-estudante, métodos mais ativos de aprendizagem e foco maior na figura do próprio estudante, o que se observa é que poucas transformações ocorreram neste meio, especialmente no ensino público em que, tradicionalmente, as mudanças ocorrem a passos lentos.

Para completar o quadro, soma-se a este cenário a nova geração de estudantes que nasce imersa neste ambiente tecnológico-informacional. Acostumados a lidar com um fluxo enorme de informações que chegam a eles a partir de múltiplas interfaces e suportes, fragmentadas e materializadas por meio de imagem, vídeo e som, suas formas de apreensão do mundo escapam da linearidade com que a maioria das pessoas estava acostumada há 30 ou 40 anos. Autonomia, formas ativas de utilização dos recursos de hipermídia, expansão da sala de aula para além das fronteiras espaciais e temporais da escola, são características imprescindíveis para qualquer estratégia de ensino que queira ser efetiva nesse contexto. O choque entre o mundo vivenciado pelos estudantes e a forma como o processo de ensino-aprendizagem é conduzido atualmente contribui em larga medida para o desinteresse dos estudantes pela escola e, conseqüentemente, para os altos índices de reprovação e evasão escolar.

Diante deste contexto, surge a urgência de novos paradigmas educacionais que abarquem todas essas transformações. Para isso, uma grande variedade de artefatos educacionais têm sido proposta já há alguns anos, dentre as quais podemos citar: (a) a Educação à distância (EAD), muitas vezes em conjunto com os ambientes virtuais de aprendizagem (AVAs), tem proporcionado novas formas de ensino, flexibilizando os momentos de aprendizagem de modo

que estes não se circunscrevam exclusivamente aos espaços físicos e temporais de escolas, fomentando um acesso cada vez maior dos indivíduos à educação formal e à chamada educação para toda a vida, muito demandada atualmente, na qual espera-se que as pessoas estejam sempre se atualizando, de modo a lidar com as questões que surgem em seus contextos profissionais, sociais e tecnológico-informacionais; (b) os aplicativos para celulares e *tablets*, muitos focados em formas autônomas e engajadoras de aprendizagem, como os jogos educativos, por exemplo, têm permitido diferentes maneiras no desenvolvimento de conteúdos e conceitos desde os mais básicos, como aqueles para alfabetização de crianças ou de princípios aritméticos elementares, até os mais complexos tais como, línguas estrangeiras e linguagens de programação; (c) simulações computacionais, vídeo-aulas ou lousas interativas, muito utilizadas individualmente ou em conjunto para promover dinamismo às aulas, diversificando a construção de conceitos a partir de diferentes expressões de linguagem, característica muito comum aos estudantes nascidos em meio ao mundo informacional e tecnológico, assim como proporcionar noções mais tangíveis desses conceitos, especialmente no ensino de ciências da natureza, em que nem sempre aparatos experimentais são possíveis.

Existem também iniciativas por parte do Governo Brasileiro, de universidades, de organismos não governamentais e de instituições privadas que focam no desenvolvimento de pesquisas relacionadas a estas novas ferramentas educacionais e aos seus impactos, assim como na concepção e implementação destes artefatos nos ambientes de ensino-aprendizagem. Contudo, há uma série de barreiras que impedem a modernização e adequação do universo educacional à era da informação de maneira efetiva. É preciso ter ciência de que a implementação de um objeto de aprendizagem não garante sucesso no aprendizado de competências e habilidades requeridas aos estudantes. Não garante também a apropriação das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) por parte dos professores, nem sua satisfação no ofício de ensinar, ou ainda, que as aulas de um modo geral se tornem melhores, que o ensino como um todo seja mais eficiente. Os males e as dificuldades da educação não desaparecem unicamente pela inserção de um objeto de aprendizagem nesses locais (MORAES, 1996). Há, ainda, um problema recorrente ao se utilizar um objeto de aprendizagem que diz respeito à lacuna existente entre a sua utilização e as práticas de ensino-aprendizagem de determinado contexto. Essa lacuna pode surgir por causas diversas. Uma delas refere-se à forma como os objetos de aprendizagem são concebidos e implementados. As realidades e contextos de sala de aula são diversas, especialmente em um país com dimensões continentais como o Brasil, mas por questões econômicas, políticas e culturais, o projeto e a concepção da maioria dos objetos de aprendizagem ocorrem à parte dos contextos em que são implementados.

Por exemplo, quando o governo investe quantia significativa de recursos para a compra de *tablets* equipados com programas que facilitam o planejamento e a condução de atividades dentro de sala de aula, mas determinada escola não possui rede *Wi-Fi* de qualidade ou os professores não possuem capacitação suficiente para utilizá-los, esses equipamentos acabam sendo esquecidos ou subutilizados, impactando minimamente na construção de um ensino que dialogue em um grau maior com a realidade informacional e conectada atual. Ao simplesmente se inserir determinada ferramenta, sem que haja um estudo ou adaptação dessa iniciativa àquela realidade escolar, seu uso fica comprometido. É necessário que se pense nesse contexto de aplicação, sob pena da utilização daquele objeto se transformar em um simples paliativo ou em

elemento meramente decorativo. Indo além, as práticas de ensino-aprendizagem também devem ser adaptadas e/ou reconcebidas para a utilização de novas ferramentas educacionais, pois são elas que irão estruturar o processo educativo e guiar seus atores, estudantes e professores, durante a utilização dessas ferramentas.

O problema se resume, em grande parte, a uma abordagem de transformação descendente, na qual a solução precede o próprio problema. Objetos de aprendizagem são projetados sem que se leve em consideração o contexto de aplicação, as práticas de ensino-aprendizagem, sem que as características particulares de cada escola enquanto estrutura física, técnica e humana, corpo docente e discente sejam apreendidas, analisadas e interpretadas. O resultado é uma ferramenta de aprendizagem que não adere completamente ao seu contexto de aplicação, que sempre é encarada como objeto estranho no contexto de sala de aula. Portanto, uma maneira possível de tornar um objeto de aprendizagem parte indissociável do contexto escolar é garantir que a sua concepção ocorra juntamente com uma nova estratégia de ensino-aprendizagem. A concepção da estratégia e do objeto seriam, dessa maneira, parte de um único processo. Neste sentido, é sugerido que uma maneira de se projetar e implementar uma estratégia de ensino-aprendizagem que impacte de maneira positiva no contexto educacional pode ser advinda de uma abordagem de design, pois ele consiste no “exercício das capacidades projetuais para interpretar as necessidades de grupos sociais e elaborar propostas viáveis, emancipatórias, em forma de artefatos instrumentais e artefatos semióticos” (BONSIEPE, 2011).

### *Objetivos*

A partir das reflexões realizadas, o objetivo da pesquisa é investigar as possibilidades de uso de uma abordagem de design na concepção de uma estratégia de ensino-aprendizagem para o conteúdo “máquinas térmicas” da segunda etapa do terceiro segmento da Educação de Jovens e Adultos (EJA) (equivalente ao segundo ano do ensino médio) na escola Centro Educacional 06 de Ceilândia (CEd 06).

Como objetivos específicos, pretende-se: (a) compreender o contexto tecnológico e informacional no qual os estudantes e professores da educação básica estão inseridos; (b) analisar a forma como o processo de ensino-aprendizagem de física se estabelece no cenário das TICs; (c) desenvolver uma estratégia de ensino-aprendizagem sob a ótica de uma abordagem de design que articule ferramentas educacionais, professores e estudantes de maneira sistêmica e contextualizada; (d) explorar os impactos preliminares da concepção e implementação da estratégia de ensino-aprendizagem no contexto aplicado.

### **As dificuldades de atualização da escola pública**

Como já mencionado, o mundo tecnológico e informacional traz uma série de impactos na maneira como lidamos com a realidade. De acordo com Rüdiger (2007), “através da cibercultura, o pensamento tecnológico está conquistando novo patamar, mais cotidiano e generalizado, passando a diversificar suas pretensões fantasiosas e dimensão metafísica”. Ainda

nessa linha de pensamento, segundo Santaella (2003), “a tecnologia computacional está fazendo a mediação das nossas relações sociais, de nossa autoidentidade e do nosso sentido mais amplo de vida social”. Desse modo, a complexificação do mundo contemporâneo decorre dessa naturalização do pensamento tecnológico que, intimamente ligado ao aumento exponencial dos fluxos informacionais, antes de ser visto apenas sob uma lógica instrumental, transforma a sociedade de forma irreversível, desenvolvendo uma habilidade surpreendente para armazenar e recuperar informações, tornando-as instantaneamente disponíveis em diferentes formas para quaisquer lugares (SANTAELLA, 2003). Segundo Cardoso (2011), “por complexidade, entende-se um sistema composto de muitos elementos, camadas e estruturas, cujas inter-relações condicionam e redefinem continuamente o funcionamento do todo”. O ambiente escolar, por exemplo, pode ser interpretado como uma rede de complexidade, com seus atores, estruturas e demais constituintes imersos em toda uma sorte de circunstâncias particulares, se redefinindo e se metamorfoseando, em constante relação uns com os outros, ininterruptamente.

Portanto, a característica essencial dos sistemas tidos como complexos é que as relações entre os entes que compõem o todo, além de serem demasiado numerosas, só podem ser apreendidas quando estes estão inseridos no todo, ou seja, o paradigma reducionista não consegue captar a totalidade de um meio complexo. Dessa forma, é necessário ter em mente que a sua redução em pequenas partes não pode ser interpretada como um processo completo de apreensão, mas como uma etapa deste processo (VASSÃO, 2010). Assim sendo, apreender uma representação complexa surge do exercício constante de transição do olhar para as partes e para o todo. De acordo com Morin (2007), “torna-se necessário um paradigma de complexidade que, ao mesmo tempo disjunte e associe, que conceba os níveis de emergência da realidade sem reduzi-los às unidades elementares e às leis gerais”. É nesse cenário, portanto, que os enfoques e metodologias oriundos do Design se configuram, como discutido mais adiante, em importantes ferramentas para a construção de soluções que impactem de maneira positiva no contexto de ensino-aprendizagem.

Retomando o contexto, de acordo com Moraes (1996), o formato tradicional da educação decorre da associação de várias correntes de pensamento da cultura ocidental, dentre elas, a Revolução Científica, o Iluminismo e a Revolução Industrial, que ocorreram entre os séculos XVII e XIX e culminaram no modelo de ciência positivista fortemente amparado na ideia cartesiana de compreensão da realidade. Se por um lado esse modelo foi capaz de promover o acesso à educação de um número cada vez maior de pessoas, por outro, dele surgiu uma série de problemas que afligem a área educacional, mas que tomaram uma dimensão muito maior no atual contexto em que vivemos. Dessa maneira, a separação artificial das áreas do conhecimento por meio de disciplinas fechadas em si mesmas, distantes da realidade prática vivenciada pelos estudantes; a forma como o conteúdo é desenvolvido e avaliado, primando por uma apreensão de conhecimento de forma engessada, estática, atrelada ao passado, enfatizando a memorização e a permanência de aquilo que já ocorreu; a organização escolar por meio de turmas, com separação dos estudantes por idade, nível de instrução, comportamento; a hierarquia estabelecida entre professor e estudante, assim como a sua passividade durante todo o processo de aprendizagem, são características que se desdobram do paradigma cartesiano.



No entanto, desde a sua consolidação enquanto prática formal, frequentemente a educação foi pensada de modo que seus problemas e limitações pudessem ser compreendidos e resolvidos. Tal movimento reflexivo partiu de várias áreas do conhecimento, como a Filosofia, a Psicologia, a Pedagogia e o Ensino de Ciências. Pensadores como Piaget, Rogers, Freire, Kuhn, Morin e muitos outros problematizaram a educação a partir de variadas óticas, priorizando os aspectos cognitivos do processo de ensino-aprendizagem, os seus aspectos emocionais, sociais e interpessoais, ou mesmo a forma como o conhecimento de maneira geral se desenvolve, propondo maneiras de interpretar e desenvolver o potencial emancipador da educação, ressignificando o papel dos atores do contexto escolar e suas relações com a cultura e a sociedade.

Para Rogers (2010), por exemplo, uma aprendizagem significativa seria aquela na qual os estudantes têm papel ativo no processo. O professor seria, neste contexto, um facilitador com a função de instigar a curiosidade e a busca pela realização dos desejos e objetivos dos estudantes, estaria a cargo do professor a tarefa de despertar e potencializar todas as dimensões dos estudantes, não só a dimensão cognitiva e objetiva, de resolução de problemas e memorização de informações, mas sua dimensão afetiva e criativa. Para atingir esses objetivos, Rogers (2010) fala no estabelecimento e no exercício constante de uma relação empática, na qual o professor se coloca no lugar dos estudantes e está sempre atento aos seus interesses e anseios. A atenção voltada para o processo e não para o fim é uma característica importante no seu pensamento:

A aprendizagem mais socialmente útil, no mundo moderno, é a do próprio processo de aprendizagem, uma contínua abertura à experiência e à incorporação, dentro de si mesmo, do processo de mudança. (ROGERS, 2010)

Freire (2011), em sua Pedagogia da Autonomia, se volta para a Educação de Jovens e Adultos e defende que “ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua produção ou a sua construção” (FREIRE, 2011). Segundo o autor, é necessário que o professor esteja ciente do seu papel enquanto agente fomentador do potencial emancipador que a educação pode conferir ao estudante, tornando-o consciente do seu lugar na história e na sociedade e apto a intervir de maneira ativa, construtiva e cidadã. Outro aspecto relevante de sua pedagogia, diz respeito à consideração dada pela história de vida pregressa do estudante que adentra à sala de aula tardiamente:

Não é possível respeito aos educandos, à sua dignidade, a seu ser formando-se, à sua identidade fazendo-se, se não se levam em consideração as condições em que eles vêm existindo, se não se reconhece a importância dos “conhecimentos de experiência feitos” com que chegam à escola. (FREIRE, 2011)

Outro exemplo é o de Morin (2003), discorrendo sobre qual a educação ensejada pela realidade atual, complexa e baseada em grandes fluxos de informação, que defende que o excesso de conhecimento escapou do controle humano que, impossibilitado de interpretar este novo mundo, acaba virando refém dele. A solução seria uma educação que fomentasse ligações entre os diversos campos do conhecimento de forma extensiva, a partir de um pensamento ecologizante (MORIN, 2003), permitindo que os indivíduos não só possam ver as partes, mas também o todo, estando aptos a enfrentar os problemas globais que afligem suas realidades. No que diz respeito aos atores do contexto escolar, o autor defende uma integração maior entre professores e estudantes, na qual o professor deve se esforçar para dialogar com o mundo da

cultura dos jovens e adolescentes, de modo a tornar aquilo que ensina mais significativo para eles: “trata-se, em suma, de promover o conhecimento e o reconhecimento mútuos de dois universos, sobrepostos um ao outro, que, no entanto, não se conhecem” (MORIN, 2003).

Contudo, diante de todos esses exemplos e, apesar da quantidade de pensadores e teorias a respeito da educação, da escola e das práticas de ensino-aprendizagem, os quais são largamente ensinados em cursos de licenciatura e pedagogia nas universidades brasileiras, a realidade de sala de aula, especialmente no ensino de física, continua a contemplar os métodos mais tradicionais de ensino, comportando todos os problemas subjacentes a essas práticas. Diante disso, surge o questionamento da não aplicação nas salas de aula típicas dessas práticas já discutidas há várias décadas.

Uma possível resposta está relacionada ao modo descendente sobre como as tentativas de transformação do cenário educacional e, conseqüentemente, das práticas de ensino-aprendizagem se dão no contexto do ensino brasileiro (MORAES, 1996). As iniciativas que partem de políticas de Estado almejam mudanças em todo o sistema e, ao pensar de forma dedutiva, do geral para o específico, o Governo Brasileiro uniformiza todo o universo escolar e seus atores, desconsiderando as particularidades locais, sejam elas físicas, econômicas, culturais, sociais e humanas que coexistem dentro de cada contexto específico. Como desdobramento dessa uniformização e pela extensão das reformas e programas, a maneira como acontecem as transformações no sistema educativo necessariamente é menos inovadora, incorrendo na manutenção de práticas conservadoras de ensino, perpetuando o paradigma analítico-reducionista.

Embora políticas governamentais ensaiem mudanças que rompam com o antigo paradigma educacional, estas, muitas vezes, acabam se restringindo ao discurso, não sendo colocadas em prática. Como exemplo, podemos citar o Currículo em Movimento da EJA da Secretaria de Estado de Educação do Distrito Federal quando este se refere à inclusão das TICs nas escolas:

A inclusão das tecnologias no currículo da EJA passa pela relação com o cotidiano dos estudantes, as possibilidades de interação e socialização. Faz-se necessário compreender os avanços sociais, históricos e científicos como percursos tecnológicos vividos pela humanidade e alcançar as alternativas de inserção do jovem e do adulto nas tecnologias de forma a ampliar sua participação na sociedade, não apenas como inclusão digital, mas no diálogo com o mundo, problematizando-o de forma crítica, construtiva e criativa (DISTRITO FEDERAL, 2013).

Mesmo que seu discurso esteja bem alinhado com as teorias pedagógicas e educacionais discutidas e que tenha sido desenvolvido com a participação de professores (da educação básica) a partir de reuniões e grupos de trabalho (DISTRITO FEDERAL, 2013), este documento não indica exatamente como operacionalizar todos esses objetivos sob as mais variadas circunstâncias, tais como uma escola de EJA na zona rural ou em uma unidade prisional, por exemplo. Desse modo, o currículo muitas vezes pode ser visto como utópico, pois não considera a realidade própria de cada escola, sua infraestrutura e a comunidade escolar como um todo.

Portanto, podemos concluir que não é a ausência de teorias e pensadores da educação ou, pelo menos em parte, de esforços governamentais que impede a transformação e atualização do ensino para os desafios de nossa sociedade baseada em tecnologia e informação, mas sim a distância entre essas teorias e políticas com o local no qual a educação de fato acontece, a sala



de aula, com todos os seus constrangimentos, particularidades e atores. Para que essa distância diminua, é necessário um novo paradigma educacional, livre da perspectiva reducionista, que estabeleça um compromisso com as realidades locais, que seja focado nos processos, de modo que estes processos, e não os resultados, possam ser reproduzidos enquanto estratégias e metodologias para outros contextos e que, acima de tudo, seja centrado no estudante e em suas relações mantidas no ambiente escolar. Neste sentido, é sugerido o campo do design, a partir de seus processos, formas de pensamento e abordagens, para contribuir na reformulação das bases nas quais a estrutura educacional tradicional está construída. Se distanciando do paradigma cartesiano, atuando de forma ascendente e em rede e, exatamente por isso, trazendo soluções que sejam mais aderentes aos variados contextos que coexistem nas redes públicas de ensino, ressignificando o papel do professor, do estudante e da própria escola, o design pode tornar as práticas de ensino-aprendizagem mais alinhadas às demandas do mundo atual.

### **O design como perspectiva**

Uma das características definidoras do campo do design é a sua atuação transversal a outras áreas do conhecimento. Essa presença não localizada, que permeia as áreas das humanidades, das linguagens e das ciências da natureza, elege o design como possível ferramenta para articular constructos e artefatos inseridos nos mais diversos contextos. Segundo Bonsiepe (1997), o termo Design “se refere a um potencial ao qual cada um tem acesso e que se manifesta na invenção de novas práticas da vida cotidiana”. Dessa maneira, o design estaria relacionado ao domínio da ação humana, não pertencendo, especificamente, a uma área ou outra. Além disso, estaria também relacionado à inovação, mas uma inovação orientada às necessidades de uma comunidade (BONSIEPE, 1997), com o objetivo de resolver seus problemas, sejam eles quais forem. Dessa maneira, o autor define que a tarefa do design consiste em um processo denominado acoplamento estrutural, que significa acoplar os artefatos, sejam eles materiais ou imateriais, ao corpo humano, com vias a atingir uma ação efetiva, ou seja, satisfazer uma necessidade, humana ou social. Portanto, a área de atuação do design se encontra, essencialmente, na interface entre os artefatos (ou sistemas) e o corpo humano.

Essa interpretação do design, atuando como mediador entre os artefatos/sistemas e as pessoas com o objetivo de impactar suas vidas é importante para justificar o uso das abordagens de design para a solução de problemas dos mais variados campos no atual contexto tecnológico e informacional. Como se sabe, a partir dos anos 90, devido à popularização dos computadores pessoais, assim como da Internet e da conversão de uma infinidade de equipamentos analógicos para o ambiente digital, muitos dispositivos se complexificaram, gerando problemas de interação até então inexistentes (SAFFER, 2010). A hipermídia, com informações visuais, sonoras, audiovisuais e o hipertexto com seu sistema de escrita não sequencial e a-linear, estruturados a partir de uma organização reticulada e não hierarquizada, também se tornaram parte do cotidiano das pessoas (SANTAELLA, 2003). Todas essas características se desdobraram em um aumento exponencial de complexidade das interfaces. Enquanto objeto de atuação do design, naturalmente, esta se tornou uma área de grande relevância no mundo contemporâneo. De acordo com Cardoso:



Por ser uma área voltada, historicamente, para o planejamento de interfaces e para a otimização de interstícios, ela tende a se ampliar à medida que o sistema se torna mais complexo e à medida que aumenta, por conseguinte, o número de instâncias de inter-relação entre suas partes (CARDOSO, 2011).

Vale ressaltar que essa dinâmica está longe de cessar o seu movimento em direção a um aumento de complexidade nas interações das pessoas com os artefatos, que fazem a mediação entre elas e a realidade, haja vista o surgimento de novas tecnologias como a realidade aumentada, a realidade virtual, a Internet das coisas, entre outras. Vassão (2010) discorre sobre o aumento da importância das interfaces na realidade a qual todos estamos inseridos atualmente: “Com a ascensão da chamada computação ubíqua (Ubicomp), o próprio ambiente urbano se converte em espaço de disputa na composição dos meios de interação computacionais”.

Diante deste quadro de constante mudança, o design enquanto atividade projetual precisou evoluir, desenvolvendo um ferramental metodológico que permitisse lidar com as transformações pelas quais a sociedade tem passado ao longo dos últimos anos. Segundo Bürdek (2010), até os anos 70 os métodos do design eram orientados em sua maioria dedutivamente (métodos descendentes), influenciados pelas metodologias vindas das ciências naturais. No entanto, a partir dos anos 80, em um deslocamento para os métodos das ciências humanas, passou-se a trabalhar de forma mais indutiva, o que significava se perguntar para quem, ou para que grupo específico, um projeto especial devia ser colocado no mercado (método ascendente). Mais adiante, nos anos 90, frente as necessidades advindas da constante digitalização, esses métodos evoluíram para um distanciamento da linearidade do processo de projeto (problema-análise-solução), se baseando em saltos associativos e processos heurísticos, assim como formas alternativas de estruturação e representação de problemas, que se tornavam cada vez mais complexos (BÜRDEK, 2010).

À medida em que os problemas saíram da concretude e materialidade em direção à perda de tangibilidade, características de natureza mais subjetiva como, por exemplo, métodos intuitivos, livre associação de ideias, empatia, afetividade e emoção foram paulatinamente incorporadas à gramática do design e, como desdobramento, houve um deslocamento do foco naquilo que se produzia no sentido de para quem se produzia, trazendo o usuário para o centro das atenções e, desse modo, dando ênfase em como este se portava frente à apreensão e manejo (do ponto de vista sensorial e simbólico) de artefatos e sistemas.

A partir deste cenário, voltando aos processos de atuação do design, sua natureza interventiva e abordagem metodológica não são, portanto, condicionadas exclusivamente aos padrões e regras tradicionalmente provenientes de métodos analíticos e reducionistas. Associado a estes processos, outras formas de pensamento subsidiam as metodologias provenientes do design e promovem um percurso metodológico que é constantemente alternado entre (a) processos divergentes, de natureza criativa, são relacionados a atividades de análise e de construção de ideias e hipóteses, buscando por meio da materialização e visualização destas, saltos associativos e soluções inovadoras sem a preocupação direta com requisitos ou constrangimentos demandados por uma situação real de aplicação e (b) processos convergentes, de natureza pragmática, são relacionados a atividades de síntese, nas quais há a filtragem e tangibilização das ideias e hipóteses que melhor se adaptam a uma dada situação ou contexto real de aplicação por meio do estabelecimento de cenários, jornadas de usuário e prototipação

em diversas escalas de complexidade e fidelidade (SILVA, 2015). Neste sentido, a partir dessas características, sugere-se que o design pode vir a ser um importante elemento de articulação entre as teorias pedagógicas já existentes, as políticas de implementação e desenvolvimento das TICs no meio escolar e os estudantes e professores. Para tanto, nesta investigação, são empregadas as abordagens de design sob um aspecto mais geral, relacionado à forma como o processo de ensino-aprendizagem pode ser modificado em busca de uma escola mais atual e alinhada aos desafios do mundo contemporâneo, e em um nível mais particular, com atenção a alguns de seus campos específicos, voltado para quais dispositivos e ferramentas de construção do conhecimento são mais adequados para constituir essa estratégia.

No nível mais geral, o pensamento de design portado para uma situação de ensino-aprendizagem dialoga com as metodologias ativas de aprendizagem, como a aprendizagem baseada em problemas e por projetos (ABPP). Neste tipo de metodologia o estudante é colocado no centro do processo e, a partir de uma situação problema, vinculada diretamente à sua realidade prática e social, é coautor da construção de seu próprio conhecimento apoiado em conceitos desenvolvidos de forma sistêmica e colaborativa por meio de projetos que têm como intuito criar artefatos, sistemas ou ideias que solucionem o problema em questão. Dessa maneira, a ABPP é um caminho que se mostra coerente com as visões construtivistas e ativas, como as de Paulo Freire e Vygotsky, pois permite que a partir de problemas o sujeito ativo possa buscar soluções enquanto desenvolve um projeto embasado em situações reais (CAVALCANTI e FILATRO, 2017).

Quando estes projetos, inseridos em um contexto de aprendizagem, se apropriam dos métodos e da forma de pensar particular do design, tal ação caracteriza um outro tipo de metodologia chamada de aprendizagem baseada em design (DBL, na sigla em inglês). Como consequência, a aprendizagem baseada em design permite que os estudantes vivenciem a construção cognitiva de conceitos como um resultado do ato de projetar e construir artefatos criativos e inovadores, iniciando o processo de aprendizagem de acordo com suas próprias capacidades, preferências e estilos de aprendizado (DOPPELT *et al.*, 2008) sendo estimulados a explorar, criar e experimentar (CAVALCANTI e FILATRO, 2017) por meio de trabalho colaborativo e em rede.

Ainda, na aprendizagem baseada em design, assim como ocorre em outras formas de ABPP, os conceitos são construídos a partir das necessidades dos estudantes frente a um problema, tornando-se mais significativos, já que se mostram úteis para determinada situação prática em questão. Este processo é o inverso do que ocorre nas formas tradicionais de ensino de ciências, nas quais os conceitos são ensinados previamente e só então aplicados em alguma situação genérica por meio de exercícios teóricos ou atividades similares, se distanciando da realidade dos estudantes e de suas experiências de vida.

Não obstante, voltando nossa atenção para o nível mais particular, percebe-se que alguns campos específicos do design se desenvolveram nos últimos trinta anos, de certa forma, como resposta aos problemas surgidos a partir do cenário tecnológico e informacional em que vivemos e, exatamente por isso, trazem enfoques relevantes para a nossa investigação. Neste sentido, a abordagem de compreensão do contexto, assim como de proposição de uma nova estratégia de aprendizagem, pode ser enriquecida por campos específicos do design, como o

design de interação, o design de serviços e o design da informação. Com isso, diferentes ferramentas para compreender a relação de significado que os estudantes produzem com a escola e, mais especificamente, a disciplina e seu conteúdo; para visualizar as diferentes fontes de dados levantados em prol de uma síntese que favorece a condução do projeto; ou mesmo a articulação de diferentes níveis de abstração para a especificação da estratégia concebida podem ser inspiradas em bibliografias especializadas desses subcampos do design.

Seja sob um aspecto mais global, a partir das metodologias ativas de aprendizagem como a aprendizagem baseada em design, seja sob uma ótica mais particular, a partir dos seus campos específicos, vemos que o design pode contribuir positivamente para a concepção de estratégias de ensino-aprendizagem que promovam uma ponte entre as teorias pedagógicas e de aprendizagem, a prática real de ensino de física e demais ciências dentro de sala de aula e o mundo atual, orientado pela recente explosão informacional e tecnológica.

### **Delineamento do estudo**

Os procedimentos escolhidos para esse delineamento partem da perspectiva advinda da prática de um dos autores como professor de física da Secretaria de Estado de Educação do Distrito Federal (DF), atuando no terceiro segmento da Educação de Jovens e Adultos (EJA), equivalente ao ensino médio do ensino regular, no Centro Educacional 06 de Ceilândia (CED 06). A abordagem de produção do conhecimento segue um sentido de investigação ascendente, pois a aderência ao contexto de investigação é essencial para o diagnóstico e intervenção pretendidos. Nesse sentido, foram frequentes técnicas de análise documental, observações globais participativas, entrevistas semiestruturadas em todas as etapas da pesquisa, mantendo-se a flexibilidade procedimental inerente aos processos investigativos do campo do design e áreas afins. Portanto, o presente delineamento foi composto por cinco etapas: (a) estudo do contexto da pesquisa; (b) diagnóstico; (c) concepção da estratégia de ensino-aprendizagem; (d) implementação da estratégia; e, finalmente, (e) exploração dos impactos preliminares da estratégia no contexto estudado. Embora essas etapas sejam apresentadas de maneira linear, elas frequentemente foram realizadas de maneira paralela, incidindo em algumas superposições, subsidiando novas informações, requisitos, atributos ou relações, que impactaram no desenvolvimento da pesquisa e da estratégia de ensino-aprendizagem.

O estudo do contexto foi realizado por meio do mapeamento das características inerentes ao ambiente escolar que possam impactar na pesquisa. Foi realizado o levantamento do ambiente e estrutura da escola, como a quantidade de salas, sua relação com o número de estudantes, o posicionamento da escola e dos professores enquanto implementação e utilização das TICs, a disponibilidade de salas de informática e de recursos audiovisuais, os índices de violência locais, entre outros. Também foram consideradas a organização hierárquica do corpo técnico da escola, o grau de autonomia dos professores, bem como quais são os conflitos e papéis assumidos pelos atores do ambiente escolar, especialmente aqueles dedicados à parte pedagógica da escola, supervisor pedagógico, professores e estudantes, que podem nos fornecer indicativos de possíveis constrangimentos e requisitos para a definição correta do problema de design e também para a elaboração da intervenção. Nessa primeira fase do estudo do contexto,

essas informações foram levantadas por meio de análise documental e fontes bibliográficas diversas, disponíveis na própria escola e em órgãos relacionados à Secretaria de Educação; observações globais participativas, realizadas nas reuniões pedagógicas do corpo docente e nas salas de aula; assim como entrevistas exploratórias abertas com os estudantes e professores.

Na etapa de diagnóstico, os dados e as apreensões, essencialmente qualitativos, obtidos a partir do estudo do contexto, fornecem uma série de possíveis restrições e constrangimentos para a estruturação do projeto, além do fornecimento de atributos desejáveis para a criação, o desenvolvimento e a implementação da estratégia de ensino-aprendizagem. Esta etapa tem, portanto, o intuito de reforçar, ajustar ou reformular as premissas iniciais da pesquisa. Os dados obtidos anteriormente foram dispostos e sistematizados utilizando a técnica de mapas mentais para a visualização e articulação das informações levantadas. Ainda, foi investigado o engajamento dos estudantes e os seus pontos de vista frente à educação e ao ensino a partir de uma entrevista coletiva semiestruturada realizada na escola. Foram selecionados pelo professor dois estudantes de cada uma das quatro turmas do segundo ano, buscando variabilidade de perfis como sexo, faixa etária, jornada do estudante fora de sala de aula, grau de participação nas aulas, profissão, etc. Os estudantes responderam a uma série de 12 perguntas, com intuito de relatar seus diversos pontos de vista a respeito de aprendizagem, autonomia, medos, anseios, objetivos de vida, de modo a compreender os elementos motivadores e desmotivadores que existiam no ambiente da escola e que podiam auxiliar no desenvolvimento da estratégia de ensino-aprendizagem. Esse procedimento consiste em uma adaptação da Octalysis proposta por Chou (2015), descrita com mais detalhes em Domingos Filho *et al.* (2018).

A partir do diagnóstico do contexto foi concebida a nova estratégia de aprendizagem. Para tanto, os diferentes papéis dos autores, enquanto professores, pesquisadores e projetistas, foram combinados em um processo de design focado na reestruturação de toda a experiência de aprendizagem dos alunos, não somente no redesenho de seu material didático. Nesse sentido, inspirados pela tendência atual da perda de tangibilidade dos objetos de design contemporâneo, assim como de processos mais integrados de cocriação, foram empregadas ferramentas recorrentes dos campos do design de interação (SAFFER, 2010; ROGERS, SHARP e PREECE, 2013) e design de serviços (STICKDORN e SCHNEIDER, 2014) para compreender o contexto dos alunos, sua relação com o conteúdo da disciplina. Ainda, para a concepção de novos suportes e interfaces com o conteúdo da disciplina foram adotados processos inspirados pelo campo do design da informação (MEIRELLES, 2013; BAER, 2008). A partir desse entendimento, foram extraídos requisitos de projeto que permitiram guiar as fases de ideação, seleção de alternativas e avaliação da proposta de estratégia de aprendizagem. O presente relato não pretende esgotar a descrição dos procedimentos de execução do projeto de design, melhor detalhados em Domingos Filho *et al.* (2018).

Para a etapa de implementação da solução concebida, houve o estabelecimento de uma narrativa (estrutura) de execução da estratégia que, apesar de já ter sido planejada em teoria, tinha como objetivo a criação de uma rede que englobasse os conceitos de física, a estrutura técnica da escola, as ferramentas didáticas utilizadas, os estudantes e o professor, de maneira significativa e adaptada aos constrangimentos, as incertezas e as contingências que pudessem ocorrer no contexto de sala de aula. Neste sentido, a estratégia se consolidou efetivamente

somente no momento da implementação, pois a perda de flexibilidade nesse momento poderia implicar na falta de aderência às especificidades do contexto estudado. Assim, pela característica iterativa inerente à prática do design, o processo de implementação foi ajustado várias vezes ao longo de sua aplicação. A estratégia foi aplicada em todas as turmas de segundo ano e, a cada aplicação de uma de suas fases, dados foram colhidos para servir como base para ajustes e correções para aplicação nas turmas seguintes. Isso ocorreu durante toda a duração da estratégia. A implementação da estratégia teve duração de um mês no ano de 2017 e ocorreu em 4 turmas de física do segundo ano da escola.

A exploração dos impactos preliminares da estratégia investigou as transformações ocorridas no contexto escolar que podem estar relacionadas à intervenção, abordando os impactos iniciais no professor, na forma como as aulas são conduzidas, os conteúdos ministrados e, principalmente, nos estudantes. Contudo, não se pretende nesse primeiro momento uma avaliação precisa com a mensuração do impacto nos processos de aprendizagem, mas um estudo mais abrangente que envolve também as dificuldades relacionadas à implementação. A partir desse estudo exploratório preliminar, entende-se possível elencar variáveis mais pertinentes para uma avaliação sistemática dos impactos da estratégia. Assim, essa avaliação se deu em grande parte de maneira qualitativa, sendo realizada durante todo o percurso de sua aplicação. Além disso, investigar o sucesso dos estudantes na apreensão do conteúdo ministrado ocorreu não só pela avaliação individual e em grupo, por meio de notas e conceitos para as atividades propostas ao longo da execução da estratégia, mas também pela forma como interagem e atuavam nas condições dadas, suas expectativas, sentimentos e pontos de vista relacionados. Características como engajamento, comportamento e interesse foram objetos de atenção e análise, bem como o papel do professor enquanto condutor e articulador da execução da estratégia. De posse dos dados relativos aos estudantes aprovados e em recuperação de turmas dos semestres anteriores, foi possível investigar o impacto da estratégia. Também, em comparação com os outros semestres, foi possível mensurar a quantidade de conceitos desenvolvidos no mesmo intervalo de tempo. Houve, ainda, no segundo semestre de 2017 o Exame Nacional para a Certificação de Competências de Jovens e Adultos (ENCCEJA), prova não obrigatória que afere as competências dos estudantes da EJA, e, embora não tivéssemos uma série histórica com os dados da prova, a partir das suas impressões verbalizadas posteriormente à sua aplicação, foi possível inferir, ainda que de forma pouco precisa, a percepção dos alunos sobre os impactos da estratégia. As técnicas utilizadas nesta fase da pesquisa foram compostas por observações globais da intervenção no ambiente escolar, focados em aspectos de utilização dos instrumentos da estratégia, assim como no modo como os estudantes interagem, análise do número de faltas por meio dos diários, verificando se o comprometimento dos estudantes com as aulas havia aumentado ou diminuído. Ainda, foram realizadas entrevistas com os estudantes sobre suas opiniões a respeito do trabalho (estratégia de ensino), o grau de dificuldade, a interação dos integrantes do grupo, etc. Por fim, houve uma Avaliação Multidisciplinar, a última avaliação do semestre letivo, que foi planejada a partir dos conteúdos apresentados e na forma como foram abordados na estratégia de ensino-aprendizagem.

## Resultados e discussão

No presente tópico são descritas as sínteses dos resultados levantados em cada uma das etapas apresentadas no delineamento da pesquisa. Devido ao grande volume de informações descritivas, os resultados detalhados sobre o contexto do campo de pesquisa, o diagnóstico da situação, o processo de implementação, assim como a etapa propositiva da concepção da nova estratégia não são exaustivamente abordadas, optando-se pela ênfase nas discussões.

### *O contexto da pesquisa*

A partir dos procedimentos descritos no delineamento, verificou-se que o Centro Educacional 06 de Ceilândia (CEd 06) é uma escola localizada na Área Especial da Quadra 16, do Setor P. Sul de Ceilândia, região administrativa Distrito Federal (DF), cercada por residências e por algumas lojas comerciais e igrejas de pequeno porte. A escola oferece, no turno noturno, o terceiro segmento da modalidade de Educação de Jovens e Adultos (EJA) equivalente ao ensino médio do ensino regular, possuindo 12 turmas, sendo 4 de primeiro ano, 4 de segundo e 4 de terceiro, que compõem seu corpo discente, em um regime semestral, em que cada ano letivo é dado em um semestre, em um total de 3 semestres totalizando uma carga horária de 1.200 horas. Em relação a estrutura física, a escola possui uma sala de informática com 10 computadores conectados à Internet e 3 salas de recursos que podem ser utilizadas em conjunto com os equipamentos didático-pedagógicos existentes. Dentre esses equipamentos, estão disponibilizados para uso 4 *smart TVs*, 2 *datashows* e um aparelho de DVD acompanhado de uma videoteca. Desde 2017 há uma rede Wi-Fi disponível para os estudantes, no entanto essa rede ainda carece de melhorias em sua estrutura, pois com os múltiplos acessos, ela tende a ficar congestionada e instável, gerando desconfiância por parte dos estudantes que limitam seu uso, quando a utilizam, a aplicativos de mensagens de texto.

Embora haja em torno de 35 estudantes matriculados por turma todos os semestres, as altas taxas de evasão escolar na EJA são um problema recorrente, acontecendo por diversos motivos como dificuldades de conciliação entre trabalho, família e escola, gravidez na juventude, medo da violência, uma vez que as aulas ocorrem no horário das 19 às 23 horas, problemas de saúde e dificuldades de adaptação para aquelas pessoas que estão há muitos anos sem estudar formalmente. Diante deste cenário, a pesquisa foi realizada com todas as 4 turmas da segunda etapa, aproximadamente 70 estudantes, com idades entre 18 e 50 anos. Mesmo sendo turmas da mesma série, há acentuada heterogeneidade em relação a suas composições, devido à extensa faixa etária e pelo modo como os estudantes são divididos em cada turma. A turma 2A é constituída pelos estudantes mais velhos, sendo 14 frequentes, com uma média de idade de 40 anos, a turma 2B apresenta 18 estudantes frequentes com uma média de 26 anos, o 2C, 22 frequentes com uma média de 20 anos e o 2D, 20 frequentes com uma média de 19 anos.

Em relação aos materiais didáticos, não há livros didáticos específicos para a EJA, ficando a cargo dos professores a utilização ou não de apostilas adotadas e/ou criadas por eles mesmos, que podem ser impressas pelos estudantes em uma copiadora que funciona na escola em regime de concessão. Em virtude disso, o material didático utilizado nas aulas de física é a publicação

Leituras de Física – Física Térmica, que foi criado pelo Grupo de Re-elaboração do Ensino de Física (GREF), do Instituto de Física da Universidade de São Paulo (USP) no ano de 2006. No que tange as aulas, estas são essencialmente expositivas com a utilização do quadro branco para a cópia dos conteúdos e resolução de exercícios, uso de ilustrações e esquemas feitos pelo professor para ilustrar e descrever conceitos e pouca utilização dos recursos audiovisuais disponíveis. São 3 aulas de física por semana em cada turma, com duração média de 40 minutos, sendo uma aula dupla e uma aula simples. As salas de aula não são “ambientes”, ou seja, o professor não é fixo em cada sala, tendo que se deslocar entre as turmas.

### *Diagnóstico*

Diante dos dados levantados, foi elaborado, a partir de uma série de discussões, um modelo mais concreto de como o processo de ensino-aprendizagem corrente se dava nas aulas de física. Para isso foi empregado um mapa mental, no qual foram dispostas todas as características apreendidas de modo que pudessem ser hierarquizadas, relacionadas e analisadas. Esta estratégia nos permitiu visualizar os problemas e constrangimentos existentes e as áreas mais problemáticas da atividade de ensino. A partir desta análise, foi descrita uma aula dupla típica, com duração de 80 minutos, que se mostrou dividida em três partes principais: copista, na qual o professor copiava uma síntese do conteúdo da apostila no quadro e, em seguida, os estudantes transcreviam esse conteúdo em seus cadernos; expositiva, quando o professor explicava o conteúdo copiado para os estudantes; e de exercícios, na qual o professor passava exercícios para os estudantes fazerem em sala de aula. Essas partes estavam distribuídas no tempo de aula de forma desigual, tendo a parte copista durando em média uma aula simples de 40 minutos, a parte expositiva durando 20 minutos e restando 20 minutos para a parte final de exercícios, que muitas vezes ficavam como lição de casa (Figura 1).

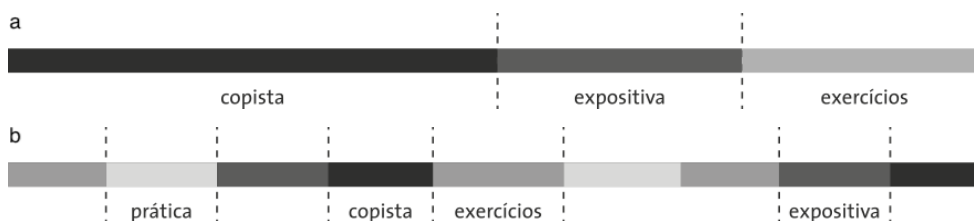
Também foi levantado que, além de haver a subutilização dos suportes das TICs como verificado na etapa do estudo do contexto, outros suportes, de natureza analógica e experimental também não eram utilizados, tanto pelo fato destes não existirem na escola, como kits de experiências, por exemplo, quanto pelo fato de não existirem disponíveis no mercado, pela especificidade que apresentavam, como infográficos impressos sobre Física Térmica, tornando o ensino maçante, enfadonho e pouco dinâmico. Essa forma como a aula se apresentava acentuava ainda mais o pouco engajamento dos estudantes.

A partir da entrevista com os estudantes foi possível externalizar alguns pontos de vista dos alunos frente à atividade de ensino-aprendizagem desenvolvida na escola: os estudantes mais velhos tinham uma preocupação maior com reprovações e notas baixas, pois se sentiam já bastante atrasados por terem abandonado a escola quando mais jovens e não queriam perder mais tempo, eles achavam interessantes as discussões sobre física mesmo tendo dificuldades com os problemas matemáticos e esperavam conseguir uma posição melhor no mercado de trabalho ao terminar o ensino médio. Além disso, terminar a educação básica para eles tinha um valor simbólico, pois era visto como uma vitória, uma superação das dificuldades e, por isso, merecia muita atenção e esforço. Já os estudantes mais jovens não se preocupavam tanto com reprovações ou notas baixas (embora alguns pensassem como os mais velhos), mas almejavam



entrar no ensino superior e conseguir um emprego ou progredir na carreira. Embora achassem importante estarem na escola, consideravam as aulas chatas e sem muito propósito e, ainda, que o ensino médio era um obstáculo para o seu ingresso na universidade e não uma preparação.

Ao analisar os resultados obtidos das etapas descritas anteriormente, concluiu-se que o desenvolvimento dos conteúdos programáticos tomava muito tempo, especialmente aquele gasto para copiá-los e que a divisão da aula em partes bem delimitadas de cópia, explicação e exercícios tornava o ensino maçante e pouco dinâmico. Os estudantes ficavam longos períodos fazendo uma atividade que exigia pouco esforço cognitivo, copiando, e depois recebiam muitas informações em um curto intervalo de tempo, a parte expositiva, exigindo muito esforço cognitivo a partir de uma mudança brusca na natureza da aula. Além disso, o tempo destinado à prática e resolução de exercícios era muito curto, ficando muitas vezes como atividade para casa. Desse modo, as atividades de exercícios perdiam seu caráter de avaliação formativa, na qual o professor estaria presente para ajudar e guiar o estudante na solução do problema, para ganhar um caráter somativo, no qual a avaliação serviria somente como uma forma de se atribuir uma nota, diminuindo as possibilidades de aprendizado. Para solucionar estes problemas, a estratégia de ensino-aprendizagem deveria alternar constantemente entre pequenos momentos expositivos, de exercícios, atividades práticas e de discussão, de forma que a atenção dos estudantes estivesse sendo provocada continuamente (Figura 1). Estes momentos deveriam dispor ainda de suportes de informação de naturezas diversas: digitais, analógicos, experimentais e impressos, enriquecendo as formas de apreensão dos conteúdos e familiarizando os estudantes acostumados a consumir informação a partir de múltiplos suportes.

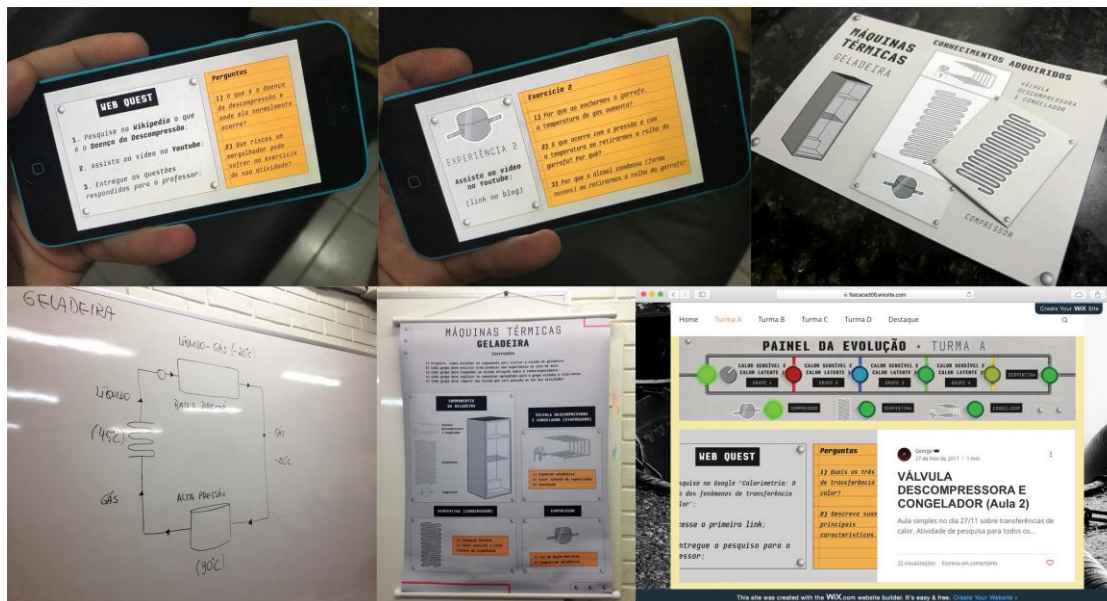


**Figura 1: Comparação entre modelos de gestão do tempo durante a aula**

### *Concepção da estratégia*

Depois de definidos o diagnóstico, os requisitos e os suportes nos quais a estratégia de ensino-aprendizagem se apoiaria, iniciou-se a etapa propositiva da pesquisa. O primeiro passo consistiu na adaptação do conteúdo a ser utilizado. Como já mencionado, o conteúdo de “Máquinas Térmicas – Geladeira” foi definido, mas a maneira como este era abordado nos livros didáticos demandou uma série de adaptações, pois diferia em termos de escopos, níveis de aprofundamento e de abrangência de conceitos. Além disso, este conteúdo frequentemente era apresentado na parte final dos livros, como um desdobramento de alta complexidade de todos os conceitos desenvolvidos previamente no decorrer do período letivo, com caráter estritamente conceitual. Para concepção da nova estratégia, a geladeira passou a ser o fio condutor dos conteúdos específicos, guiando os estudantes em uma macro narrativa.

Seguindo os requisitos levantados nas etapas anteriores, criou-se uma rede de suportes, com diferentes naturezas e formas de expressão para os diferentes momentos da narrativa, na qual o trabalho poderia se apoiar: (a) experiências de baixo custo a partir de materiais recicláveis; (b) vídeos do Youtube; (c) cartões de exercícios distribuídos por meio do aplicativo de mensagens instantâneas Whatsapp; (d) cartaz infográfico para orientar os estudantes na execução de cada etapa do trabalho; (e) cartela de adesivos com os componentes da geladeira como forma de recompensa; e (f) site para a revisão e recuperação dos estudantes. Ainda, o site apresentava um mapa de progresso, para situar os estudantes ao longo do desenvolvimento da estratégia. Algumas interfaces desenvolvidas para a aplicação da estratégia podem ser vistas na Figura 2.



**Figura 2: Exemplos de interfaces desenvolvidas para suportar a estratégia de ensino-aprendizagem**

A partir destas interfaces, foi desenvolvido um roteiro que as interligasse em um intervalo de 3 aulas, estabelecendo o momento em que cada suporte seria utilizado. Este roteiro foi pensado em um formato modular, de modo a estruturar individualmente cada parte da geladeira. Ele consistia nas seguintes etapas em sequência: aula de apresentação, desenvolvimento e fechamento. Finalmente, ao término desta primeira série de 3 aulas, este roteiro seria desenvolvido novamente abordando outra parte da geladeira (Figura 3). Mais detalhes acerca da dimensão interventiva da pesquisa podem ser consultados em Domingos Filho *et al.* (2018).

<b>Apresentação</b> aula 1 simples	Orientações	4 Grupos	Vídeo de apresentação		
<b>Desenvolvimento</b> aula 2 dupla	Grupo 1	Experimento 1	Vídeo 1	Exercício 1	
	Grupo 2				
	Grupo 3	Experimento 2	Vídeo 2	Exercício 2	Vídeo específico
	Grupo 4				
<b>Fechamento</b> aula 3 simples	4 Grupos	Vídeo interdisciplinar	Webquest		

**Figura 3: Roteiro de planejamento das aulas**

### *Implementação da estratégia*

A implementação do trabalho ocorreu nas quatro turmas, 2A, 2B, 2C e 2D, no período entre 09 e 27 de novembro, representando um total de 36 aulas para o desenvolvimento das atividades previstas, sendo 9 aulas em cada turma, observando-se as suas particularidades. Durante a implementação do trabalho, percebeu-se que o rendimento das atividades era menor quando estas eram aplicadas no primeiro horário e no último. O primeiro horário era afetado principalmente pelas faltas e atrasos dos estudantes, pois boa parte deles trabalhava em locais longe da escola e dependiam do transporte público, de modo que era difícil chegar a tempo da primeira aula, dessa forma os grupos ficavam desfalcados, diminuindo as possibilidades de discussão ou aumentando o retrabalho nas explicações a respeito das atividades que tinham que ser repetidas para aqueles que haviam acabado de chegar em atraso. Em relação ao último horário, que ia de 22 horas e 15 minutos às 23 horas, por já ser muito tarde, os estudantes estavam cansados e, por isso, havia uma diminuição das discussões e questões colocadas por eles, relativamente aos primeiros horários, sendo que muitos faziam apelos para que a aula terminasse alguns minutos mais cedo.

Verificou-se também que o tempo definido para cada atividade tinha que ser seguido rigorosamente, pois havia a tendência de, dependendo da turma, haver mais gastos em uma atividade ou em outra. Por exemplo, a 2A tinha uma tendência maior a avançar nas discussões e debates sobre os conceitos, o 2D já se interessava mais em manipular as experiências. Portanto, cabia ao professor a regulação do tempo destinado a cada atividade para não atrapalhar o bom andamento do trabalho e terminar ao fim da aula com as atividades previstas concluídas.

Em relação aos equipamentos disponíveis para os estudantes, nem todos tinham celulares com acesso à Internet para receber os cartões de exercícios, sendo que em uma das turmas, em um dado dia, nenhum dos integrantes de um grupo específico possuía este dispositivo, problema que foi resolvido colocando as questões relativas àquele grupo na TV para que eles pudessem fazer a atividade. No entanto, isso serviu de alerta para esse tipo de restrição nas outras atividades.

Foi percebido no decorrer da aplicação de todas as etapas do trabalho, que este não apresentou muita flexibilidade em relação a momentos imprevisíveis durante as aulas, tais como compactação de horário, cancelamentos ou trocas de aulas. Como as atividades eram realizadas quase que essencialmente em sala de aula, qualquer interrupção atrapalhava esse desenvolvimento, cabendo aos estudantes utilizarem o site como forma alternativa para o progresso do trabalho.

Quanto aos impactos da estratégia de ensino-aprendizagem para o professor, houve um desgaste menor do ponto de vista físico, pois não era necessário que falasse tanto e o formato dinâmico do trabalho diminuiu os gastos energéticos para manter a atenção dos estudantes. No entanto, houve acentuado desgaste cognitivo, pois o professor precisava estar constantemente controlando o tempo e operando equipamentos diferentes, ora montando e manipulando experiências, ora operando a TV, enviando exercícios pelo Whatsapp, etc. Contudo, este desgaste se acentuou pelo fato deste ter sido o primeiro semestre de implementação da estratégia, na qual ainda foram necessários ajustes, realizados no decorrer das aulas. A mudança

na estrutura das aulas também contribuiu para um desgaste maior do professor, pois foi necessário o desenvolvimento de uma série de adaptações e novas estratégias no trato com os estudantes, com os recursos didáticos e também com o conteúdo, abordado de forma não usual. Portanto, espera-se que nos próximos semestres este custo cognitivo venha a diminuir com a prática acumulada.

### *Impactos preliminares*

Compreendeu-se que a avaliação do impacto não seria possível a partir do estabelecimento de uma ou duas turmas controle, pois como as quatro turmas eram muito heterogêneas, haveria toda uma sorte de peculiaridades inerentes a cada turma influenciando os dados colhidos. Portanto, foi adotada uma avaliação longitudinal, aplicando o trabalho em todas as turmas e comparando com os semestres anteriores, nos quais as aulas tinham sido dadas de maneira tradicional. Embora as turmas comparadas ao longo dos semestres fossem diferentes, existia uma tendência em suas características, como idade, jornada de trabalho, ou aspirações futuras.

A partir disso, uma das primeiras considerações a respeito desta nova estratégia de ensino-aprendizagem foi que a utilização de uma sala específica com uma organização espacial diferenciada, a presença de materiais impressos e as atividades transmitidas pelo Whatsapp, conferiram à disciplina de física um caráter diferenciado em relação às outras aulas das demais disciplinas da escola, criando uma noção de comprometimento por parte dos estudantes que não havia no início do semestre. Em mais de uma ocasião, por exemplo, estudantes foram às aulas de física mesmo estando de atestado médico. Outras vezes, ao faltar uma das aulas do trabalho, comunicavam ao professor imediatamente os motivos da falta e perguntavam sobre o que poderiam fazer para recuperar a nota, o que não ocorria com frequência em períodos anteriores.

Em relação ao comportamento, as turmas 2C e 2D com estudantes mais novos, sempre tiveram problemas, de modo que constantemente as aulas tradicionais tinham que ser interrompidas para que se comportassem e prestassem atenção, além de nem sempre fazerem os trabalhos propostos, mesmo valendo nota. No entanto, com a nova estratégia, estes mesmos estudantes se engajaram de forma acentuada, muitas vezes liderando os seus respectivos grupos no desenvolvimento das atividades, saindo menos da sala de aula e participando dos debates e discussões de forma mais ativa.

A comunicação via Whatsapp, proposta no trabalho, melhorou muito a relação entre professor e turma, facilitando a transmissão de avisos diversos, o compartilhamento e esclarecimento de dúvidas na execução das atividades e a divulgação de notas. Inclusive, houve um caso específico, em uma aula de aplicação da estratégia, na qual uma estudante não pode comparecer à aula e, por meio do aplicativo, conversou com seus colegas que comunicaram a situação ao professor. A partir do seu aval, a estudante pode, então, fazer a atividade com seu grupo, à distância, vendo os vídeos da sua casa, no momento em que a aula ocorria na escola. Em síntese, podemos afirmar que foi percebida uma relação mais amistosa e empática, estabelecida entre professor e estudantes, tornando a prática de ensino-aprendizagem mais fluida, independentemente das fronteiras físicas e hierárquicas da escola.

No que tange o conteúdo ministrado, em um mês de trabalho, foi possível desenvolver mais conceitos do que jamais havia sido feito em um intervalo de tempo similar em todos os semestres anteriores nos últimos 5 anos. A ausência de perdas de tempo copiando conteúdos e os múltiplos suportes utilizados proporcionaram uma maior facilidade na construção dos conceitos relacionados às máquinas térmicas, sem que isso se configurasse como uma abordagem superficial.

Ainda, mesmo as turmas sendo bastante diferentes, não foram necessárias grandes adaptações para a execução do trabalho em cada uma delas. Houve uma facilidade maior dos estudantes mais velhos em apreender os conceitos desenvolvidos e expressá-los de maneira coloquial nas atividades realizadas durante o trabalho, do que quando cobrados estes mesmos conceitos na Avaliação Multidisciplinar (AM) do final do semestre. Enquanto estes estudantes não acompanharam o desempenho mostrado no decorrer do trabalho, aqueles mais novos, das turmas 2C e 2D, mantiveram desempenho semelhante na avaliação final.

Uma possível explicação para o desempenho nas turmas com estudantes mais velhos diz respeito ao tipo de avaliação que é a AM. Essa prova individual, objetiva e aplicada sem consulta e sem a ajuda do professor, se configura como uma avaliação essencialmente somativa, para a aferição de conhecimentos em um momento específico no espaço e no tempo (o dia da prova). Isso consiste no oposto da abordagem da estratégia implementada, baseada em pequenos exercícios, feitos em parceria entre os estudantes e com o professor auxiliando, de maneira formativa, na qual os conceitos são construídos colaborativamente. Portanto, entende-se que a natureza da AM não é a mais adequada para avaliar o conhecimento apreendido pelos estudantes, em especial aqueles com idade mais avançada. Entretanto, apesar do desempenho dos estudantes mais velhos na Avaliação Multidisciplinar, este semestre apresentou um número maior de aprovados em relação aos semestres anteriores (Figura 4). Embora não se possa afirmar que a intervenção tenha sido a única responsável por isto, tanto pelo número relativamente pequeno de estudantes participantes (ao todo 74), quanto pela quantidade de vezes em que foi aplicada em cada turma (uma vez no 2º/2017), é provável que tenha tido sua parcela de influência neste resultado.

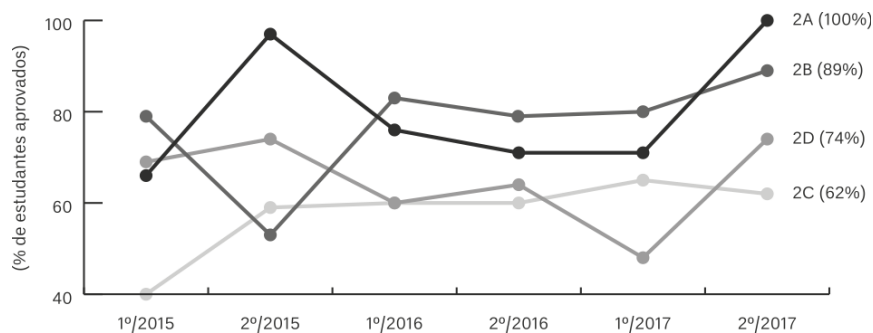


Figura 4: Gráfico com o percentual de estudantes aprovados em física

Ainda, em relação aos processos avaliativos, houve, no dia 19/11, o Exame Nacional para Certificação de Competências de Jovens e Adultos (ENCCEJA). Muitos estudantes fizeram o exame com o intuito de adquirir o certificado de proficiência do ensino médio, eliminando, dessa forma, a necessidade de continuar na escola. Mesmo sem saber o resultado final da prova, foi possível, a partir das verbalizações de diversos estudantes, notar que parte do conteúdo

abordado no trabalho de física foi cobrado no exame de maneira similar, o que os deixou confiantes em obter bons resultados na avaliação e, em um certo sentido, sugere uma validação da forma como os conceitos foram apropriados pela intervenção.

Por fim, mesmo colhendo resultados positivos significativos, a estratégia aplicada tem potencial para evolução e para uma maior transformação do ambiente de sala de aula. Compreende-se como pontos de aprimoramento: (a) a criação de novas “máquinas térmicas” com narrativas, ferramentas e suportes distintos, de modo que possamos criar um banco de projetos para, em um futuro próximo, ser oferecido aos estudantes, para que escolham qual máquina térmica querem estudar; (b) a transferência da responsabilidade da construção e execução dos experimentos de baixo custo do professor para os estudantes, tornando a estratégia ainda mais alinhada com as abordagens da ABPP; (c) a abertura de um diálogo maior entre a física e as outras disciplinas durante a execução da estratégia de ensino-aprendizagem e, indo além, a reprodução das metodologias dessa estratégia para outros conteúdos e etapas da física, assim como para outras disciplinas, especialmente aquelas voltadas às áreas de ciências, como química, biologia e matemática.

## **Considerações**

Diante de todas as transformações sociais dos últimos anos, destaca-se a importância que as pessoas têm atribuído à informação, à tecnologia e ao conhecimento. Sem dúvida, aqueles que estejam preparados para lidar com um fluxo cada vez maior de informação, que saibam articular conhecimentos de áreas diversas com suas áreas profissionais ou de interesse e que tenham o trabalho colaborativo e participativo como forma de ação quando lidando com problemas complexos, já estão em clara vantagem em relação às pessoas que ainda pensam de acordo com paradigmas anteriores. A escola, portanto, tendo como primeira finalidade a formação das pessoas, o desenvolvimento de conhecimentos e competências que dialoguem com as mudanças que ocorrem ao seu redor, além de possuir relevância estratégica nesse novo mundo. No entanto, na prática, enfatizam-se as dificuldades em se atualizar, impossibilitadas de responder aos anseios e demandas do mundo contemporâneo, gerando sentimentos de inadequação e insatisfação por parte dos estudantes, dos professores e, em última instância, da sociedade.

Nesse sentido, a presente investigação teve como objetivo utilizar abordagens de design para o desenvolvimento de uma estratégia de ensino-aprendizagem para a educação de jovens e adultos do Centro Educacional 06 de Ceilândia (CEd 06) que pudesse atenuar a distância entre a realidade informacional e tecnológica vivida pelos estudantes e aquela dentro de sala de aula, presa ao passado, ainda vinculada a métodos transmissivos de informações fragmentadas e alheias ao seu cotidiano. Para tanto, foi articulado o campo do design aos desafios do mundo contemporâneo, mostrando que o campo tem se desenvolvido ao longo dos anos, na busca por propor novos modos de pensar, projetar e, conseqüentemente, novas soluções para a infinidade de problemas que se intensificam com o passar dos anos. Assim, para desenvolvimento da estratégia de ensino-aprendizagem, foi realizado um cruzamento entre as abordagens descritas com os métodos propositivos do design, inseridos sob uma perspectiva mais ampla, em um delineamento de estudo de caso. Por meio de entrevistas, observações e análise documental,



buscou-se a apreensão do contexto de sala de aula da escola pública, procurando estabelecer um quadro no qual eram dispostos as características deste contexto, o modo como os estudantes e professores estavam situados, suas relações, assim como as relações com os recursos disponíveis na escola e, principalmente, de que forma os estudantes enxergavam a sala de aula, o que os motivava a voltar aos estudos e a seguir em frente na educação formal. Com isso, uma nova proposta de estratégia de aprendizagem foi implementada no contexto escolar, nas quatro turmas de segundo ano da escola CEd 06. O processo de implementação e execução da estratégia ocorreu de maneira iterativa, buscando, a cada aplicação em uma turma particular, colher dados sobre o modo como os estudantes interagem com os recursos fornecidos pela estratégia, quais eram suas falhas ou problemas, que não haviam sido previstos na etapa de concepção, e como suas mecânicas de articulação com os estudantes, o professor e estes recursos se concretizava.

Finalmente, na etapa de avaliação, a partir dos dados qualitativos fornecidos por observações e entrevistas e, por meio de dados quantitativos, obtidos em comparação com as notas e índices de aprovação e recuperação de outros semestres anteriores, foi possível constatar que de fato a estratégia de ensino-aprendizagem parece impactar de maneira positiva o contexto escolar, promovendo o engajamento dos estudantes com a disciplina, fomentando o seu nível de participação e comprometimento, reduzindo as taxas de ausência em aulas. Além disso, houve o aumento da satisfação dos alunos e professor, que discutiram os conceitos de maneira mais vinculada aos seus contextos reais. Espera-se que, a partir dos resultados preliminares apresentados, seja possível a realização de uma avaliação sistemática desses impactos, incluindo variações na apreensão dos conteúdos com indicadores de desempenho, visando a construção de um modelo de implementação validado. Finalmente, sugere-se que os processos utilizados no desenvolvimento da estratégia têm potencial para serem portados para o ensino de outras disciplinas, em especial as ciências da natureza, de modo a promover, além de uma atualização nas técnicas de ensino-aprendizagem dessas disciplinas, o fomento a novas possibilidades interdisciplinares e sistêmicas, que precisam ser ainda investigadas por estudos posteriores.

## Referências

- BAER, Kim. *Information design workbook: graphic approaches, solutions, and inspiration + 30 cases studies*. Beverly: Rockport Publishers, 2008.
- BONSIEPE, Gui. *Design, cultura e sociedade*. São Paulo: Blucher, 2011.
- BONSIEPE, Gui. *Design: do material ao digital*. Florianópolis: FIESC/IEL, 1997.
- BÜRDEK, Bernhard E. *Design: história, teoria e prática do design de produtos*. São Paulo: Blucher, 2010.
- CARDOSO, Rafael. *Design para um mundo complexo*. São Paulo: Cosac Naify, 2011.
- CAVALCANTI, Carolina Costa; FILATRO, Andrea. *Design Thinking na educação presencial, a distância e corporativa*. São Paulo: Saraiva, 2017.
- CHOU, Yu-kai. *Gamification & behavioral design*. 2015. Disponível em: <<http://yukaichou.com/gamification-examples/octalysis-complete-gamification-framework/>>. Acesso em: 23 out. 2017.



DOMINGOS FILHO, C. A.; VALE, M. E. B.; SILVA, T. B. P.; LOPES, F. G. S. Gamificação como instrumento de interação para a educação. In: Proceedings of Interaction Latin America 2018. Rio de Janeiro: Interaction Design Association, 2018.

DISTRITO FEDERAL. *Currículo em movimento da educação básica – Educação de jovens e adultos*. Disponível em: <<http://www.educacao.df.gov.br/curriculo-em-movimento-da-educacao-basica-2/>>. Acesso em: 01 ago. 2017.

DOPPELT, Yaron *et al.* *Engagement and achievements: a case study of design-based learning in a science context*. Journal of Technology Education. Blacksburg, v. 19, n. 2, primavera 2008. Disponível em: <<https://scholar.lib.vt.edu/ejournals/JTE/v19n2/pdf/doppelt.pdf>>. Acesso em: 26 mar. 2018.

FILATRO, Andrea. *Design instrucional contextualizado*. São Paulo: Senac, 2010.

FLUSSER, Vilém. *O mundo codificado: por uma filosofia do design e da comunicação*. São Paulo: Cosac Naify, 2007.

FREIRE, Paulo. *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. São Paulo: Paz e Terra, 2011.

MEIRELLES, I. *Design for information: an introduction to the histories, theories, and best practices behind effective information visualizations*. Beverly: Rockport Publishers, 2013.

MORAES, Maria Cândida. *O paradigma educacional emergente*. Em Aberto, Brasília, Ano 16, n. 70, p. 57-69, abr./jun. 1996. Disponível em: <<http://rbep.inep.gov.br/index.php/emaberto/article/viewFile/2081/2050>>. Acesso em: 06 de maio de 2018.

MORIN, Edgar. *Educação e complexidade: os sete saberes e outros ensaios*. Organização: Maria da Conceição de Almeida e Edgard de Assis Carvallho. São Paulo: Cortez, 2007.

MORIN, Edgar. *A cabeça bem-feita: repensar a reforma, reformar o pensamento*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.

NORMAN, Donald A. *O design do futuro*. Rio de Janeiro: Rocco, 2007.

OSTERMAN, Fernanda; CAVALCANTI, Cláudio José de Holanda. *Teorias de aprendizagem*. Porto Alegre: Evangraf, 2011.

ROGERS, Carl; ZIMRING, Fred. *Carl Rogers*. Tradução e organização: Marco Antônio Lorieri. Recife: Editora Massangana, 2010.

ROGERS, Yvonne; SHARP, Helen; PREECE, Jennifer. *Design de interação: além da interação da interação humano-computador*. Porto Alegre: Bookman, 2013.

RÜDIGER, Francisco Ricardo. *Introdução às teorias da Cibercultura: perspectiva do pensamento tecnológico contemporâneo*. Porto Alegre: Sulina, 2007.

SAFFER, Dan. *Design for interaction: creating innovative applications and devices*. Califórnia: New Riders, 2010.

SANTAELLA, Lúcia. *Culturas e artes do pós-humano: da cultura das mídias à cibercultura*. São Paulo: Paulus, 2003.

SILVA, Tiago Barros Pontes. *Um campo epistemológico para o Design*. Revista de Design, Tecnologia e Sociedade. Brasília, v. 2, n. 2, p. 23-41, 2015. Disponível em: <<http://periodicos.unb.br/index.php/design-tecnologia-sociedade/article/view/19968>>. Acesso em: 23 abr. 2017.

STICKDORN, Marc; SCHNEIDER, Jakob. *Isto é Design Thinking de Serviços: fundamentos, ferramentas, casos*. Porto Alegre: Bookman, 2014.

VASSÃO, Caio Adorno. *Metadesign: ferramentas, estratégias e ética para a complexidade*. São Paulo: Blucher, 2010.



## Sobre os autores

### **Francisco George de Sousa Lopes**

Professor da Secretaria de Estado de Educação do Distrito Federal (SEEDF) e programador visual da Secretaria de Comunicação da Universidade de Brasília (UnB). Mestre em Design pela Universidade de Brasília na linha Design de Informação e Interação na qual realizou uma pesquisa sobre o impacto de uma abordagem de design na criação de estratégias de ensino-aprendizagem para conteúdos de Física da educação básica. Licenciado em Física (2007) e Bacharel em Design formado na habilitação Programação Visual (2013), ambos pela Universidade de Brasília (UnB).

fgeorge28@gmail.com

### **Tiago Barros Pontes e Silva**

Professor do Departamento de Design desde 2006 e membro do Programa de Pós-Graduação em Design da Universidade de Brasília (UnB), atua nas áreas de Design de Interação e ergonomia com foco em sistemas complexos, interfaces para web, portabilidade, ubiquidade, redes sociais e jogos. Bacharel em Design nas habilitações de Programação Visual e Projeto de Produto, mestre em Psicologia e Doutor em Arte pela UnB.

tiagobarros@unb.br

### **César Augusto Domingos Filho**

Bacharel em Design pela Universidade de Brasília (UnB). Trabalha como designer na empresa Ekoá Jogos e Gamificação.

cesinhaobdc@gmail.com

### **Marcelo Egídio Brasileiro do Vale**

Bacharel em Design pela Universidade de Brasília (UnB). Participou dos programas: Jovens Talentos para a Ciência de 2013-14 na UnB; Ciências Sem Fronteiras de 2014-2015 na The New School na cidade de Nova Iorque, NY, EUA.

marcelo.brasileiro@me.com