

A integração da Abordagem Documental do Didático e um processo de Design para o desenvolvimento de uma plataforma de suporte ao ensino a distância

The integration of the Documental Approach to Didactic and a design process for developing of a platform to support distance learning

La integración del Enfoque Documental Didáctico con un proceso de diseño para el desarrollo de una plataforma de apoyo a la educación a distancia

Silva, Amanda Rodrigues¹

Universidade Federal de Pernambuco
<https://orcid.org/0000-0002-9129-992X>

Bellemain, Franck²

Universidade Federal de Pernambuco
<https://orcid.org/0000-0001-5358-2057>

Laurentino, Auta³

Universidade Federal de Pernambuco
<https://orcid.org/0000-0002-3478-5614>

Resumo

Neste trabalho, tratamos da integração da teoria da Abordagem Documental do Didático (ADD) com um processo de design, como metodologia para a construção de uma plataforma de suporte ao trabalho docente no ensino de geometria on-line. A ADD fornece aporte teórico para guiar a análise das escolhas de recursos e produção de documentos dos docentes, como também traz a investigação reflexiva como parte metodológica para analisar as ações do professor na sua gênese documental. Dessa maneira, seguindo sete etapas de um processo de design: definir, pesquisar, idealizar, prototipar, selecionar, implementar e aprender, relacionamos as técnicas de design com métodos de pesquisa científica. Tendo como objetivo solucionar as dificuldades do planejamento docente on-line do ensino de geometria, montamos uma estrutura metodológica para a construção de uma plataforma. A estrutura metodológica foi composta pela aplicação de: pesquisa de campo, mapeamento do problema, método das

¹ amanda.rodriguessilva@ufpe.br

² franck.bellemain@ufpe.br

³ auta.laurentino@ufpe.br

perguntas, investigação reflexiva, brainstorming e prototipagem. Os métodos foram escolhidos de acordo com os objetivos de cada uma das sete etapas do processo de design. Em uma primeira análise, é possível identificar as potencialidades da integração da ADD com os processos de design, para produzir um artefato que auxilie as atividades docente.

Palavras-chave: Desenvolvimento de plataforma, Processos de design, Abordagem documental do didático, Planejamento docente.

Abstract

In this paper, we deal with the integration of the Theory of Documentational Approach to Didactics (DAD) with a design process, as a methodology for the construction of an artifact directed to teaching geometry online. The ADA provides theoretical support to guide the analysis of resource choices and production of teachers' documents and brings reflexive research as a methodological part to analyze the actions of the teacher in documentational genesis. Thus, following seven steps of a design process: define, research, ideate, prototype, select, implement, and learn, we relate design techniques to scientific research methods. Aiming to solve the difficulties of online teacher planning of geometry, we set up a methodological structure for the construction of a platform. The methodological structure was composed of the application of field research, problem mapping, question method, reflexive investigation, brainstorming and prototype. The methods were chosen according to the objectives of each of the seven stages of the design process. In a first analysis, it is possible to identify the potentialities of the integration of the ADA with design processes, to produce an artifact that assists teaching activities.

Keywords: Platform development, Design processes, Documentational Approach to Didactics, Teacher planning.

Resumen

En este trabajo, abordamos la integración de la Teoría del Enfoque Documental de la Didáctica (EDD), con un proceso de diseño, como metodología para la construcción de un artefacto dirigido a la labor docente en la enseñanza de la geometría en línea. La EDD proporciona apoyo teórico para guiar el análisis de las opciones de recursos y la producción de documentos de los maestros, así como aporta la investigación reflexiva como parte metodológica para analizar las acciones del docente en génesis documental. Por lo tanto, siguiendo siete pasos de un proceso de diseño: definir, investigar, idealizar, prototipar, seleccionar, implementar y aprender, relacionamos las técnicas de diseño con los métodos de investigación científica. Con el objetivo de resolver las dificultades de la planificación en línea del profesorado de la enseñanza de la geometría, establecimos una estructura metodológica para la construcción de una plataforma. La estructura metodológica estuvo compuesta por la aplicación de: investigación de campo, mapeo de problemas, método de preguntas, investigación reflexiva, brainstorming y creación de prototipos. Los métodos fueron elegidos de acuerdo con los objetivos de cada una de las siete etapas del proceso de diseño. En un primer análisis, es posible identificar las potencialidades de la integración del EDD con los procesos de diseño, para producir un artefacto que ayude las actividades docentes.

Palabras clave: Desarrollo de plataformas, Procesos de diseño, Enfoque documental de lo didáctico, Planificación docente.

Résumé

Dans cet article, nous abordons l'intégration de la théorie de l'approche documentaire de l'apprentissage (ADD) avec un processus de conception, en tant que méthodologie pour la construction d'une plate-forme pour soutenir le travail des enseignants dans l'enseignement de la géométrie en ligne. La ADD fournit un support théorique pour guider l'analyse des choix de ressources et de la production documentaire des enseignants, et apporte l'enquête réflexive

comme partie méthodologique pour analyser les actions de l'enseignant dans sa genèse documentaire. Ainsi, en suivant les sept étapes du processus de conception : définir, rechercher, idéaliser, prototyper, sélectionner, mettre en œuvre et apprendre, nous relierons les techniques de conception aux méthodes de recherche scientifique. Afin de résoudre les difficultés de la planification en ligne de l'enseignement de la géométrie, nous avons mis en place un cadre méthodologique pour la construction d'une plateforme. La structure méthodologique a été composée par l'application de : recherche sur le terrain, cartographie des problèmes, méthode des questions, enquête réflexive, brainstorming et prototypage. Les méthodes ont été choisies en fonction des objectifs de chacune des sept étapes du processus de conception. Dans une première analyse, il est possible d'identifier les potentialités de l'intégration de l'ADD avec les processus de conception, pour produire un artefact qui aide les activités d'enseignement.

Mots-clés : Développement de la plate-forme, Processus de conception, Approche documentaire de la didactique, Planification des enseignants.

A integração da Abordagem Documental do Didático e um processo de Design para o desenvolvimento de uma plataforma de suporte ao ensino a distância

As ações docentes são compostas pela seleção ou criação, modificação e articulação de diferentes recursos, ações que guiam suas atividades profissionais. Recursos, aqui, são compreendidos na perspectiva apresentada por Adler (2000; 2010), nesse sentido, não são somente materiais (físicos ou virtuais), mas dizem respeito também aos recursos culturais, como os sinais e linguagens, ou seja, recurso é tudo aquilo que auxilia a atividade docente e é utilizado pelos professores.

Com o cenário atual, notadamente marcado pela pandemia do Covid-19, muitas atividades desenvolvidas no cotidiano sofreram alterações, dentre elas as relativas ao ensino. No Brasil, para manter o distanciamento social e conter a contaminação da Covid-19, a modalidade de ensino presencial foi suspensa, por um período limitado, e substituída pelo ensino remoto, caracterizado como um ensino online síncrono ou de aulas gravadas transmitidas em conjunto com materiais e atividades (Teixeira *et al*, 2021).

O ensino remoto, graças ao suporte de recursos digitais e plataformas virtuais, vai além de passar para o computador e a *web* o que seria dado, e como seria dado, numa sala de aula presencial. Os métodos de ensino necessitam de adequação entre o ambiente e recursos utilizados, os conhecimentos, o tempo e a realidade dos estudantes. A complexidade no trabalho docente num ambiente rico em tecnologia, destaca-se pela quantidade de interações e escolhas feitas num contexto de ensino e aprendizagem específico. A disponibilidade de uma enorme quantidade de recursos computacionais no âmbito educacional que podem auxiliar o professor na sua atuação docente, exige dele a realização de uma grande multiplicidade de escolhas.

Disponibilizamos de muitos recursos e ao mesmo tempo faltam recursos para conteúdos específicos como para o ensino da matemática, particularmente para a modalidade da educação a distância. Rocha (2012) e Lucena (2016) destacam, por exemplo, limitações relacionadas à

ferramenta *chat* na plataforma moodle, mostrando notadamente que a ausência de símbolos, interfere diretamente nos diálogos a respeito de conhecimentos matemáticos, comprometendo o ensino e a aprendizagem de disciplinas necessitando tais símbolos.

Ainda relativa a essa complexidade de encontrar, selecionar e adaptar recursos, Silva e Bellemain (2019) investigaram um grupo de professores que atuavam em disciplinas ligadas a conhecimentos matemáticos. Na pesquisa ressalta-se as dificuldades dos docentes durante o planejamento de ensino no contexto computacional, que vão desde tempo gasto com esse planejamento, dificuldade de adaptação do material didático por falta de suporte a autoria docente, escassez de material de qualidade na língua nativa, assim como falta de suporte à articulação entre diversos recursos destinados a uma mesma atividade.

Essas complicações evidenciam lacunas no que diz respeito às ferramentas que auxiliam o professor no momento do seu planejamento, como durante o ensino. Assim, se evidencia uma falta de suporte nas plataformas para o ensino remoto no que diz respeito a autoria docente, guiando o professor, mas deixando a ele uma autonomia suficiente para produzir, selecionar, modificar e agrupar seu material para o ensino.

As ações desenvolvidas pelo docente no seu planejamento podem ser estudadas e modeladas pela teoria da Abordagem Documental do Didático (ADD), desenvolvida por Gueudet e Trouche (2010; 2015). A ADD investiga e modela o processo de gênese documental, processo que envolve os recursos e esquemas de uso selecionados ou desenvolvidos, modificados e integrados pelos professores, os articulando num documento a ser utilizado em uma situação de ensino específica. A gênese documental é influenciada pelas necessidades dos alunos, da instituição, do cronograma, do tempo de preparação, das especificidades do conhecimento, dentre outros elementos que pesam nas ações do professor.

Para ensinar, o desenvolvimento de qualquer ferramenta pedagógica precisa ser guiado por um processo metodológico que fundamenta as escolhas e norteia as etapas de

desenvolvimento. Nesse sentido, Silva (2018) observou as especificidades do uso da plataforma “protótipo” LEMATEC STUDIUM (Bellemain, Silva & Rodrigues, 2017; Bellemain, Rodrigues & Rodrigues, 2018) realizando a proposta descrita em Bellemain e Trouche (2016), direcionada ao planejamento e o ensino de conteúdos de geometria. Pretendendo conceber um suporte ao planejamento docente, a autora integrou a Engenharia de Softwares Educativos de Tchounikine (2011) à teoria da Abordagem Documental do Didático, e elicitou, ao fim da pesquisa, um conjunto de requisitos organizados em três categorias: técnicos (requisitos tecnológicos), didáticos (interação relacionada às situações de ensino) e geométricos (referente às especificidades dos conhecimentos geométricos, especificou os requisitos para o caso das curvas cônicas).

Mesmo com o emprego de uma metodologia específica como a Engenharia de Softwares Educativos, ressaltou-se insuficiências referente ao processo construtivo da ferramenta pedagógica. Em um estudo realizado por Santos (2016), foi observada uma problemática que diz respeito ao desenvolvimento de ferramentas pedagógicas, em que, ora foca-se apenas nas contribuições das tecnologias, ora apenas nas necessidades pedagógicas, acarretando para a construção de ferramentas contribuído pouco para o processo de ensino e aprendizagem.

Nesse sentido, entendendo as dimensões que norteiam tanto a concepção, quanto o desenvolvimento de ambientes para o planejamento e o ensino a distância, nos propusemos montar uma estrutura metodológica que integra a ADD com um processo de design, visando a construção de uma plataforma para auxiliar o planejamento e ensino online de conteúdos matemáticos, especificamente da geometria gráfica.

Vale destacar que o design vai além do senso comum de focar na estética e no modernismo de objetos, seu foco central está em criar soluções relacionadas à para problemas existentes no contexto de um determinado grupo de pessoas. Para isso, não é somente

considerada a configuração visual do produto que vai ser desenvolvido, mas também as necessidades dos usuários, sublinhando ainda que essas necessidades vão além de ouvir o que querem, como também observar o que eles precisam (Ambrose & Harris, 2010; Brown, 2010).

Nessa perspectiva, apresentaremos aqui a integração teórica e metodológica da Abordagem Documental do Didático com um processo de design, para a construção de uma plataforma para o planejamento e o ensino a distância de conhecimentos matemáticos. Considerando assim, nessa integração, uma dimensão didática que envolve o planejamento e ensino de conhecimentos matemáticos, e uma dimensão técnica referente a criação de artefatos digitais.

A Abordagem Documental do Didático e o contexto computacional

A Abordagem Documental do Didático se fundamenta na abordagem instrumental de Rabardel (1995), considerando a evolução de um artefato em instrumento a partir dos processos de instrumentalização e instrumentação de um sujeito, sendo essa evolução consequência de uma transformação cognitiva desse sujeito. A ADD apoia-se igualmente na teoria da atividade de Vygotsky (1978), a teoria considera o conjunto de situações relacionadas a um objetivo comum de uma atividade profissional docente.

Dessa maneira, a ADD foca na interação do professor com um conjunto de recursos e nos esquemas de utilização destes que quando direcionada a atividades com um mesmo objetivo, o resultado é um *documento*. Nesse sentido, o documento que é produzido pelo professor não é necessariamente desenvolvido apenas para uma aula, mas pode ser também, para um grupo de atividades que ocorrem em diferentes momentos. Apresentando a característica de “entidade viva”, os documentos podem ser reutilizados e modificados de acordo com as necessidades do contexto, dessa maneira as evoluções dos documentos baseadas nas interpretações do professor após o uso desse documento no seu ensino (Gueudet & Trouche, 2010; 2015; Trouche, Gueudet & Pepin, 2020) podem ser observadas.

Focando no contexto computacional, Bellemain e Trouche (2016), apresentaram o que foi denominado naquele momento de *webdocumento*, proposta implementada na plataforma LEMATEC STUDIUM. A ideia de um documento virtual composto por recursos digitais variados (vídeos, textos, software de geometria dinâmica etc.) elaborado pelos professores com um objetivo de ensino específico. A partir dessa ideia, Silva (2018) desenvolveu uma pesquisa focando na descrição de uma plataforma que desse suporte à produção de *webdocumentos* sobre conteúdos de geometria. A pesquisa não investigou o compartilhamento de recursos e documentos entre professores, mas a construção de um *webdocumento* feito por apenas uma professora e focando no conhecimento matemático das curvas cônicas. Apoiada numa investigação reflexiva da atividade da professora, a autora elencou os principais recursos utilizados pela docente, assim como duas variações de layouts de *webdocumentos* produzidos.

Investigação Reflexiva

A ADD procura modelar o processo de construção, aplicação e modificação de documentos dos professores de matemática, nesse sentido, as ações observadas podem ocorrer dentro, assim como, fora da sala de aula, seja ela presencial ou virtual. Os professores planejam as situações, selecionando, modificando e integrando um conjunto de recursos com esquemas de usos. Tal planejamento, pode ser elaborado em qualquer lugar e momento, dessa maneira, torna-se inviável para um pesquisador acompanhar a integralidade da gênese documental. Nesse sentido, foi criada a investigação reflexiva (IR) (Gueudet & Trouche, 2010; Trouche, Gueudet & Pepin, 2020), norteada por cinco princípios metodológicos: ampla coleta de recursos, acompanhamento a longo prazo, observação fora e dentro da aula, pensamento reflexivo do trabalho documental e comparativo entre os recursos criados e utilizados.

Inicialmente, a IR foi criada pensando no contexto do ensino presencial. A partir dos princípios propostos para sua aplicação, Silva (2018) acompanhou o processo documental de uma docente durante o uso da plataforma LEMATEC STUDIUM, dessa maneira, tanto o

planejamento, quanto a coleta dos recursos foram realizados com auxílio de ferramentas virtuais, como por exemplo, o planejamento com captura de telas e a coleta de recursos por meio de uma pasta online compartilhada com a pesquisadora. Assim, com o suporte de ferramentas computacionais, foi possível adequar e aplicar a metodologia da investigação reflexiva num contexto de ensino online.

O processo de design

O design é um processo focado na solução de problemas, que busca atender as necessidades do cliente, da empresa, das demandas e das características dos produtos, considerando a criatividade e a inovação (Garcia, 2019). A compreensão do problema e seu mapeamento permite identificar a causa do problema e o desenvolvimento de soluções mais adequadas que atendam às necessidades dos usuários (Ambrose & Harris, 2010).

Existem diferentes processos de design e dentro desses processos é possível aplicação de diferentes métodos, levando em consideração os objetivos, o público-alvo e resultados esperados.

Consideramos no nosso trabalho, o processo descrito por Ambrose e Harris (2010), que compreende sete etapas: definir, pesquisar, idealizar, prototipar, selecionar, implementar e aprender. Dessa maneira, o produto é construído após a aplicação dessas fases. A “definição” indica as necessidades para a aplicação do processo, como: o problema inicial, os objetivos do processo, o usuário final e o contexto.

A etapa de “pesquisar”, pode ser entendida como a mais importante do processo, pois sem conhecer profundamente o problema e o público-alvo, não é possível identificar boas soluções. Nela são feitas pesquisas sobre o usuário e sobre o que causa os problemas. Ambrose e Harris (2010) dividem a pesquisa em pesquisa primária e pesquisa secundária. A primária diz respeito à análise de *feedback* de pesquisas desenvolvidas anteriormente e tem como foco observar o que deu certo ou não, a partir dos resultados obtidos em uma experiência prévia.

Enquanto a pesquisa secundária analisa os dados e relatórios de pesquisas feitos na área do processo, produto, usuário e mercado.

Na “idealização” são produzidas ideias para solucionar o problema definido e existem diferentes métodos que podem ser aplicados, entretanto, é possível destacar que a eficácia da etapa depende do caráter multidisciplinar do grupo que participa dessa etapa, favorecendo a geração de ideias por diferentes pontos de vista sobre o mesmo problema.

Após criar possíveis soluções para o problema, dá-se início a etapa de “prototipação”, na qual são analisadas a aplicação das ideias relevantes que foram definidas na etapa de idealização. Com a prototipação, o foco não é na execução detalhada e em perfeito funcionamento da ideia, mas na elaboração de um objeto para testes.

Depois da prototipação é factível a “seleção” do que funcionou ou não, ou da melhor proposta, pensando também na questão da viabilidade das soluções em termos de tempo de execução e de custo de produção do produto. Em seguida, temos a etapa de “implementação”, na qual é analisado o uso do produto pelo público final. E, finalizando, com a etapa da “aprendizagem”, sobre as potencialidades e limitações do produto gerado, produzindo dados podendo servir de *feedback* para melhorar o produto ou permitir a criação de outros.

Reflexões: integração de um processo de Design e Abordagem Documental do Didático

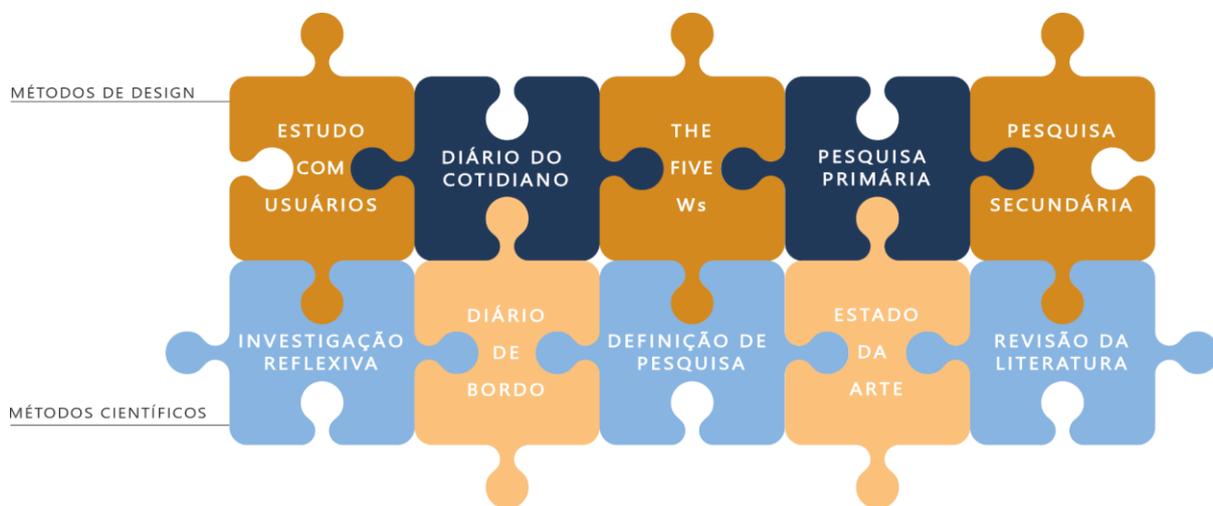
Mesmo pensados para o mercado industrial e de consumo, e não criado para fins educacionais, os processos de design apresentam uma estruturação que guia o desenvolvimento de um artefato com foco em seu consumidor final, considerando sempre as necessidades dos usuários em questão, é possível fazer sua aplicação na produção de ferramentas pedagógicas, uma vez que se incorpora no processo, princípios teóricos-metodológicos da didática da matemática.

Dessa maneira, entendemos que é possível relacionar as etapas do processo de design, citadas anteriormente, com a pesquisa acadêmica. Tanto o processo de design, para elaboração

de um produto, quanto um projeto de pesquisa no âmbito acadêmico, iniciam com a definição dos sujeitos e cenário de atuação, bem como, sempre partem de um problema. Assim, a etapa de “definição”, presente no processo de design de Ambrose e Harris (2010), já é intrínseca em um trabalho acadêmico, sobretudo quando tem como objetivo a criação de um artefato. O que difere a “definição” no processo de design é o foco central no mapeamento do problema, para observar o problema em suas pequenas partes e detalhadamente. Em uma pesquisa acadêmica, como para o processo de design na elaboração de um produto, há um processo que se assemelha a uma engenharia. Sendo o foco da pesquisa a validação dessa engenharia do desenvolvimento e no processo de design, no foco industrial, é o artefato.

Figura 1.

Relação entre os métodos de design com os métodos científicos, de acordo com a métodos usados em nossa pesquisa



Mesmo que utilizando nomes diferentes, alguns processos metodológicos que existem no meio acadêmico são aplicados por designers. Um exemplo, na criação de um produto, os designers realizam estudos da sua aplicação com os usuários e tomam notas sobre o que foi observado nesse processo e o que os usuários acharam do produto. No caso da aplicação de uma investigação reflexiva, pode ser observado as interações do usuário (que no caso é um ou mais professores) com o produto, como também além de ter a análise reflexiva própria do professor sobre sua atividade, podemos ter os dados das suas reflexões sobre as escolhas das

ações com o produto e seu nível de satisfação com ele. O uso do diário de bordo, na investigação reflexiva, por exemplo, em design pode se assemelhar ao diário cotidiano dos usuários, com a diferença entre o detalhamento deles. No diário cotidiano, os participantes anotam as atividades realizadas no dia a dia, dessa maneira o diário fornece informações do contexto real dos comportamentos e necessidades desses usuários (Salazar, 2016). Já no diário de bordo as informações são sistematizadas e focadas em ações específicas, no planejamento de uma ação docente.

O método “the five Ws” (Ambrose & Harris, 2010), que nomeamos de método das perguntas, como também as perguntas “How might we” (Rosala, 2021), manifesta a importância de detalhar o problema, relacionando as perguntas a solução do problema (exemplo: como podemos fazer os professores gastarem menos tempo no planejamento?). Tanto no design, como no contexto educacional e acadêmico, é imprescindível a compreensão do que precisa ser solucionado, seja relacionado a um artefato físico ou empírico, para isso é preciso identificar a causa.

Embora com nomes diferentes, a pesquisa primária e secundária, fazendo uma analogia, podem ser compreendidas como o estado da arte (fazendo referência da evolução das pesquisas desenvolvidas por um grupo em relação ao tema comum) e a revisão da literatura, respectivamente. Ou seja, a descrição do estado da arte seria um método de pesquisa primária e a revisão da literatura um método de pesquisa secundária.

A fase da idealização é a que pode trazer mais desafios para uma pesquisa com propósito acadêmico, pois leva em consideração a formação de um grupo multidisciplinar e a geração de ideias para construir um produto. Aqui, destacamos a importância da integração da Abordagem Documental do Didático no processo de uma ferramenta pedagógica direcionada às atividades profissionais dos professores, não que a ADD não seja considerada nas demais etapas, mas é na idealização que são levantados requisitos que norteiam as ideias, sendo

necessário considerar as necessidades que englobam a gênese documental, como se dá a escolha de recursos e criação de documentos.

Conhecendo as especificidades do perfil do professor, usuário final do artefato, e das necessidades do conhecimento e contexto é possível definir os requisitos almejados.

Na seleção, é feita análise das ideias e a escolha das mais relevantes considerando, como apresentado no processo de design, além dos objetivos da ferramenta pedagógica, o tempo de execução (considerando a pesquisa que está vinculada, seja a um grupo de pesquisa, um mestrado, um doutorado etc.), a viabilidade (se há equipe com capacidade técnica para executar as ideias) e o custo que a produção pode gerar. Podendo destacar e justificar as ideias que não poderão ser executadas, segundo esses critérios.

A prototipação pode ser feita de acordo com as disponibilidades do pesquisador, visando atender as ideias selecionadas e permitindo a realização de experimentações. Na implementação, a IR pode ser aplicada no ensino efetivo, para observar a integração da ferramenta em momento de aula síncrona ou assíncrona, ou fora do momento de aula, dependendo dos objetivos que se pretendem analisar.

Na etapa de “aprendizagem” é feita a análise do artefato a partir de sua validação, do processo utilizado, como também, a análise da pesquisa como um todo, propiciando dados para pesquisas futuras, tanto a respeito do processo produção da ferramenta pedagógica, como da ferramenta em si.

A partir dessas reflexões, propusemos uma estrutura metodológica que considera a ADD em todo o processo de design da construção de uma ferramenta pedagógica focada no planejamento do ensino de geometria online.

A estruturação de um processo metodológico fundamentado na ADD e no Design

A estrutura metodológica criada seguiu as sete etapas apresentadas por Ambrose e Harris (2010), tendo como foco o desenvolvimento de pesquisa a nível de doutorado, assim, o

tempo para a execução do processo foi levado em consideração. Cada etapa foi guiada por um ou mais métodos, considerando o campo de pesquisa acadêmica integrando com os métodos utilizados em design.

Tabela 1.

Estrutura de aplicação do processo de design com a ADD para a produção de artefato

ETAPA	MÉTODO DE APLICAÇÃO		
Definição	Mapeamento do problema		
	Pesquisa de campo		
	Método das perguntas (“ <i>the five Ws</i> ”)		
	Definição dos objetivos		
Pesquisa	Primária: Dados obtidos em uma investigação reflexiva já realizada		
	Secundária: Revisão da literatura		
Idealização	Investigação Reflexiva:		
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">Evolução da gênese documental da docente já pesquisada</td> <td style="width: 33%;">Observar a interferência do trabalho coletivo no trabalho documental individual</td> <td style="width: 33%;">Gênese documental de um ou mais professores sobre o tema</td> </tr> </table>	Evolução da gênese documental da docente já pesquisada	Observar a interferência do trabalho coletivo no trabalho documental individual
Evolução da gênese documental da docente já pesquisada	Observar a interferência do trabalho coletivo no trabalho documental individual	Gênese documental de um ou mais professores sobre o tema	
	<i>Brainstorming</i> – Grupo multidisciplinar: geração de ideias de recursos, layout e interação da interface da ferramenta		
Seleção	Resultados da investigação reflexiva		
	Resultados <i>Brainstorming</i>		
Prototipagem	Criação da ferramenta teste com base na convergência dos dados da IR e do <i>Brainstorming</i>		
Implementação	Aplicação no grupo da <i>Brainstorming</i>		
	Aplicação <i>in loco</i> : Investigação Reflexiva		
Aprendizagem	Análise dos resultados		

A tabela 1 apresenta uma estrutura que integra os sete processos descritos por Ambrose e Harris (2010) com métodos aplicados em pesquisas científicas, como também no desenvolvimento de artefatos, no campo do design industrial. Nela é possível ver que a ADD

aparece tanto para dar suporte teórico, quanto técnico, com a aplicação de investigação reflexiva. Os métodos foram escolhidos de acordo com o objetivo de cada etapa e com foco no artefato final. A estrutura foi planejada visando sua aplicação para o desenvolvimento de uma plataforma de suporte ao planejamento e ensino.

A estrutura integra técnicas de design (como “*the five Ws*”, *brainstorming*, prototipagem) com pesquisa acadêmica (como a revisão da literatura e investigação reflexiva). Entretanto, o foco é em solucionar o problema relacionado às dificuldades existentes no planejamento docente online no ensino de conhecimentos matemáticos, e mais especificamente geométricos. A validação dessa estrutura é feita mediante sua aplicação no desenvolvimento de uma plataforma que auxilie o trabalho documental online do professor de geometria.

Aplicação da estrutura metodológica

A estrutura apresentada encontra-se na fase de validação, uma vez que a pesquisa de doutorado está em andamento. Para uma melhor compreensão da estrutura metodológica, a pesquisa em execução vai ser apresentada seguindo as etapas de design.

Definição – Compreensão e definição do problema, quais são as necessidades do público-alvo?

Apresentamos, no início deste artigo, um cenário relacionado à problemática que envolve o planejamento do ensino de conhecimentos matemáticos numa modalidade online. A partir dessa problemática central, delimitamos o público-alvo (professores de matemática e geometria). Para investigar os problemas enfrentados pelo público-alvo, foi aplicado o método de pesquisa de campo. Para isso, aplicamos um questionário online⁴ a uma amostra desse público: 17 professores de diferentes estados do Brasil, atuando em distintas modalidades e níveis de ensino, com tempo de atuação docente variado, tendo em comum de todos abordaram no ensino conhecimentos de geometria gráfica. Por se tratar de um questionário composto por

⁴ Mais sobre a pesquisa pode ser vista em Silva e Bellemain (2019)

perguntas abertas, cada professor pôde descrever mais de um problema. Por meio desse questionário, foi possível fazer o levantamento das limitações citadas pelos professores.

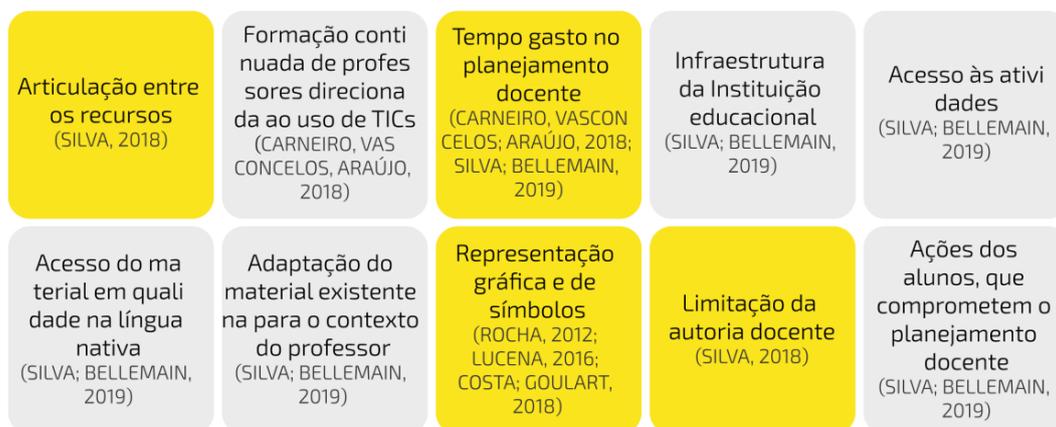
Assim, elencamos entre as limitações e dificuldades mais citadas a:

- adaptação do material (41%),
- infraestrutura da instituição educacional (18%),
- tempo gasto no planejamento (17%),
- ação dos alunos (6%),
- acesso às atividades (6%),
- acesso a material na linguagem local (6%).

Com os dados obtidos nessa investigação, em conjunto com um levantamento bibliográfico, foi possível fazer o mapeamento dos problemas (figura 1) e selecionar os que consideramos como mais relevantes, sendo eles: a falta de articulação entre recursos, o tempo gasto no planejamento docente, limitação na representação gráfica e de símbolos e a limitação da autoria docente.

Figura 2.

Mapeamento dos problemas (Silva & Bellemain, 2019)



Com o mapeamento dos problemas relacionados ao planejamento docente no ensino de geometria online, definimos como problema central para o desenvolvimento da ferramenta pedagógica: as limitações da autoria docente no planejamento de atividades direcionadas ao

ensino da geometria online, enfatizando a articulação entre recursos e a representação gráfica e de símbolos.

Partindo da definição do problema, foi aplicada a técnica “*the five Ws*” (cinco perguntas) podendo ser mais que cinco. Segundo Ambrose e Harris (2010), elas ajudam a definir respostas necessárias em um trabalho de design, já que essas respostas trazem detalhes para o processo. Na nossa pesquisa as perguntas realizadas aos professores foram:

Tabela 2.

Técnica das perguntas sobre o problema

Quem está enfrentando o problema?	Professores que atuam na área de matemática/geometria
Qual tarefa o usuário está tentando realizar?	Planejamento - Trabalho documental
Quais são os problemas frequentes?	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Falta de articulação entre os recursos; ▪ Tempo gasto no planejamento; ▪ Limitação na representação gráfica e de símbolos; ▪ Dificuldades de adaptação de recursos.
Onde o problema se apresenta?	Planejamento docente em plataformas digitais e desenvolvimento de recursos digitais
Existem outras pessoas envolvidas?	Alunos que participam das aulas planejadas; Monitores que auxiliam os professores;
Por que é importante que esse problema seja resolvido?	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Autoria docente adequada ao cenário específico; ▪ Amplia as possibilidades didáticas, principalmente na modalidade de ensino à distância; ▪ Documentos desenvolvidos pelos professores que estimulem a compreensão por meio de variedade de representações; ▪ Diminui a complexidade em criar, modificar e integrar um sistema de recursos.
Que valor uma solução traria para o usuário?	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Estimula a autoria docente; ▪ Ampliação da aprendizagem por meio da articulação de recursos (compreensão entre diferentes representações de um conhecimento); ▪ Facilidade na elaboração de atividades profissionais docentes;

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Banco de recursos individuais e coletivos para auxiliar o planejamento docente, podendo reduzir o tempo gasto no planejamento.
--	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Sabendo qual o problema e o detalhamento sobre ele e os impactos na vida desses professores, foi possível definir o objetivo central da ferramenta pedagógica a ser desenvolvida: auxiliar o trabalho docente voltado ao ensino da geometria online, considerando a importância da articulação entre os recursos e o uso de representações gráficas no processo de ensino.

A etapa de definição é a que controla o que será feito a seguir, norteando as escolhas metodológicas que serão feitas.

Pesquisa – A coleta de informações

Pesquisa primária (*feedback* de pesquisas anteriores): Em uma pesquisa anterior, focada na concepção de um suporte a elaboração de *webdocuments* para o ensino das curvas cônicas, Silva (2018) em pesquisa de mestrado, realizou o processo de concepção de uma plataforma, integrando a ADD com a Engenharia de Softwares Educativos - ESE de Tchounikine (2011). A partir dessa pesquisa observamos uma lacuna existente na ESE como metodologia para o desenvolvimento de uma plataforma voltada para a educação. Entretanto, a aplicação de uma investigação reflexiva possibilitou a elicitación de requisitos para a plataforma em questão, enfatizando a importância da aplicação de teoria educacional integrada na construção de uma ferramenta tecnológica.

Já com a pesquisa secundária foi possível compreender melhor sobre a produção de ferramentas pedagógicas, as dificuldades do ensino da matemática online, a necessidade da articulação entre os recursos para a variedade de representações dos objetos matemáticos e os caminhos a seguir na integração dos processos de design na criação de recursos educacionais.

Idealização – os processos criativos

Na idealização dividimos as ações em dois grupos: 1. Aplicação de duas investigações reflexivas, uma para observar a evolução dos documentos da docente participante da pesquisa de Silva (2018) e outra das influências do trabalho documental coletivo na gênese documental de outro professor; 2. Brainstorming com grupo multidisciplinar.

As ações foram divididas por conta da diferença entre os objetivos de cada um e por serem participantes diferentes. As duas investigações estão ocorrendo paralelamente em duas disciplinas diferentes. Na disciplina 1, a professora participante da pesquisa de Silva (2018) é acompanhada, seguindo o princípio da investigação a longo prazo, o objetivo é observar a evolução de documentos produzidos pela professora, desta vez registrando e analisando suas atividades em uma disciplina coletiva com mais dois outros professores e no contexto de ensino remoto, para comparar os resultados com os requisitos já elicitados na pesquisa de Silva (2018).

Na disciplina 2, um dos professores que participa da disciplina 1 escolhendo/modificando/implementado coletivamente os documentos, ministra sozinho as aulas da disciplina 2. O objetivo com essa segunda investigação é acompanhar e analisar o impacto do trabalho documental coletivo na sua trajetória profissional, como também observar a escolha de recursos para ensinar os conhecimentos geométricos no ensino remoto.

O *brainstorming* é uma técnica de design focada na geração de ideias, tem como regras: a construção a partir de ideias prévias, toda ideia é bem-vinda e livre de críticas, o objetivo sendo de gerar o máximo de ideias. No primeiro momento, o que importa não é qualidade das ideias e sim a quantidade e a partir das várias ideias geradas, o grupo define quais delas devem seguir para a fase de prototipagem (Putman & Paulus, 2009; Ambrose & Harris, 2010; Navas, 2016).

Na realização do *brainstorming* na nossa pesquisa, o foco está na geração de ideias para recursos e construção de uma interface voltada para geometria que ajude no planejamento docente em suas atividades online, podendo reduzir o tempo gasto no planejamento, aumente

a articulação entre os recursos e das representações gráficas, como também facilite o processo de autoria docente. O grupo do *brainstorming* é composto por participantes de diferentes áreas: design, professores de matemática, professora de geometria, desenvolvedores de softwares, pedagogos e didáticos. O *brainstorming* em questão apresenta uma estrutura de cinco etapas, que correspondem a cinco encontros em dias diferentes. Cada encontro apresenta um objetivo específico e dinâmicas relacionadas a ele.

Tabela 3.

Organização do brainstorming

ETAPAS	FOCO	MÉTODO	ATIVIDADES	RECURSOS
E01	Apresentação do problema e das atividades	Hierarquização	- Definir as causas dos problemas apresentados;	Google Meet; nuvem de palavras
E02	Definir ideias de recursos e/ou ações que ampliem a autoria docente online	Post it Voting Dots	- Criação de ideias para definir os problemas; - Combinação das ideias.	Google Meet; nuvem de palavras; jamboard
E03	Maturação das ideias - recursos	Post it Voting dots	- Foco na viabilidade e tempo de execução; - Protótipo	Google Meet; jamboard
E04	Maturação das ideias - interface	Post it Voting dots	- Novas ideias de recursos - Criação de layout de interface individual - Votação das ideias - Criação interação de interface individual - Votação das ideias - Criação de interface coletiva - 0 a 10 qual a satisfação da interface	Google Meet; jamboard
E05	Apresentação do protótipo com as ideias		Após fase de prototipação	

O primeiro encontro tem como foco a apresentação da organização do *brainstorming*, do cenário referente às pesquisas realizadas anteriormente e detalhamento do problema, em que, todo o grupo envolvido participa para definir quais as principais causas de cada problema. No segundo encontro, o foco é na geração de ideias de recursos (por meio de post it digital) que ajudem a solucionar os problemas elencados no encontro anterior, no mesmo encontro é aplicado o método “*voting dots*” (pontos de votação), para o grupo votar nas melhores ideias. Nesse encontro já é possível fazer a combinação das ideias semelhantes, propostas individualmente pelos participantes nesses dois momentos.

Um importante momento de um *brainstorming* é a passagem, de curta duração, entre um encontro e outro para que ocorra a maturação, e não esquecimento, de ideias. Com essa pausa, o grupo pode refletir e voltar com novas ideias que não apareceram no primeiro encontro.

Entre o segundo e terceiro encontro, há novamente um intervalo temporal, para que haja o amadurecimento das ideias. No terceiro encontro os participantes voltam com novas propostas, ou com o aprimoramento das sugestões apresentadas no encontro anterior.

No quarto encontro, num primeiro momento, o foco é na construção individual de ideias para o layout de uma interface, pensando nos recursos propostos nos encontros anteriores, construção seguida da votação entre os participantes dos layouts que atendam aos requisitos das propostas. A partir dos layouts mais votados, cada participante produz as possibilidades de interações com as interfaces, onde há uma nova votação das interações. Com os layouts e interações mais votados, o grupo idealiza em conjunto uma interface que considere a solução dos problemas, os recursos pensados, os layouts e as interações. Nesse momento, acontece a escolha dos elementos que devem ser mantidos ou excluídos, devendo considerar a viabilidade e o tempo de execução da ferramenta em questão.

O quinto encontro ocorre após a fase de prototipagem, nela há a apresentação do protótipo desenvolvido de acordo com as ideias do grupo e debate-se a satisfação quanto aos resultados gerados no *brainstorming*.

Prototipagem – ferramenta teste

A prototipagem é uma técnica utilizada para realizar testes de produtos, de maneira rápida e barata, tendo como objetivo a redução dos custos de produção e a análise da ideia mediante testes (Brown, 2010).

Nessa etapa, tanto os dados obtidos com o *brainstorming*, quanto com as investigações reflexivas realizadas, irão convergir para a produção de protótipo que atenda as necessidades observadas nas IRs, assim como as ideias desenvolvidas no processo criativo coletivo. Após a produção do protótipo, sua demonstração será feita no quinto encontro do *brainstorming*, para trazer ao grupo a aplicação das ideias desenvolvidas e para fazer análise de qualidade quanto à aplicação das ideias.

Seleção – as escolhas

É nesse momento da visualização das aplicações das ideias, que ocorre a seleção do que funciona ou não para ser aplicado no produto final, aqui uma plataforma para o ensino remoto de geometria. No momento da seleção, a ADD, em conjunto com os dados das investigações, aparece como norteadora para auxiliar na escolha dos recursos, layout, interações e demais ações associadas à ferramenta. É importante destacar que uma ferramenta pedagógica não é um produto que visa os lucros obtidos com sua fabricação e venda. Não é só um produto que quer atingir um determinado grupo de usuários, é um ambiente que precisa oferecer condições para que:

- Ocorram processos de ensino e/ou aprendizagem, em que o aluno é um usuário específico que precisa construir conhecimento específico a partir de seu uso (Bellemain, 2014).

- O professor pode montar cenários que ajudem em seu trabalho profissional, seja para seu uso, ou para dar suporte ao processo de aprendizagem.

Implementação – análise do uso

No estágio da implementação, são considerados os objetivos definidos no início do processo de construção da ferramenta, e é feita análise do uso do produto *in loco*. Nesse caso, a investigação reflexiva aparece novamente como um método que possibilita observar a aplicação de um artefato educacional. A partir da implementação e uso desse artefato, um ou mais professores podem participar e fornecer ao pesquisador dados como: a gênese instrumental observando a interação (o que pode identificar se a ferramenta é complexa ou não nesse primeiro momento), a gênese documental (identificando tanto as ações do usuário, como o nível de auxílio oferecido pela ferramenta), podendo ainda ver como o produto pode ajudar nos processos de instrumentação e instrumentalização do professor.

Os dados gerados nessa fase, são analisados de acordo com o que foi almejado.

Aprendizagem – compreendendo o uso

O fim da aplicação de um ciclo de processo de design, apresenta a análise tanto dos métodos e resultados obtidos em cada etapa, quanto do produto resultante desse processo. Fornecendo dados para o aprimoramento da ferramenta que foi criada, ou para o desenvolvimento de uma nova.

No caso de uma ferramenta que concentra em auxiliar o planejamento docente no ensino de geometria no formato online, se observa as potencialidades e limitações dela no processo de ensino, assim como para seu uso fora e dentro do momento de aula, como a ferramenta auxiliou o professor, se os problemas iniciais foram solucionados (houve redução do tempo de planejamento? Há ampliação das possibilidades de representação gráfica? Facilitou a autoria docente em contexto online? entre outros).

Considerações finais

As falhas relacionadas às metodologias para a construção de ferramentas pedagógicas (Santos, 2016), salientam a relevância da produção de estrutura metodológica que atendam não só as dimensões educacionais, como técnicas que englobam o processo de fabricação. Os processos de design foram criados fixando na solução de problemas e no mercado industrial (Brown, 2010). Embora sejam necessárias adaptações e outras escolhas de métodos para direcionar a aplicação do processo na construção de artefatos educacionais, o design inclui tanto os aspectos de criatividade e inovação do produto, quanto às necessidades reais dos seus usuários finais. Sendo assim, há ampla potencialidade no que se remete ao desenvolvimento de artefatos educacionais.

A integração do processo de fabricação de design com a Abordagem Documental do Didático, alonga as alternativas na construção de produtos voltados para o contexto educacional, especificamente de matemática, já que permite acompanhar, compreender e analisar as especificidades do processo de ensino, promovendo maior chance de solucionar um problema que envolve esse processo.

Conhecer as necessidades do professor, considerando o que é dito e observando sua vivência, para identificar as carências dos suportes ao seu planejamento, intensificam um processo metodológico norteado pelos problemas reais e soluções específicas. Dessa maneira, enfatizamos aqui, o valor da aplicação da Investigação Reflexiva, atrelada a ADD a um processo de design, no desenvolvimento de uma ferramenta que engloba as atividades profissionais docentes.

Referências

- Adler, J. (2000). Conceptualising resources as a theme for teacher education. *Journal of Mathematics Teacher Education*, Kluwer Academic Publishers, 3(3), p. 205-224.
- Adler, J. (2010). La conceptualisation des ressources apports pour la formation des professeurs de mathématiques. In Collection, Presses Universitaires de Rennes: Paideia. *Ressources vives*, (pp. 23-39).

- Ambrose, G. & Harris, P. (2010). *Basics Design 08: Design Thinking*. editora AVA book, p.202.
- Bellemain, F. (2014). Análise de ambientes de geometria dinâmica colaborativa do ponto de vista da orquestração instrumental. *Nuances: estudos sobre educação*, 25 (2), p. 18-38. <https://revista.fct.unesp.br/index.php/Nuances/article/view/2936>
- Bellemain, F. & Trouche, L. (2016). Compreender o trabalho do professor com os recursos de seu ensino, um questionamento didático e informático. *Anais do LADIMA*, Nov 2016, Bonito, Brasil. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01560233>
- Bellemain, F., Silva, A. & Rodrigues, A. (2017). LEMATEC Studium: um recurso para o desenvolvimento de material didático digital. In *VII Encontro Pernambucano de Educação Matemática*.
- Bellemain, F., Rodrigues, Amanda & Rodrigues, Anderson. (2018). LEMATEC Studium: a support resource for teaching mathematics. In *Proceeding of the Re(s)ources 2018 International Conference*, (pp. 255-258).
- Brown, T. (2010). *Design Thinking: uma metodologia poderosa para decretar o fim das velhas ideias*. Tradução Cristina Yamagami [publicação de 2017]. Rio de Janeiro: Alta Books.
- Garcia, A. C. C. (2019). *DUMM – Design usage maturity model: um modelo de maturidade para avaliar o grau de utilização de design nas empresas*. [Tese de doutorado em design, Universidade Federal de Pernambuco, Recife]. <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/34523>
- Gueudet, G. & Trouche, L. (2010). Des Ressources aux Documents, Travail du Professeur et Genèses Documentaires. In *Ressources vives: Le travail documentaire des professeurs em mathématiques*. Editora Paidea, v. 1 (pp. 57-74).
- Gueudet, G. & Trouche, L. (2015). Do trabalho documental dos professores: gêneses, coletivos, comunidades: o caso da Matemática. *EM TEIA - Revista de Educação Matemática e Tecnológica Iberoamericana*, 6 (3). <https://periodicos.ufpe.br/revistas/emteia/article/view/2243/1815>
- Lucena, S. (2016). Culturas digitais e tecnologias móveis na educação. In *Educar em Revista*, 32 (59), p. 277-290, 2016. <https://revistas.ufpr.br/educar/article/view/43689/27731>
- Navas, H. (2016) Brainstorming – gerador de ideias criativas. *Vida e econômica*, n. 78, in Inovação & empreendedorismo. p. 4. https://research.unl.pt/ws/portalfiles/portal/13330653/Brainstroming_gerador_de_ideias_criativas.pdf
- Putman, V. & Paulus, P. (2009). Brainstorming, Brainstorming rules and decision making. In *Journal of creative Behavior*, Brainstorming and decision making 43(1). p. 26-39.
- Rabardel, P. (1995) *Les hommes et les technologies: une approche cognitive des instruments contemporains*. Paris, Armand Colin.
- Rocha, J. S. (2012). *Aprendizagem de matemática na educação a distância online: especificações de uma interface que facilite o tratamento algébrico para aprendizagem colaborativa entre pares*. [Dissertação de Mestrado em Educação Matemática e Tecnológica, Universidade Federal de Pernambuco, Recife] <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/12627>

- Rosala, M. (2021). Using “How Might We” questions to ideate on the right problems. In *Nielsen Norman Group*, topic ideation, design process. <https://www.nngroup.com/articles/how-might-we-questions/>
- Salazar, K. (2016). Diary Studius: understanging long-term user behavior and experiences. In *Nielsen Norman Group*, topic research methods. <https://www.nngroup.com/articles/diary-studies/>
- Santos, R. T. (2016). *Processo de desenvolvimento de software educativo: um estudo da prototipação de um software para o ensino de função*. [Dissertação de Mestrado em Educação Matemática e Tecnológica, Universidade Federal de Pernambuco, Recife] <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/17425>
- Silva, A. R. (2018). *Concepção de um suporte para a elaboração de webdocumentos destinados ao ensino da geometria: o caso das curvas cônicas*. [Dissertação do mestrado em Educação Matemática e Tecnológica, Universidade Federal de Pernambuco, Recife]. <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/31736>
- Silva, A. (no prelo) O desenvolvimento de uma plataforma para o planejamento docente. In XXV Encontro Brasileiro de Estudantes de Pós-Graduação em Educação Matemática. Edição 15 ebrapem, UEPB/ Campina Grande - PB, nov. 2021 online.
- Silva, A. & Bellemain, F. (2019). A importância de uma plataforma para auxiliar os processos de ensino da matemática. In *Revista Educat*, 1 (1), p. 34-44. <https://periodicos.ufpe.br/revistas/educat/article/view/243934/34262>
- Tchounikine, P. (2011). *Computer Science and educational software design: A Resource for Multidisciplinary Work in Technology Enhanced Learning*. Editora Springer Verlag NY, Estados Unidos, p. 200.
- Teixeira, C., Ferreira, W., Fraz, J. & Moreira, G. (2021). Tecnologias e trabalho remoto em tempos de pandemia: concepções. In *Revista Devir Educação: Desafios e perspectivas de professores que ensinam matemática*, Edição Especial, p. 118-140. ISSN: 2526-849X
- Trouche, L., Gueudet, G. & Pepin, B. (2020). *Abordagem documental do didático*. In: *Encyclopedia of Mathematics Education*. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02664943/document>
- Vygotsky, L. S. (1978). *Thought and language* [trabalho original in 1934]. Cambridge: MIT Press.