

**PROPOSTA DE UM PLANEJADOR DE AULAS PARA APRENDIZAGEM
SIGNIFICATIVA EM GEOMETRIA DESCRITIVA A PARTIR DO DESIGN
CENTRADO NO USUÁRIO**

***PROPOSAL OF A CLASS PLANNER FOR SIGNIFICANT LEARNING IN
DESCRIPTIVE GEOMETRY FROM USER-CENTERED DESIGN***

Fábio Teixeira¹

Daiane Grassi²

Resumo

Este artigo relata uma investigação cuja problemática partiu das análises exploratórias nas pesquisas já realizadas no PGDesign da UFRGS, nos últimos 20 anos, referentes ao ensino e aprendizado em geometria descritiva: como o planejamento do ensino e aprendizado pode oportunizar aprendizagem significativa em geometria descritiva? Com base em características prescritivas, o objetivo desta pesquisa esteve em propor um artefato que, a partir do design centrado no usuário, articulado com a teoria da aprendizagem significativa (centrada no aluno), pudesse orientar o planejamento do ensino e aprendizagem significativa em geometria descritiva. Todo o processo esteve embasado no *design science research*: da definição do problema à proposição do artefato. Com base no referencial teórico da pesquisa, foi construído um *checklist* com requisitos necessários a um artefato que se propusesse a tal objetivo. Uma proposta de artefato digital foi levada a um grupo focal confirmatório que, ao experimentar e avaliar tal instrumento, o definiu como relevante. Para além de um *planner* de aulas, como uma ferramenta que oportuniza uma inquietação pedagógica no jeito de dar aulas.

Palavras-chave: planejamento; aprendizagem; geometria; descritiva; design.

Abstract

This article reports an investigation whose origins of the problem came from exploratory analyzes in research already carried out at PGDesign at UFRS, in the last 20 years, with regard to teaching and learning in descriptive geometry: how teaching and learning planning can provide significant learning in descriptive geometry? Based on prescriptive characteristics, the objective of this research was to propose an artifact that, based on user-centered design, articulated with the theory of meaningful learning (student-centered), could guide teaching and learning planning. significant in descriptive geometry. For this, the entire process was based on design science research: from defining the problem to proposing the artifact itself. From the theoretical basis of the research, a *checklist* was built with the necessary requirements for an artifact that proposed to this objective. A proposal for a digital artifact was taken to a confirmatory focus group that, when experimenting and evaluating such an instrument, defined it as relevant, important and beyond a lesson planner, but as a tool that provides an opportunity for pedagogical restlessness in the way of teaching.

Keywords: planning; teaching; geometry; descriptive; design.

¹ Doutor em Engenharia Mecânica - Professor Associado do Departamento de Design e Expressão Gráfica da UFRGS. E-mail: fabiogt@ufrgs.br. ORCID - 0000-0002-6067-503X

² Mestre em Educação. Doutoranda em Design – PGDESIGN – UFRGS. E-mail: daianegrassi@gmail.com. ORCID - 0000-0002-1912-8253

1. Introdução

A Geometria Descritiva (GD) é uma ciência de base matemática que estuda a representação gráfica dos elementos no espaço, projetados sobre dois ou mais planos. Trata-se de um importante conhecimento para o desenvolvimento profissional de designers, arquitetos, engenheiros e profissionais de áreas afins, de maneira que possam resolver problemas complexos, além do desenvolvimento de suas criatividade.

Pesquisadores do Programa de Pós-graduação em Design da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, em especial que ministram disciplinas de GD nos cursos de graduação em arquitetura, design e engenharia, investigam possibilidades para melhorar a aprendizagem dos alunos de geometria descritiva há mais de 20 anos. Essa atenção se deve à complexidade dessa área no que se refere ao processo de ensino-aprendizagem. Além da Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS, outras Universidades Brasileiras mapeadas neste trabalho também discutem e pesquisam sobre formas de melhorar as práticas pedagógicas nesta área sob diferentes aspectos: produção de material empírico concreto, criação de ambientes virtuais de aprendizagem, objetos de aprendizagem em realidade virtual e aumentada, novas metodologias para a sala de aula, entre outros.

O propósito desta investigação é colaborar cientificamente com o processo do planejamento de ensino e aprendizado em geometria descritiva. Trata-se de um planejamento intencional, cujo principal objetivo é oportunizar o desenvolvimento de aprendizagem que faça sentido aos estudantes para que sejam capazes de resolver problemas a partir daquilo que aprenderam. Essa perspectiva está embasada nos pressupostos teóricos da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, cuja premissa está em o sujeito aprender com base naquilo que ele já sabe relacionando seu conhecimento prévio com o novo.

Desta forma, a partir dessa relação estabelecida entre geometria descritiva e a necessidade de aprendizagem significativa do aluno, identifica-se a problemática: como o planejamento do ensino e aprendizagem pode oportunizar aprendizagem significativa em geometria descritiva? Neste sentido, surge a hipótese de que um artefato elaborado a partir do design centrado no usuário, articulado com a teoria da aprendizagem significativa pode orientar o planejamento do ensino e aprendizagem significativa em geometria descritiva. A pesquisa apresenta características prescritivas voltadas para a resolução de problemas e está embasada metodologicamente no *design science research*. Assim, assume o objetivo geral de propor um artefato que, a partir do design centrado no usuário, articulado com a teoria da aprendizagem significativa, possa orientar o planejamento do ensino e aprendizagem significativa em geometria descritiva.

2. Revisão Teórica

Foi possível evidenciar a necessidade de aprofundamento nos seguintes referenciais teóricos: ensino e aprendizagem em geometria descritiva, teoria da aprendizagem significativa, planejamento do ensino e aprendizagem e design centrado no usuário. Essa identificação ocorreu por meio de uma investigação inicial exploratória acerca da problemática em questão, por meio de conversas com professores da área e da consulta a pesquisas já realizadas no PGDESIGN.

2.1. Ensino e Aprendizagem em Geometria Descritiva

A Geometria Descritiva, de acordo com Lacourt (1995, p. 3), tem por objetivo apresentar figuras sobre um plano, de tal maneira que, com o auxílio da geometria, os problemas possam ser interpretados considerando-se as três dimensões espaciais. Com aplicações principalmente na área da indústria e das artes, constitui-se em uma das bases teóricas de cursos como engenharias, arquitetura, design, matemática, geologia e artes plásticas, por permitir o desenvolvimento do raciocínio tridimensional, indispensável para a resolução de problemas na concepção de projetos nessas áreas. Conforme Santos (2016), em meados de 1765 o matemático e educador Gaspard Monge, sistematizou o método que influenciou o pensamento matemático da época, alavancando, inclusive, a revolução industrial. Ainda conforme Santos (2016), apesar de sua importância, a GD vem perdendo cada vez mais espaço nos cursos de graduação e, em alguns casos, sendo eliminada dos seus currículos. Uma hipótese para essa diminuição pode estar relacionada ao desenvolvimento tecnológico. Com o avanço da tecnologia, em especial da Computação Gráfica, a maneira de projetar foi modificada, criando possibilidades de visualização e representação dos objetos e novas metodologias de trabalho.

Das diversas pesquisas já realizadas pelo Programa de Pós-graduação em Design da UFRGS, cinco trabalhos em especial contribuíram efetivamente para o delineamento inicial desta investigação: PRODUÇÃO FLEXÍVEL DE MATERIAIS EDUCACIONAIS PERSONALIZADOS: O CASO DA GEOMETRIA DESCRITIVA, de Tânia Luisa Koltermann da Silva (2005). AVALIAÇÃO DA PERSPECTIVA COGNITIVISTA COMO FERRAMENTA DE ENSINO E APRENDIZAGEM DA GEOMETRIA DESCRITIVA A PARTIR DO AMBIENTE HIPERMÍDIA HYPERCAL^{GD}, de Régio Pierre da Silva (2005). THE DESCRIPTIVE GEOMETRY EDUCATION THROUGH THE DESIGN BASED LEARNING, de Fábio G. TEIXEIRA, Régio P. SILVA, Tânia L. K. SILVA and Anelise T. HOFFMANN (2006). HYPERCAL^{3D}: MODELADOR DE SÓLIDOS PARA GEOMETRIA DESCRITIVA, de Fábio Gonçalves Teixeira, Régio Pierre da Silva, Tânia Luísa Koltermann da Silva, Anelise Todeschini Hoffmann, José Luís Farinatti Aymone (2007) e INTERFACE INTERATIVA BIDIMENSIONAL EM UM SOFTWARE PARA O ENSINO DE GEOMETRIA DESCRITIVA, de Sérgio Leandro dos Santos (2016).

Ao extrapolar as fronteiras das pesquisas realizadas no Grupo de Pesquisa Virtual Design (ViD) da UFRGS, outros movimentos críticos e reflexivos acerca do modelo de ensino da Geometria Descritiva são observados nas Universidades Federais Brasileiras. Entre eles, no Departamento de Fundamentos de Projeto da Universidade Federal de Juiz de Fora, em que Kopke (2001) compartilha a experiência em que propôs uma inversão radical do que até então a bibliografia indicava para ensino em GD. Ao invés da clássica abordagem de trabalhar o conteúdo a partir do estudo de pontos, passando para o de retas e, finalmente, planos, eles propuseram que os alunos: “[...]observassem objetos simples, de uso cotidiano, buscando aplicações específicas para Arquitetura e Artes”. Desta forma, partiram, então, “[...] do todo para as partes, do concreto para o abstrato.

O Departamento de Técnica de Representação da Escola de Belas Artes da Universidade Federal do Rio de Janeiro, desde 2007, aposta no uso das tecnologias digitais como ferramentas de apoio ao processo de ensino e aprendizagem em GD. Por meio do projeto “Espaço GD”, de acordo com Lima, Haguenuer e Cunha (2007), oportuniza-se a realização de pesquisas sobre técnicas, tecnologias e metodologias para otimização do ensino de geometria descritiva. Trata-se de um portal com objetos em realidade virtual, modelos típicos de figuras geométricas de duas e três dimensões, entre outros. Além das já citadas, a Universidade Federal de Pernambuco também tem a sua representatividade na área, com Gildo Montenegro, arquiteto que atuou como professor adjunto na Universidade. Segundo

Montenegro (1985), existem alguns elementos que favorecem o aprendizado em GD:

- preparo e disponibilidade do professor (no sentido de entender o seu papel como facilitador da aprendizagem);
- material didático de qualidade e contextualizado (o autor critica o uso de lâminas de retroprojeter da época, antigas e descontextualizadas);
- não esquecimento da vida real (sugere objetos da natureza, simples e de uso cotidiano);
- a definição dos objetivos da aprendizagem (defende que professores e alunos precisam saber onde querem chegar, para tanto, os objetivos de todas as estratégias pedagógicas devem ser comunicados e dialogados);
- os problemas oportunos (defendendo as conexões com a realidade: uma ponte que cai ou algum outro acontecimento pertinente na atualidade) e
- o incentivo ao trabalho, a segurança no ensino e a bagagem do aluno (padrão mínimo de conhecimento).

A partir dessas constatações, observa-se que os autores pesquisadores das universidades brasileiras citadas sugerem uma inversão no método de ensino de geometria descritiva planejado a partir de ponto, reta e plano. Eles recomendam que o professor, primeiramente, mostre algo que faça sentido para o estudante, em termos de forma, e, a partir da realidade dele, faça as devidas conexões com os conceitos. Esse pensamento didático-pedagógico, de partir da realidade e dos conhecimentos prévios do aluno, vem ao encontro da teoria de aprendizagem significativa de Ausubel, que propõe uma explicação teórica sobre o processo de aprendizagem a partir dos significados e consciências atribuídos por sujeitos a objetos e situações.

2.2. Teoria da Aprendizagem Significativa

David Ausubel (1978) desenvolveu a Teoria da Aprendizagem Significativa, cuja ideia central é a de que o fator isolado mais importante é aquilo que o aprendiz já sabe. Anos depois de ter conhecido essa Teoria, Moreira (2005) passou a defender que a aprendizagem, nestes tempos de mudanças rápidas e drásticas, deve ser também subversiva; aliás, deve ser significativa e crítica. Para tanto, ele evidencia alguns princípios facilitadores da aprendizagem significativa crítica:

- aprender que aprendemos a partir do que já sabemos;
- aprender/ensinar perguntas ao invés de respostas;
- aprender a partir de distintos materiais educativos;
- aprender que a linguagem está totalmente implicada em todas as tentativas humanas de perceber a realidade;
- aprender que o significado está nas pessoas, não nas palavras;
- aprender que o ser humano aprende corrigindo seus erros;
- aprender a desaprender, a não usar conceitos e estratégias irrelevantes para a sobrevivência;

- aprender que as perguntas são instrumentos de percepção e que definições e metáforas são instrumentos para pensar;
- aprender a partir de distintas estratégias de ensino;
- aprender que simplesmente repetir a narrativa a outra pessoa não estimula a compreensão.

Com base nas investigações realizadas e nesses princípios, Moreira (2013) propõe a construção de uma sequência didática fundamentada em teorias de aprendizagem, particularmente a significativa. A esta, ele se refere como uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), conforme os passos a seguir:

- Passo 1: Definir o tópico específico a ser abordado, identificando seus aspectos declarativos e procedimentais;
- Passo 2: Criar/propor situação(ões) – discussão, questionário, mapa conceitual, mapa mental, situação-problema etc.;
- Passo 3: Propor situações-problema, introdutórias, levando em conta o conhecimento prévio do aluno;
- Passo 4: Uma vez trabalhadas as situações iniciais, apresentar o conhecimento a ser ensinado/aprendido;
- Passo 5: Em continuidade, retomar os aspectos mais gerais, estruturantes (i.e., aquilo que efetivamente se pretende ensinar), do conteúdo da unidade de ensino, em nova apresentação, porém em nível mais complexo em relação à primeira apresentação;
- Passo 6: Concluindo a unidade, dar seguimento ao processo de diferenciação progressiva, retomando as características mais relevantes do conteúdo em questão, porém de uma perspectiva integradora;
- Passo 7: A avaliação da aprendizagem através da UEPS deve ser feita ao longo de sua implementação, registrando tudo que possa ser considerado evidência de aprendizagem significativa do conteúdo trabalhado; além disso, deve haver uma avaliação somativa;
- Passo 8: A UEPS somente será considerada exitosa se a avaliação do desempenho dos alunos fornecer evidências de aprendizagem significativa (captação de significados, compreensão, capacidade de explicar, de aplicar o conhecimento para resolver situações-problema).

Com base nessa sistematização acerca de como se aprende (sob o ponto de vista da concepção cognitivista), entende-se a necessidade da realização de um planejamento docente condizente com tais pressupostos, de maneira a atingir tais objetivos. Além disso, para esta atuação, é necessária formação continuada e ferramentas analógicas e/ou digitais que possam subsidiar e potencializar tal trabalho.

2.3. Planejamento do Ensino e Aprendizagem

Dialogar sobre o planejamento do ensino e da aprendizagem no ensino superior é uma temática desafiadora (independentemente de ser aplicada à Geometria Descritiva ou não). Anastasiou e Alves (2006) afirmam que o trabalho docente não se resume ao conteúdo

ministrado, mas a um processo que envolve um conjunto de pessoas na construção de saberes. Com isso, Masetto (2012) aponta alguns aspectos que um perfil de professor universitário deve contemplar, entre eles: o planejamento como atividade educacional e política.

De maneira a contribuir com o processo de planejamento do ensino e aprendizagem do professor universitário, existem alguns instrumentos metodológicos essenciais: plano de curso, ementa e planos de aula/ensino. Todavia, se por um lado tais ferramentas/instrumentos auxiliam professores a criar e a repensar a sua prática docente, Gandin e Cruz (2011), professores e pesquisadores na área de planejamento e educação, fazem uma crítica acerca desses instrumentos. Segundo os autores, muitas vezes tais documentos não são utilizados para pensar, repensar e efetivamente criar atividades que oportunizem o ensino e aprendizagem, mas sim para mascarar um processo de entrega supervisionado, tornando-se muitas vezes, uma criação de tabelas com listas de conteúdos copiadas e repetidas de ano em ano.

Em contrapartida, em uma pesquisa que abordou a aplicação de padrões pedagógicos no contexto do ensino em design, Bruno (2011) afirma que um grupo de professores da UFRGS foi unânime em definir o planejamento como a etapa mais importante para a elaboração de atividades de ensino e aprendizagem. Com isso, surge a hipótese de que professores compreendem a importância do planejamento para o ensino e a aprendizagem. No entanto, talvez os instrumentos metodológicos hoje disponíveis a eles não estejam contribuindo para uma estratégia que oportunize um planejamento adequado. Além disso, o fato de os professores universitários não conhecerem profundamente conteúdos e conceitos relacionados à didática e a estratégias de planejamento para o ensino e aprendizagem, uma vez que isso realmente não vem explicado nos modelos de instrumentos/planos, pode contribuir para essa mecanização do planejamento, descrita por Gandin e Cruz (2011).

O planejamento educacional, conforme Sant'Anna et al. (1986, p. 14), é um processo contínuo. Para isso, as autoras desdobram e detalham, na obra Planejamento de Ensino e Avaliação, o planejamento educacional em planejamento de currículo e de ensino. O presente artigo se restringirá ao que os autores chamam de planejamento de ensino, em razão de ser o foco desta investigação.

Contudo, é importante considerar que um planejamento de ensino, seja de um curso, de uma disciplina, ou de uma aula, imprime uma intencionalidade amparada por pressupostos pedagógicos condizentes com a filosofia da escola/instituição. Ou seja, uma instituição que segue pressupostos de uma escola comportamentalista planeja situações de ensino-aprendizagem com técnicas, objetivos e procedimentos para este fim. De maneira a elucidar as visões acerca do planejamento docente, serão desdobradas as perspectivas conforme os autores a seguir.

Figura 1: Fluxograma de um planejamento de ensino



Fonte: Sant'Anna et al. (1986)

Sant'Anna et al. (1986) propõem o processo de planejamento do ensino em três fases: preparação (estruturação de um plano), desenvolvimento (plano em ação) e aperfeiçoamento (avaliação). A Figura 1 representa as fases do planejamento docente e, na obra de Sant'Anna et al. (1986), as autoras enfatizam a importância da formulação de objetivos. Segundo elas, a tarefa principal do professor é orientar a aprendizagem e ajudar a modificar o comportamento dos estudantes. Para tal, sugerem modelos de planejamentos de aulas, conforme a Figura 2.

Figura 2: Esquema de plano de aula

PLANO DE AULA

DADOS DE IDENTIFICAÇÃO		ASSUNTO GERAL		
OBJETIVOS	CRONOGRAMA	CONTEÚDOS	PROCEDIMENTOS	RECURSOS
apresentação	apresentação	apresentação	apresentação	apresentação
desenvolvimento	desenvolvimento	desenvolvimento	desenvolvimento	desenvolvimento
integração	integração	integração	integração	integração
AVALIAÇÃO			OBSERVAÇÕES	

Fonte: Sant'Anna et al. (1986)

Ao analisar as alternativas propostas pelos autores, foi possível perceber a falta de um instrumento que apoiasse o profissional docente no detalhamento dos procedimentos (o como) de seu fazer pedagógico, ou seja, no detalhamento das estratégias de aprendizagem.

2.4. Design Centrado no Usuário

Norman (2006, p.222) defende a filosofia de que um design centrado no usuário - DCU seja baseado nas necessidades e nos interesses dele. E que, em especial, dê atenção à questão de fazer produtos compreensíveis e facilmente utilizáveis. A partir disso, indica princípios da transformação de tarefas difíceis em tarefas simples. Doroftei et al. (2017, p. 20) afirmam que design centrado no usuário é o "processo de design e solução de problemas em múltiplas etapas e iteração". Ressaltam ainda a principal característica de considerar os *inputs* dos usuários a cada etapa do processo, fazendo um produto adequado às necessidades e desejos, diferentemente de outras abordagens que resultam em o usuário ter que se adaptar ao produto.

Desta forma, a perspectiva do design centrado no usuário alinha-se à problemática inicial desta pesquisa, que está centrada em como planejar o ensino e o aprendizado significativo em geometria descritiva. Entendendo esse processo como algo único para cada indivíduo e de acordo com a perspectiva de ensinagem (ensino + aprendizagem) proposta por Anastasiou e Alves (2006, p.15), uma prática social complexa efetivada entre os sujeitos, professor e aluno, englobando tanto ação de ensinar quanto a de apreender. Diante disso, é possível entender que as metodologias de design centradas no usuário podem colaborar no planejamento do ensino e da aprendizagem significativa, que deveria considerar seus interesses, saberes prévios e suas necessidades.

3. Procedimentos Metodológicos

A metodologia utilizada nesta investigação foi a Design Science Research - DSR, segundo Dresch, Lacerda e Antunes Jr., (2015), a partir de 12 passos principais, detalhados a seguir:

Passo 1. Identificação do problema - "surge do interesse do pesquisador em estudar uma nova ou interessante informação, encontrar resposta para uma questão importante, ou a solução para um problema prático ou para uma classe de problemas" (DRESCH; LACERDA; ANTUNES JR., 2015, p. 126). Nesta fase, para entendimento inicial da problemática, por conveniência, foram realizadas conversas exploratórias com cinco (5) professores pesquisadores que ministram disciplinas de geometria descritiva na UFRGS há mais de 15 anos, de maneira a compreender os desafios encontrados na docência. Além disso, foi realizada uma análise e categorização das pesquisas já realizadas no PGDesign da UFRGS, na área de ensino da geometria descritiva, para entender as hipóteses já trabalhadas no que tange aos problemas relacionados a esta área. No levantamento das pesquisas realizadas, 14 trabalhos foram mapeados e organizados em três categorias: recursos de apoio para aprendizagem (9 artigos em que são mencionados principalmente recursos tecnológicos aplicados às estratégias de sala de aula) metodologia de ensino (4 artigos voltados para metodologias aplicadas à sala de aula) e planejamento de ensino e aprendizagem (1 tese de doutorado que menciona a temática de planejamento do ensino e aprendizagem).

Passo 2. Conscientização do problema - "busca do máximo de informações, assegurando a completa compreensão de suas facetas, causas e contextos" (DRESCH; LACERDA; ANTUNES JR., 2015, p. 126). Nesta fase, foram realizadas análises nos planos de

ensino dos professores que ministram a disciplina de geometria descritiva na UFRGS e novas conversas mais focadas no ato do planejamento pedagógico. Nas conversas, foi possível identificar que dos cinco (5) professores, todos entendem e concordam com a importância do planejamento pedagógico, no entanto, apenas dois (2) professores declararam a ação desse planejamento. Os demais (3) declararam que não sentem necessidade de planejar a aula, em razão de ministrarem a disciplina há muitos anos e por já terem aprendido as "técnicas para ensinar". Essa aprendizagem teria ocorrido, por meio de seus mestres, como alunos e também como observadores, pois, ao assumirem a docência nesta área, voltaram para assistir às aulas de seus ex-professores, num olhar atento para a docência didática. Tal jornada colaborou para o delineamento e formalização das faces do problema a ser solucionado: planejamento de aulas da geometria descritiva.

Passo 3. Revisão sistemática da Literatura. Nesta fase, foi realizada uma busca no portal Google Acadêmico (<https://scholar.google.com.br/>), atualizada em 18/06/2020, primeiramente com as palavras-chaves: "ensino da geometria descritiva", em seguida "ensino e aprendizagem da geometria descritiva", entre os anos de 2010-2020, considerando qualquer idioma. Os resultados encontrados foram: aproximadamente 152 e 7 (sendo destes 3 repetidos da busca anterior) artigos/referências, respectivamente. Os dados dessa busca foram analisados e compilados em 9 categorias: a importância da expressão gráfica como disciplina curricular (1 artigo), GD como aprendizagem de uma nova linguagem (1 artigo), GD e criatividade (1 artigo), dificuldades de aprendizagem em GD (3 artigos), história da GD (5 artigos), reflexões amplas sobre a oferta da disciplina GD, recursos e metodologia (6 artigos), recurso de apoio para aprendizagem para educação inclusiva em GD (19 artigos + 1 artigo), metodologia de ensino em GD (31 artigos + 2 artigos) e recurso de apoio para aprendizagem em GD (53 artigos + 1 artigo). Ainda na análise, 4 artigos apresentaram erro no servidor de hospedagem e 9 artigos foram descartados por não estarem intimamente relacionados à temática em questão. Além dessas 137 referências analisadas e categorizadas, outras 19 foram descartadas por serem apenas citações e não artigos propriamente ditos.

A partir da categorização dos dados, foi possível perceber a questão problemática é a questão do ensino e aprendizagem em geometria descritiva e o quanto as pesquisas ainda estão direcionadas a investigar recursos e metodologias de apoio às estratégias de sala de aula. Todavia, em nenhum momento nesta investigação exploratória fica evidente o "como" tais estratégias de sala de aula são planejadas, quais intencionalidades, qual embasamento teórico-pedagógico e quais ferramentas de apoio o professor utiliza para projetar tal momento.

Passo 4. Identificação dos artefatos e configuração da classe de problemas - "Identificar artefatos desenvolvidos para resolver problemas similares permite que o pesquisador faça uso das boas práticas e lições adquiridas por outros estudiosos (DRESCH; LACERDA; ANTUNES JR., 2015, p. 128)". A fase anterior foi de extrema relevância para identificar as classes de problemas e artefatos já existentes, como por exemplo, a classe de problema: planejamento do ensino e aprendizagem no ensino superior (não realização do planejamento de aula por entender que não é necessário, uma vez que o professor domina o conteúdo técnico da área). Referente aos artefatos já disponíveis: a ferramenta digital institucional oficial da UFRGS (portal acadêmico), em que ao professor é solicitado que "descreva o detalhamento do desenvolvimento do conteúdo programático (por aula ou semana)", levando-o a detalhar apenas o conteúdo a ser trabalhado e não o desdobramento metodológico de cada aula. Além disso, a existência de ferramentas digitais de mercado, denominadas planejadores de aulas, tais como: <https://planejadordeaulas.org.br/> e planejador

digital ftd - <https://digital.ftd.com.br/conheca-professores-planejador.php> também colaboraram na reflexão, uma vez que apontam pontos interessantes para um planejamento de aula. No entanto, não consideram, nem potencializam a perspectiva da teoria ausubeliana (aprendizagem significativa). Livros e metodologias de ensino e aprendizado também foram consultados e nesses constam artefatos do tipo método, para escrita de objetivos, conteúdos e “desenvolvimento metodológico” conforme exemplo na figura 3.

Figura 3: Modelo de plano de aula

Escola:	Disciplina:	Data:	Série:
Professor:			
Objetivos Específicos	Conteúdos	Número de Aulas	Desenvolvimento metodológico

Fonte: Libâneo (2017)

Nesta etapa, percebeu-se que as soluções até então ofertadas não discriminam e não auxiliam o professor no planejamento de aulas com foco em aprendizagem significativa (de acordo com a teoria ausubeliana), tão pouco, orientado à geometria descritiva. Desta forma, nesta etapa foi delineada e definida a classe de problema desta investigação: planejamento do ensino e aprendizagem significativa em geometria descritiva.

Passo 5. Proposição de artefatos para a resolução do problema - "o processo de proposição de artefatos é essencialmente criativo e o pesquisador usará de seus conhecimentos prévios, com o intuito de propor soluções robustas que possam ser utilizadas para a melhoria da situação atual (DRESCH; LACERDA; ANTUNES JR., 2015, p.131)". Foi delineada a hipótese da necessidade de desenvolver um artefato [digital] que seja capaz de orientar o planejamento de aulas para aprendizagem significativa em geometria descritiva a partir do design centrado no usuário. A escolha pelo formato digital do artefato está relacionada aos conhecimentos prévios e criativos da pesquisadora.

Passo 6: Projeto do Artefato - "características internas e o contexto em que irá operar, componentes, relações internas de funcionamento, descrição de todos os procedimentos de construção e avaliação do artefato (DRESCH; LACERDA; ANTUNES JR., 2015, p.131)". Nesta fase, foram elencados os requisitos necessários ao desenvolvimento do artefato, a partir de um aprofundamento e articulação de dados da base teórica da pesquisa: planejamento do ensino e aprendizagem significativa de aula, ensino e aprendizagem em geometria descritiva e metodologia de projeto/design centrado no usuário. Para orientar a realização dessa articulação, foram utilizadas as cinco fases da análise de dados qualitativos, propostas por Yin (2016): compilação, decomposição, recomposição, interpretação e conclusões. Com base nessa articulação, foi possível realizar as primeiras reflexões sobre os requisitos do artefato para o planejamento do ensino e aprendizagem significativa em geometria descritiva, em formato de *checklist*. O *checklist*, conforme Mello, Massollar e Travassos (2011) é uma ferramenta de inspeção de qualidade que apresenta as diretrizes para a leitura de um determinado artefato com o objetivo de encontrar defeitos. Essa ferramenta consiste em uma

lista de questões que o inspetor deve identificar se estão presentes ou não no artefato em teste (neste caso, um plano de aula). A seguir o *checklist*:

Figura 4: Quadro de *Checklist* de requisitos para o planejamento de aulas para aprendizagem significativa em geometria descritiva a partir do design centrado no usuário

1. Planejamento do ensino e aprendizagem significativa de aula, a partir da teoria ausubeliana, de acordo com Moreira (2013)	
 	<p>1. Definição do tópico específico. É possível definir o tópico específico a ser abordado, identificando seus aspectos declarativos (fatos, teorias, definições, histórias, nomes, datas e fórmulas) e procedimentais (habilidade ou competência para realizar um certo ato, como ler, escrever, interpretar uma matriz de resultados), tais como aceitos no contexto da matéria de ensino na qual se insere esse tópico?</p>
 	<p>2. Criação de situações para externalizar conhecimento prévio Indica ao professor a criação/proposição situação(ões) – discussão, questionário, mapa conceitual, mapa mental, situação-problema etc. – que leve(m) o aluno a externalizar seu conhecimento prévio, aceito ou não-aceito no contexto da matéria de ensino, supostamente relevante para a aprendizagem significativa do tópico (objetivo) em pauta?</p>
 	<p>3. Proposição de situação-problema em nível introdutório Indica ao professor a possibilidade de propor situações-problema, em nível bem introdutório, levando em conta o conhecimento prévio do aluno, que preparem o terreno para a introdução do conhecimento (declarativo ou procedimental) que se pretende ensinar?</p>
 	<p>4. Proposição de situação-problema acerca do assunto a ser trabalhado (aspectos mais amplos) Indica ao professor a possibilidade de uma vez trabalhadas as situações iniciais, apresentar o conhecimento a ser ensinado/aprendido, levando em conta a diferenciação progressiva, começando com aspectos mais gerais, inclusivos, dando uma visão inicial do todo, do que é mais importante na unidade de ensino, mas logo exemplificando, abordando aspectos específicos?</p>
 	<p>5. Proposição de situação-problema acerca do assunto a ser trabalhado (aspectos mais complexos) Indica ao professor a possibilidade de, em continuidade, retomar os aspectos mais gerais, estruturantes (aquilo que efetivamente se pretende ensinar), do conteúdo da unidade de ensino, em nova apresentação (que pode ser através de outra breve exposição oral, de um recurso computacional, de um texto etc.), porém em nível mais alto de complexidade em relação à primeira apresentação?</p>
 	<p>6. Proposição de situação-problema acerca do assunto a ser trabalhado (aspectos integradores, realizando novas conexões): Indica ao professor a possibilidade de, concluindo a unidade, dar seguimento ao processo de diferenciação progressiva retomando as características mais relevantes do conteúdo em questão, porém de uma perspectiva integradora, ou seja, buscando a reconciliação integrativa?</p>

 	7. Registro de evidências de aprendizagem - avaliação somativa (com finalidade de diagnóstico, para entender o processo do estudante). Indica ao professor a possibilidade de criação de avaliação somativa, orientando o que é?
 	8. Materiais e estratégias diversificadas. Auxilia o professor a pensar em atividades diferenciadas?
 	9. Situações-problema criadas pelos alunos. Indica ao professor a possibilidade de os próprios alunos poderem criar atividades de aprendizagem?
 	10. Atividades individuais Indica ao professor a possibilidade de realização de atividades individuais para consolidação da aprendizagem?
2. Ensino e aprendizagem em geometria descritiva, de acordo com Kopke (2001) e Montenegro (1985).	
 	11. Prática a partir da observação do cotidiano. Kopke (2001). Desafia o professor a pensar ao invés da clássica abordagem de trabalhar conteúdo a partir do estudo de pontos, propor aos alunos que observem objetos simples, de uso cotidiano, buscando aplicações específicas.
 	12. Professor enquanto um facilitador da aprendizagem. Montenegro (1985) Professores e alunos produzem conhecimentos juntos. Indica ao professor pensar que ele é um facilitador da aprendizagem dos alunos?
 	13. O material didático é de qualidade e contextualizado? Montenegro (1985) Bem elaborado, bem diagramado e com informações atualizadas. O não esquecimento da vida real (ênfase nos objetos da natureza, do cotidiano), problemas oportunos, conexões com a realidade. Indica ao professor a melhoria de seus materiais didáticos, não esquecendo de exemplos da vida real?
3. Metodologia de projeto/design centrado no usuário a partir de Donald Norman (2006): princípios da transformação de tarefas difíceis em tarefas simples.	
 	14. Simplificar a estrutura das tarefas. As tarefas devem ser simples em termos de estrutura, minimizando o volume do planejamento ou da solução de problemas que exigem. Tarefas desnecessariamente complexas podem ser reestruturadas, de maneira geral, com a utilização de inovações tecnológicas. Indica ao professor que pense em comandos fáceis e objetivos para a realização das atividades?
 	15. Tornar as coisas visíveis: assegurar que as lacunas de execução e avaliação sejam encurtadas ou superadas. Tornar as coisas visíveis no aspecto da execução de uma ação, de modo que as pessoas saibam o que é possível e como as ações devem ser feitas; tornar as coisas visíveis no aspecto da avaliação de uma ação, de modo que as pessoas possam saber os efeitos de suas ações. Ações que correspondam às intenções. Indica ao professor que pense em comandos visíveis (que façam sentido) para a realização das

	atividades?
 	<p>16. Projetar para o erro. É preciso sempre presumir que qualquer erro que possa ser cometido será cometido. Fazer o projeto para o erro. Pensar em cada ação do usuário como uma tentativa de dar um passo na direção certa; um erro é simplesmente uma ação especificada de maneira incompleta e inapropriada. Tentar dar apoio e não lutar contra as ações dos usuários.</p> <p>Indica ao professor que pense em alternativas para lidar com o erro do aluno? Erro no sentido tanto de entendimento de execução da tarefa como do seu conteúdo?</p>
 	<p>17. Quando tudo o mais falhar, padronizar. Padronizar ações, resultados, layouts, display. Fazer com que ações relacionadas operem da mesma forma.</p> <p>Indica ao professor que pense em padronizar suas ações: enunciados, materiais, diagramações... de maneira a facilitar as jornadas dos estudantes?</p>

Fonte: Elaborado pelos Autores.

Com base no *checklist* de requisitos para o planejamento de aulas para aprendizagem significativa em geometria descritiva a partir do design centrado no usuário, teve início a etapa seguinte.

Passo 7. Desenvolvimento do Artefato - "gerar conhecimento que seja aplicável e útil para a solução de problemas, melhoria de sistemas existentes e criação de novas soluções e/ou artefatos (DRESCH; LACERDA; ANTUNES JR., 2015, p.131)". Nesta fase, o *checklist*, serviu como base para a criação de um protótipo de artefato digital construído, por conveniência, com as ferramentas do pacote Google Workspace (Gmail, Google Drive, Google Formulários, Google Planilhas, Autocrat, Google Drive e Google Documentos), que pode ser acessado em <<http://gg.gg/planejadorgd>>.

O Passo 8. Avaliação do artefato - "observar e medir o comportamento do artefato na solução do problema (DRESCH; LACERDA; ANTUNES JR., 2015, p. 132)". Nesta fase do processo, de maneira a testar, observar e medir o comportamento do artefato digital, foi realizado um grupo focal confirmatório, de aproximadamente 2h30min de duração, com 6 professores que ministram a disciplina de geometria descritiva IIA na UFRGS. A esses professores foi dado o desafio de preencherem juntos o artefato digital na construção de uma aula.

Passos 9 e 10. Explicitação das aprendizagens - "declaração dos pontos de sucesso e insucesso" (DRESCH; LACERDA; ANTUNES JR., 2015, p. 132) e conclusão - "resultados da pesquisa - bem como decisões tomadas durante sua execução (DRESCH; LACERDA; ANTUNES JR., 2015, p. 132). Uma importante lição aprendida em relação à trajetória desta investigação foi a inexistência de uma ferramenta digital capaz de orientar o processo de planejamento do ensino e aprendizado significativo em geometria descritiva. Além disso, foi apontada pelos professores que ministram disciplinas nessa área a relevância de criar algo neste sentido. Nas palavras desses professores que experimentaram o recurso: "*essa ferramenta foi para além de um planner de aulas, me gerou desconforto em relação a minha prática docente, foi uma experiência transformadora*". Para outro professor: "*um recurso que te convoca a pensar no jeito que as tuas aulas já estão organizadas*" e outro professor: "*fiquei pensando inclusive que seria interessante aplicar em outra disciplina, a "x", que também ministro*". Ao observar os professores dialogando sobre as estratégias da aula que estavam planejando, foi possível

perceber também que o recurso, embora não tenha sido pensado para ser preenchido de forma colaborativa, demonstrou-se interessante neste sentido, pois oportunizou o diálogo e a reflexão entre os participantes, além da construção coletiva das estratégias. Algumas limitações encontradas ao longo da pesquisa: a falta de conhecimentos de programação/codificação da pesquisadora para prototipar um artefato mais refinado no quesito usabilidade e navegabilidade do usuário na ferramenta e a limitação do protótipo digital, uma vez que foi necessário contar apenas com as opções de formatação disponíveis nos recursos utilizados. No entanto, mesmo com todos esses limites, o artefato demonstrou-se possível e pertinente, sendo indicadas poucas sugestões para interação: acrescentar mais dicas de metodologias para a sala de aula, de maneira a elucidar ideias para os professores (uso de apps para games, dicas de materiais físicos, entre outros), acrescentar uma etapa de orientação/diretrizes sobre design centrado no usuário antes da etapa de validação. Com tudo isso, a última pergunta feita pelos participantes foi: “[...] fez sentido, já está disponível, podemos usar?”. Com esta pergunta foi possível entender que o artefato se mostrou útil para resolver o problema do planejamento da aula, com propósito de oportunizar a aprendizagem significativa em geometria descritiva.

Passos 11 e 12. Generalização para uma classe de problemas - "a generalização permite que o conhecimento gerado em uma situação específica possa, posteriormente, ser aplicado a outras situações similares e que são enfrentadas por diversas organizações (DRESCH; LACERDA; ANTUNES JR., 2015, p. 133) e comunicação dos resultados da pesquisa - "jornais, seminários, congressos. (DRESCH; LACERDA; ANTUNES JR., 2015, p.133). No que tange à generalização do conhecimento gerado para auxiliar no planejamento do ensino e aprendizagem significativa em geometria descritiva, no ponto de vista dos participantes do grupo focal confirmatório, pode haver uma generalização para a classe de problemas "planejamento do ensino e aprendizagem significativa no ensino superior". Isso porque auxilia no planejamento de aulas com esse foco, independentemente de ser na disciplina de geometria descritiva.

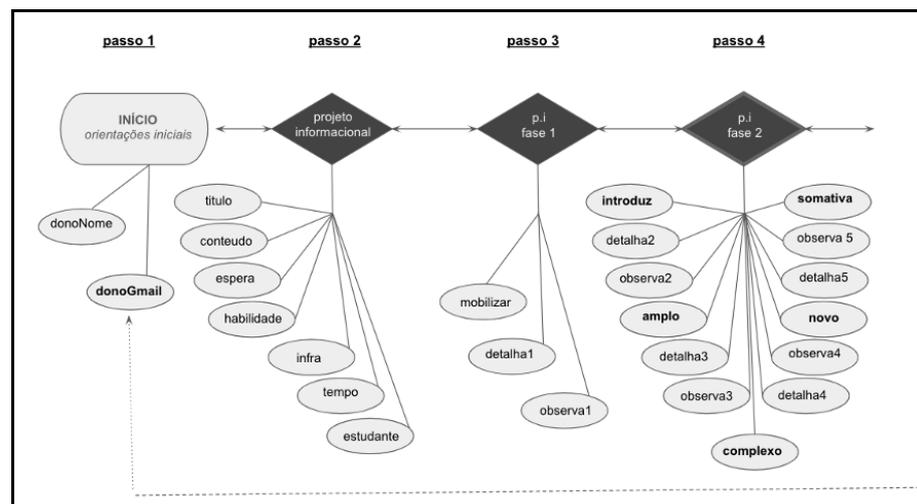
4. Proposta de um Artefato para Apoiar o Planejamento de Aulas em Geometria Descritiva

De maneira a explicar a funcionalidade do protótipo de artefato, mencionado no passo 7, ele será apresentado a partir do diagrama a seguir dividido em duas partes. A figura 4 ilustra os quatro primeiros passos do processo em que, no **passo 1**, o usuário/professor que estiver projetando a aula é demandado de forma obrigatória a inserir seu nome e uma conta de e-mail Gmail. No **passo 2**, denominado projeto informacional, o usuário/professor é demandado a inserir informações sobre a aula: o título, o conteúdo a ser trabalhado, o que ele espera que o aluno seja capaz de realizar após aquela aula, qual a habilidade ele espera que o aluno desenvolva na aula, qual infraestrutura e tempo disponíveis para a realização da aula e um campo para caracterização dos estudantes (quem são os alunos - quais engenharias - quais semestres) de maneira a estabelecer um perfil da turma (princípio do design centrado no usuário).

No **passo 3**, projeto informacional - fase 1, o usuário/professor é levado a pensar na criação de uma atividade que oportunize o entendimento sobre o que o aluno já sabe em relação ao conteúdo a ser trabalhado (princípio da aprendizagem significativa), por isso o campo <mobilizar>, no sentido de mobilizar a aprendizagem. No campo <detalha1> o usuário/professor será instigado a detalhar a prática a ser realizada e no campo <observa1> o usuário/professor será levado a criar um indicador de aprendizagem, de maneira a compreender se os estudantes estão atingindo o proposto.

No **passo 4**, projeto informacional fase 2, o usuário/professor é levado a projetar a experiência da aprendizagem significativa como um todo. Para tanto, ele é instigado a pensar em uma atividade para introduzir a temática em questão no campo <introduz>, a detalhar a atividade no campo <detalha2> e a criar um indicador da aprendizagem em <observa2>. Em seguida, de maneira a expandir a experiência do estudante, o usuário/professor é levado a pensar em estratégias que considerem de forma mais ampla o conhecimento a ser trabalhado, por isso o campo <amplo> e depois detalhar em <detalha3> e a criar o indicador em <observa3>. Já com o território preparado, o usuário/professor é questionado então a criar uma atividade com a habilidade que deseja para o aluno desenvolver, aquela do conteúdo previsto para a aula, no campo <complexo> e depois detalhar em <detalha4> e a criar o indicador em <observa4>. De maneira a oportunizar novas conexões e consolidação da aprendizagem, o usuário/professor é desafiado a oportunizar a experiência de novos exemplos, novos casos, criados por ele ou não, aos alunos no campo <novo> e depois detalhar em <detalha5> e a criar o indicador em <observa5>. Por fim, ainda que tenha realizado todas as observações das aprendizagens do estudante, por meio dos indicadores de aprendizagem, ele é desafiado a criar uma proposta de atividade que permita a avaliação somativa, no campo <somativa>, conforme consta na figura 5:

Figura 5: Diagrama da proposta de artefato - parte 1



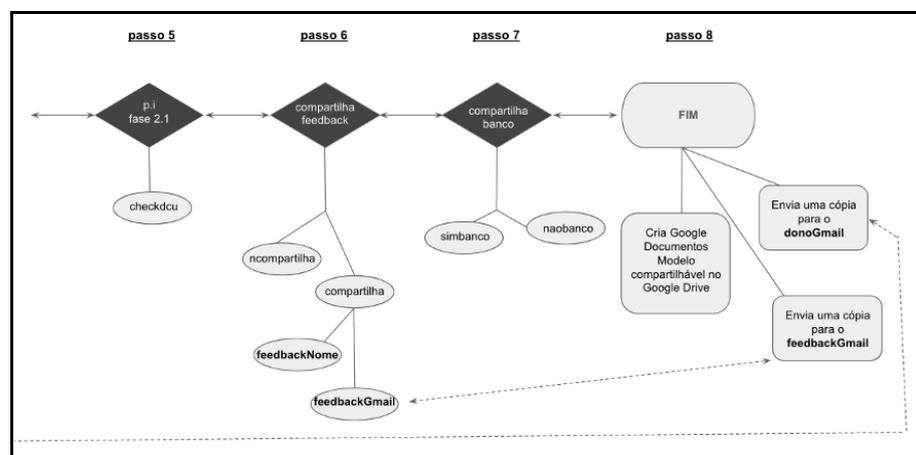
Fonte: Elaborado pelos Autores.

Em continuidade ao processo de planejamento do ensino e aprendizagem significativa, para uma aula de geometria descritiva, de acordo com a figura 6, o usuário/professor é levado ao **passo 5**. Nesse, o usuário/professor é provocado a realizar uma reflexão sobre questionamentos acerca do design centrado no usuário, a partir dos princípios da transformação de tarefas difíceis em tarefas simples de Norman (2006). As questões estão relacionadas à facilidade e à visibilidade da proposta, da projeção para o erro, das coerções naturais do cotidiano e das possíveis padronização de itens, de maneira a deixar a experiência do estudante simples e fluída. O **passo 6** oportuniza o compartilhamento do seu projeto com algum colega (par de disciplina) e/ou, ainda, com algum coordenador de curso, para que possa receber feedbacks sobre a proposta criada. Se for escolhida a opção de compartilhar, ele deverá informar nome e e-mail (Gmail) do destinatário. Se optar por não compartilhar, será levado para o próximo passo.

O **passo 7** oportuniza o aceite ou não para a publicação deste projeto de aula em um repositório de projetos de aulas de geometria descritiva que, posteriormente, poderá ser consultado e reutilizado por outros professores. Se o usuário aceitar, futuramente o seu plano será compartilhado neste repositório, caso contrário, não.

Por fim, o **passo 8**: uma vez percorrida toda a jornada, se estiver preenchido o e-mail correto (passo 1), uma cópia do documento preenchido, num *layout* que permite a visualização da experiência planejada e o acompanhamento do estudante é encaminhada para o usuário/professor <doGmail> e para o parceiro/colega/coordenador, se o e-mail estiver correto no passo 7 em <feedbackGmail>, conforme consta na figura 6.

Figura 6: Diagrama da proposta de artefato - parte 2



Fonte: Elaborado pelos Autores.

5. Considerações Finais

A ação de planejamento do ensino e aprendizagem no ensino superior é um tema importante, mas ainda difícil, uma vez que há um senso comum de que em razão de se realizar algo com qualidade técnica, sabe-se ensinar esse algo. Outra certeza que percorre as falas de professores é a de que, por ministrar muitas vezes (anos) a mesma disciplina/conteúdo, não é mais necessário planejar. Essa é uma verdade que pode ser refutada na perspectiva da aprendizagem significativa, uma vez que o foco deixa de ser o compromisso com o ensino (professor até pensa e executa estratégias diferenciadas em sala de aula - mas que nem sempre levam em consideração o aluno como ponto de partida), para ser o compromisso com a aprendizagem. Quando há compromisso com a aprendizagem, o professor cria diversos tipos de atividades de maneira a auxiliar o aluno a aprender. A aprendizagem significativa só se faz entendendo cada sujeito, cada repertório, cada intencionalidade, cada dificuldade e, até mesmo, cada estilo de aprendizagem. Por isso a insistência na importância do planejamento da(s) aula(s).

A criação de uma ferramenta capaz de auxiliar professores a pensarem e repensarem suas práticas, levando em consideração o seu estudante (o usuário na perspectiva do design), mostrou-se possível e relevante. Neste sentido, ter seguido a *design science research* como método da pesquisa, também pode ser considerado um ponto positivo, uma vez que esse resultado vem ao encontro do que o método se propõe: criar artefatos para a resolução de problemas do cotidiano.

Referências

ANASTASIOU, L. G. C.; ALVES, L. P. Estratégias de ensinagem. *In: _____* (org.). **Processos de ensinagem na universidade**: pressupostos para as estratégias de trabalho em aula. 6. ed. Joinville, SC: Univille, 2006. (Cap. 3) p. 67-100.

AUSUBEL, D. P. *et al.* **Educational psychology**: a cognitive view. 2. ed. New York: Holt Rinehart and Winston, 1978.

BRUNO, F. B. **Learning design baseado em padrões pedagógicos para a elaboração de objetos de aprendizagem generativos**: uma aplicação no ensino em Design. 2011. 174f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/49097>. Acesso em: 15 jun. 2020.

DOROFTEI, D. *et al.* User-centered design. *In: SEARCH and rescue robotics: from theory to practice*. London: InTechOpen, 2017. <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.69483>

DRESCH, A.; LACERDA, D. P.; ANTUNES JR., J. A. V. **Design science research**: método de pesquisa para avanço da ciência e tecnologia. São Paulo: Bookman, 2015.

GANDIN, D.; CRUZ, C. H. C. **Planejamento na sala de aula**. 12. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2011.

KOPKE, R. C. M. Ensino de geometria descritiva: inovando na metodologia. **Revista Escola de Minas**, Ouro Preto, v. 54, n. 1, p. 47-50, 2001. <https://doi.org/10.1590/S0370-44672001000100008>

LACOURT, H. **Noções e fundamentos de geometria descritiva**: ponto, reta, planos, métodos descritivos e figuras em planos. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1995.

LIBÂNEO, J. C. **Didática**. São Paulo: Cortez, 2017.

LIMA, A. J. R. L.; HAGUENAUER, C. J.; CUNHA, G. G. **EAD e ensino presencial de geometria descritiva**. Rio de Janeiro: UFRJ, maio 2007. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/238074741_EAD_E_ENSINO_PRESENCIAL_DE_GEOMETRIA_DESCRITIVA. Acesso em: 21 out. 2018.

MASETTO, M. T. **Competência pedagógica do professor universitário**. 2. ed. São Paulo: Summus, 2012.

MELLO, R. M.; MASSOLLAR, J. L.; TRAVASSOS, G. H. Técnica de inspeção baseada em *checklist* para identificação de defeitos em diagramas de atividades. *In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DE SOFTWARE*, 10., 2011. **Anais...** São Paulo: SBC, 2011. p. 119-133.

MONTENEGRO, G. A. **Didática da geometria descritiva**. São Paulo: Gildo Montenegro, 1985.

MOREIRA, M. A. Aprendizagem significativa em mapas conceituais. **Textos de Apoio ao Professor de Física**, Porto Alegre, v. 24, n. 6, p. 1-49, 2013. Disponível em: http://www.if.ufrgs.br/public/tapf/v24_n6_moreira.pdf. Acesso em: 22 mar. 2022.

_____. Aprendizaje significativo crítico. **Indivisa Boletín de Estudios e Investigación**, n. 6, p. 83-102, 2005.

NORMAN, D. A. **O design do dia-a-dia**. Rio de Janeiro: Rocco, 2006.

SANT'ANNA, F. M. *et al.* **Planejamento de ensino e avaliação**. Porto Alegre: Sagra, 1986.
Disponível em: <https://livralivro.com.br/books/show/516555?recommender=similar>. Acesso em: 15 mar. 2019.

SANTOS, S. L. **Interface interativa bidimensional em um software para o ensino de geometria descritiva**. 2016. Tese (Doutorado em Design) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.

SILVA, R. P. **Avaliação de perspectiva cognitivista como ferramenta de ensino-aprendizagem da geometria descritiva a partir do ambiente hipermídia hypercal GD**. 2005. Tese (Doutorado em Engenharia da Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2005. Disponível em: <http://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/101609>. Acesso em: 19 out. 2018.

_____. **Produção flexível de materiais educacionais personalizados: o caso da geometria descritiva**. 2005. 185f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/88166>. Acesso em: 19 out. 2018.

TEIXEIRA, F. G. *et al.* The descriptive geometry education through the design-based learning. *In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON GEOMETRY AND GRAPHICS, 12.*, 2006, Salvador. **Proceedings...** Salvador, 2006.

TEIXEIRA, F. G. *et al.* **HyperCAL3D: modelador de sólidos para geometria descritiva**. Curitiba: Graphica, 2007.

YIN, R. K. **Pesquisa qualitativa do início ao fim**. São Paulo: Penso, 2016.