

PROJEÇÃO ORTOGONAL EM CURSOS TÉCNICOS: UMA UNIDADE DE ENSINO

ORTHOGONAL PROJECTION IN TECHNICAL COURSES: A TEACHING UNIT

Eliane Constância Marcolin Schiavo
Mestre em Ensino
Secretaria Estadual de Educação do Estado do Paraná
eliane.marcolin@escola.pr.gov.br

Bárbara Nivalda Palharini Alvim Sousa
Doutora em Ensino de Ciências e Educação Matemática
Universidade Estadual do Norte do Paraná – UENP
barbara.palharini@uenp.edu.br

Resumo

Este artigo tem como objetivo apresentar resultados do uso de uma unidade de ensino dos conteúdos de projeção ortogonal. A unidade de ensino foi elaborada tendo como norte a Teoria de Aprendizagem Significativa e os aspectos sequenciais para elaboração de Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS). Dados foram coletados com cinco alunos de uma turma de primeiro semestre de um curso técnico em Edificações, no desenvolvimento de 10 atividades no contexto do ensino remoto. Por meio de uma análise qualitativa, dados coletados por meio de registros escritos e falados dos alunos, questionários, gravações de aulas e interações dos alunos no chat, foi possível identificar os conhecimentos prévios dos alunos, bem como elementos dos registros que dão indícios de diferenciação progressiva e reconciliação integradora dos conteúdos de projeção ortogonal.

Palavras-chave: Desenho Técnico. Projeção Ortogonal. Unidade de Ensino. Aprendizagem Significativa.

Abstract

This paper aims to present results of the use of a teaching unit of orthogonal projection contents. The teaching unit was designed based on the theory of meaningful learning and in the sequential aspects for the elaboration of a Potentially Meaningful Teaching Unit (PMTU). Data were collected from five students from a first-semester class of a technical course in Buildings, in the development of 10 activities, in the context of remote learning. Through a qualitative analysis, data collected through students' written and spoken records, questionnaires, class recordings and chat interactions, it was possible to identify the students' prior knowledge, as well as elements of the registers that give evidence of progressive differentiation and integrative reconciliation of the contents of the orthogonal projection.

Keywords: Technical Drawing. Orthogonal Projection. Teaching Units. Meaningful Learning.

1 INTRODUÇÃO

A pesquisa sobre o ensino e aprendizagem em cursos Profissionalizantes ou de Ensino Superior tem indicado que a maioria dos estudantes apresentam dificuldades em disciplinas relacionadas ao uso de representações gráficas, especialmente nos cursos de Engenharia e Arquitetura em que são exigidas habilidades de visualização espacial para a aprendizagem da leitura e representação da forma (ABRANTES *et al.*, 2017; CAVALCANTI; SOUSA, 2017; AMARAL, 2019; TAMASHIRO, 2010; RODRIGUES; NICO-RODRIGUES, 2017). O Desenho Técnico caracteriza-se como um dos conteúdos mínimos na formação desses profissionais, sendo uma importante linguagem quando comparada à linguagem verbal, visto que é por meio dele que conseguimos descrever o tamanho, a forma e a relação de objetos sólidos (FRENCH; VIERCK, 1995).

Entre as dificuldades apresentadas por alunos no trabalho com especificidades do Desenho Técnico, a literatura sinaliza elementos que precisam ser aperfeiçoados quando se trata de seu ensino e aprendizagem: Abrantes *et al.* (2017) abordaram a falta de percepção espacial ou tridimensional apresentada por alunos; Cavalcanti e Souza (2017) investigaram dificuldades em relação à visualização espacial; Amaral (2019) indicou que problemas aparecem quando os alunos precisam articular coordenação motora e abstração ao ver o objeto em perspectiva e projetar as suas vistas em duas dimensões; a pesquisa de Tamashiro (2010) apontou o enfraquecimento do entendimento dos alunos sobre os sistemas técnico-construtivo; e Rodrigues e Nico-Rodrigues (2017) investigaram o nível de dificuldade de alunos ao citar a disciplina geometria descritiva, o que contribui para o índice de reprovação nessa disciplina em diferentes cursos.

Dado esse cenário e em virtude da escassez de material pedagógico voltado ao Ensino Técnico na Educação Profissional a partir de uma pesquisa realizada em um curso de Mestrado Profissional, neste artigo, temos como objetivo apresentar resultados do uso de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa no ensino dos conteúdos de projeção ortogonal, um dos elementos do Desenho Técnico¹.

Para embasar as discussões acerca da aprendizagem, a pesquisa aborda os pressupostos da Teoria de Aprendizagem Significativa de Ausubel (2003), com amparo na idealização de Moreira (2011) acerca da elaboração de Unidades de Ensino Potencialmente Significativas.

A partir de uma intervenção pedagógica em uma turma de primeiro semestre de um curso Técnico em Edificações, os resultados evidenciam elementos da Teoria de Aprendizagem Significativa mobilizados no desenvolvimento das atividades da unidade de ensino em relação ao conteúdo de projeção ortogonal. Neste texto, apresentamos especificidades do referencial teórico que guiou a pesquisa, os aspectos metodológicos, a análise de dados face à fundamentação teórica e a discussão dos resultados com vistas à implementação da unidade de ensino e os elementos da aprendizagem significativa que emergiram no desenvolvimento das atividades.

¹ O Desenho Técnico é considerado como uma das linguagens utilizadas nas áreas de arquitetura, engenharia e construção civil.

2 DESENHO TÉCNICO E O ENSINO DE PROJEÇÃO ORTOGONAL

Quanto à definição de Desenho Técnico, desde a década de 1970 diferentes assertivas detalham seu campo de estudo. French (1978, p. 1) designa o termo como “aquele que é usado na indústria, pelos engenheiros e desenhistas, isto é, a linguagem gráfica em que se expressam e registram as ideias e dados para a construção de máquinas e estruturas”. Para o referido autor, o profissional deve fornecer as informações exatas dos detalhes construtivos, seja da máquina ou da estrutura, da sua criação (o projeto). Nesse contexto, o Desenho Técnico é considerado “mais do que a simples representação pictórica de um objeto. É uma linguagem gráfica completa, por meio da qual pode descrever minuciosamente cada operação e guardar um registro completo da peça, para reprodução ou reparos” (ibidem, p. 1).

Para Giesecke *et al.* (2002, p. 26), o Desenho Técnico pode ser considerado, ainda, como “qualquer desenho utilizado para expressar ideias técnicas ou, em geral, no âmbito da comunicação gráfica técnica”. Arelada à importância dessa linguagem, esses autores enfatizam a importância da habilidade gráfica para profissionais como engenheiros e arquitetos, visto que essa habilidade pode ser considerada como a “capacidade de apresentar informações e ideias clara e efetivamente em forma de esboços, desenhos, modelos, gráficos e assim por diante”.

Em pesquisas mais recentes, o Desenho Técnico aparece como uma ferramenta útil para diferentes profissionais, por exemplo, Silva *et al.* (2013, p. 3) caracterizam o Desenho Técnico como uma ferramenta imprescindível para os profissionais da Engenharia Civil, Mecânica, Arquitetura e do Design Industrial, e mencionam que ele “serve para comunicar uma ideia ou um conceito de modo único, sem ambiguidades nem significados múltiplos”.

Nesse contexto, ressalta-se a importância do estudo dessa linguagem para que os profissionais sejam capazes de lê-la prontamente quando escrita por outra pessoa e expressá-la com clareza, seja em cursos técnicos, de Engenharia, de Arquitetura, ou outros nos quais há sua exigência na formação profissional.

Especialmente, no contexto dos cursos de Arquitetura, o desenho pode ser compreendido como ferramenta de criação, comunicação e construção de um projeto, ou como um registro gráfico de representação da arquitetura, de seu significado. De acordo com Hladkyi (2017, p. 29), “[...] o desenho é uma forma de expressão muito antiga e pode ser encontrado nas mais diversas áreas [...] por mais variado que seja, o desenho tem uma intenção comum: o interesse de expressar ou comunicar uma ideia”.

Para Ragonha e Vizioli (2014, p. 3), o arquiteto dispõe de variados meios para efetuar representações, desde os desenhos à mão, como o croqui que “expressa as ideias do arquiteto através de um traço rápido”, ao desenho de observação, que “envolve a percepção das relações entre os elementos que compõe o espaço, com olhar atento às suas proporções e escalas”. Para essas autoras, o Desenho Técnico pode ser considerado “aquele mais rígido, que utiliza maior quantidade de instrumentos e geometria, trazendo maior precisão e utilizando linguagem única e específica”. Há também a maquete física que pode possibilitar as ideias de modo espacial, bem como os meios digitais que “permitem maior rapidez e eficiência ao processo de projeto, ganhando espaço cada vez maior nos escritórios de arquitetura” (ibid., p.3).

Nas últimas décadas, a evolução das tecnologias digitais e das ferramentas de trabalho no setor técnico influenciou a inserção das tecnologias digitais nos ambientes educacionais e colaborou com uma organização educacional em um viés analógico-digital. Nesse sentido, as pesquisas contemporâneas, como a de Rheingantz (2016, p. 101), argumentam sobre a

importância de uma concepção e ensino de projeto como um “processo analógico-e- digital”, visando a complementariedade destes modos de representação.

Já para Montenegro (2005, p. 4), o desenho pode ser considerado como uma expressão do pensamento dos sujeitos, em que o professor precisa compreender a habilidade espacial dos alunos como uma característica dinâmica. Para tanto, o autor sugere o trabalho com diferentes sistemas de representação, em especial no ensino de Geometria Espacial, com o objetivo de proporcionar aos alunos “pensar, raciocinar, compreender e não treinar sistemas de representação; eles vão surgindo implicitamente ou como consequência” (ibidem, p. 4). O autor sugere uma inversão da sequência de ensino, isto é, a teoria e suas terminologias são apresentadas pouco a pouco após a realização de exercícios de esboço e diagramas à mão livre, e da abordagem de modelos reais (maquete), sendo este último o responsável por proporcionar uma experiência concreta que serve de base para as abstrações necessárias ao desenvolvimento da habilidade de visualização espacial. A esse respeito, o autor esclarece que:

A habilidade espacial é uma capacidade humana, que pode ser estimulada ou abandonada; [...] a estimulação se faz pela utilização frequente da capacidade, seja por aplicação direta numa atividade ou por meio de exercícios que envolvem rotação mental de figuras, orientação espacial, reconhecimento de rostos, leitura de mapas, analogias de formas, vistas ou perspectivas de outro ângulo, interpretação múltipla de uma mesma figura, a percepção de padrões que parecem confusos, a velocidade e compreensão da visualização espacial e outros aspectos. (MONTENEGRO, 2005, p. 8).

O autor sugere, com base nessas considerações, que se trabalhe nas escolas com lápis, cores e cortes por meio de modelagens, para que o desenho e a habilidade manual sirvam de treino para as novas interações com o conhecimento (MONTENEGRO, 2003).

Em uma perspectiva próxima, alguns autores sugerem o uso de metodologias para reduzir o grau de abstração dos conteúdos por meio da utilização de objetos físicos, que permitem a interação visual e tátil. De modo geral, as justificativas versam sobre a importância do desenvolvimento de habilidades visuais para o trabalho com projetos, ou ainda, nas palavras de Florio (2013, p. 52) “quanto mais visual e concreto for o meio de expressar o problema, mais fácil será seu desenvolvimento, sua visualização e compreensão de sua solução”.

Considerado o referido panorama, podemos dizer que as ferramentas digitais possibilitam maior rapidez e precisão no processo do projeto e, ainda, o desenho à mão traz o contato e o traço gestual. No entanto, em relação à aprendizagem dos conteúdos associados ao Desenho Técnico, em particular, ao considerar ambientes educacionais, as pesquisas indicam diferentes dificuldades na formação dos alunos.

Por exemplo, ao longo do tempo, pesquisas têm sinalizado que alunos de graduação das áreas de Engenharia e Arquitetura apresentam dificuldades na aprendizagem de disciplinas relacionadas ao Desenho Técnico e ao Desenho Geométrico, sugerindo que a falta de conhecimentos dessa linguagem pode ocasionar consequências na formação profissional desses alunos (GANI, 2019; LUCIANO *et al.*, 2019; ABRANTES *et al.*, 2017; TAVARES, 2017; PEREIRA *et al.*, 2011; MAFALDA, 2000; TAMASHIRO, 2010).

Puntoni (1997), Tamashiro (2010) e Castro (2016) argumentaram que professores de universidades têm se preocupado com a fraca qualidade dos desenhos executados por alunos e recém-formados em Engenharia, Arquitetura e Design, o que demonstra a falta de domínio na utilização do Desenho Técnico como forma de expressão de suas criações. Já Kopke (2006) dedicou sua pesquisa de doutorado para discutir o valor da presença da geometria e do desenho

na Educação Básica. Sua pesquisa enfatizou que, a partir dos anos de 1960, a disciplina de desenho foi gradativamente perdendo seu valor no ensino brasileiro:

Na segunda metade do séc. XX, dois momentos históricos da prática pedagógica do ensino do desenho podem ser marcados: um anterior e outro posterior à implantação da lei federal 5.692, a 2a LDB, que regulamentou a educação nacional a partir de 1971, criando as faixas de 1o e 2o graus e tornando obrigatória, em seus currículos plenos, a inclusão da educação artística, deixando de tratar o desenho como disciplina e passando a entendê-lo como conteúdo relativo às artes e ao estudo da matemática. [...] o desenho passou a ficar fragmentado, fazendo referência às suas diversas modalidades [...] sem que houvesse uma inter-relação entre o que era considerado artístico e técnico. (KOPKE, 2006, p. 19-20).

Esse movimento histórico continua com a abordagem de diferentes dificuldades de aprendizagem localizadas por diferentes autores, seja em relação às especificidades de ferramentas do Desenho Técnico, ou ao modo de como utilizá-las. Tamashiro (2010, p. 30) argumentou sobre as falhas cometidas nos desenhos de alunos desses cursos considerando três aspectos:

1. O não entendimento completo da aplicação da geometria projetiva em desenhos de arquitetura, inexistindo, em muitos casos, correlação exata entre plantas, cortes e/ou vistas;
2. Os desenhos em si, inexpressivos, insossos, vacilantes – desde aqueles ainda elaborados à mão -, que denotam a ausência da prática das técnicas de grafismo e, muitas vezes, fora do esquadro, por serem imprecisos e revelarem, também, pouca prática no manejo dos instrumentos; e, por fim,
3. A falta de noção exata do que está sendo representado com o desenho, evidenciando a ausência de conhecimento dos materiais de construção e o desempenho destes, do sistema estrutural adotado, etc.

As considerações acerca do Desenho Técnico, como linguagem e ferramenta para cursos técnicos, de Engenharia, Arquitetura e Design, bem como sua importância para a formação profissional, quando alinhavadas com as dificuldades de aprendizagem que os alunos podem apresentar; foram importantes para delimitar o contexto desta pesquisa e delinear o material elaborado para o tratamento do referido tema. Assim, foi formulada uma unidade de ensino com o objetivo de apresentar normas técnicas e regras pertinentes à elaboração de vistas ortográficas, com foco no desenvolvimento da habilidade de visualização espacial².

Na apresentação de normas técnicas e regras pertinentes ao conteúdo, French e Vierck (1995), Giesecke *et al.* (2002) e Silva *et al.* (2013) descrevem em seus livros que existem dois métodos de representação da forma, sendo eles:

(1). *Vistas ortográficas*, que consistem em um conjunto de duas ou mais vistas separadas, de um objeto, tomadas de diferentes posições, geralmente em ângulo reto entre si e dispostas em relação umas às outras, de um modo definido. Cada vista mostra a forma do objeto desde uma direção particular e o conjunto das vistas descreve o objeto em sua totalidade. Usa-se *somente* a projeção ortográfica.

(2). *Perspectivas*, onde o objeto é representado no sentido da profundidade e projetado sobre um único plano. Usam-se tanto a projeção ortográfica quanto a projeção oblíqua e a projeção em perspectiva (FRENCH; VIERCK, 1995, p. 150).

No Desenho Técnico, os métodos de representação da forma são realizados por meio de projeções, isto é, “pelo processo de fazer com que uma imagem seja formada de raios visuais

² Essa delimitação foi feita considerando o aporte teórico, o local de coleta de dados o momento de introdução da unidade de ensino no ambiente educacional.

tomados em uma determinada direção de um objeto sobre o plano da figura” (FRENCH; VIERCK, 1995, p.19).

Existem dois tipos principais de projeção: a cônica e a cilíndrica. Todo desenho pode ser considerado como uma relação espacial que envolve quatro elementos: os olhos do observador (ou ponto de vista); o objeto; o plano de projeção; e as projetantes (ou raios visuais) (GIESECKE *et al.*, 2002). Na projeção cônica, os raios visuais partem dos olhos do observador, passam por todos os vértices do objeto e interceptam o plano de projeção, já na projeção cilíndrica, deve-se imaginar o observador afastando-se do plano de projeção até atingir, teoricamente, uma distância infinita em que os raios visuais serão paralelos entre si.

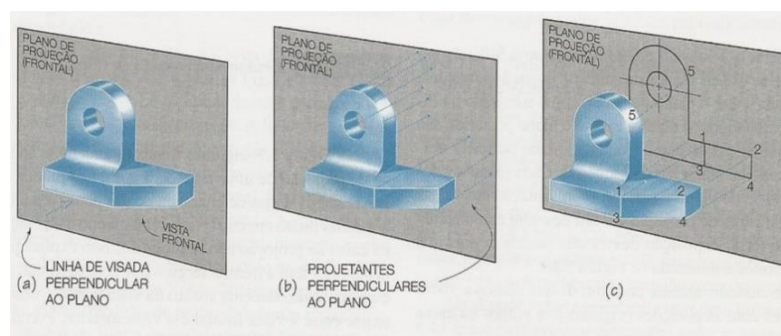
A projeção ortogonal ou vista ortográfica, é o método de representação da forma utilizado em Arquitetura e Engenharia, pois descreve com precisão a forma e as medidas do objeto (GIESECKE *et al.*, 2002), sendo adotado pela NBR 10067 – Princípios Gerais de Representação em Desenho Técnico – como a forma de representação a ser aplicada em Desenho Técnico. A projeção ortogonal enquanto método de representação gráfica, a qual possibilita o estudo de um objeto a partir de dupla-projeção cilíndrica ortogonal, deriva da sistematização da Geometria Descritiva proposta por Gaspard Monge na obra *Géométrie Descriptive* de 1799 e constitui parte dos fundamentos do Desenho Técnico (NOGUEIRA; BORDA, 2017).

Para Panisson (2007), a Geometria Descritiva de Monge pode ser considerada uma ciência utilizada para a representação de qualquer corpo da natureza, elencando como objetivos:

[...] o primeiro, é dar métodos para representar sobre um papel de desenho, que não tem mais do que duas dimensões, a saber, largura e altura, todos os corpos da natureza, que tem três, largura, altura e profundidade, com tal que estes corpos possam ser determinados rigorosamente. [...] O segundo objetivo é dar o modo de reconhecer por meio de uma exata descrição das formas dos corpos, e deduzir todas as verdades que resultam, bem sejam de suas formas, bem sejam de suas posições respectivas. (MONGE, 1799, apud PANISSON, 2007, p. 49-50).

Fundamentado na Geometria Descritiva de Monge, o Desenho Técnico, em se tratando do conceito de projeção ortogonal, segue até os dias atuais com os mesmos objetivos. Para French (1978, p. 90), a projeção ortogonal é “o método de representar a forma exata do objeto por meio de duas ou mais projeções sobre planos que geralmente se encontram segundo ângulos retos, baixando-se perpendiculares do objeto aos planos”. Silva *et al.* (2013) referem-se à projeção ortogonal como meio de obter diferentes projeções de um mesmo objeto que permitirá a representação total e inequívoca dele, pois cada ponto do objeto corresponde a somente uma projeção ortogonal no plano. Já Giesecke *et al.* (2002) explicam que as vistas ortográficas são o sistema de projeção necessário para obter as informações corretas da forma e do tamanho de um objeto que se queira fabricar. Nesse âmbito, cada vista fornece uma determinada informação.

A Figura 1 mostra o método de projeção ortogonal em que os raios projetantes partem do olho do observador passando pelo objeto (posicionado paralelamente ao plano de projeção) e incidindo no plano de projeção. São paralelos entre si e perpendiculares a esse plano. Assim, a figura formada no plano de projeção possui a mesma largura e altura do objeto real.

Figura 1 – Método de projeção ortogonal

Fonte: Giesecke et. el. (2002, p. 107).

Nesta pesquisa, considerando a necessidade de abordagem do Desenho Técnico, em particular dos conteúdos associados às projeções ortogonais, em cursos técnicos, pautamo-nos na Teoria de Aprendizagem Significativa para elaboração de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa. Nesse sentido, abordamos elementos que constituem a teoria e suas especificidades de acordo com a literatura.

3 UNIDADES DE ENSINO PARA UMA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Para tratar da base teórica e da teoria de aprendizagem que fundamenta a estruturação da pesquisa relatada no referido artigo, abordamos neste item elementos da Teoria de Aprendizagem Significativa e da estruturação de Unidades de Ensino Potencialmente Significativas. De modo geral, essa base teórica é usada em diferentes áreas do conhecimento, sendo que a literatura contempla exemplares de pesquisas, por exemplo, no ensino e aprendizagem de Matemática (CHIRONE; MOREIRA; SAHELICES, 2021); de Química (OSTA BEBER; KUNZLER; LAZARINO, 2019); em diferentes especificidades do ensino de Física (GOULART; LEONEL, 2022); entre outros.

A Teoria de Aprendizagem Significativa (TAS) originou-se da experiência pessoal, profissional, clínica e acadêmica de David Paul Ausubel (1918-2008), bem como da insatisfação vivida durante sua escolarização, da falta de condições que proporcionasse seu desenvolvimento e aprendizagem, assim como dos demais alunos (MASINI, 2016). A perspectiva clássica da aprendizagem significativa foi proposta por Ausubel em 1963 na obra *The Psychology of Meaningful Verbal Learning*. Em 1968 foi publicada a obra *Educational Psychology: a cognitive view*³ e, no ano de 2000, Ausubel reafirmou sua teoria inicial no livro *The acquisition and retention of knowledge: a cognitive view*.

De modo geral, a aprendizagem significativa consiste em o aluno relacionar novos conhecimentos (material de instrução), de maneira substantiva e não arbitrária, com ideias, imagens, proposições ou conceitos relevantes já conhecidos. Nesse contexto, Ausubel indica que “o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe” (AUSUBEL *et al.*, 1980, viii). Duas são as condições para a ocorrência da aprendizagem:

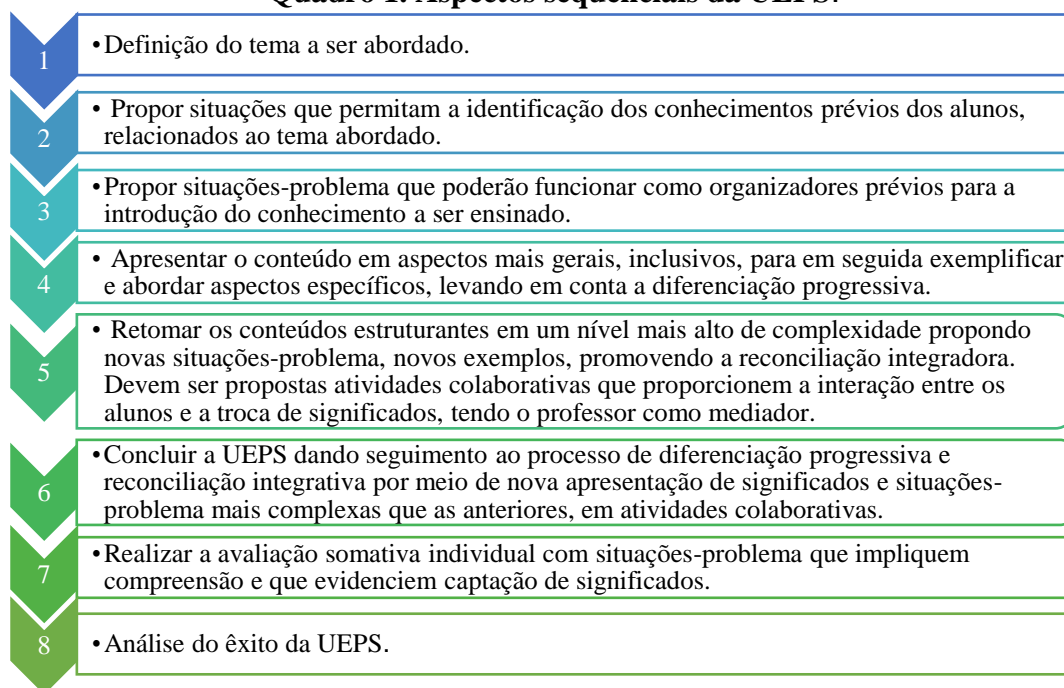
³ A segunda edição desta obra (1978) e sua tradução para o português (1980) tiveram Joseph D. Novak e Helen Hanesian como co-autores.

Exige tanto uma disposição para aprendizagem significativa como a apresentação ao aluno de material potencialmente significativo. Esta última posição pressupõe, por sua vez, (1) que o material de aprendizagem por si só pode ser relacionado a qualquer estrutura cognitiva apropriada (que possua um sentido “lógico”), de forma não arbitrária (plausível, sensível e não aleatória) e substantiva (não literal), e (2) que as novas informações podem ser relacionadas a(s) ideia(s) básica(s) relevante já existente na estrutura cognitiva do aluno (AUSUBEL et al., 1980, p. 32).

Valadares (2005) argumenta que quando o aluno aprende significativamente, ocorre uma reorganização dos significados pré-existentes. No decorrer do processo de aprendizagem, os significados são diferenciados dos demais, gerando novos significados, ou seja, novos conhecimentos tornam-se conhecimentos prévios. Esse é um dos processos característicos da aprendizagem significativa, o qual Ausubel *et al.* (1980) denominou de diferenciação progressiva. O autor ainda define que simultâneo a ele, está a reconciliação integradora, a qual auxilia o sujeito a explorar relações entre ideias, por meio da estruturação de semelhanças e diferenças entre os conceitos, reconciliando divergências reais ou aparentes.

Quando os sujeitos não têm conhecimentos prévios relevantes para a ancoragem dos novos conhecimentos, a teoria indica o uso de organizadores prévios como um recurso instrucional para facilitar a aprendizagem dos novos conhecimentos. Esses organizadores são materiais instrucionais que podem ser apresentados antes da situação de aprendizagem, em um nível mais alto de abstração e generalidade, estabelecendo a ligação entre o conhecimento prévio e o novo conhecimento. Os materiais desempenham o papel de mediadores e cumprem a função de interação entre o organizador e os conhecimentos já existentes, bem como entre o organizador e os novos conhecimentos que serão desenvolvidos por meio da tarefa de aprendizagem.

De modo a proporcionar que a aprendizagem seja significativa, considerando as demandas da sociedade contemporânea, diferentes materiais podem ser introduzidos no ambiente educacional. Moreira (2011), baseado em diferentes teorias que abarcam especificidades sobre a aprendizagem, elaborou a estruturação de Unidades de Ensino Potencialmente Significativas por meio da sugestão de oito passos (Quadro 1).

Quadro 1. Aspectos sequenciais da UEPS.

Fonte: Adaptado de Moreira (2011).

A Teoria de Aprendizagem Significativa baliza a proposta das UEPS à medida que o material por si não é significativo, mas potencialmente significativo, pois o significado não está no material de instrução, e sim no sujeito que o atribui. Considerando esses pressupostos, elaboramos um material didático que resultou em um Produto Técnico-tecnológico⁴, de modo a proporcionar uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa para o trabalho com conteúdo para leitura e execução de desenhos em projeção ortogonal.

4 ASPECTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa aqui relatada consistiu na elaboração do material didático – a unidade de ensino – tendo como norte a base teórica sobre Desenho Técnico e Aprendizagem Significativa, bem como a coleta e a análise de dados em ambiente educacional. Os dados foram coletados em um curso Técnico em Edificações, durante a disciplina de Desenho Básico Aplicado à Construção Civil, que apresenta em sua ementa o conteúdo de projeção ortogonal.

Os dados foram coletados pela primeira autora deste artigo durante o ano letivo de 2020, na qualidade de pesquisadora e professora⁵. Dos alunos da turma, cinco integrantes, com faixa etária entre 19 e 33 anos, aceitaram o convite para participar da pesquisa. No início do período letivo, em agosto de 2020, havia 17 alunos matriculados na turma, porém, na data de aplicação

⁴ Material didático associado ao Mestrado Profissional, intitulado *Sequência de ensino: uma UEPS para o ensino de projeção ortogonal*, disponível em <<https://uenp.edu.br/ppgen-produtos-educacionais/958-producoes-tecnicas-educacionais-da-3-turma-2019-2021>>.

⁵ A professora da disciplina cedeu dez horas-aula para o desenvolvimento da pesquisa, sendo que no decorrer dessas aulas a pesquisadora atuou como professora e conduziu as atividades da unidade de ensino com os alunos da turma. A unidade de ensino foi avaliada pela professora da turma e a coleta de dados contou com o acompanhamento da professora durante a realização das atividades.

da UEPS, entre outubro e novembro de 2020, apenas cinco alunos estavam frequentando o local. Destacamos que a coleta de dados ocorreu em momento crítico do cenário mundial, ocasionado pela pandemia da Covid-19 e, nessa ocasião, o ensino era feito por meio de aulas síncronas via plataforma Google Meet, bem como na disponibilização de atividades assíncronas utilizando ambientes virtuais para contato e entrega de documentos.

As atividades contempladas na unidade de ensino foram desenvolvidas em dez horas-aula, conduzidas de modo síncrono e por meio de atividades assíncronas disponibilizadas via plataforma digital (conforme descritas no Quadro 2). Face à subjetividade da problemática da pesquisa, associada ao desenvolvimento de uma unidade de ensino sobre o conteúdo de projeção ortogonal e ao desenvolvimento da aprendizagem significativa, foram utilizados como instrumentos de coleta de dados:

- Questionários: para identificar os conhecimentos prévios dos alunos; para auxiliar no desenvolvimento da habilidade de visualização espacial e; para avaliação somativa individual;
- Registros escritos e falados durante a realização das tarefas;
- Gravações das dez horas-aula realizadas de forma síncrona de modo a capturar as manifestações dos alunos.
- Registros dos alunos nas interações do chat durante o desenvolvimento das atividades.

Devido às dificuldades ocasionadas pelo contexto do ensino, em particular no que tange às manifestações dos alunos; diferentes instrumentos de coleta de dados fizeram-se necessários. Para facilitar o tratamento dos dados coletados e preservar a identidade dos participantes da pesquisa, os registros dos alunos foram organizados a partir de um código para cada um, ou seja, eles foram denominados de “A”, “B”, “C”, “D” e “E”⁶.

As inferências das pesquisadoras pautaram-se no processo e desenvolvimento das atividades disponibilizadas na unidade de ensino, conforme descritas no Quadro 2, a partir dos oito passos sequenciais propostos por Moreira (2011) para elaboração de uma UEPS.

Quadro 2 – Síntese da organização da Unidade de Ensino⁷

		Ação	Conteúdo e Atividades
Passo 1		Definição do tópico a ser abordado	Projeção ortogonal
Passo 2	1º dia de aula (2 horas-aula)	Identificação de Conhecimentos Prévios	1. Questionário para identificar os conhecimentos prévios dos alunos sobre: desenho geométrico, métodos de representação gráfica, visualização espacial, e projeção ortogonal. Atividade desenvolvida de forma síncrona. Objetivo: identificar os conhecimentos prévios dos alunos. 2. Atividade: desenhe uma mesa. Atividade desenvolvida de forma assíncrona. Objetivo: verificar a habilidade do aluno de representação espacial em três dimensões.

⁶ A pesquisa foi submetida a Plataforma Brasil e aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) pelo Parecer nº 4.312.368 em 01 de outubro de 2020.

⁷ O planejamento das aulas embasado nos princípios da Teoria de Aprendizagem Significativa, as sugestões de atividades e material didático, bem como o direcionamento sobre como encaminhar as atividades em sala de aula, podem ser encontrados tanto na dissertação quanto na produção técnica de mestrado profissional da primeira autora deste artigo, Schiavo (2021a, 2021b).

Passo 3	2º dia de aula (2 horas-aula)	Propor situações-problema que podem colaborar na atribuição de sentido ao novo conhecimento e podem funcionar como organizadores prévios	3. Desenvolvimento de organizador prévio: atividade que consistiu em olhar um objeto através do vidro de uma janela e a partir disso desenhar o contorno desse objeto na folha de acetato colada no vidro. Atividade desenvolvida de forma assíncrona. Objetivo: auxiliar no ensino de projeções cônicas e cilíndricas
Passo 4	3º dia de aula (2 horas-aula)	Auxiliar na diferenciação progressiva dos conceitos	4. Desenvolvimento de situações-problema sobre os meios de representação de um objeto tridimensional e qual deles seria o ideal para a confecção de tal objeto. Atividade desenvolvida de forma síncrona. Objetivo: proporcionar a atribuição de sentido aos conceitos de projeções cônicas e cilíndricas e auxiliar no reconhecimento da projeção ortogonal como método projetivo da linguagem gráfica. 5. Construção de um diedro de papelão e montagem de um objeto com blocos de madeira para, a partir disso, desenhar as três vistas ortográficas no diedro e realizar um desenho em perspectiva isométrica do objeto montado. Atividade desenvolvida de forma síncrona. Objetivo: proporcionar a redução da abstração por meio do trabalho inicial com um objeto manipulável, para depois apresentar conceitos e atividades mais complexas e assim ser progressivamente diferenciados no decorrer das aulas. 6. Resposta a questionário com nove questões que contemplam aspectos da visualização espacial. Atividade desenvolvida de forma assíncrona. Objetivo: proporcionar o desenvolvimento da habilidade de visualização espacial por meio do trabalho com aspectos mais gerais do conteúdo.
Passo 5	4º dia de aula (2 horas-aula)	Auxiliar na reconciliação Integradora dos conceitos trabalhados	7. Atividade de escrita da linguagem gráfica, organizada em uma apostila contendo cinco tarefas para realização das vistas ortográficas. Atividade desenvolvida parcialmente de forma síncrona e parcialmente assíncrona. Objetivo: propor tarefas que exigissem do aluno a abstração, pois não possuíam o objeto manipulável, ou seja, tarefas mais complexas que o realizado no diedro 3D, destacando as semelhanças e diferenças em relação às atividades já trabalhadas.
Passo 6	5º dia de aula (2 horas-aula)	Auxiliar na Diferenciação progressiva e Reconciliação Integradora	8. Atividade de leitura da linguagem gráfica, organizada em uma apostila contendo três tarefas que contemplavam as vistas ortográficas apresentadas: a primeira realizada por meio da justaposição dos blocos de madeira para a montagem do objeto representado; a segunda pela modelagem de um bloco de sabão e; as demais por meio da elaboração de perspectiva isométrica correspondente às vistas. Atividade desenvolvida parcialmente de forma síncrona e assíncrona. Objetivo: formalizar o conteúdo diferenciando os conceitos que serão utilizados para o processo de leitura das vistas ortográficas para a visualização do objeto, para assim destacar as semelhanças e diferenças entre os conceitos que foram trabalhados no decorrer das demais atividades.
Passo 7		Avaliação somativa individual	9. Desenhar as três vistas ortográficas da peça que se encaixaria no sabão em barra esculpido na aula anterior, como em um sistema macho-fêmea. Atividade desenvolvida de forma assíncrona. Objetivo: identificar indícios de compreensão do conteúdo, e se os alunos são capazes de transferir os conhecimentos de leitura e

			escrita de projeção ortogonal bem como a habilidade de visualização espacial.
			10. Resposta a questionário de avaliação contendo questões relacionadas aos tópicos da linguagem do desenho técnico. Atividade desenvolvida de forma assíncrona. Objetivo: avaliar a aplicação dos conhecimentos ministrados.
Passo 8		Avaliação da UEPS	Verificar se a avaliação do desempenho dos alunos forneceu evidências de aprendizagem.

Fonte: As autoras.

Conforme indicado nos passos da UEPS no Quadro 2, para o desenvolvimento de algumas atividades, foram utilizados materiais manipuláveis como o diedro de papelão, os blocos de madeira e o bloco de sabão, que buscavam reduzir a abstração conforme sugerido por Fritzen e Daleffe (2017, p. 53) ao afirmarem que:

Com a imersão digital dos tempos atuais, é possível virtualizar praticamente qualquer experiência ou conteúdo acadêmico. Porém, para o ensino da Representação Gráfica Espacial, a utilização de suportes físicos demonstra ser eficiente, pois há, além da interação visual, a tátil. Percepções de forma, volume e massa são assimiladas mais rapidamente. Por isto, a utilização de “objetos físicos de aprendizagem” (OFA) é plenamente justificada.

Dadas as especificidades da pesquisa aqui relatada, entre elas, o contexto da coleta de dados, a imersão da pesquisadora no ambiente de coleta de dados, o foco no processo da pesquisa e não apenas em seu resultado, bem como a complexidade do objeto de estudo; a pesquisa caracteriza-se como qualitativa. A partir dos dados coletados, uma análise qualitativa, de cunho interpretativo, foi realizada por meio da abordagem de análise definida a partir da estruturação dos dados empíricos coletados em face à base teórica da pesquisa. A estrutura de análise contou com:

- Leitura e organização do material coletado de cada aluno, visto que a análise incidiu sobre características emergentes nos registros dos alunos que denotassem elementos da aprendizagem significativa deles no desenvolvimento das atividades;
- Organização dos registros de cada aluno em relação aos elementos da Teoria de Aprendizagem Significativa;
- Elaboração de um esquema sobre o desenvolvimento das atividades da UEPS para investigar os indícios de aprendizagem significativa.

Na análise que segue, abordamos registros de uma das alunas participantes da pesquisa que esteve em todas as atividades, denominada Aluna A, devido ao espaço reduzido do corpo do artigo e de modo a complementar a discussão dos resultados indicando elementos da UEPS idealizada por essa pesquisa.

5 O DESENVOLVIMENTO DA UEPS: ANÁLISE DE DADOS

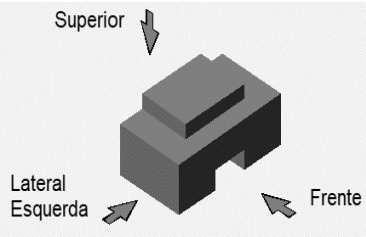
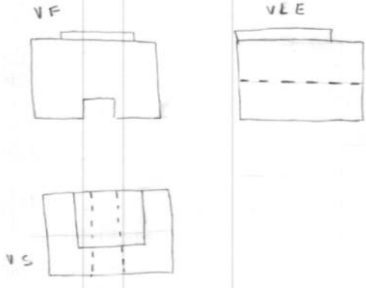
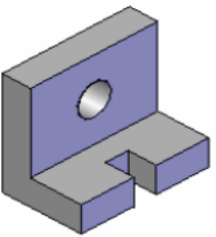
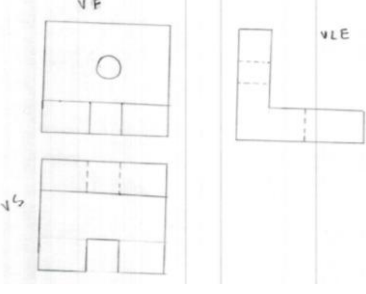
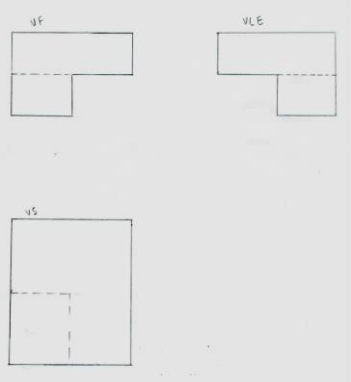

O percurso analítico contempla o desenvolvimento da aluna A durante as atividades elencadas nos oito passos da unidade de ensino. Iniciando a análise dos dados coletados com a essa aluna, verificamos nos registros das duas primeiras atividades que ela possuía apenas a habilidade de representação espacial como conhecimento prévio, o que sinalizou a necessidade de introduzir materiais que funcionassem como organizadores prévios na perspectiva indicada por Moreira (2011, 2012).

Com o intuito de introduzir conhecimentos necessários para o trabalho com o conceito de projeção ortogonal, ou seja, abordando os diferentes métodos de representação gráfica, os conceitos de retas paralelas, perpendiculares, ângulo reto, figuras planas e espaciais, bem como a diferença entre um desenho artístico e um desenho técnico; as primeiras aulas da UEPS foram idealizadas de modo a contemplar atividades que funcionaram como organizadores prévios. Essas referem-se a materiais instrucionais que se colocam como intermediários ao novo conhecimento e têm por finalidade auxiliar a suprir a lacuna de conhecimentos prévios que não são do repertório dos alunos. De acordo com cada objetivo, diferentes atividades foram conduzidas:

- Para auxiliar no conhecimento dos diferentes métodos de representação gráfica, foi proposta a atividade três em que foi solicitado à aluna que, olhando um objeto por meio do vidro de uma janela da sua casa, desenhasse o contorno desse objeto na folha de acetato que deveria ser fixada no vidro demonstrando que, conforme a posição em que o objeto estava em relação ao vidro, as imagens que se obtinham eram diferentes;
- Para contribuir com o conhecimento dos diferentes métodos de representação gráfica, com os conceitos de retas paralelas, perpendiculares, ângulo reto, figuras planas e espaciais e com as ideias que diferenciam o desenho artístico do desenho técnico, adotamos a utilização de slides para o desenvolvimento de uma aula expositiva e dialogada em que trabalhamos, por meio de imagens, os referidos conceitos;
- Para apresentar as diferenças entre um desenho artístico e um desenho técnico, sugerimos a quarta atividade: situações-problema para que os alunos realizassem uma reflexão sobre qual imagem do objeto, entre as quatro apresentadas, possibilitaria a execução daquele objeto exatamente igual ao representado.

O resultado dessas atividades foi expresso a partir do desenvolvimento da aluna em atividades que requeriam a representação do objeto em duas dimensões (atividades sete e nove), ou seja, na mobilização das técnicas de representação da linguagem gráfica, em que a aluna poderia indicar o domínio progressivo das atividades mais complexas. Esses resultados estão descritos por meio dos registros da aluna A no Quadro 3.

Quadro 3 – Atividades para elaboração das vistas ortográficas.

Atividade nº 7: Desenhar as três principais vistas ortográficas do objeto em perspectiva.	
	
	
Atividade nº 9: Desenhar as três principais vistas ortográficas da peça que se encaixaria no sabão que foi esculpido para que ele voltasse a ter a forma de um paralelepípedo novamente (o mesmo formato do sabão antes de ser esculpido). Explique qual foi o caminho (o seu raciocínio) para chegar a esse desenho.	
<p>Projeção ortogonal da peça:</p> 	<p>Explicação da aluna:</p> <p>“Eu tentei enxergar a peça faltante para completar o paralelepípedo, para o desenho também usei algumas medidas desenho da peça moldada no sabão. Usei as peças que a senhora deu para ajudar na vista da peça que faltava para completar o paralelepípedo”.</p> 

Fonte: Registros da aluna “A”.

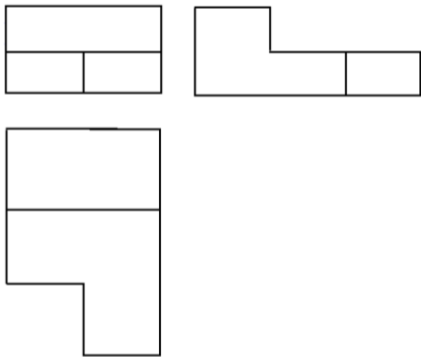
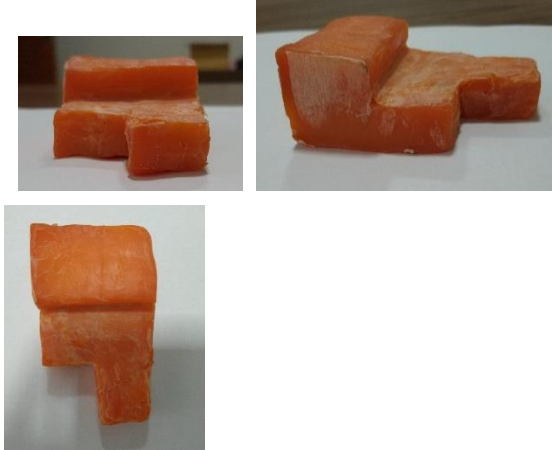
Nesse contexto, as atividades disponibilizadas como organizadores prévios foram apreendidas pela aluna e tornaram-se conhecimentos prévios. Esses conhecimentos, por sua vez, proporcionaram o desenvolvimento progressivo dos conteúdos. O desenvolvimento progressivo, possibilitado pelo material de ensino, pode ser associado ao processo da aprendizagem significativa descrito por Ausubel (2003) como *diferenciação progressiva*. Os resultados mobilizados nos registros da aluna A indicaram que as atividades da UEPS, possibilitaram o desenvolvimento desse processo da aprendizagem significativa de acordo com a idealização das atividades disponibilizadas ao encontro do que indicou Moreira (2011) no passo 4 da UEPS.

O desenho das três principais vistas ortográficas da peça que se encaixava no sabão esculpido, na atividade nove do Quadro 3, demonstraram influências da atividade que foi desenvolvida com os blocos de madeira (quinta atividade), pois foi possível identificar que a

aluna “A” foi capaz de resolver essa nova situação proposta (imaginar uma peça e representá-la em projeção ortogonal) utilizando as informações estudadas durante as aulas. Nesse âmbito, os significados foram sendo trabalhados na UEPS progressivamente, conforme sugerido por Moreira (2012).

Outra atividade analisada que demonstrou evidência dos processos de diferenciação progressiva e reconciliação integradora dos conceitos de projeção ortogonal, foi quando a aluna realizou, antecipadamente, a segunda tarefa da oitava atividade (modelagem do bloco de sabão que consistiu no passo sete da UEPS). Ao colar as vistas ortográficas nas faces do bloco de sabão, a aluna “A” relacionou essa atividade com ideias trabalhadas na quinta atividade, em que foi utilizado um diedro de papelão para a realização das três principais vistas ortográficas de um objeto manipulável (cada face do objeto era representada em um plano do diedro), uma vez que para modelar o bloco de sabão, primeiramente a aluna recortou as vistas ortográficas e colou-as em três de suas faces, conforme registros apresentados no Quadro 4.

Quadro 4 – Atividade de modelagem em sabão.

Atividade nº 8: Realizar a leitura das vistas ortográficas abaixo e esculpir no bloco de sabão o objeto representado.	
	
Professora-pesquisadora: <i>“Explique, por favor, como você realizou esta atividade”.</i> Aluna “A”: <i>“Eu cortei [...] e fui colando nos três lados que eu achava que ia montar [...] colei no sabão o jeito que eu imaginava que ia dar as três dimensões”.</i>	

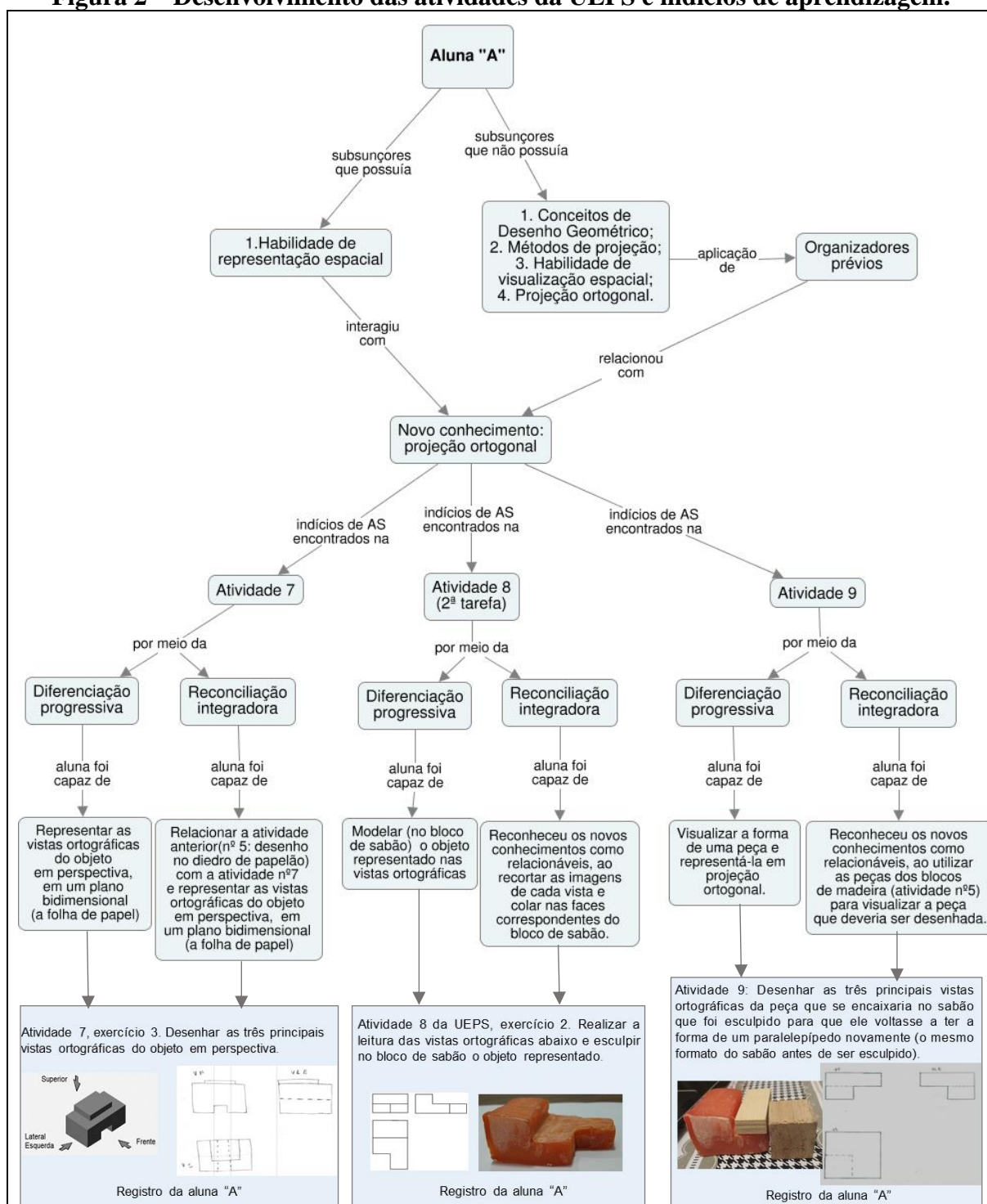
Fonte: Registros da aluna “A”.

Os registros do Quadro 4 demonstram que a aluna foi capaz de visualizar o objeto tridimensionalmente a partir das vistas ortográficas, isto é, ela realizou uma tarefa de aprendizagem que era dependente dos conhecimentos apreendidos nas atividades anteriores que não poderia ser executada sem o entendimento dos conteúdos trabalhados nas aulas, dada a falta de conhecimentos prévios evidenciada pelas atividades iniciais. Para além da diferenciação progressiva e da reconciliação integradora entre os conceitos trabalhados durante as atividades, a referida atividade indica a aplicação desses conceitos em situações-problema que crescem em nível de complexidade, aspecto importante da aprendizagem significativa de acordo com Ausubel (2003).

Ainda, em relação à aplicação dos conceitos trabalhados na unidade de ensino, na última atividade avaliativa (atividade dez) a aluna “A” obteve todas as respostas corretas. Com o propósito de sintetizar os registros dela, foi elaborado um esquema (Figura 2) que evidencia alguns dos elementos obtidos nas atividades da aluna em relação à interpretação dos elementos relacionados à aprendizagem significativa.

Na Figura 2, abordamos o caminho percorrido por essa aluna para a aprendizagem dos conceitos de leitura e escrita da linguagem gráfica. Podemos notar os processos de diferenciação progressiva por meio das sucessivas interações que o subsunção projeções foi realizando no decorrer das aulas, tornando-se cada vez mais refinado e servindo de ancoradouro aos novos conhecimentos. Nesse âmbito, também se fez presente a reconciliação integradora, demonstrada nas relações que a aluna conseguiu realizar entre as atividades propostas, evidenciando as semelhanças entre os conteúdos e as atividades trabalhadas na UEPS.

Figura 2 – Desenvolvimento das atividades da UEPS e indícios de aprendizagem.



Fonte: As autoras.

Tais processos ocorreram simultaneamente, pois quando se aprende de maneira significativa é necessário diferenciar progressivamente os significados dos novos conhecimentos, percebendo diferenças entre eles. Ao mesmo tempo, é preciso proceder a reconciliação integradora dos conteúdos (AUSUBEL, 2003, MOREIRA, 2012). Esse fato facilitou a aprendizagem significativa dos conceitos de projeção ortogonal, permitindo à aluna realizar as atividades que estavam organizadas em níveis crescentes de complexidade, a qual foi capaz de representar as vistas ortográficas na atividade sete, realizar a leitura das vistas na atividade oito para esculpir o bloco de sabão e, na atividade nove, visualizar e representar em projeção ortogonal uma peça.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste artigo apresentamos, sinteticamente, as atividades propostas para a Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) para o ensino de projeção ortogonal, fundamentada na aprendizagem significativa.

O processo analítico empreendido proporcionou evidenciar a necessidade de organizadores prévios, quando identificamos a ausência de conhecimentos prévios, a mobilização nos registros da aluna “A” dos processos de diferenciação progressiva entre os conceitos, e de reconciliação integradora. Tais elementos são destacados em termos do sujeito por Ausubel (2003), bem como do material de instrução na idealização de Unidades de Ensino Potencialmente Significativas proposta por Moreira (2011).

A elaboração das atividades da UEPS contou com especificidades do Desenho Técnico, em especial, sinalizamos que aliado ao treino na execução de vistas ortográficas, adotamos a proposta de Montenegro (2005, p. 4) de modo a proporcionar aos alunos “pensar, raciocinar, compreender e não treinar sistemas de representação”. O autor aconselha o trabalho com exercícios à mão livre e modelos reais, sendo este último o responsável por proporcionar uma experiência concreta que serve de base para as abstrações necessárias ao desenvolvimento da habilidade de visualização espacial. Esses aspectos foram desenvolvidos em cinco das atividades propostas na UEPS:

- Atividade 3. Olhar um objeto através do vidro de uma janela, desenhe o contorno desse objeto na folha de acetato colada no vidro;
- Atividade 4. Foram propostas duas situações-problema sobre os sistemas de representação de um objeto tridimensional e qual deles seria o ideal para a confecção de tal objeto;
- Atividade 5. Construir um diedro de papelão, montar um objeto com os blocos de madeira e desenhar as 3 vistas ortográficas no diedro. Realizar um desenho em perspectiva isométrica do objeto montado;
- Atividade 6. Questionário com 9 questões que contemplam atividades para o desenvolvimento da visualização espacial;
- Atividade 8. Os dois primeiros exercícios de leitura da linguagem gráfica: justaposição dos blocos de madeira e modelagem de um bloco de sabão (Apêndice H).

Consideramos que a organização dessas atividades pode ter favorecido o ensino e a aprendizagem do conteúdo de projeção ortogonal, visto que os alunos não apresentaram falhas significativas, em particular, em relação aos aspectos listados por Tamashiro (2010, p. 30) quanto ao “não entendimento da aplicação da geometria projetiva [...] ausência da prática das

técnicas de grafismo [...] falta de noção exata do que está sendo representado com o desenho”. Isso foi observado no desenvolvimento das atividades específicas de desenhos em projeção ortogonal, na correlação entre as três vistas ortográficas representadas, bem como no entendimento do que estava sendo representado tanto nos exercícios de escrita quanto nos de leitura da linguagem gráfica.

Quanto aos desafios da pesquisa, destacamos o impacto da pandemia nos processos de ensino e aprendizagem, tendo em vista que iniciamos com a proposta de uma sequência de ensino com atividades elaboradas para serem desenvolvidas presencialmente, no entanto, com a pandemia e a mudança das aulas presenciais para remotas, tivemos que adaptar as atividades e elaborar recursos para auxiliar os alunos na compreensão do desenvolvimento das atividades. Tal situação nos leva a analisar a possibilidade de aplicação dessa sequência de ensino em aulas presenciais readequando as atividades e, tendo por base a análise aqui apresentada, verificar o impacto das aulas remotas nos processos de ensino e aprendizagem. Para além desse aspecto, poder-se-ia também considerar a introdução da tecnologia da expressão gráfica no desenvolvimento das atividades.

Essas circunstâncias representam possibilidades para pesquisas futuras, tanto na área de ensino quanto de Arquitetura, Engenharia e Construção Civil, considerando que os processos de ensino e aprendizagem devam ser constantemente repensados e readequados conforme as necessidades de seu contexto de aplicação.

REFERÊNCIAS

ABRANTES, J.; GRANADO, R. M.; SOBRAL FILHA, D. D. A Geometria Descritiva: Base Conceitual do Desenho Técnico para a Engenharia. In: GRAPHICA - International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design, 12, 2017, Araçatuba. **Anais [...]**. Araçatuba: UNIP, s/p.

AMARAL, C. F. Breve análise sobre a importância da educação continuada em desenho. In: GRAPHICA - International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design, 13, 2019, Rio de Janeiro. **Anais [...]**. Rio de Janeiro: Colégio Pedro II, p. 150-157.

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. Lisboa: Paralelo Editora, 2003.

AUSUBEL, D. P., NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia Educacional**. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora Interamericana Ltda., 1980.

CASTRO, N. A. M. de. **Desenvolvimento de uma Ferramenta de Apoio ao Ensino de Desenho Técnico Básico**. 2016. 106 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Arquitetura, Universidade do Porto, Porto, 2016.

CAVALCANTI, A. C. R.; DE SOUZA, F. A. M. Aprendizagem por meio de atividades colaborativas na geometria descritiva. In: GRAPHICA - International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design, 12, 2017, Araçatuba. **Anais [...]**. Araçatuba: UNIP, s/p.

CHIRONE, A. R. R.; MOREIRA, M. A.; SAHELICES, C. C. Aprendizagem significativa crítica no ensino dos números e seus conjuntos. **Revista Dynamis**, [S.l.], v. 27, n. 2, p. 03-19, set. 2021.

FLORIO, W. O croqui no atelier de projeto: desafios no ensino de arquitetura na era digital. **Revista Brasileira de Expressão Gráfica**, São Carlos, v. 1, n. 1, p. 50-76, jan. 2013.

FRENCH, T. E. **Desenho Técnico**. 18. ed. v1. Porto Alegre: Editora Globo, 1978.

FRENCH, T. E.; VIERCK, C. J. **Desenho Técnico e Tecnologia Gráfica**. 5. ed. São Paulo: Editora Globo, 1995.

FRITZEN, D.; DALEFFE, A. Utilização de objetos de aprendizagem no ensino da geometria espacial. **E-Revista Logo**, [S.L.], v. 6, n. 2, p. 50-66, set. 2017.

GANI, D. C. Ensino da representação gráfica com o uso simultâneo de duas mídias: a folha de papel e um programa de modelagem digital. In: GRAPHICA - International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design, 13, 2019, Rio de Janeiro. **Anais [...]**. Rio de Janeiro: Colégio Pedro II, p. 22-32.

GIESECKE, F. E. et al. **Comunicação Gráfica Moderna**. Porto Alegre: Bookman, 2002.

GOULART, G. S.; LEONEL, A. A. Revisão da literatura sobre o ensino de física moderna e contemporânea no ensino médio sob a ótica das: problemáticas emergentes a partir de eventos brasileiros de ensino de física. **Revista Dynamis**, [S.l.], v. 28, n. 1, p. 231-251, mar. 2022.

HLADKYI, D. Z. **Desenho em observação: o ensino de desenho nos cursos de arquitetura da FAUP e do IAU**. 2017. 308 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Arquitetura, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2017.

KOPKE, R. C. M. **Geometria, desenho, escola e transdisciplinaridade: abordagens possíveis para a educação**. 2006. 225 f. Tese (Doutorado) - Curso de Educação, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

LUCIANO, P. T.; TAPARELLO, G. I. K.; VAZ, C. E. V. Ensino de geometria gráfica por meio da animação – o caso dos poliedros. In: GRAPHICA - International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design, 13, 2019, Rio de Janeiro. **Anais [...]**. Rio de Janeiro: Colégio Pedro II, p. 158-166.

MAFALDA, R. **Efeitos do uso de diferentes métodos de representação gráfica no desenvolvimento da habilidade de visualização espacial**. 74 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

MASINI, E., F., S. Aprendizagem significativa na escola. **Aprendizagem Significativa em Revista/ Meaningful Learning Review**, Porto Alegre, v. 6, n. 3, p. 70-78, dez. 2016.

MONTENEGRO, G. **Inteligência Visual e 3-D**. São Paulo: Blucher, 2005.

MONTENEGRO, G. **Habilidades espaciais: exercícios para o despertar de ideias**. Santa Maria: Schds, 2003. 56 p.

MOREIRA, M. A. ¿Al final, qué es aprendizaje significativo? **Curriculum: revista de teoría, investigación y práctica educativa**, La Laguna, v. 1, n. 25, p. 29-56, mar. 2012.

MOREIRA, M. A. Unidades de Enseñanza Potencialmente Significativas - UEPS: (Potentially Meaningful Teaching Units – PMTU). **Aprendizagem Significativa em Revista**, Porto Alegre, v. 1, n. 2, p. 43-63, ago. 2011.

NOGUEIRA, T.; BORDA, A. Referenciais de apoio ao desenvolvimento da visualização espacial a partir dos GRAPHICAS 1996, 2011, 2013 e 2015. **Revista Educação Gráfica**, Bauru, v. 21, n. 2, p. 232-244, ago. 2017.

OSTA BEBER, S. Z.; KUNZLER, K. R.; LAZARINO, S. Avaliação da aprendizagem dos conceitos de equilíbrio químico em uma UEPS utilizando multimetodologias. **Revista Dynamis**, [S.l.], v. 25, n. 3, p. 99-114, nov. 2019.

PANISSON, E. **Gaspard Monge e a sistematização da representação na arquitetura**. 2007. 271 f. Tese (Doutorado) - Curso de Arquitetura, Programa de Pesquisa e Pós-graduação em Arquitetura, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

PEREIRA, D. C.; DUARTE, M. E. R.; LOPES, A. V. F. Desenvolvendo a inteligência viso-espacial nos alunos de engenharia da UFPE. In: GRAPHICA - International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design, 9, 2011, Rio de Janeiro. **Anais [...]**. Rio de Janeiro, 2011. s/p.

PUNTONI, G. V. **O desenho técnico e o ato criador do arquiteto**. 1997. 230 f. Tese (Doutorado) - Curso de Arquitetura, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

RAGONHA, J.; VIZIOLI, S. H. T. As formas de representação em arquitetura: os arquitetos da família Bratke. In: ENANPARQ: Encontro da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo, 3., 2014, São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo: Mackenzie; Puc-Campinas, 2014. s/p.

RHEINGANTZ, P. A. Projeto de arquitetura: processo analógico ou digital?. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, [S. l.], v. 11, n. 1, p. 95-102, 2016.

RODRIGUES, A. M.; NICO-RODRIGUES, E. A. Maquetes volumétricas. Uma visão prática da Geometria. In: GRAPHICA - International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design, 12, 2017, Araçatuba. **Anais [...]**. Araçatuba: UNIP, 2018.

SILVA, A.; RIBEIRO, C. T.; DIAS, J.; SOUSA, L. **Desenho Técnico Moderno**. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2013.

TAMASHIRO, H. A. **Entendimento técnico-constructivo e desenho arquitetônico: uma possibilidade de inovação didática**. 2010. V1, 183 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.

TAVARES, J. R. R. A utilização dos recursos tecnológicos na disciplina de desenho: métodos de ensino contextualizados para o ensino médio. In: GRAPHICA - International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design, 12, 2017, Araçatuba. **Anais [...]**. Araçatuba: UNIP, s/p.

VALADARES, J. Como facilitar a aprendizagem significativa e rigorosa da Física. In: Simpósio Nacional De Ensino De Física, 16, 2005, Rio de Janeiro **Anais [...]**. Rio de Janeiro, 2005.