



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE
DO PARANÁ**

Campus Cornélio Procópio

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO**

ELIANE CONSTÂNCIO MARCOLIN SCHIAVO

**CONTRIBUIÇÕES DE UMA UEPS PARA O ENSINO DE
PROJEÇÃO ORTOGONAL**

ELIANE CONSTÂNCIO MARCOLIN SCHIAVO

**CONTRIBUIÇÕES DE UMA UEPS PARA O ENSINO DE
PROJEÇÃO ORTOGONAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino da Universidade Estadual do Norte do Paraná – *Campus* Cornélio Procópio, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Bárbara Nivalda Palharini Alvim Sousa.

Ficha catalográfica elaborada pelo autor, através do
Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UENP

CS329c Constâncio Marcolin Schiavo, Eliane
 CONTRIBUIÇÕES DE UMA UEPS PARA O ENSINO DE
 PROJEÇÃO ORTOGONAL / Eliane Constâncio Marcolin
 Schiavo; orientador Bárbara Nivalda Palharini Alvim
 Sousa - Cornélio Procópio, 2021.
 130 p. :il.

 Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino) -
 Universidade Estadual do Norte do Paraná, Centro de
 Ciências Humanas e da Educação, Programa de Pós
 Graduação em Ensino, 2021.

 1. Desenho Técnico. 2. Projeção Ortogonal. 3.
 Unidade de Ensino. I. Nivalda Palharini Alvim Sousa,
 Bárbara, orient. II. Título.

ELIANE CONSTÂNCIO MARCOLIN SCHIAVO

**CONTRIBUIÇÕES DE UMA UEPS PARA O ENSINO DE
PROJEÇÃO ORTOGONAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino da Universidade Estadual do Norte do Paraná – *Campus* Cornélio Procópio, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino.

Após realização de Defesa Pública o trabalho foi considerado:

BANCA EXAMINADORA

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Bárbara Nivalda Palharini Alvim Sousa
Universidade Estadual do Norte do Paraná - UENP

Prof. Dr. César Imai
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Prof. Dr. Rudolph dos Santos Gomes Pereira
Universidade Estadual do Norte do Paraná - UENP

Cornélio Procópio, 23 de agosto de 2021.

AGRADECIMENTOS

Ao Senhor DEUS que me deu a Vida, por todas as bênçãos que já recebi até hoje, por manter-me forte e perseverante, por me inspirar e me guiar durante esses três anos de estudo.

Aos meus amados Pais (Regina e Reinaldo) que me receberam como filha, pelo amor, dedicação e educação que sempre me presentearam e pelo carinho com que sempre me ajudaram em todos os momentos, eu amo vocês.

À linda Família que meu esposo Henrique (forte e vitorioso) e eu constituímos há 15 anos e que Deus nos presenteou com duas abençoadas filhas, Giovana e Júlia. Obrigada por terem sido sempre compreensivos durante as minhas ausências, eu amo vocês.

São muitas as pessoas Queridas que durante esta etapa da minha vida de alguma forma me ajudaram, contribuindo para a realização dessa pesquisa e por isso sou muito grata a todas elas: Mara Cristina, Carmem, Claudia, Cristiano, Magali, Thaís, Luana, Bianca, Nísia, Ana Paula, Regiane, Rafaela, Kelly...

À minha Querida orientadora, Prof.^a Dr.^a. Bárbara Nivalda Palharini Alvim Sousa, por acreditar em mim e me aceitar como orientanda, por toda paciência, dedicação, conhecimentos compartilhados, amizade e confiança, compreensão durante os momentos difíceis que minha família atravessou, minha gratidão e admiração.

Aos membros da banca examinadora, Prof. Dr. Rudolph dos Santos Gomes Pereira (UENP) e Prof. Dr. César Imai (UEL), por disporem de seu tempo para me ajudar, por todos os ensinamentos e contribuições provenientes de muita competência e experiência, muito obrigada.

Aos professores do PPGEN dos quais tive a honra de receber valiosos conhecimentos, gostaria de expor a minha admiração pela competência, responsabilidade, dignidade e respeito que demonstraram com suas atitudes e com seus ensinamentos. Muito obrigada por terem sido meus Educadores.

Agradeço também aos meus colegas de mestrado, que compartilharam comigo momentos especiais de aprendizagem, que alegraram as horas de ansiedade e assim se tornaram pessoas que ficarão para sempre em minha memória.

Ao diretor, Sr. Manoel Rodrigues do Carmo Junior, da Escola Etec – “Jacinto Ferreira de Sá”, na cidade de Ourinhos/ SP, ao coordenador do curso técnico em Edificações, Prof. Hidaka e aos Professores Kiko e Valquíria, que possibilitaram a implementação do Produto Técnico-tecnológico. Aos membros do Grupo de Estudo e Pesquisa em Educação Matemática – GEPIEEM, da Universidade Estadual do Norte do Paraná, os quais contribuíram com suas experiências e sugestões.

E a dois autores muito especiais que mesmo não me conhecendo foram atenciosos e solícitos ao fornecerem, prontamente, material didático para que eu pudesse aprimorar minha pesquisa. Gildo Montenegro, minha admiração pelo trabalho maravilhoso que desenvolveu ao longo de sua carreira e prazer em conhecer, mesmo que virtualmente, esse Arquiteto e Professor tão alegre e dinâmico. Gratidão por enviar uma cópia do seu livro “Habilidades espaciais: exercícios para o despertar de ideias”. Gerardo Prieto, Doutor em Psicologia, professor da Universidade de Salamanca na Espanha, que desenvolveu juntamente com a Professora Dr^a. Angela Dias Velasco (*in memoriam*), uma bateria de exercícios informatizados para o treinamento da visualização espacial para estudantes de engenharia, sendo solícito ao ceder-me os arquivos digitais. Muito obrigada Professores.

“Ainda que eu fale as línguas dos homens e dos anjos, se não tiver amor, [...] nada serei.”

Paulo, I Coríntios, 13: 1-2

SCHIAVO, E. C. M. **Contribuições de uma UEPS para o ensino de projeção ortogonal**. 2021. 130 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino) – Universidade Estadual do Norte do Paraná, Cornélio Procópio, 2021.

RESUMO

O ensino de Desenho Técnico é contemplado em diferentes áreas do conhecimento, nas engenharias, na arquitetura, em cursos técnicos ou em áreas específicas do conhecimento como a matemática. Em muitos destes cursos a literatura mostra o histórico de alunos com dificuldades em disciplinas relacionadas ao Desenho Técnico, em que são necessárias habilidades de visualização espacial para a leitura e representação da forma, em particular no que tange ao trabalho com o conceito de projeção ortogonal. Neste contexto, essa pesquisa tem por objetivo *investigar o uso de uma unidade de ensino potencialmente significativa para a aprendizagem de projeção ortogonal*. A partir da proposição dessa sequência de ensino e de seu desenvolvimento com alunos, a pesquisa é guiada pela questão: *Que elementos da teoria de aprendizagem significativa são mobilizados no desenvolvimento das atividades de uma unidade de ensino potencialmente significativa (UEPS) para o ensino de projeção ortogonal?* Dados foram coletados com cinco alunos de uma turma de primeiro semestre de um curso técnico em Edificações no desenvolvimento de 10 atividades. Por meio de uma análise qualitativa, tendo por norte os registros escritos dos alunos no desenvolvimento das atividades foi possível identificar os conhecimentos prévios dos alunos participantes da pesquisa, que elementos dos registros dos alunos dão indícios de diferenciação progressiva dos conteúdos de projeções cônicas e cilíndricas; bem como da reconciliação integradora dos conteúdos de projeção ortogonal. Por meio da análise dos dados coletados e das atividades desenvolvidas, foi possível avaliar e refinar a unidade de ensino para proposição de aplicação em outras turmas.

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

SCHIAVO, E. C. M. **Contributions of a PMTU to the teaching of orthogonal projection.** 2021. 130 f. Course Completion Work (Professional Master's in Teaching) – State University of North of Parana, Cornélio Procópio, 2021.

ABSTRACT

Technical Drawing Teaching is covered in different areas of knowledge, in engineering, architecture, technical courses or in specific areas such as mathematics. In many of these courses, the literature shows the history of students with difficulties in disciplines related to Technical Drawing, in which spatial visualization skills are needed for reading and representation of shape, in particular regarding the concept orthogonal projection. In this context, this research aims *to investigate the use of a potentially significant teaching unit for learning orthogonal projection*. From the proposition of this teaching sequence and its development with students, the research is guided by the question: Which elements of the meaningful learning theory are mobilized in the development of activities of a potentially significant teaching unit (UEPS) for the teaching of projection orthogonal? Data were collected from five students from a first-semester class of a technical course in Buildings in the development of 10 activities. Through a qualitative analysis, based on the written records of students in the development of activities, it was possible to identify the prior knowledge of students, which elements of the students' records show signs of progressive differentiation in the contents of conical and cylindrical projections; as well as the integrative reconciliation of orthogonal projection contents. Through the analysis of the data collected and the activities developed, it was possible to evaluate and refine the teaching unit to propose its application in other classes.

Key words: Technical Drawing. Orthogonal Projection. Teaching Units.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Linha do tempo.....	20
Figura 2 - Classificação das projeções.....	29
Figura 3 - Projeção cônica.....	29
Figura 4 - Projeção cilíndrica.....	30
Figura 5 - Projeção do objeto	32
Figura 6 - Vista superior do objeto.	32
Figura 7 – Vistas ortográficas.....	33
Figura 8 – Caixa de vidro.	33
Figura 9 – Posição e denominação das seis vistas ortográficas.	34
Figura 10 – Representação dos quatro diedros	34
Figura 11 - Sistema de Projeção Europeu e Americano	35
Figura 12 – Posicionamento das vistas ortográficas	35
Figura 13 – Contínuo aprendizagem significativa-aprendizagem mecânica.	44
Figura 14 - Instrumento proposto a partir dos perspectógrafos de Dürer.....	115
Figura 15 – Exemplificação da atividade 5 da UEPS.	117
Quadro 1 – Síntese de conceitos da TAS.	41
Quadro 2 - Aspectos sequenciais da UEPS.....	50
Quadro 3 – Síntese das atividades da UEPS.....	50
Quadro 4 - Participação dos alunos nas atividades da UEPS.....	56
Quadro 5 – Métodos de leitura da linguagem gráfica.....	65
Quadro 6 - Registro da aluna “A” na atividade nº 1, questões nº 1.	69
Quadro 7 - Registro da aluna “A” na atividade nº 1, questões nº 2.	70
Quadro 8 - Registro da aluna “A” na atividade nº 1, questões nº 3 à nº 7.....	70
Quadro 9 – Registro da aluna “A” na atividade nº 2 da UEPS.	72
Quadro 10 – Registro da aluna “A” na atividade nº 3.	74
Quadro 11 – Registro da aluna “A” na atividade nº 4, questão nº 2.	74
Quadro 12 - Desenhos realizados com a utilização de um perspectógrafo, sugerido por Montenegro (2005).....	75
Quadro 13 – Registro da aluna “A” na atividade nº 5.	76
Quadro 14 – Registro da aluna “A” na atividade nº 7.	77
Quadro 15 - Registro da aluna “A” na atividade nº 8.....	78

Quadro 16 – Registro da aluna “A” na atividade nº 9.	79
Quadro 17 – Processo de elaboração de subsunçor.	80
Quadro 18 – Processo de diferenciação progressiva.	80
Quadro 19 – Processo de reconciliação integradora.....	81
Quadro 20 - Registro da aluna “B” na atividade nº 1, questão nº 1.....	82
Quadro 21 - Registro da aluna “B” na atividade nº 1, questões nº 3, nº 4 e nº 5.....	82
Quadro 22 – Registro da aluna “B” na atividade nº 2.	83
Quadro 23 - Registro da aluna “B” na atividade nº 1, questão nº 2.....	84
Quadro 24 - Registro da aluna “B” na atividade nº 1, questões nº 6 e nº 7.....	85
Quadro 25 – Registro da aluna “B” na atividade nº 3 da UEPS.	86
Quadro 26 – Registro da aluna “B” na atividade nº 4, questão nº 2.	86
Quadro 27 – Registro da aluna “B” nas atividades nº 5 e nº 7.	87
Quadro 28 – Registro da aluna “B” na atividade nº 8.	90
Quadro 29 – Registro da aluna “B” na atividade nº 9.	91
Quadro 30 – Processo de elaboração de subsunçor.	92
Quadro 31 – Processo de diferenciação progressiva.....	93
Quadro 32 – Processo de reconciliação integradora.....	93
Quadro 33 – Processo de diferenciação progressiva e reconciliação integradora.	94
Quadro 34 – Organização das atividades da UEPS em relação aos elementos da teoria de aprendizagem significativa expressos nos registros das alunas	96
Quadro 35 – Alterações da UEPS sugeridas para o Produto Técnico-tecnológico. ...	99
Quadro 36 – Situações-problema da atividade 4 da UEPS.....	116

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AS	Aprendizagem Significativa
ASC	Aprendizagem Significativa Crítica
BIM	Building Information Modeling
CAD	<i>Computer Aided Design</i>
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
DG	Desenho Geométrico
EIAS	Encontro Internacional de Aprendizagem Significativa
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
GD	Geometria Descritiva
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IBICT	Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia
IES	Instituição de Ensino Superior
NBR	Norma Brasileira
TAS	Teoria de Aprendizagem Significativa
UENP	Universidade Estadual do Norte do Paraná
UEPS	Unidade de Ensino Potencialmente Significativa

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	DESENHO TÉCNICO E O ENSINO DE PROJEÇÃO ORTOGONAL	18
2.1	SISTEMAS DE REPRESENTAÇÃO	18
2.2	ESTRATÉGIAS DIDÁTICAS	21
2.3	O DESENHO TÉCNICO	24
2.3.1	Dificuldades de Aprendizagem e o Ensino de Desenho Técnico	26
2.4	PROJEÇÃO ORTOGONAL.....	30
3	A TEORIA DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE AUSUBEL	36
3.1	CONDIÇÕES PARA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA	39
3.2	APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA X APRENDIZAGEM MECÂNICA	43
4	CAMINHAR METODOLÓGICO	47
4.1	CONTEXTO DA PESQUISA EMPÍRICA	47
4.2	A ELABORAÇÃO DA UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA: PRODUTO TÉCNICO-TECNOLÓGICO.....	49
4.3	ESTRUTURA DE ANÁLISE DE DADOS	53
5	ANÁLISE DOS DADOS E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	58
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	94
	REFERÊNCIAS	102
	APÊNDICES	
	APÊNDICE A: Atividade 1 da UEPS: Questionário para identificação dos conhecimentos prévios	109
	APÊNDICE B: Atividade 2 da UEPS: Desenho de uma mesa	112
	APÊNDICE C: Atividade 3 da UEPS: Desenho de um objeto observado através de um vidro.....	113
	APÊNDICE D: Atividade 4 da UEPS: Situações-problema iniciais	114

APÊNDICE E: Atividade 5 da UEPS: Desenho das vistas ortográficas no diedro de papelão e desenho da perspectiva isométrica no papel isométrico.....	115
APÊNDICE F: Atividade 6 da UEPS: Exercícios para o desenvolvimento da habilidade de visualização espacial.....	116
APÊNDICE G: Atividade 7 da UEPS: Exercícios de escrita da linguagem gráfica.....	119
APÊNDICE H Atividade 8 da UEPS : Exercícios de leitura da linguagem gráfica.....	121
APÊNDICE I: Atividade 9 da UEPS: Exercício para avaliação somativa individual.....	123
APÊNDICE J: Atividade 10 da UEPS: Questionário para avaliação somativa individual.....	124

1 INTRODUÇÃO

De modo geral, a pesquisa que incide sobre o ensino e aprendizagem em cursos profissionalizantes ou de Ensino Superior, aponta que a maioria dos estudantes apresentam dificuldades em disciplinas relacionadas ao uso de representações gráficas, em que são exigidas habilidades de visualização espacial para a aprendizagem da leitura e representação da forma, em particular nos cursos de engenharia e arquitetura (ABRANTES *et al.*, 2017; CAVALCANTI; AMARAL, 2019; TAMASHIRO, 2010; RODRIGUES; NICO-RODRIGUES, 2017, entre outros).

O ensino de representações gráficas, está associado à linguagem utilizada no ensino de Desenho Técnico¹, especialmente no conteúdo de projeção ortogonal. Sobre esta discussão, Abrantes *et al.* (2017) comentam acerca da falta de percepção espacial ou tridimensional que os estudantes apresentam; Cavalcanti e Souza (2017) citam as dificuldades com relação à visualização espacial; Amaral (2019) explica que os problemas aparecem quando os estudantes precisam articular coordenação motora e abstração ao ver o objeto em perspectiva e projetar as suas vistas em duas dimensões; Tamashiro (2010) considera que além das deficiências apresentadas pelos estudantes de arquitetura em enxergar as vistas ortográficas também vem ocorrendo o enfraquecimento do entendimento dos estudantes relacionados aos sistemas técnico-construtivo e; Rodrigues e Nico-Rodrigues (2017) chegam a citar que a disciplina de geometria descritiva é vista pelos estudantes como uma disciplina com alto nível de dificuldade, o que contribui para o alto índice de reprovação nessa disciplina em diferentes universidades.

O Desenho Técnico se caracteriza, também, como um dos conteúdos mínimos na formação destes profissionais. Já na década de 1995, French e Vierck (1995) argumentaram que o Desenho Técnico é uma importante linguagem quando comparada a linguagem verbal, visto que é por meio dele que conseguimos descrever o tamanho, a forma e a relação de objetos sólidos, pois que a linguagem verbal, a língua materna, mesmo sendo um sistema desenvolvido de comunicação, é ineficaz para tais especificidades. Estes autores, indicam o Desenho Técnico como um dos

¹ O Desenho Técnico é a linguagem utilizada na comunicação entre o projetista e o executor. Esta linguagem contempla vários elementos que são normatizados pelas Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). A projeção ortogonal é um desses elementos e nesta dissertação optamos por nos dedicar especificamente a este conteúdo, porém deixamos claro a importância dos demais elementos indispensáveis para o ensino de Desenho Técnico que não serão aqui abordados.

conteúdos mínimos a serem abordados na formação de engenheiros e arquitetos, pois consideram que para o aluno obter êxito profissional é necessário que desenvolva não só a habilidade na execução dos desenhos, mas também a capacidade de interpretar um desenho e visualizá-lo no espaço.

Diante do exposto e em virtude da escassez de material pedagógico voltado ao Ensino Técnico de Educação Profissional, área de atuação da pesquisadora, nessa pesquisa realizados uma abordagem do ensino de projeção ortogonal, método de representação gráfica do Desenho Técnico, com vistas à aprendizagem dos alunos para entendimento e aplicação do conteúdo em sua vida profissional.

Para além da localização da pesquisa se assentando no ensino de Desenho Técnico, e em particular do conteúdo de projeção ortogonal, tratamos das unidades de ensino amparadas na teoria da aprendizagem significativa. Com relação à aprendizagem, Masini (2016, p. 70) indica que “compreender e lidar com o processo da aprendizagem humana constitui um dos maiores desafios, no século XXI – mundo homogêneo em informações virtuais – cenário em que vive o homem, em países desenvolvidos e em desenvolvimento”.

Neste contexto, a pesquisa traz elementos da teoria de aprendizagem significativa de David Paul Ausubel (1918-2008) e dos encaminhamentos dados por Moreira (2011) para o design de unidades de ensino que sejam potencialmente significativas, em que o autor trata da estrutura de materiais que auxiliem professores de diferentes áreas a aperfeiçoar suas aulas com vistas à promoção da aprendizagem.

Ausubel (2003), define que aprendizagem significativa ocorre quando ideias expressas simbolicamente se relacionam de maneira *não-arbitrária*² e *substantiva*³ com um conhecimento relevante já existente na estrutura cognitiva⁴ do aprendiz, sendo o produto dessa interação o surgimento de um novo significado.

² “Não-arbitrariedade quer dizer que o material potencialmente significativo se relaciona de maneira não-arbitrária com o conhecimento já existente na estrutura cognitiva do aprendiz. Ou seja, o relacionamento não é com qualquer aspecto da estrutura cognitiva, mas sim com conhecimentos especificamente relevantes, os quais Ausubel chama subsunçores” (MOREIRA, 1997, p. 2).

³ “Substantividade significa que o que é incorporado à estrutura cognitiva é a substância do novo conhecimento, das novas ideias, não as palavras precisas usadas para expressá-las” (MOREIRA, 1997, p. 2).

⁴ “Estrutura cognitiva é um construto (um conceito para o qual não há um referente concreto) usado por diferentes autores, com diferentes significados, com o qual se pode trabalhar em níveis distintos, ou seja, referido a uma área específica de conhecimentos ou a um campo conceitual, um complexo mais amplo de conhecimentos” (MOREIRA, 2012, p. 33, tradução nossa).

Moreira (2011), ao mencionar as práticas de sala de aula, indicou que é comum o uso de estratégias de ensino voltadas à aprendizagem mecânica, uma forma clássica de ensinar e aprender que, na prática, pode tornar-se insuficiente (MOREIRA, 2011).

Considerando a possibilidade de elaboração de materiais que auxiliem os professores a ministrar o conteúdo de projeção ortogonal, elementos da teoria utilizada e o cenário do Desenho Técnico, o objetivo desta pesquisa é *investigar o uso de uma unidade de ensino potencialmente significativa para a aprendizagem de projeção ortogonal*. E para balizar o desenvolvimento da mesma, definimos a questão de pesquisa: *Que elementos da teoria de aprendizagem significativa são mobilizados no desenvolvimento das atividades de uma unidade de ensino potencialmente significativa (UEPS) para o ensino de projeção ortogonal?*

Associado à essa pesquisa de Mestrado Profissional está o Produto Técnico-Tecnológico “Sequência de Ensino: uma UEPS para o ensino de projeção ortogonal no curso técnico em Edificações”.

Neste relatório de pesquisa, detalhamos o caminhar teórico-metodológico assumido e explicitamos os passos que nos conduziram à resposta da questão de pesquisa. Inicialmente, realizamos uma revisão de literatura no site da Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações – IBICT com as palavras-chave “projeção ortogonal” e “UEPS” e no Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES. Também foram analisados os Anais do EIAS - Encontro Internacional de Aprendizagem Significativa⁵ e constatamos a ausência de materiais para o ensino de projeção ortogonal por meio de uma UEPS, o que nos motivou a idealizar um produto que auxiliasse professores de cursos técnicos da Educação Profissional⁶ e também os incentivasse a aprofundarem seus estudos e elaborarem também uma proposta de UEPS para suas disciplinas.

Assim, planejamos e elaboramos um Produto Técnico-tecnológico baseado na estruturação de uma UEPS para o ensino de projeção ortogonal para cursos técnicos da Educação Profissional. A UEPS foi desenvolvida com alunos e os dados coletados em seu desenvolvimento subsidiam as interpretações decorrentes dessa pesquisa.

⁵ Os anais estão disponíveis no site: <<https://www.apsignificativa.com.br/anais>>.

⁶ Especificamente os professores das áreas de Edificações, Mecânica, Eletromecânica e Segurança do Trabalho, em que é abordado o ensino de projeção ortogonal.

Este texto foi dividido em seis capítulos, sendo esta Introdução o primeiro deles trazendo a apresentação da pesquisa e do Produto Técnico-Tecnológico a ela atrelado e uma síntese sobre os referenciais e temas tratados no relatório.

No Referencial Teórico, são apresentados os fundamentos do Desenho Técnico e da projeção ortogonal, além de uma análise sobre as metodologias de ensino que pesquisadores têm adotado para o ensino de Desenho Técnico. Em seguida, são apresentados elementos da teoria de aprendizagem significativa de David Paul Ausubel e a aprendizagem significativa crítica proposta por Marco Antônio Moreira. Essa base teórica serve à pesquisa, também, como suporte para a elaboração da UEPS para o ensino de projeção ortogonal e, posteriormente baliza a análise dos dados obtidos com aplicação do Produto Técnico-tecnológico, bem como as reflexões desencadeadas pela pesquisa.

O capítulo seguinte descreve o Caminhar Metodológico com a descrição das atividades propostas e detalhamento da implementação da UEPS, bem como a estrutura da análise de dados e o delineamento do Produto técnico-tecnológico. Na sequência é feita a análise dos dados coletados e, por fim a discussão dos resultados é colocada de modo a responder à questão de pesquisa e se alinhava com as considerações finais, indicando os desdobramentos da pesquisa desenvolvida, as possibilidades de pesquisas futuras e as dificuldades encontradas que podem ser vistas como limitações do aqui relatado.

2 DESENHO TÉCNICO E O ENSINO DE PROJEÇÃO ORTOGONAL

Neste capítulo, apresentamos alguns dos meios de representação da forma em arquitetura, trazemos as definições de Desenho Técnico e projeção ortogonal e referenciais a respeito das dificuldades apresentadas por alunos dos cursos de graduação em engenharia, arquitetura e design sobre estes conteúdos. Também são descritas algumas propostas didáticas encontradas na literatura que auxiliam na aprendizagem do conteúdo investigado. Tais elementos foram necessários para elaborar e propor as atividades da sequência de ensino atrelada à essa pesquisa e que se constitui, também, como fonte de coleta de dados para subsidiar as análises apresentadas.

2.1 SISTEMAS DE REPRESENTAÇÃO

O desenho de arquitetura 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, que conforme Hladkyi (2017, p. 29) explica:

A palavra desenho tem um significado muito abrangente e não se restringe a apenas um gênero, tipo ou uso do desenho: desenho livre, desenho de criação, desenho de memória, desenho abstrato, desenho técnico, o desenho à mão, croquis, esquisso, esboço, risco, rabisco, traço, esquema, diagrama, perspectiva etc. 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 de representar, desde os desenhos à mão como o croqui que “expressa as ideias do arquiteto através de um traço rápido” e o 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 estas 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 que permite”, há também a maquete física que pode possibilitar as ideias de modo espacial, bem como há meios digitais que “permitem maior rapidez e

eficiência ao processo de projeto, ganhando espaço cada vez maior nos escritórios de arquitetura” (ibid., p.3).

Ragonha e Vizioli (2014) indicam ainda três desafios associados à representação em arquitetura: a transposição das ideias do arquiteto para o papel ou meio digital, a capacidade de comunicação com a equipe, e a capacidade de comunicação com o público. Para tanto, os arquitetos se utilizam de croquis ou esboços para os desenhos iniciais do projeto; as perspectivas que possibilitam uma percepção mais próxima do espaço real e; os desenhos executivos, dotados de linguagem técnica e universal, que permitem a comunicação do arquiteto com os demais profissionais envolvidos com o processo produtivo da construção civil.

A evolução dos projetos e dos meios de representação podem ser vislumbradas quando consultamos diferentes gerações de arquitetos. Neste contexto, emerge a crescente utilização das tecnologias digitais e a importância da associação do desenho à mão livre com os recursos digitais. Um exemplo é a pesquisa realizada com as gerações de arquitetos da família Bratke⁷:

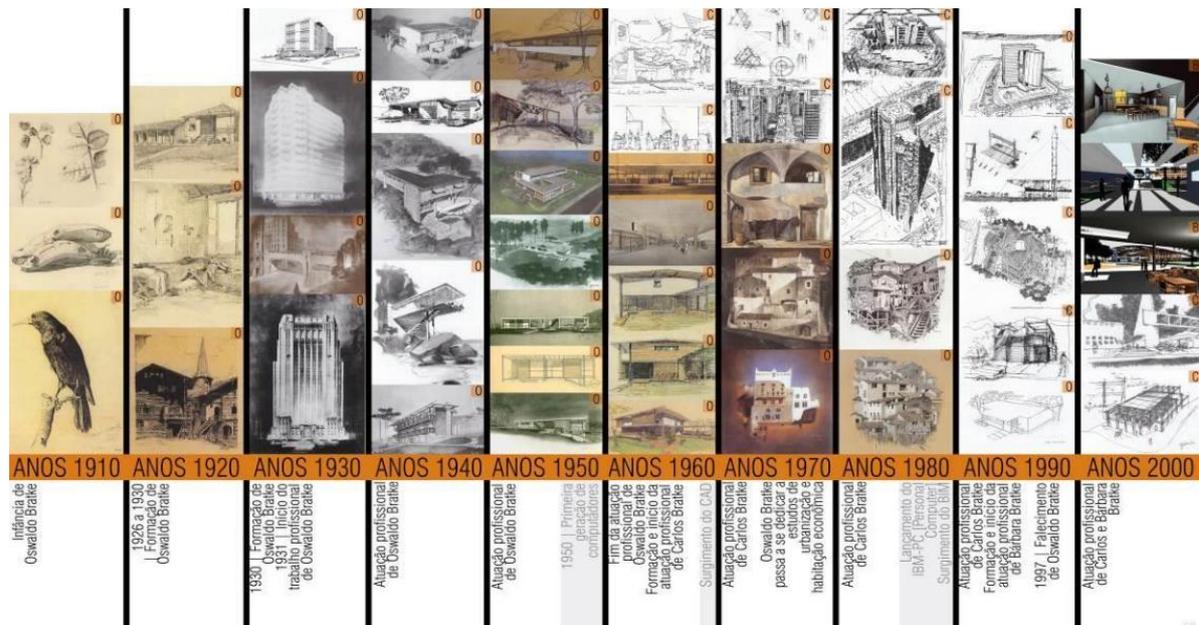
Com o crescente uso da tecnologia, muitas vezes o desenho à mão e a modelagem física acabam sendo substituídos pelos meios digitais, muito presentes nos escritórios de arquitetura atuais. Isso gera alterações nos métodos de projeto, facilmente percebidas nas diferentes gerações de arquitetos da família Bratke. O arquiteto moderno Oswaldo Arthur Bratke teve o desenho como elemento condutor de toda sua trajetória, desde pequeno até o fim da vida. Seu filho, o também arquiteto Carlos Bratke, herdou do pai a grande proximidade ao desenho à mão e sempre esteve ligado às artes plásticas. Mesmo atuando até os dias de hoje em um universo de desenvolvimento tecnológico, alia o uso do desenho de prancheta e as ferramentas computacionais. A neta de Oswaldo e filha de Carlos, a arquiteta Bárbara Bratke, traz em seu universo profissional a expressão da linguagem tecnológica, utilizando basicamente programas de computador ao longo de todo seu processo projetual (RAGONHA; VIZIOLI, 2014, p. 5).

A Figura 1⁸ apresenta a análise comparativa do material pesquisado pelas autoras, que atesta a influência do contexto histórico e das novas tecnologias no processo de projeto do arquiteto.

⁷ Três gerações de arquitetos, nomes da arquitetura moderna paulista: Oswaldo A. Bratke (1907 – 1997), seu filho Carlos Bratke (1942 - 2017) e Bárbara Bratke, filha de Carlos.

⁸ Para ver mais detalhes desses desenhos, visite o site <https://issuu.com/jessica.ragonha/docs/representacao_arquitetura_bratke> em que se encontra o “Caderno ilustrado”, produto da pesquisa FAPESP de Jéssica Ragonha, em que é apresentado uma coletânea de desenhos que caracterizam as formas de representação em arquitetura da família Bratke.

Figura 1 – Linha do tempo.



Fonte: Ragonha e Vizioli (2014, p. 9).

Rheingantz (2016) ao estudar o processo de projeto dos arquitetos Renzo Piano⁹ e Frank Gehry¹⁰ observou que ambos iniciam seus projetos com um método analógico. Piano começa com alguns croquis que vão sendo desenvolvidos, numa circularidade entre o desenho e a concretização, por meio da construção de maquete e a volta novamente ao desenho. Gehry utiliza croquis e modelos que são manipulados e deformados até chegar a um resultado satisfatório em que é fotografado e vetorizado para gerar desenhos digitalizados. Ambos misturam processo-e-produto, analógico-e-digital¹¹, ao invés de confrontar ou eleger apenas um, eles os misturam.

Neste contexto, Rheingantz (2016, p. 101) argumenta sobre a importância de uma concepção e ensino de projeto como um “*processo analógico-e-digital*”, visando a complementariedade destes modos de representação.

⁹ Renzo Piano, arquiteto italiano conhecido por sua abordagem delicada e refinada da arquitetura, vista em museus e outros edifícios construídos em diversas partes do mundo. Fonte: <<https://www.archdaily.com.br/br/01-140854/feliz-aniversario-renzo-piano>>. Acesso em 21 fev. 2021.

¹⁰ Frank Gehry, arquiteto canadense conhecido pelo uso de formas “pós-modernas” ousadas e materiais incomuns. Fonte: <<https://www.archdaily.com.br/br/01-179571/feliz-aniversario-frank-gehry>>. Acesso em 21 fev. 2021.

¹¹ “A comunicação ou linguagem analógica, mais ambígua e imprecisa, está associada às relações, às artes e às subjetividades. Costumamos utilizá-la para definir a natureza das nossas relações ou o nosso jeito de ser e estar no mundo com nossas emoções e afetos. [...] A comunicação ou linguagem digital, mais precisa e abstrata, está associada ao conhecimento científico e tecnológico. Costumamos utilizá-la para fazer referência aos objetos e relações por um nome ou palavra” (RHEINGANTZ, 2016, p. 99).

Para Imai *et al.* (2019, p. 346) a obtenção de êxito na qualidade de execução de um objeto depende, além de um projeto de boa qualidade e de boas práticas construtivas, da representação do objeto que deve transmitir as características do mesmo de forma plena e satisfatória. Tais elementos são possíveis quando “[...] todos os agentes envolvidos na produção tenham pleno domínio da linguagem empregada”.

Considerando tais elementos e a importância do tratamento do ensino de Desenho Técnico e de sua abordagem nos cursos das engenharias, arquitetura e design, abordamos na sequência algumas estratégias didáticas indicadas para esta situação na literatura.

2.2 ESTRATÉGIAS DIDÁTICAS

É no contexto do ensino de desenho em arquitetura que surgem as especificidades quanto a metodologia usada pelo professor. Já na década de 1998, Gouveia (1998) indicava que o método empregado deve proporcionar ao aluno a percepção, conhecimento, avaliação e intervenção no espaço, portanto:

O processo de ensino-aprendizagem do desenho em arquitetura envolve instrumentar a mente, para poder imaginar, criar, elaborar respostas espaciais e concomitantemente representá-las graficamente de forma expressiva e comunicativa, enquanto linguagem (GOUVEIA, 1998, p. 25).

Para Montenegro (2005, p. 4) o desenho pode ser considerado expressão do pensamento dos sujeitos e o professor precisa compreender a habilidade espacial dos alunos como uma característica dinâmica. Para tanto, o autor trabalha com diferentes sistemas de representação para o ensino da 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”. O autor sugere uma inversão da sequência de ensino, isto é, a teoria e sua terminologias são apresentadas pouco a pouco após a realização de exercícios de esboço e diagramas à mão livre e modelos reais (maquete), sendo este último responsável por proporcionar uma experiência concreta que serve de base para as abstrações necessárias ao desenvolvimento da habilidade de visualização espacial.

A esse respeito, Montenegro (2005, p. 8) 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.

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

Alguns autores sugerem metodologias que buscam reduzir o grau de abstração por meio da utilização de objetos físicos que permitem a interação visual e tátil, com a justificativa que contribuem nos processos de projeto que são fundamentalmente dependentes do visual. De acordo com 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”.

Aspectos relacionados às tecnologias de expressão gráfica são citados por Pires (2019) que afirma ser a introdução da computação gráfica no ensino de desenho nas Instituições de Ensino Superior (IES) marcada por um processo de modificação da disciplina para que esta não se torne obsoleta, refletindo as necessidades da ciência e de uma geração acostumada com as constantes mudanças de tudo que a cerca.

Entendemos, portanto, a necessidade de uma reconfiguração dos processos de ensino, mas acreditamos que esta mudança de paradigma está sendo inserida aos poucos nas IES e, principalmente, nos cursos técnicos e tecnólogos, que ainda apresentam um currículo que mescla habilidades manuais e recursos concretos para a partir de aí entrar com os recursos das tecnologias digitais.

Diniz e Queiroz (2019) explicam que a informatização do processo de criação arquitetônica e urbanística se deu com programas desde o *Computer Aided Design* (CAD), o *SketchUp* de manipulação da forma tridimensional (3D) e, mais recentemente, o Building Information Modeling (BIM) baseado em um modelo de informação para construção.

Barison e Santos (2016) discorrem sobre esta nova abordagem metodológica (BIM), que abrange projeto, construção, gerenciamento e manutenção

de edificações e infraestrutura, para o processo de desenvolvimento do ambiente construído; ainda, Andrade (2018) a considera um dos meios mais eficientes para o cumprimento das exigências atuais de projetos, pois vai além da representação gráfica.

A utilização prática dessa ferramenta é comentada por Barison e Santos (2019) em sua experiência, ao utilizarem CAD e BIM (REVIT®¹²) na disciplina Desenho Geométrico e Geometria Descritiva (DG e GD) no curso de arquitetura e urbanismo, em uma universidade pública do Paraná. Os autores, descrevem que nas aulas teóricas são adotadas técnicas para o desenvolvimento de habilidades no uso de instrumentos tradicionais de desenho (régua, compasso, transferidor e esquadros), além do ensino de representação em 2D e 3D, utilização de material manipulável, construção de maquetes e aplicações de DG e GD em arquitetura. São nas aulas práticas que as ferramentas CAD/BIM são introduzidas para que os alunos reproduzam desenhos e maquetes que foram construídos durante as aulas teóricas. Os autores consideram que a utilização das ferramentas CAD/BIM proporciona aos estudantes melhoria na percepção e visualização espacial do projeto, além da rapidez e facilidade para gerar a documentação de projeto.

Com o exposto até o momento, podemos interpretar que as ferramentas digitais possibilitam maior rapidez e precisão no processo do projeto e o desenho à mão traz o contato e o traço gestual, faceta também abordada por Ragonha e Vizioli (2014).

No que tange ao ato de desenhar, a literatura aponta que é necessário aprender a ver, pois o desenho é uma atividade marcada “por um olhar atento, uma percepção individual e um tempo de execução que permite imersão, entrega e reflexão”, por isso deve ser constantemente exercitado para que mantenha sua eficácia (PACHECO; VIZIOLI, 2013, p. 112).

Diniz e Queiroz (2019) inferem sobre as possibilidades ofertadas no uso das ferramentas digitais nos ateliês de projeto, mantendo as pranchetas como aliadas no processo de projeto, numa dinâmica híbrida, sendo para isso, necessária uma adequação das instalações e currículos das escolas de arquitetura, além da

¹² Revit é um *software* desenvolvido pela empresa norte americana “Autodesk”, relacionado a construção e no desenvolvimento de um modelo virtual tridimensional (3D) com informações paramétricas dos elementos construtivos. Mais informações são disponíveis em: <<https://spbim.com.br/o-que-e-o-revit/>>. Acesso em 21 fev. 2021.

capacitação de seus professores. No entanto, nem todos os currículos são elaborados considerando essas reflexões e, muitas vezes, as disciplinas se apresentam compartimentadas, sendo essa organicidade vista apenas no conjunto curricular e não em cada componente especificamente.

Avançamos na argumentação com a finalidade de adentrar nas especificidades do Desenho Técnico e da pesquisa que incide sob a temática.

2.3 O DESENHO TÉCNICO

Campos (2007) explica que foi com a Revolução Industrial que houve a estruturação do Desenho enquanto linguagem técnica, originando assim o Desenho Técnico:

[...] até a Revolução Industrial, o design e a manufatura eram atividades inseparáveis praticadas pelos artesãos. Mais tarde, com o surgimento dos “Princípios da Administração Científica” de Taylor, no final do século XIX, é rompido o elo que unificava as atividades de *design* e manufatura, separando a concepção da execução. Como consequência dessa ruptura surge a necessidade de se criar um meio não ambíguo de comunicação entre o projeto e a produção (NAVEIRO, 2001, apud CAMPOS, 2007, p. 3).

Recentemente, em uma pesquisa teórica sobre o ensino de Desenho Técnico, Pires *et al.* (2015)¹³, buscaram nos planos de ensino de disciplinas que utilizam o Desenho Técnico como linguagem fundamental (como, Desenho Técnico, nos cursos das engenharias, arquitetura, geologia, design, e demais áreas tecnológicas), referências bibliográficas utilizadas em alguns cursos de graduação, e listaram alguns dos exemplares mais citados:

- 1º) “Desenho Técnico” de Thomas E. French;
- 2º) “Comunicação Gráfica Moderna” de Frederick E. Giesecke e outros;
- 3º) “Desenho Técnico Moderno” de Arlindo Silva e outros;
- 4º) “Desenho Técnico” de *Albert Bachmann* e Richard Forberg;
- 5º) “Desenho Técnico” de Luís Veiga da Cunha.

Com a finalidade de abordar teoricamente elementos sobre o ensino de Desenho Técnico, optamos por consultar os livros indicados pelo autor¹⁴. A

¹³ Para maiores esclarecimentos quanto aos critérios adotados pelos autores, acessar o site: <<https://www.ufrgs.br/destec/wp-content/uploads/2015/05/1-cJ-Artigo-GRAPHICA-2015.pdf>>.

¹⁴ A consulta nesta bibliografia foi feita por uma opção de pesquisa, visto que não era objetivo dessa dissertação se debruçar sobre uma revisão de currículos.

pesquisa de Pires *et al.* (2015) indicam os três autores mais citados no corpus por eles investigado. Na sequência trazemos, então, a definição de “Desenho Técnico” para estes autores.

French (1978, p. 1), na introdução de seu livro, designa o termo Desenho Técnico como “aquele que é usado na indústria, pelos engenheiros e desenhistas, isto é, a linguagem¹⁵ gráfica em que se expressam e registram as ideias e dados para a construção de máquinas e estruturas”. O autor comenta que o profissional deve fornecer as informações exatas dos detalhes construtivos, seja da máquina ou da estrutura, da sua criação (o projeto), por isso o Desenho Técnico “é 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”, por isso a importância dos estudantes saberem executar e ler desenhos, podendo essa disciplina ser considerado, excetuada a matemática, a mais importante de uma escola técnica (*ibid.*).

Para Giesecke *et al.* (2002, p. 26) o Desenho Técnico é “qualquer desenho utilizado para expressar ideias técnicas ou, em geral, no âmbito da comunicação gráfica técnica”; os autores ressaltam, ainda, a importância da habilidade gráfica para o engenheiro e arquiteto, a qual definem como sendo a “capacidade de apresentar informações e ideias clara e efetivamente em forma de esboços, desenhos, modelos, gráficos e assim por diante”.

Já 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, os autores o definem como sendo:

[...] um tipo particular de desenho, que obedece a regras bem definidas. Serve para comunicar uma ideia ou um conceito de modo único, sem ambiguidades nem significados múltiplos [...] um desenho técnico é, em geral, acompanhado de muitas anotações e explicações, como, por exemplo, dimensões, material de que deve ser fabricado, normas que o enquadram, notas de montagem, escalas, etc., que o complementam e sem as quais não seria possível sua fabricação.

Os autores French (1978) e Silva *et al.* (2013) preocupam-se em distinguir Desenho Técnico de Desenho Artístico apontando que este, busca transmitir

¹⁵ Deixaremos explícito que a questão ontológica dos sistemas linguísticos, eventuais questões acerca dos seus limites, questões acerca da imagem e da representação entre outras, estão fora do âmbito deste documento.

uma impressão semelhante à produzida pelo próprio objeto ou pela imaginação do artista, sem grande ênfase nas dimensões do objeto, podendo ser compreendido por qualquer pessoa além de possibilitar diversas interpretações e significados do mesmo objeto. Já o Desenho Técnico só é possível de ser interpretado por quem é conhecedor de sua linguagem, não podendo permitir ambiguidades na maneira como descreve o objeto. Por isso os autores explicam a importância de se estudar essa linguagem para que os profissionais sejam capazes de lê-la prontamente quando escrita por outra pessoa e expressá-la com clareza.

Ao longo do tempo, pesquisas tem sinalizado que alunos de graduação das áreas de engenharia e arquitetura apresentam dificuldades na aprendizagem de disciplinas relacionadas ao Desenho Técnico e 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). Para tratar dessa temática que também se relaciona com essa pesquisa, abordamos algumas especificidades encontradas na literatura em relação às dificuldades de aprendizagem.

2.3.1 Dificuldades de Aprendizagem e o Ensino de Desenho Técnico

No contexto das pesquisas acadêmicas direcionadas ao ensino de Desenho Técnico nas áreas de arquitetura, engenharia e design são ressaltadas as dificuldades que os alunos apresentam em relação à construção e interpretação gráfica de objetos.

Por exemplo, Puntoni (1997), Tamashiro (2010) e Castro (2016) argumentam que professores de universidades tem se preocupado com a fraca qualidade dos desenhos executados por alunos e recém-formados em engenharia, arquitetura e design, os quais demonstram o pouco domínio na utilização do Desenho Técnico como forma de expressão de suas criações.

O movimento histórico é importante para analisar o cenário atual e pode servir de base para o entendimento acerca de onde iniciam as dificuldades com o saber geométrico e até com o treino em relação as habilidades de visualização espacial.

Na década de 1940 a dificuldade da aprendizagem de disciplinas relacionadas ao Desenho Técnico foi apresentada por Lucio Costa (1940, p. 2) quando defendia o ensino de desenho nas escolas, descrevendo que as qualidades de imaginar e criar próprios da infância, são:

[...] geralmente amortecidas quando se ingressa no curso secundário, e isto, tanto devido à orientação defeituosa do ensino do desenho no curso primário, como devido mesmo à crise da idade, porque, então, esses novos adolescentes, atormentados pelas críticas inoportunas e inábeis dos mais velhos, já perderam a confiança neles mesmos e naquele seu mundo imaginário onde tudo era possível e tinha explicação: sentem-se inseguros, acham os desenhos que fazem ridículos, tem medo de “errar”.

Quase sete décadas depois, Kopke (2006) dedicou sua pesquisa de doutorado para discutir o valor da presença da geometria e do desenho nos níveis fundamental e médio de ensino, vislumbrando a possibilidade de serem tidos como elos transdisciplinares na educação. A autora explica que a partir dos anos 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).

Por conseguinte, neste período houve uma desvalorização do ensino de desenho que, juntamente com a falta de professores com formação específica para atuar na disciplina de educação artística, levou a uma marginalização da arte e do desenho, formando uma ‘geração sem desenho’ (KOPKE, 2006).

Esse movimento histórico continua com a abordagem de algumas dificuldades de aprendizagem nas IES, descritas por diferentes autores em relação às especificidades do Desenho Técnico, como as apresentadas por Tamashiro (2010, p. 30) que considera as falhas cometidas nos desenhos dos alunos em 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 disciplinas que contemplam o ensino de Desenho Técnico nos cursos de arquitetura, engenharias e design são normalmente ministradas no primeiro ano e, independentemente do recurso utilizado, é requisitado ao aluno, basicamente, que realize transformações 2D/3D e vice-versa, incluindo a representação de vistas ortográficas, perspectivas, cortes e seções, o que destaca a importância da habilidade de visualização espacial para o entendimento desses conceitos (TORREZZAN, 2019).

Devido ao local de coleta de dados dessa pesquisa, e ao momento específico a que se insere a unidade de ensino formulada, focamos particularmente nos objetivos de apresentação de normas técnicas e regras pertinentes à elaboração de vistas ortográficas e no desenvolvimento da habilidade de visualização espacial, visto que o uso de instrumentos básicos para a execução de Desenho Técnico se assenta também em *softwares* adequados que são ensinados na articulação com outras disciplinas do curso técnico de Edificações em que foram coletados os dados¹⁶.

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.

(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.

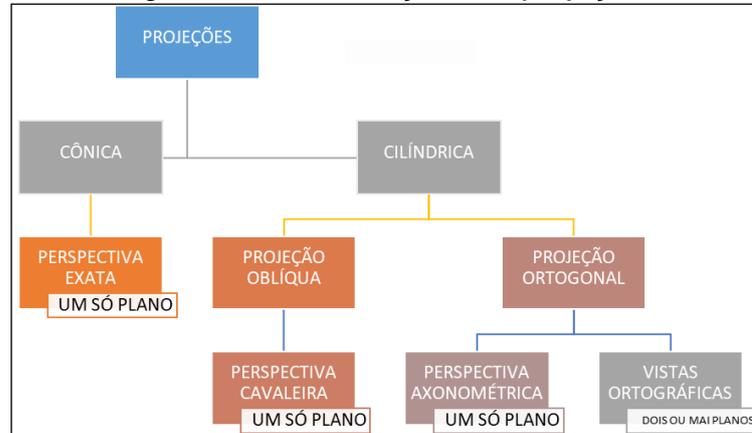
Por constituírem um meio de descrever a *forma exata* de qualquer objeto, as vistas ortográficas são empregadas na maioria dos trabalhos de engenharia (FRENCH; VIERCK, 1995, p. 150).

Os autores também explicam que 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 tomados em

¹⁶ No capítulo 5 estão descritas detalhadamente as atividades desenvolvidas e analisadas nesta pesquisa.

uma determinada direção de um objeto sobre o plano da figura” (FRENCH; VIERCK, 1995, p.19). A Figura 2 aborda a classificação das principais projeções.

Figura 2 - Classificação das projeções

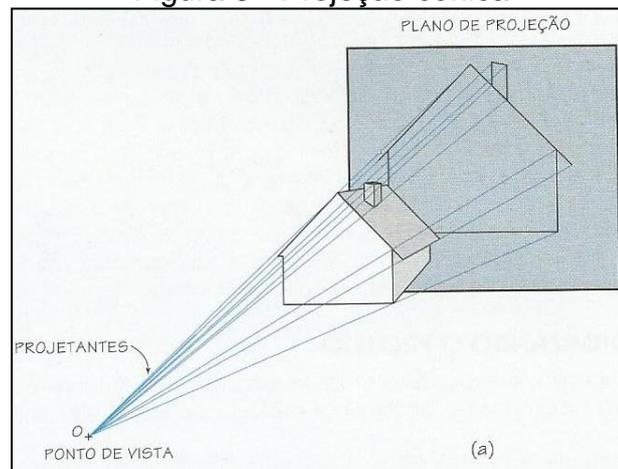


Fonte: Adaptado de French (1978, p. 92).

Existem dois tipos principais de projeção, a cônica e a cilíndrica, e todo desenho pode ser considerado como uma relação espacial que envolve quatro elementos: 1. Os olhos do observador (ou ponto de vista); 2. O objeto; 3. O plano de projeção e; 4. As projetantes (ou raios visuais) (GIESECKE *et al.*, 2002).

Na projeção cônica os raios visuais partem do olho do observador, passam por todos os vértices do objeto e interceptam o plano de projeção, conforme apresentado na Figura 3. A figura formada em uma projeção cônica é similar a figura formada no olho do observador (GIESECKE *et al.*, 2002).

Figura 3 - Projeção cônica

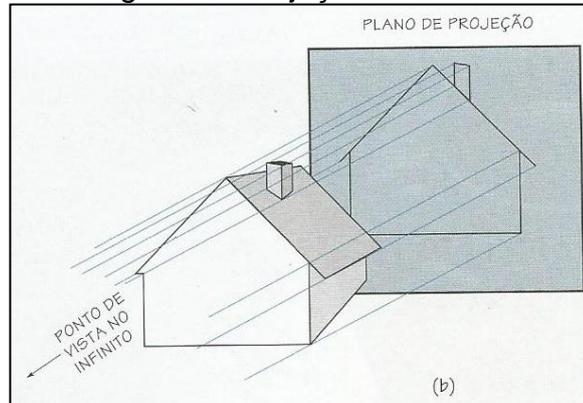


Fonte: Giesecke *et al.* (2002, p. 27).

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 tornar-se-ão paralelos entre si, conforme Figura 4. A imagem formada é o que se chama de projeção cilíndrica (GIESECKE *et al.*, 2002).

Figura 4 - Projeção cilíndrica.



Fonte: Giesecke *et al.* (2002, p. 27).

As projeções cilíndricas são divididas em duas categorias de acordo com o ângulo de incidência das projetantes sobre o plano de projeção. Nas projeções cilíndricas oblíquas, os raios visuais interceptam o plano de projeção em um ângulo diferente de 90 graus; nas projeções cilíndricas ortográficas as projetantes formam um ângulo de 90 graus com o plano de projeção.

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.

Assim sendo, buscamos expor os princípios básicos deste sistema projetivo, foco de estudo da sequência de ensino vinculada a essa dissertação.

2.4 PROJEÇÃO ORTOGONAL

A projeção ortogonal enquanto método de representação gráfica que possibilita o estudo de um objeto a partir de dupla-projeção cilíndrica ortogonal, deriva da sistematização da Geometria Descritiva proposta por Gaspard Monge¹⁷ na obra

¹⁷ Gaspard Monge (1746-1818) é conhecido por sistematizar a geometria descritiva. De acordo com Giesecke *et al.* (2002), enquanto era professor na Escola Politécnica na França, Monge desenvolveu os princípios da projeção que são agora a base do Desenho Técnico.

Géométrie descriptive de 1799 e constitui parte dos fundamentos do Desenho Técnico (NOGUEIRA; BORDA, 2017).

Panisson (2007) em sua tese de doutorado expõe sobre a geometria descritiva de Monge como sendo uma ciência utilizada para a representação de qualquer corpo da natureza, pois essa possui dois objetivos:

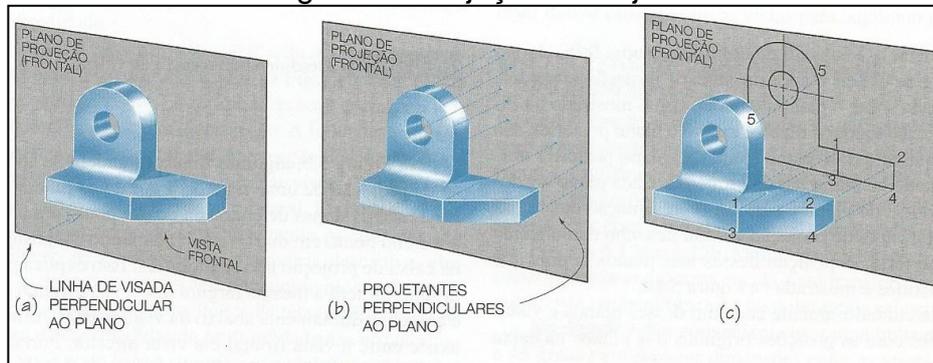
[...] o primeiro, é dar métodos para representar sobre um papel de desenho, que não tem mais do que duas dimensões, a saber, largura e altura, todos os corpos da natureza, que tem três, largura, altura e profundidade, com tal que estes corpos possam ser determinados rigorosamente. [...] O segundo objetivo 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).

Buscando a definição e o método de projeção ortogonal, adotamos os três autores já citados anteriormente na definição de Desenho Técnico, como segue: French (1978, p. 90) define projeção ortogonal como sendo “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 a possibilidade de se obter diferentes projeções de um mesmo objeto que permitirá a representação total e inequívoca deste objeto, pois cada ponto do objeto corresponde a uma só projeção ortogonal no plano e, Giesecke *et al.* (2002), explicam que as vistas ortográficas são o sistema de projeção necessário para se obter as informações corretas da forma e do tamanho de um objeto que se queira fabricar sendo que cada vista fornece uma determinada informação.

Para descrevermos o método de projeção ortogonal, relembremos o conceito de que nas projeções cilíndricas ortográficas os raios projetantes que 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 este plano. Assim, a figura formada no plano de projeção possui a mesma largura e altura do objeto real, conforme Figura 5, porém não nos mostra a medida da profundidade, portanto é necessária a obtenção de mais uma projeção para a completa representação do objeto. Para isso, devemos imaginar um outro plano colocado horizontalmente sob o objeto, como na Figura 6, e então baixar

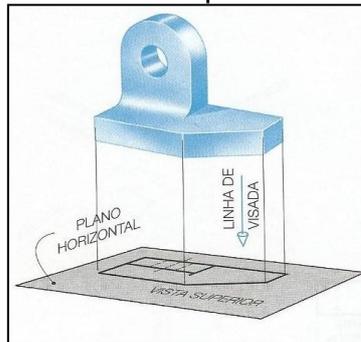
perpendiculares do objeto sobre o plano, obtendo-se assim a largura e profundidade exatas do objeto.

Figura 5 - Projeção do objeto



Fonte: Giesecke *et al.* (2002, p. 107).

Figura 6 - Vista superior do objeto.

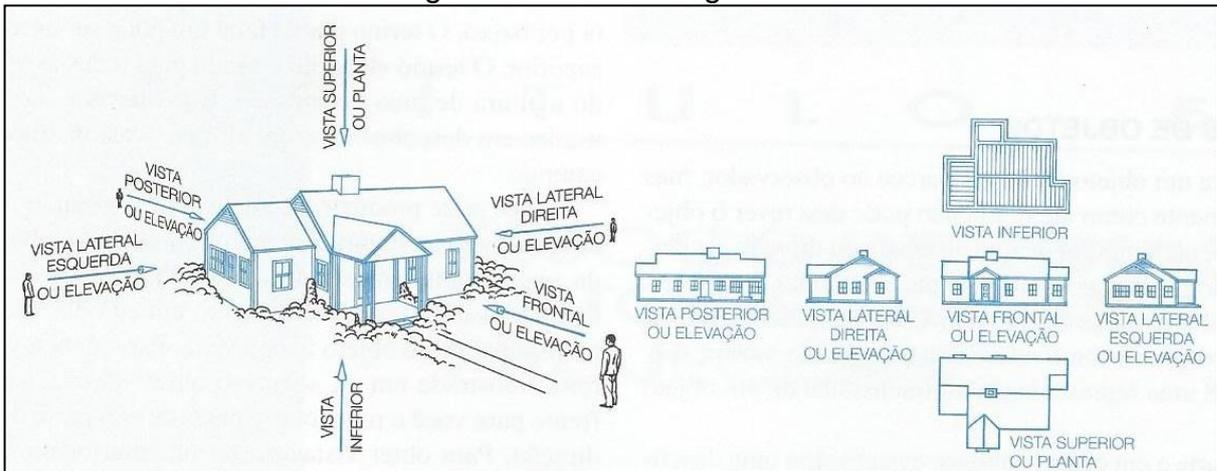


Fonte: Giesecke *et al.* (2002, p. 108).

De acordo com French (1978), para representar um objeto que possui três dimensões (largura, altura e profundidade) sobre uma folha de papel que possui apenas duas (largura e altura), o método de projeções ortogonais foi decomposto em partes para que o desenho fosse constituído por um conjunto de projeções do objeto. Imaginando-se que um observador se coloque em diferentes posições e tomando-se o conjunto dessas projeções, apresentando cada uma delas duas das três dimensões da peça, então a combinação de duas ou três projeções seria suficiente para a completa representação do objeto.

Giesecke *et al.* (2002) sugerem que para demonstrar este fato, imaginemos que o observador esteja caminhando ao redor de uma casa, conforme Figura 7, e a partir de cada posição em que se encontre obterá uma projeção que corresponde a uma vista ortográfica.

Figura 7 – Vistas ortográficas.

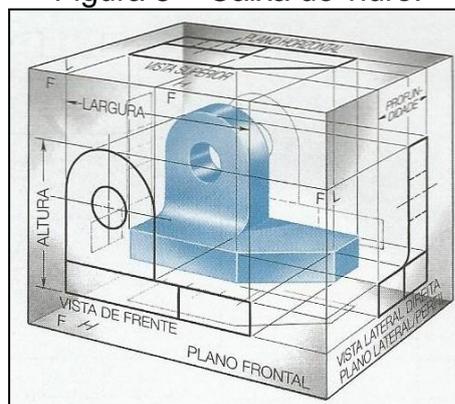


Fonte: Giesecke *et al.* (2002, p. 106).

A vista superior seria o que chamamos de planta e todas as vistas que mostram a altura da construção são denominadas de elevação – termos utilizados em desenhos de arquitetura (GIESECKE *et al.*, 2002).

Para compreendermos o posicionamento das vistas na folha de papel, imaginemos que os planos de projeção fossem colocados paralelos às faces principais do objeto, formando assim uma caixa de projeção como na Figura 8, e projetássemos em cada uma das faces as seis vistas principais.

Figura 8 – Caixa de vidro.



Fonte: Giesecke *et al.* (2002, p. 108)

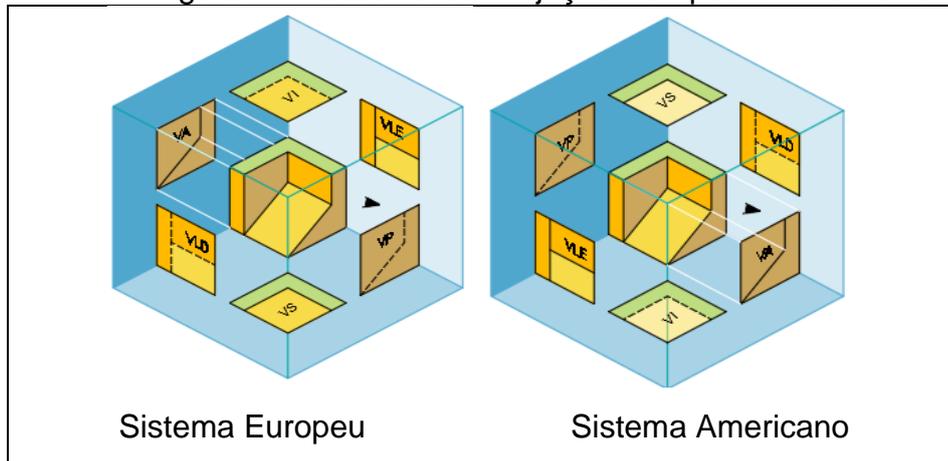
Em seguida, a caixa é aberta de modo que todas as faces fiquem em um só plano, o plano do papel. A Figura 9 contém a posição relativa e a denominação dessas seis vistas ortográficas, conforme estabelece a NBR 10067 para projeções no 1º diedro¹⁸.

¹⁸ A projeção no 1º diedro é o método utilizado no Brasil, de acordo com Torrezzan (2020) e será explicada na sequência.

observador. O método ortogonal de projeção adotado no Brasil é o Sistema Europeu cujas projeções são elaboradas no primeiro diedro (ibid.).

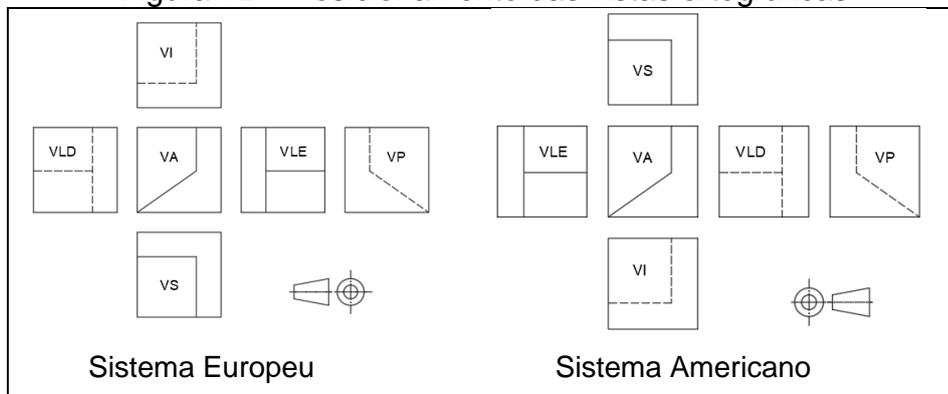
As diferenças entre as projeções no 1º e 3º diedros podem ser observadas nas Figuras 11 e 12.

Figura 11 - Sistema de Projeção Europeu e Americano



Fonte: Torrezan (2020, p. 8).

Figura 12 – Posicionamento das vistas ortográficas



Fonte: Torrezan (2020, p. 9).

Estes são os princípios básicos de leitura e representação da linguagem gráfica por meio da projeção ortogonal, sendo que para tratar da elaboração de uma sequência de ensino com potencial para aprendizagem destes conceitos, balizamos a pesquisa tendo por norte a teoria de aprendizagem significativa e indicativos para a elaboração de unidades de ensino potencialmente significativas.

3 A TEORIA DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE AUSUBEL

Neste texto, nos pautamos na Teoria de Aprendizagem Significativa para detalhar o Produto Técnico-Tecnológico a ela associado, bem como para investigar os dados coletados. Assim, abordamos elementos que constituem a teoria e suas especificidades de acordo com a literatura.

Ausubel *et al.* (1980) em sua Teoria de Aprendizagem Significativa (TAS) sugere que, na organização do ensino, em primeiro lugar, o professor deve identificar o que o aprendiz já sabe para depois ocupar-se com os demais princípios que orientam a organização do conteúdo (organizadores prévios, pré-disposição do aluno, material potencialmente significativo, diferenciação progressiva, reconciliação integradora¹⁹) e as variáveis que fazem parte da dinâmica da estrutura cognitiva do aprendiz (subsunçor, diferenciação progressiva, reconciliação integradora, assimilação).

A perspectiva clássica da aprendizagem significativa foi proposta por David Paul Ausubel em 1963 em sua obra *The Psychology of Meaningful Verbal Learning*, uma primeira tentativa de apresentar uma teoria cognitiva de aprendizagem significativa que não levasse em conta apenas a aprendizagem por memorização. Em 1968, o autor publicou o livro *Educational Psychology: a cognitive view*²⁰. Estas duas obras apresentam as ideias básicas da TAS. No ano de 2000, Ausubel publicou *The acquisition and retention of knowledge: A cognitive view*, reafirmando sua teoria inicial quase integralmente.

De acordo com a teoria, para que ocorra aprendizagem significativa, o processo de ensino deve ser organizado levando em consideração o que o aluno já sabe, seus conhecimentos prévios, os quais podem auxiliar na aprendizagem de novos conhecimentos. Para Ausubel *et al.* (1980), a aprendizagem significativa implica a aquisição de novos conceitos e:

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)

¹⁹ Todos estes conceitos serão abordados no decorrer deste capítulo.

²⁰ A segunda edição desta obra (1978) e sua tradução para o português (1980), tiveram Joseph D. Novak e Helen Hanesian como co-autores.

ideia(s) básica(s) relevante já existente na estrutura cognitiva do aluno (AUSUBEL *et al.*, 1980, p. 32).

Assim, a aprendizagem significativa é aquela em que os novos conhecimentos (conceitos, ideias, proposições, modelos, fórmulas) interagem de maneira substantiva e não arbitrária com os conhecimentos prévios relevantes do aluno. A estes conhecimentos, especificamente relevante à nova aprendizagem, Ausubel *et al.* (1980) denominou de *subsunção*²¹ ou *ideia-âncora*.

De acordo com Moreira (2012) são os subsunçores que permitem dar significado a um novo conhecimento. O subsunçor pode ser uma concepção, um construto, uma proposição, uma representação, um modelo, enfim um conhecimento prévio especificamente relevante para a aprendizagem significativa de novos conhecimentos. Como o processo é interativo, quando serve de ideia-âncora para um novo conhecimento ele próprio se modifica adquirindo novos significados e refinando significados já existentes, por exemplo:

As crianças na escola formam o conceito de mapa geográfico através de sucessivos encontros com instâncias desse conceito. Aprendem que o mapa pode ser da cidade, do país, do mundo. Progressivamente, vão aprendendo que um mapa pode ser político, rodoviário, físico, etc. O subsunçor mapa vai ficando cada vez mais rico, com mais significados, mais estável e mais capaz de interagir com novos conhecimentos. Dependendo dos campos de conhecimentos que o sujeito busque dominar em suas aprendizagens futuras, terá que dar significado a conceitos tais como mapas cognitivos, mapas mentais, mapas conceituais, mapas de eventos e, sabe-se lá, que outros tipos de mapas. Então, ao longo de sucessivas aprendizagens significativas o subsunçor vai adquirindo muitos significados, tornando-se cada vez mais capaz de servir de ideia-âncora para novos conhecimentos (MOREIRA, 2012, p. 31-32).

Ainda quando Moreira (2012) explora o exemplo associado a aprendizagem de mapas, é possível identificar a diferenciação entre um conceito inicialmente mais inclusivo, para especificidades deste conceito. Essa dinâmica é característica de um dos processos, definidos na teoria, que compreendem a dinâmica da estrutura cognitiva, o qual Ausubel *et al.* (1980) denominou “diferenciação progressiva”. A diferenciação progressiva enquanto processo cognitivo está associada à atribuição de novos significados a um dado subsunçor, como resultado de sua utilização contínua para auxiliar na significação de novos conhecimentos. Sendo a aprendizagem significativa decorrente da interação não-arbitrária e substantiva de

²¹ De acordo com Moreira (2017) a palavra “subsunçor” é uma tentativa de aporuguesar a palavra inglesa “*subsumer*”, que seria equivalente a inseridor, facilitador ou subordinador.

novos conhecimentos com conhecimentos prévios relevantes, implica que por meio de sucessivas interações um dado subsunção vai, progressivamente, adquirindo novos significados, tornando-se mais refinado, mais diferenciado, por isso mais capaz de servir de ancoradouro às novas aprendizagens significativas (MOREIRA, 2012).

Simultâneo à diferenciação progressiva, ocorre o que Ausubel *et al.* (1980) denominou “reconciliação integradora”, processo responsável por explorar as relações entre ideias, destacando semelhanças e diferenças significativas e reconciliando divergências reais ou aparentes.

Estes dois processos característicos da aprendizagem significativa, também podem ser tomados como princípios programáticos do conteúdo da matéria de ensino, em que a diferenciação progressiva está associada à assertiva de “que a maioria da aprendizagem e toda a retenção e a organização das matérias é hierárquica por natureza, procedendo de cima para baixo em termos de abstracção, generalidade e inclusão” (AUSUBEL, 2003, p. 6).

Neste contexto, Ausubel abordou dois pressupostos:

- 1) é menos difícil para os seres humanos apreenderem os aspectos diferenciados de um todo, anteriormente apreendido e mais inclusivo, do que formular o todo inclusivo a partir das partes diferenciadas anteriormente aprendidas; e 2) a organização que o indivíduo faz do conteúdo de uma determinada disciplina no próprio intelecto consiste numa estrutura hierárquica, onde as ideias mais inclusivas ocupam uma posição no vértice da estrutura e subsumem, progressivamente, as proposições, conceitos e dados factuais menos inclusivos e mais diferenciados (AUSUBEL, 2003, p. 166).

A reconciliação integradora do ponto de vista instrucional, é descrita por Moreira (2011, p. 51, tradução nossa) como “princípio programático da matéria de ensino segundo o qual o ensino deve explorar relações entre ideias, conceitos, proposições e apontar similaridades e diferenças importantes, reconciliando discrepâncias reais ou aparentes”.

Alicerçado nesses dois princípios programáticos do conteúdo da matéria de ensino, Moreira (2012) sugere que se inicie o ensino com os aspectos mais gerais e inclusivos do conteúdo, para que depois sejam progressivamente diferenciados e exemplificados, trabalhados em situações de ensino. Sendo assim, os conteúdos devem ser abordados em uma perspectiva de diferenciação e integração que acontecem ao mesmo tempo.

A aprendizagem significativa sendo um processo ativo exige certas condições, além da diferenciação progressiva e da reconciliação integradora, necessárias para que ela ocorra, apresentados a seguir.

3.1 CONDIÇÕES PARA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Ausubel (2003) afirma que para que ocorra a aprendizagem significativa é necessário que 1) os alunos manifestem uma disposição para apreenderem o novo material, relacionando-o de maneira não arbitrária e não literal ao conhecimento já existente e que 2) o material a ser apreendido seja potencialmente significativo para os alunos, isto é, seja relacionável com a estrutura de conhecimentos particulares de forma não arbitrária e não literal.

Quanto ao material de ensino ser potencialmente significativo, Moreira (2012, p. 8) enfatiza “que o material só pode ser *potencialmente significativo*, não *significativo*: não existe livro significativo, nem aula significativa, nem problema significativo, [...], pois o significado está nas pessoas, não nos materiais”.

Para Ausubel *et al.* (1980) o que está implícito ao afirmar que o material de aprendizagem deve ser *potencialmente* significativo, relacional, de forma não arbitrária e não literal, com as ideias relevantes do aluno, é que a capacidade de relação não-arbitrária implica que, se o próprio material apresenta um caráter não aleatório significa que possui uma base adequada para relacioná-lo de forma não arbitrária aos aspectos correspondentes relevantes da estrutura cognitiva, que os seres humanos conseguem aprender. Ausubel menciona um exemplo sobre o relacionamento entre os conceitos e como ele pode ocorrer:

Por exemplo, os dados sobre a temperatura média mensal das zonas urbanas relacionam-se significativamente com o conceito de clima, e esses dados relacionam-se, por sua vez, com ideias sobre irradiação solar, posição orbital da Terra, e assim por diante, num encadeamento geralmente coerente (AUSUBEL *et al.*, 1980, p. 37).

Sobre a relação substantiva (não literal) Ausubel *et al.* (1980) sugerem que, se a tarefa de aprendizagem for não arbitrária, não ocorre alteração resultante no significado, isto é, a aprendizagem significativa não pode depender do uso exclusivo de palavras ou qualquer outro tipo de representações particulares, excluindo outras; o mesmo conceito ou proposição pode expressar-se em linguagem sinônima e irá transmitir o mesmo significado ao aluno. Por exemplo:

[...] 'dog', 'Hund' e 'chien' significam o mesmo que 'cachorro' para uma pessoa que tem um certo domínio no inglês, alemão e francês; para uma pessoa com conhecimento elementar de aritmética, os símbolos $\frac{1}{2}$ e 0,5 se equivalem (AUSUBEL *et al.*, 1980, p. 38).

Além das duas condições já citadas para que ocorra aprendizagem significativa, Valadares (2005) cita a relação afetiva também como condição para a aprendizagem significativa. De acordo com o autor, o aluno não pode aprender significativamente se não estiver disposto a fazê-lo e isto depende da sua motivação e autoestima. Neste contexto, é necessário que professor e aluno compartilhem significados com relação aos conteúdos por meio de debates e negociação de significado, bem como de representações da realidade em estudo, pois:

Ensinar e aprender com significado requer interação, aceitação ou rejeição, caminhos diversos, percepção das diferenças, busca constante de todos os envolvidos na ação de conhecer. A aprendizagem significativa segue um caminho que não é linear, mas uma trama de relações cognitivas e afetivas (VALADARES, 2005, p. 5).

No entanto, mesmo atendendo a todas essas condições, podem acontecer situações em que o aluno não tenha disponível os conhecimentos prévios necessários para ancorar os novos conhecimentos. Para suprir essa necessidade, Ausubel (2003) propõe que se utilizem organizadores prévios antes da apresentação real do material de instrução, com o intuito de facilitar a aprendizagem significativa. O autor denomina de organizadores prévios:

[...] mecanismos pedagógicos que ajudam a implementar os princípios da diferenciação progressiva e da reconciliação integradora, estabelecendo a ligação entre o que o aprendiz já sabe e o que precisa de saber, caso pretenda apreender e reter, de forma eficaz, novos materiais de instrução.

Em termos operacionais, definem-se os organizadores como introduções relativamente breves, que diferem em termos de visão geral e previsão, na medida em que as ideias que contêm (1) são quer mais abstractas, inclusivas e gerais do que o material de aprendizagem mais detalhado que as precede, (2) quer mais relacionais e explicativas do que as ideias relevantes existentes, já presentes na estrutura cognitiva (AUSUBEL, 2003, p.151).

Assim, os organizadores prévios são materiais que devem ser apresentados antes da situação de aprendizagem em si, em um nível mais alto de abstração, generalidade e inclusividade, estabelecendo essa ligação, eles desempenham um papel de mediadores e cumprem a função de interação 1) entre o organizador e as ideias existentes e 2) entre o organizador e a nova ideia a ser

desenvolvida a partir da tarefa de aprendizagem.

A título de ilustração, segue um exemplo de organizador prévio apresentado por Moreira (2008), elaborado por estudantes de pós-graduação em Farmácia, que utilizaram a “maionese e sua preparação” como organizador prévio para a aprendizagem do conceito: “emulsão” (e sua forma de preparo).

Descrição do organizador prévio: A maionese é um alimento muito conhecido e consumido,... Sua vasta utilização e consumo devem-se, em parte, a sua facilidade de produção e obtenção. A maionese é produzida misturando-se ovos e adicionando a estes, em velocidade de agitação e adição constantes, o óleo. Um creme se formará indicando o final do processo. Dessa forma, nota-se que o preparo é simples, rápido e eficiente e, desde que se atente para alguns detalhes, a maionese será obtida com facilidade” (MOREIRA, 2008, p. 5, tradução nossa).

O objetivo do material é destacar que o modo de preparo da maionese é semelhante a maneira de produzir uma emulsão, atuando como organizador com a finalidade de associar a relação entre o conceito de emulsão e uma de suas aplicações, naquele contexto de conhecimento dos alunos. No exemplo, foi utilizado o conceito de um elemento culinário, *maionese* para servir de ancoragem ao novo conceito: emulsão.

De acordo com Ausubel (2003), a verificação da disponibilidade de conceitos relevantes na estrutura de conhecimentos do aluno pode ser realizada por meio de testes de múltipla escolha, entrevistas, de mapas de conceitos, entre outros. Se constatado a não disponibilidade de ideias relevantes para a ancoragem do novo conhecimento, será necessária a elaboração e aplicação de organizadores prévios antes de se introduzir o material de aprendizagem em si.

Com a intenção de facilitar a compreensão das ideias apresentadas, elaboramos o Quadro 1, que apresenta uma síntese dos conceitos da Teoria de Aprendizagem Significativa apontados até o momento.

Quadro 1 – Síntese de conceitos da TAS.

ESTRUTURA COGNITIVA DO APRENDIZ		ORGANIZAÇÃO DO CONTEÚDO	
SUBSUNÇOR	Conhecimentos prévios relevantes para a aprendizagem de novos conhecimentos.	PRÉ-DISPOSIÇÃO DO ALUNO	Disposição para apreender o novo material, relacionando-o de maneira não arbitrária e não literal ao conhec. já existente em sua estrutura cognitiva.

		MATERIAL POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVO	Relacionável com a estrutura cognitiva do aprendiz de forma não arbitrária e não literal.
DIFERENCIAÇÃO PROGRESSIVA	Processo que ocorre quando se atribui novos significados a um dado subsunçor.	DIFERENCIAÇÃO PROGRESSIVA	Ideias, conceitos, proposições mais gerais e inclusivos do conteúdo devem ser apresentados no início do ensino e, progressivamente, diferenciados, ao longo do processo, em termos de detalhes e especificidades.
RECONCILIAÇÃO INTEGRADORA	Conhecimentos já estabelecidos na estrutura cognitiva podem ser reconhecidos como relacionados, reorganizando-se e adquirindo novos significados.	RECONCILIAÇÃO INTEGRADORA	Explorar as relações entre ideias, destacando semelhanças e diferenças significativas e reconciliando divergências reais ou aparentes.
		ORGANIZADORES PRÉVIOS	Mecanismos pedagógicos que estabelecem a ligação entre o que o aprendiz já sabe e o que precisa de saber.

Fonte: a autora (2021).

Para tratar das aprendizagens que podem ocorrer em situações de ensino, Ausubel (1980; 2003) distingue entre três formas de aprendizagem significativa (subordinada, superordenada e combinatória) e identifica três tipos de aprendizagem significativa (representacional, conceitual e proposicional).

Com relação às formas de aprendizagem significativa temos:

a) Aprendizagem subordinada: é a mais comum, em que as novas ideias são aprendidas por ancoragem e subordinação aos conhecimentos prévios relevantes mais gerais e inclusivos presentes na estrutura cognitiva do aluno.

b) Aprendizagem superordenada: ocorre quando o aluno aprende um novo conceito mais abrangente que o subsunçor já existente em sua estrutura de conhecimentos, passando a subordinar os conhecimentos que lhe deram origem.

c) Aprendizagem combinatória: é a forma em que a atribuição de significados a um novo conhecimento acontece por interação com vários conhecimentos existentes na estrutura cognitiva e não com um determinado

subsunçor. Por isso não subordina nem superordena os conhecimentos originais.

Referente aos tipos de aprendizagem significativa, temos:

a) Aprendizagem representacional (de representações): é o tipo mais básico e que condiciona todos os outros aprendizados significativos. Implica em aprender o significado de símbolos unitários ou aprender o que eles representam, ou seja, o símbolo significa aquilo que o seu referente significa. Essa aprendizagem pode ser significativa porque o símbolo significa um referente concreto e pode relacionar-se de forma não arbitrária a uma generalização existente na estrutura cognitiva do aluno.

b) Aprendizagem conceitual (de conceitos²²): é aquela em que o aluno consegue perceber regularidades em objetos ou acontecimentos, vindo a representá-los por determinado símbolo e não mais dependendo de um referente concreto para dar significado a esse símbolo, já que os próprios conceitos consistem nos atributos específicos abstratos comuns de uma determinada categoria de objetos, acontecimentos ou fenômenos.

c) Aprendizagem proposicional (de proposições): consiste em aprender o significado de ideias expressas verbalmente numa frase que contém significados de palavras ora denotativos, ora conotativos, nas funções sintáticas e nas relações entre as palavras.

E para além da aprendizagem significativa é importante apresentar a dicotomia existente entre aprendizagem significativa e aprendizagem mecânica, ou ainda, por memorização.

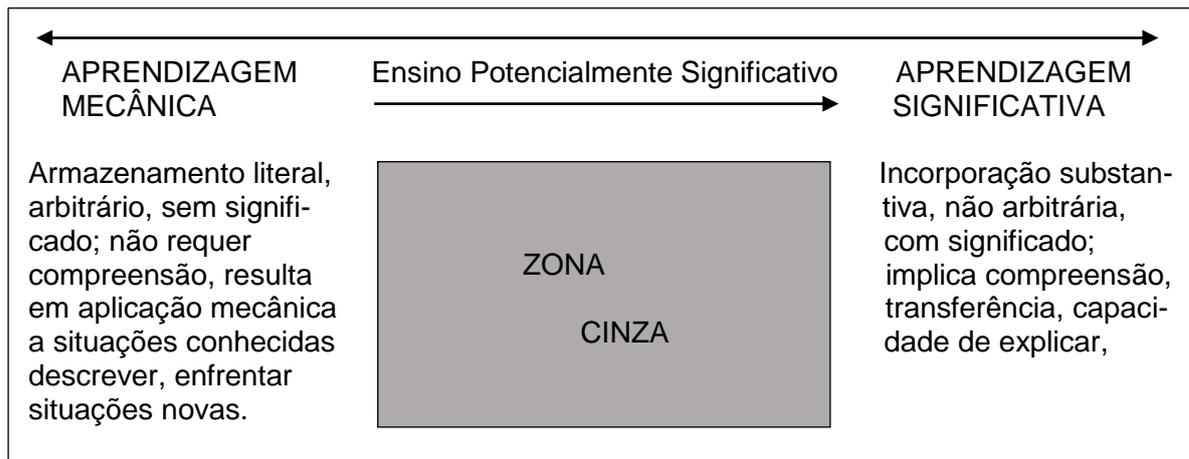
3.2 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA X APRENDIZAGEM MECÂNICA

Ausubel (2003) afirma que a aprendizagem significativa e a aprendizagem mecânica (por memorização) não constituem uma dicotomia, apesar de existirem diferenças entre elas, mas que podem ser colocadas num contínuo memorização-significativo, tal como sugere a Figura 13. A este contínuo Moreira (2012) denominou de “zona cinza”, apontando que é nessa região intermediária que boa parte da aprendizagem ocorre e que a passagem do aluno pela zona cinza pode ser facilitada por um ensino potencialmente significativo. No entanto, é ilusão acreditar

²² Ausubel (2003, p. 2) define conceito como “objetos, acontecimentos, situações ou propriedades que possuem atributos específicos comuns e são designados pelo mesmo signo ou símbolo”.

que essa passagem ocorre de maneira natural ou automática, pois depende da existência de conhecimentos prévios relevantes, da predisposição do aluno em aprender, da existência de material potencialmente significativo e da mediação do professor; se essas condições não forem satisfeitas, ao final do processo pode predominar a aprendizagem por memorização.

Figura 13 – Contínuo aprendizagem significativa-aprendizagem mecânica.



Fonte: MOREIRA (2012, p. 41, tradução nossa).

De acordo com a teoria de Ausubel, quando ocorre aprendizagem significativa as tarefas de aprendizagem interagem e são ancoradas a ideias relevantes estabelecidas na estrutura cognitiva do aluno. Já na aprendizagem por memorização, os materiais apreendidos se relacionam com a estrutura em uma base puramente associativa, constituídas numa base literal que não permite ancoragem a longo prazo, sendo o intervalo de retenção relativamente curto.

Estes autores apontam algumas razões para a ocorrência da aprendizagem por memorização. Ausubel (2003) exemplifica que experiências anteriores dos alunos em serem cobrados, por alguns professores, a apresentarem respostas corretas de forma literal com o que os professores e os manuais escolares afirmam, podem ser uma das razões que leva o aluno a desenvolver um mecanismo de aprendizagem memorizada. Moreira (2012) afirma que são as avaliações e procedimentos de ensino que estimulam esse tipo de aprendizagem.

O autor se preocupa, ainda com as diferenças entre aprendizagem por memorização, recepção e descoberta. Na aprendizagem por recepção, o aluno “recebe” o conhecimento em sua forma final, não precisando descobrir para aprender (MOREIRA, 2012).

Ausubel (2003) indica que aprender receptivamente não implica passividade ou memorização, ao contrário, exige-se um ensino expositivo baseado nas condições que caracterizam a aprendizagem significativa, envolvendo processos de captação de significados, ancoragem, diferenciação progressiva e reconciliação integradora. Ainda neste contexto, pode ocorrer também a aprendizagem por descoberta que ao contrário pode ser de natureza memorizada, pois não se adapta aos princípios da aprendizagem significativa (AUSUBEL, 2003).

Vivemos num período de mudanças rápidas e drásticas que requer uma aprendizagem que seja, não apenas significativa mas também crítica, que prepare os alunos para uma sociedade dinâmica e complexa (MOREIRA, 2010). É a partir desse pensamento, e dessa realidade, que Moreira propõe uma estrutura de sequência de ensino que pode servir de “guia” aos professores, bem como um avanço na Teoria de Aprendizagem Significativa de modo a considerar as demandas da contemporaneidade.

Tendo como norte os pressupostos da Teoria de Aprendizagem Significativa de Ausubel e os trabalhos de outros autores na mesma área, Moreira em 2000²³ propôs, não uma didática, mas uma sequência de princípios facilitadores com vistas à promoção da aprendizagem significativa crítica, considerando uma formação pautada em conceitos e estratégias para sobreviver na sociedade contemporânea, em que as mudanças de conceitos, valores e tecnologias ocorrem de maneira rápida.

Para Moreira (2007, p. 11), “na sociedade contemporânea não basta adquirir novos conhecimentos de maneira significativa, é preciso adquiri-los criticamente”, pois é necessário formar pessoas preparadas para a mudança e para atuação na sociedade em que vivemos, para participar das decisões sociais e políticas, mas também distanciar-se quando necessário.

De modo a colaborar com o ensino e a aprendizagem, Moreira (2010) propõe uma série de princípios que apresentam implicações diretas na organização do ensino e outros de natureza epistemológica que também funcionam como um guia ao professor na tarefa de mediação de um ensino que tenha como meta promover a aprendizagem significativa crítica, entendida pelo autor como:

[...] aquela perspectiva que permite ao sujeito fazer parte de sua cultura e, ao mesmo tempo, estar fora dela. ..., não ser subjugado por

²³ Moreira apresentou os princípios da aprendizagem significativa crítica no III Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa em Peniche - Portugal, no ano de 2000. Nesta dissertação, iremos utilizar o texto intitulado “Aprendizagem Significativa Crítica”, 2ª edição 2010.

ela, por seus ritos, mitos e ideologias. É através dessa aprendizagem que ele poderá lidar construtivamente com a mudança sem deixar-se dominar por ela, manejar a informação sem sentir-se impotente frente a sua grande disponibilidade e velocidade de fluxo, usufruir e desenvolver a tecnologia sem tornar-se tecnófilo. Por meio dela, poderá trabalhar com a incerteza, a relatividade, a não-causalidade, a probabilidade, a não-dicotomização das diferenças, com a ideia de que o conhecimento é construção (ou invenção) nossa, que apenas representamos o mundo e nunca o captamos diretamente (MOREIRA, 2010, p. 7).

Para facilitar a aprendizagem significativa crítica, Moreira (2010, p. 20-21) descreve 11 princípios associados à aprendizagem significativa com vistas à implementação em sala de aula:

1. Aprender que aprendemos a partir do que já sabemos. (*Princípio do conhecimento prévio.*)
2. Aprender/ensinar perguntas ao invés de respostas. (*Princípio da interação social e do questionamento.*)
3. Aprender a partir de distintos materiais educativos. (*Princípio da não centralidade do livro de texto.*)
4. Aprender que somos perceptores e representantes do mundo. (*Princípio do aprendiz como perceptor/representador.*)
5. Aprender que a linguagem está totalmente implicada em qualquer e em todas as tentativas humanas de perceber a realidade. (*Princípio do conhecimento como linguagem.*)
6. Aprender que o significado está nas pessoas, não nas palavras. (*Princípio da consciência semântica.*)
7. Aprender que o ser humano aprende corrigindo seus erros. (*Princípio da aprendizagem pelo erro.*)
8. Aprender a desaprender, a não usar conceitos e estratégias irrelevantes para a sobrevivência. (*Princípio da desaprendizagem.*)
9. Aprender que as perguntas são instrumentos de percepção e que definições e metáforas são instrumentos para pensar. (*Princípio da incerteza do conhecimento.*)
10. Aprender a partir de distintas estratégias de ensino. (*Princípio da não utilização do quadro-de-giz.*)
11. Aprender que simplesmente repetir a narrativa de outra pessoa não estimula a compreensão. (*Princípio do abandono da narrativa.*)(*ibid.*).

Estes elementos são importantes para tratar das sequências de ensino e dos elementos que as constituem, visto que a Unidade de Ensino Potencialmente Significativa foi detalhada por Moreira para atender as demandas da sociedade contemporânea e auxiliar na facilitação da aprendizagem significativa.

Baseados neste arcabouço teórico, elaboramos um Produto Técnico-Tecnológico, as orientações descritas por Moreira serão detalhadas no capítulo de aspectos metodológicos e a descrição da unidade de ensino será feita quando da análise dos dados coletados.

4 CAMINHAR METODOLÓGICO

Neste capítulo abordamos o percurso metodológico que norteou o desenvolvimento desta pesquisa cujo objetivo *investigar o uso de uma unidade de ensino potencialmente significativa para a aprendizagem de projeção ortogonal* foi detalhado a partir de possíveis respostas à questão de pesquisa *Que elementos da teoria de aprendizagem significativa são mobilizados no desenvolvimento de uma unidade de ensino potencialmente significativa (UEPS) para o ensino de projeção ortogonal?*

A pesquisa²⁴ aqui reportada se pauta na metodologia de pesquisa qualitativa, pois o ambiente da sala de aula é o campo para coleta de dados, as inferências do pesquisador se pautam no processo e desenvolvimento do material de ensino e não apenas no resultado, as análises de dados envolvem descrições detalhadas do observado com as interpretações associadas à teoria estudada. Como já descrito por Bogdan e Biklen (1994, p. 48), “os investigadores qualitativos frequentam os locais de estudo porque se preocupam com o contexto. Entendem que as ações podem ser melhor compreendidas quando são observadas no seu ambiente habitual de ocorrência”, e neste sentido, a pesquisadora, durante o desenvolvimento das aulas atuou como professora e pesquisadora.

Os dados foram coletados durante a aplicação de uma unidade de ensino potencialmente significativa, elaborada a partir dos pressupostos teóricos apresentados neste relatório. Neste capítulo abordamos: o contexto da pesquisa empírica; especificidades de como a UEPS²⁵ foi elaborada – de modo a detalhar o desenvolvimento das aulas em que os dados foram coletados; uma explicação sobre os instrumentos utilizados na coleta de dados; e, a estrutura utilizada para análise dos dados coletados.

4.1 CONTEXTO DA PESQUISA EMPÍRICA

A coleta de dados ocorreu durante a aplicação da UEPS em uma turma de primeiro semestre do curso técnico em Edificações da Escola Etec – “Jacinto

²⁴ Esta pesquisa foi submetida à Plataforma Brasil e aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) pelo Parecer nº 4.312.368 em 01 de outubro de 2020.

²⁵ A Unidade de Ensino completa consta no Produto Técnico-Tecnológico disponível em Schiavo (2021).

Ferreira de Sá”, na cidade de Ourinhos/ SP, durante a disciplina de Desenho Básico Aplicado à Construção Civil – DBACC, que apresenta em sua ementa o conteúdo de projeção ortogonal.

O curso técnico em Edificações²⁶ está inserido no eixo tecnológico “infraestrutura” e é composto por três módulos com a duração de um semestre cada módulo. O ingresso ao curso é por meio de processo seletivo para alunos que tenham concluído, no mínimo, a primeira série e estejam matriculados na segunda série do ensino médio ou equivalente.

A Etec – “Jacinto Ferreira de Sá” oferta 40 vagas por semestre para o curso técnico em Edificações, sendo que nas aulas de disciplinas práticas, como a de DBACC, a turma é dividida em duas para um melhor aproveitamento do aluno. No início do período letivo (agosto de 2020) haviam 17 alunos matriculados em uma das turmas, porém na data de aplicação deste produto, ocorrida entre os dias 28/10/2020 e 16/11/2020, estavam frequentando apenas cinco alunos. O grande número de desistência, segundo a professora que ministra essa disciplina, ocorreu devido às aulas serem remotas, o que desestimulou os alunos. Destaca-se que a coleta de dados ocorreu em momento crítico no cenário mundial, ocasionado pela pandemia Covid-19 e por esta razão o ensino foi realizado por meio de aulas síncronas via plataforma Google Meet, bem como da disponibilização de atividades assíncronas utilizando ambientes virtuais para contato e entrega de documentos²⁷.

Cinco alunos, com faixa etária entre 19 e 33 anos, do curso técnico em Edificações participaram da pesquisa que foi desenvolvida no período de 10 horas-aula. Denominamos estes alunos de “A”, “B”, “C”, “D” e “E” para preservar suas identidades. Também participaram do momento de coleta de dados a professora da turma, a que nos referimos por professora-regente que participou de todas as aulas como ouvinte e a professora-pesquisadora, que atuou na condução de todas as atividades da UEPS. Todos os participantes da pesquisa autorizaram a coleta de dados e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido.

²⁶ Informações sobre competências profissionais, matriz curricular e plano de curso podem ser acessadas pelo site <<https://eteourinhos.com.br/index.php/edificacoes/>>.

²⁷ A coleta de dados foi realizada em ambiente remoto por meio de aulas síncronas no ambiente virtual do Google Meet, sendo algumas atividades desenvolvidas pelos alunos de forma assíncrona, dado o cenário causado pela pandemia do Novo Coronavírus - COVID-19 no ano de 2020, em que a pesquisa empírica ocorreu, houve a substituição das aulas presenciais por aulas que utilizam meios e tecnologias de informação e comunicação, autorizada pela Portaria nº 343 do Ministério da Educação (MEC) datada a partir do dia 17 de março de 2020.

4.2 A ELABORAÇÃO DA UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA: PRODUTO TÉCNICO-TECNOLÓGICO

De acordo com Documento Orientador de APCN²⁸ emitido em 2020 pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), o produto técnico-tecnológico enquadra-se nos campos da Plataforma Sucupira como categoria de “(i) desenvolvimento de material didático e instrucional” pois trata-se de uma sequência de ensino, especificamente uma unidade de ensino potencialmente significativa para o ensino de projeções ortogonais.

A elaboração da unidade de ensino é parte integrante da pesquisa, denominada de unidade de ensino potencialmente significativa (UEPS). O público a que se destina o material produzido é de professores das áreas técnicas de edificações, mecânica, eletromecânica e segurança do trabalho, em que é abordado o ensino de projeção ortogonal. O objetivo do material é proporcionar uma sequência de ensino para o conteúdo de projeção ortogonal em cursos técnicos que o conteúdo seja requerido, bem como auxiliar os professores de cursos técnicos da educação profissional e incentivá-los a se aprofundarem em seus estudos e elaborarem também uma proposta de UEPS para o ensino de outros conteúdos.

O produto técnico-tecnológico tem como título *Sequência de ensino: uma UEPS para o ensino de projeção ortogonal*²⁹ e contempla os princípios teóricos para a elaboração de uma UEPS, de acordo com Moreira (2011), o planejamento das aulas embasado em tais princípios, sugestões de atividades e material didático, bem como o direcionamento sobre como encaminhar as atividades em sala de aula. O Quadro 2 detalha os aspectos sequenciais da UEPS.

A proposta inicial de implementação em aulas regulares para o ambiente presencial foi alterada para aulas síncronas e assíncronas no ambiente remoto, devido ao momento vivenciado no ano de 2020 em decorrência da pandemia Covid-19.

²⁸ Disponível em: <file:///C:/Users/Particular/Downloads/Documento_orientador_apcn_Ensino.pdf>.

²⁹ Disponível em < <https://uenp.edu.br/ppgen-produtos-educacionais/958-producoes-tecnicas-educacionais-da-3-turma-2019-2021>>.

Quadro 2 - Aspectos sequenciais da UEPS.

1	• Definição do tópico específico a ser abordado, identificando seus aspectos declarativos e procedimentais tais como aceitos no contexto da matéria de ensino.
2	• Propor situações que levem o aluno a externalizar seu conhecimento prévio relacionado ao conteúdo, supostamente relevante para a nova aprendizagem.
3	• Propor situações-problema em nível introdutório, preparando a estrutura cognitiva do aluno para a introdução do conhecimento, podendo funcionar como organizadore prévio.
4	• Apresentar elementos do conteúdo em aspectos mais gerais, inclusivos, para em seguida exemplificar e abordar aspectos específicos, levando em conta a diferenciação progressiva.
5	• Retomar os conteúdos estruturantes em um nível mais alto de complexidade propondo novas situações-problema, novos exemplos, promovendo a reconciliação integradora. Devem ser propostas atividades colaborativas que envolvam negociação de significados e mediação do docente.
6	• Concluir a UEPS dando seguimento ao processo de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa por meio de nova apresentação de significados e situações-problema mais complexas que as anteriores.
7	• Realizar uma avaliação somativa individual com situações-problema que impliquem compreensão e que evidenciem captação de significados.
8	• A UEPS somente será considerada exitosa se a avaliação do desempenho dos alunos fornecer evidências de aprendizagem significativa.

Fonte: Adaptado de Moreira (2011).

O Quadro 3 aborda uma síntese da Unidade de Ensino, descrita com detalhes na produção Schiavo (2021), juntamente com o objetivo de cada atividade e sua relação com a potencialidade do material para a aprendizagem significativa, de acordo com os elementos apresentados no Capítulo 3 deste relatório.

Quadro 3 – Síntese das atividades da UEPS

Passo da UEPS	Elementos da Teoria	Definição ou Atividades	Materiais e Recursos ³⁰
Passo 1	Definição do tópico a ser abordado	Projeção ortogonal	Definido pelo Professor e explanado por meio de exposição teórica
Passo 2	Identificação de Conhecimentos Prévios	1. Questionário para identificar conhecimentos dos alunos sobre desenho geométrico; métodos de	Formulários Google

³⁰ Descrevemos os materiais como utilizados na aplicação no âmbito remoto, os quais podem ser adaptados para outros contextos educacionais.

		representação gráfica; visualização espacial e; projeção ortogonal (Apêndice A). Objetivo: identificar os conhecimentos prévios dos alunos.	
		2. Atividade: desenhe uma mesa. Objetivo: verificar a habilidade do aluno de representação espacial em três dimensões (Apêndice B).	Folha de sulfite; lápis
Passo 3	Propor situações-problema que podem colaborar na atribuição de sentido ao novo conhecimento e podem funcionar como organizadores prévios	3. Atividade: olhando um objeto através do vidro de uma janela, desenhe o contorno desse objeto na folha de acetato colada no vidro (Apêndice C). Objetivo: organizador prévio para auxiliar no ensino de projeções cônicas e cilíndricas	Folha de acetato; fita adesiva; caneta para retroprojeter
		4. Foram propostas duas situações-problema sobre os meios de representação de um objeto tridimensional e qual deles seria o ideal para a confecção de tal objeto (Apêndice D). 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.	Aula teórica por meio do Google Meet Disponibilização de atividades no Google Classroom
Passo 4	Auxiliar na diferenciação progressiva dos conceitos	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. (Apêndice E). Objetivo: reduzir a abstração, trabalhando primeiramente com um objeto manipulável, para depois apresentar conceitos e atividades mais complexas e assim ser progressivamente diferenciados no decorrer das aulas.	Papelão; fita adesiva; blocos de madeira; papel isométrico; lápis
		6. Questionário com 9 questões que contemplam aspectos da visualização espacial (Apêndice F). Objetivo: desenvolver a habilidade de visualização espacial trabalhando com aspectos mais gerais do conteúdo.	Formulários Google
Passo 5	Auxiliar na reconciliação Integradora dos conceitos trabalhados	7. Atividade de escrita da linguagem gráfica, organizada em uma apostila contendo 5 tarefas para realização das vistas ortográficas (Apêndice G). Objetivo: propor tarefas que exigissem do aluno a abstração, pois não	Apostila; lápis; jogo de esquadros

		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	Auxiliar na Diferenciação progressiva e Reconciliação Integradora	<p>8 . Atividade de leitura da linguagem gráfica, organizada em uma apostila contendo 3 tarefas que devem ser realizadas a partir das vistas ortográficas apresentadas: a primeira é 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. (Apêndice H).</p> <p>Objetivo: finalizar o conteúdo diferenciando os conceitos que serão utilizados para o processo de leitura das vistas ortográficas para a visualização do objeto, e assim destacar as semelhanças e diferenças entre os conceitos que foram trabalhados no decorrer da UEPS.</p>	Apostila; blocos de madeira; um bloco de sabão; faca; caneta; lápis; jogo de esquadros
Passo 7	Avaliação somativa individual	<p>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. (Apêndice I).</p> <p>Objetivo: identificar indícios de compreensão do conteúdo, e se eles são capazes de transferir os conhecimentos de leitura e escrita de projeção ortogonal bem como a habilidade de visualização espacial.</p>	Papel sulfite; lápis; jogo de esquadros
		<p>10. Questionário final contendo questões relacionadas aos tópicos da linguagem do desenho técnico (Apêndice J).</p> <p>Objetivo: avaliar a aplicação dos conhecimentos ministrados.</p>	Formulários Google
Passo 8	Avaliação da UEPS	Verificar se a avaliação do desempenho dos alunos forneceu evidências de aprendizagem.	-

Fonte: a autora (2021).

Durante o desenvolvimento das atividades, dados foram coletados com a finalidade de avaliar a UEPS desenvolvida e servir de base para as inferências realizadas na pesquisa qualitativa.

4.3 OS INSTRUMENTOS PARA COLETA DE DADOS

Com vistas a facilitar tanto a avaliação da aprendizagem quanto para investigar os elementos da TAS mobilizados pelos alunos, utilizamos os seguintes instrumentos durante a implementação da UEPS:

- Questionários: foram propostos três questionários, sendo os registros coletados em meio digital, todos elaborados no Formulários Google e disponibilizados aos alunos por meio de link postado no Google Classroom.
 - O primeiro questionário (Apêndice A) teve por objetivo identificar os conhecimentos prévios dos alunos e foi aplicado de forma síncrona no primeiro dia de aula, como primeira atividade da UEPS;
 - O segundo questionário (Apêndice F) continha atividades que tinham por objetivo auxiliar no desenvolvimento da habilidade de visualização espacial nos alunos, solicitado no terceiro dia de aula para ser desenvolvido de forma assíncrona como sexta atividade da UEPS e;
 - O terceiro questionário (Apêndice J) teve como objetivo a avaliação somativa individual, com intuito verificar o desempenho do aluno em relação aos conteúdos ministrados no decorrer das aulas, solicitado no último dia de aula para ser realizado de forma assíncrona, como última atividade da UEPS.

- Registros Escritos e Falados durante a realização de tarefas: foram propostas cinco tarefas, sendo as instruções para realização das mesmas disponibilizadas no Google Classroom.
 - A primeira tarefa (Apêndice B) teve como objetivo identificar os conhecimentos prévios dos alunos por meio do registro de uma foto do desenho de uma mesa realizado à mão, com lápis e esquadros, solicitada no primeiro dia de aula para ser realizada de forma assíncrona, como segunda atividade da UEPS;
 - A segunda tarefa (Apêndice C) tinha o objetivo de funcionar como organizador prévio para o ensino de projeções cônicas e cilíndricas sendo os dados coletados por meio do registro de uma foto do desenho realizado à mão, em uma folha de acetato com caneta para retroprojeter e uma foto do objeto desenhado. Foi solicitada no primeiro dia de aula

- para ser realizada de forma assíncrona, como terceira atividade da UEPS;
- Na terceira tarefa (Apêndice D) os alunos deveriam se reunir em duplas para refletirem sobre algumas situações-problema que foram apresentadas nos slides no decorrer do segundo dia de aula. A ideia era atribuir sentido aos conceitos de projeção cônica e projeção cilíndrica, sendo os dados coletados por meio do registro escrito das conclusões da dupla. Foi realizada de forma síncrona, como quarta atividade da UEPS;
 - A quarta tarefa (Apêndice E) propunha o trabalho com objetos manipuláveis, sendo eles: papelão e blocos de madeira que foram entregues aos alunos em suas residências. Esta tarefa tinha a finalidade de reduzir a abstração no ensino das vistas ortográficas, sendo os dados coletados por meio de fotos dos desenhos realizados no diedro e no papel isométrico e foto do objeto representado. Foi solicitada no terceiro dia de aula para ser realizada de forma síncrona, como quinta atividade da UEPS;
 - A quinta tarefa (Apêndice I) foi utilizada para a avaliação somativa individual, propunha a elaboração das três vistas ortográficas da peça que se encaixaria no bloco de sabão esculpido. Esta tarefa tinha o propósito de verificar se o aluno era capaz de transferir os conhecimentos de escrita e leitura da linguagem gráfica, sendo os dados coletados por meio de fotos dos desenhos realizados e registro escrito da explicação de como o aluno imaginou a peça. Foi solicitada no último dia de aula para ser realizado de forma assíncrona, como nona atividade da UEPS.
- Dados coletados a partir de inteiração dos estudantes com atividades dispostas em Apostilas, entre registros escritos e imagens: foram elaboradas duas apostilas que foram impressas e entregues na residência de cada aluno.
 - Uma delas continha exercícios relacionados a escrita da linguagem gráfica (Apêndice G) em que eram desenvolvidas as vistas ortográficas a partir de peças desenhadas em perspectiva, sendo os dados coletados por meio de fotos dos desenhos realizados. Esta apostila foi trabalhada

- no quarto dia de aula sendo alguns exercícios realizados de forma síncrona e outros de forma assíncrona, como sétima atividade da UEPS;
- A outra apostila que trazia exercícios relacionados a leitura da linguagem gráfica (Apêndice H), foi aplicada no último dia de aula. Os exercícios estavam organizados em três diferentes tarefas: a primeira propunha a montagem de um objeto com os blocos de madeira (entregue aos alunos em suas residências) a partir das vistas ortográficas apresentadas. A segunda foi desenvolvida utilizando-se um bloco de sabão (entregue aos alunos em suas residências) e uma faca para modelá-lo a partir da projeção ortogonal apresentada no exercício. Ambas tarefas foram desenvolvidas de forma síncrona e os dados coletados por meio de fotos dos objetos montados e do sabão esculpido. A terceira tarefa desta apostila solicitava que o aluno desenhasse em perspectiva isométrica o objeto que estava representado em projeção ortogonal, sendo o primeiro exercício realizado de forma síncrona e os demais de forma assíncrona. Os dados coletados desta terceira tarefa da apostila se deu por meio de fotos dos desenhos realizados. Foi solicitada no último dia de aula para ser realizado de forma assíncrona, como nona atividade da UEPS.
 - Gravações das aulas: os cinco encontros, totalizando dez horas-aula, foram realizados de forma síncrona por meio da plataforma Google Meet e todos foram gravados com a intenção capturar a comunicação entre os alunos, o registro das dúvidas, entre outras manifestações dos alunos. Dados também foram coletados nas interações do *chat* por meio dos registros escritos dos participantes.

A análise dos dados seguiu pressupostos da análise qualitativa e foi elaborada de modo a proporcionar a interpretação dos dados tendo por norte a teoria utilizada.

4.4 ESTRUTURA DE ANÁLISE DE DADOS

Com o propósito de *investigar o uso de uma unidade de ensino potencialmente significativa para a aprendizagem de projeção ortogonal* e tecer

possíveis respostas aos *elementos da teoria de aprendizagem significativa que são mobilizados no desenvolvimento de uma unidade de ensino potencialmente significativa (UEPS) para o ensino de projeção ortogonal* a análise de dados foi estruturada considerando três momentos.

Momento de Análise 1 - Síntese Descritiva

A síntese descritiva compreende a descrição da aplicação da Unidade de Ensino Potencialmente Significativa. Consideramos este momento importante para sistematizar as ações e declarar o contexto em que os dados foram coletados. Na síntese de cada passo serão abordados: conteúdos; número de atividades; duração; objetivos e elementos teóricos usados na sua elaboração.

Momento de Análise 2 – Análise local

Compreende a análise local, uma descrição dos registros dos alunos nas atividades de modo a investigar a manifestação dos alunos em relação aos conteúdos trabalhados e inferir possibilidades sobre a aprendizagem dos alunos sobre o conteúdo de projeção ortogonal e os demais tópicos abordados durante as aulas. O Quadro 4 indica a participação de cada aluno no desenvolvimento das atividades propostas na UEPS.

Quadro 4 - Participação dos alunos nas atividades da UEPS

Código do aluno	Atividade da UEPS, conforme Quadro 3									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Aluna "A"	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Aluna "B"	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Aluna "C"	X		X	X	X	X	X	X	X	
Aluna "D"	X			X	X	X		X*		
Aluno "E"	X		X		X	X	X*	X*	X	X

* - aluno realizou apenas um exercício da atividade.

Fonte: a autora.

Considerando as informações apresentadas no Quadro 4 e a importância da coleta de dados durante a realização do maior número de atividades, neste relatório optamos por analisar os dados dos participantes da pesquisa, os alunos "A" e "B", visto que os alunos "C", "D" e "E" tiveram o *corpus* de dados reduzido

devido à sua entrega das atividades da UEPS. Mesmo as análises locais contendo o detalhamento dos registros destes dois alunos, a síntese descritiva contempla a coleta de dados com todos os alunos e o detalhamento dos elementos que evidenciam a aprendizagem significativa no contexto das atividades da UEPS considera os dados coletados com todos os alunos.

Momento de Análise 3 – Discussão dos resultados

Este momento é apresentado nas considerações finais da pesquisa, quando de posse da síntese descritiva e das análises locais os resultados da pesquisa são discutidos, face aos elementos que permitam responder à questão de pesquisa.

Após a leitura de todo o material coletado, foi possível a realização da avaliação das atividades que compunham a UEPS, a partir dos indicativos de aprendizagem significativa dos alunos e das reflexões da professora-pesquisadora, para então serem sugeridas as reformulações nas atividades e a proposição do Produto Técnico-tecnológico.

5 ANÁLISE DOS DADOS E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

5.1 SÍNTESE DESCRITIVA DE APLICAÇÃO DA UEPS

Após a construção da Unidade de Ensino e autorização do diretor da escola técnica, bem como do coordenador do curso e da professora regente da disciplina, a implementação do Produto Técnico-Tecnológico foi realizada no segundo semestre do ano de 2020, entre os dias 28 de outubro e 16 de novembro, durante cinco encontros, totalizando dez horas-aula com duração de cinquenta minutos cada.

A UEPS foi estruturada para que cada passo sequencial fosse desenvolvido em um encontro, sendo que as atividades selecionadas para compor a UEPS foram adaptadas para o contexto da pandemia Covid-19³¹.

Passo 1 da UEPS: Definição do tópico a ser abordado

Tomamos o conteúdo de projeção ortogonal como tópico a ser tratado nesta UEPS, e trabalhamos seus aspectos declarativos e procedimentais, por meio de seus dois princípios básicos apresentados por French e Vierck (1995):

1º) Escrita da linguagem gráfica, em que são abordados os seguintes conceitos:

- a) Denominação das vistas: frontal, posterior, superior, inferior, lateral esquerda e lateral direita;
- b) Posição relativa das vistas: as seis vistas principais devem ser dispostas na folha de desenho de acordo com o método de projeção ortográfica adotado (1º ou 3º diedro) e assim seguir as orientações da NBR 10067 para a posição relativa das vistas;
- c) Escolha das vistas: identificar quais são as vistas necessárias para descrever clara e completamente o objeto;
- d) Transferência de medidas: por meio de uma linha de rebatimento é possível as medidas (largura, altura ou profundidade) de uma vista para outra;
- e) Vistas de faces, arestas e vértices: é a forma como cada um destes elementos são representados na projeção conforme sua posição em relação ao plano de projeção;

³¹ A proposta original da pesquisa a coleta de dados fora idealizada em modo presencial o que não foi possível devido ao agravamento das questões de saúde no país.

- f) Representação de linhas: 1. Para contornos e arestas visíveis são utilizadas linhas contínuas; 2. Para contornos e arestas invisíveis, quando alguma parte do objeto não pode ser vista devido a posição do observador, utilizam-se linhas tracejadas para representar estas arestas ocultas ao olhar do observador e; 3. Para representar linhas de centro ou eixos de simetria, geralmente encontradas em objetos com formato cilíndrico ou cônico, o símbolo padrão é uma linha fina de traços longos e curtos alternados;
- g) Primazia das linhas: quando duas ou mais linhas são coincidentes em uma projeção, deve-se seguir a seguinte ordem: 1. Linha contínua; 2. Linha tracejada; 3. Linha de centro; 4. Linhas de ruptura; 5. Linhas de cota; 6. Linhas hachuradas;
- h) Etapas do traçado do desenho: é apresentada a sequência habitual do traçado das vistas que se inicia com o desenho em esboço para depois utilizar os instrumentos de desenho.

2º) Leitura da linguagem gráfica: Ler uma projeção ortográfica requer experiência e deve ser feita sempre com calma e cuidado. Ao olharmos para as projeções de um objeto, devemos imaginá-las como se fossem o próprio objeto e assim visualizá-lo tridimensionalmente, sendo para isso necessário o conhecimento e a prática de desenho e leitura de projeções ortogonais, abordados no decorrer desta UEPS por meio de exercícios específicos sobre o tema e outros, que auxiliarão no desenvolvimento da habilidade de visualização, muito utilizada no processo de leitura do desenho. Visto que, conforme sinalizam French e Vierck (1995, p. 189), “a capacidade de visualizar uma forma representada por um desenho é quase que inteiramente determinada pelo conhecimento que se possui dos princípios da projeção ortográfica”.

Passo 2 da UEPS: Identificação dos conhecimentos prévios

Data da aplicação: 28/10/2020 (1º dia de aula)

Duração da aula: 2 horas-aula

Atividades realizadas: questionário (Apêndice A – realizado de forma síncrona); desenho de uma mesa (Apêndice B – realizado de forma assíncrona); desenho do contorno de um objeto visto através do vidro de uma janela - atividade vinculada ao passo 3 (Apêndice C – realizado de forma assíncrona).

Na primeira aula a professora-pesquisadora apresentou sua

pesquisa, orientou os alunos quanto ao funcionamento dos aplicativos Google (Meet, Classroom e Formulários) que seriam utilizados durante as aulas, explicou como seriam desenvolvidas as atividades síncronas e assíncronas, enviou o convite por e-mail aos alunos para acessarem o Google Classroom e solicitou o endereço residencial dos alunos para que pudesse entregar os materiais que seriam utilizados durante as aulas. Assim, cada aluno recebeu em sua casa uma folha de acetato, uma fita adesiva, uma caneta de retroprojektor, blocos de madeira, três pedaços de papel paraná, uma barra de sabão, folhas de sulfite e uma apostila impressa em que continha exercícios a serem realizados no decorrer das aulas (o material completo pode ser acessado em Schiavo (2021)).

A primeira atividade foi desenvolvida de forma síncrona e consistiu de um teste inicial que teve a finalidade de possibilitar ao aluno registrar, mesmo que em parte, seus conhecimentos prévios relevantes para a aprendizagem significativa de projeção ortogonal. O teste continha sete perguntas (objetivas e dissertativas) ligadas aos conhecimentos de desenho geométrico; métodos de representação gráfica e sua relação com os desenhos que compõem um projeto arquitetônico; habilidade de visualização espacial e; o conhecimento de projeção ortogonal estudado na educação básica, conforme apresentado no Apêndice A.

Como atividade a ser desenvolvida de forma assíncrona, os alunos realizaram o desenho de uma mesa em perspectiva cavaleira (Apêndice B). Foi disponibilizado o endereço eletrônico de um vídeo em que era explicado, de uma forma geral, como se realiza uma perspectiva cavaleira.

De modo geral, essas atividades tinham o objetivo de identificar nas respostas dos alunos registros associados aos conceitos de desenho geométrico, métodos de representação gráfica, visualização espacial, conceitos de projeção ortogonal estudados na educação básica e a representação espacial em três dimensões.

A atividade de desenhar o contorno de um objeto visto através do vidro de uma janela (atividade vinculada ao passo 3) foi solicitada no final desta aula, para ser desenvolvida de forma assíncrona e teve como objetivo mostrar o paralelismo das linhas e que conforme a direção do olhar, podemos ter: uma vista ortográfica; uma perspectiva cavaleira; uma perspectiva isométrica ou suas variantes. A partir de tais observações, seriam introduzidas as definições de projeção cilíndrica e projeção cônica nas aulas seguintes. Devido a baixa qualidade dos registros

recebidos com essa atividade, foi necessário outro recurso: a partir do uso de um perspectógrafo adaptado de Montenegro (2005), foi realizado pela professora-pesquisadora o desenho de um objeto em várias posições para apresentar aos alunos.

Esse movimento permitiu refinar o Produto Técnico-tecnológico, a partir de dicas para o professor, para que comente com os alunos sobre as máquinas de desenhar de Dürer (os perspectógrafos) para que possam compreender a finalidade de colar a folha de acetato em um vidro para então realizar o contorno do objeto.

Passo 3 da UEPS: Propor situações-problema que dão sentido ao novo conhecimento e podem funcionar como organizadores prévios

Data da aplicação: 04/11/2020 (2º dia de aula)

Duração da aula: 2 horas-aula

Atividades realizadas: situações-problema (Apêndice D – realizado de forma síncrona).

A aula foi iniciada com um questionamento: Como eu posso representar um objeto tridimensional em uma folha de papel que possui apenas duas dimensões? Após ouvidas as respostas, foram apresentados os slides do material introdutório³² em uma aula expositiva e dialogada, em que foram trabalhadas as definições de desenhos em 2D e 3D, retas e planos paralelos e perpendiculares, ângulos reto, agudo e obtuso. Os métodos de representação foram abordados por meio da apresentação de imagens de objetos em que apareciam em diferentes sistemas de representação: a imagem do quadro “Vaso com flores” de Cândido Portinari, uma fotografia de um vaso com flores, um desenho em perspectiva de um vaso com flores e as vistas frontal e superior de um vaso com flores. Dessa forma, conforme sugerido por Moreira (2011), buscou-se trabalhar em um nível mais elevado de abstração, generalidade e inclusão do que os novos conceitos a serem apresentados sobre projeções cônicas e cilíndricas.

³² O direcionamento para a elaboração do material a ser utilizado em todas as aulas, com as sugestões para elaboração dos slides e condução das atividades, está disponível na Produção Técnica-tecnológica, material associado a esta dissertação.

Finalizando esta aula os alunos reuniram-se em duplas (virtualmente pela plataforma Teams³³) e responderam as demais situações-problema (Apêndice D), que tinham o objetivo de dar sentido aos métodos de representação da forma. Em seguida todos retornaram ao Google Meet para apresentação e discussão das respostas de cada dupla.

Passo 4 da UEPS: Apresentar elementos do conteúdo em aspectos mais gerais, inclusivos, para em seguida exemplificar e abordar aspectos específicos, levando em conta a diferenciação progressiva.

Data da aplicação: 09/11/2020 (3º dia de aula)

Duração da aula: 2 horas-aula

Atividades realizadas: desenho das vistas ortográficas no diedro de papelão e desenho em perspectiva isométrica do objeto construído com os blocos de madeira (Apêndice E – realizados de forma síncrona); questionário com exercícios de visualização espacial (Apêndice F – realizada de forma assíncrona).

A aula foi iniciada com uma breve exposição de slides dando uma visão geral dos métodos de projeção, definindo e comparando-os por meio de imagens que os caracterizavam e em seguida foram abordados alguns detalhes e especificidades da projeção ortogonal, ou seja, diferenciando progressivamente o conteúdo, conforme visto em Moreira (2011).

Para as atividades buscamos reduzir a abstração por meio do trabalho com objetos manipuláveis, que conforme afirmam Fritzen e Daleffe (2017, p. 53):

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.

Assim, foi proposta a montagem de um objeto manipulável utilizando os blocos de madeira, a montagem de um diedro em papelão e a execução das três vistas deste objeto no diedro. Em seguida os alunos realizaram o desenho em

³³ O aplicativo Microsoft Teams é a plataforma que a escola Etec utiliza em suas aulas remotas, por isso os alunos escolheram utilizá-lo, pois já tinham mais familiaridade.

perspectiva isométrica do objeto montado, em papel isométrico. Esta atividade foi desenvolvida em duplas (uma dupla realizou por meio de chamada de vídeo do WhatsApp e a outra por uma sala do Teams). Após a realização das vistas ortográficas no diedro de papelão e da perspectiva no papel isométrico, os componentes das duplas trocaram entre si as imagens dos desenhos realizados para que o amigo pudesse verificar se estavam adequados ou se deveriam arrumar algo.

O questionário com exercícios de visualização espacial foi realizado de forma assíncrona com o intuito de proporcionar o desenvolvimento da habilidade de visualização espacial, citada por Torrezzan (2019) como uma importante habilidade para a representação de vistas ortográficas.

Passo 5 da UEPS: Retomar os conteúdos estruturantes em um nível mais alto de complexidade propondo novas situações-problema, novos exemplos, promovendo a reconciliação integradora.

Data da aplicação: 11/11/2020 (4º dia de aula)

Duração da aula: 2 horas-aula

Atividades realizadas: exercícios de escrita da linguagem gráfica (Apêndice G – realizados de forma síncrona e assíncrona).

Para este passo da UEPS foi organizada uma apostila contendo cinco exercícios diretamente relacionados com a escrita da linguagem gráfica – exercícios para execução de vistas ortográficas a partir da perspectiva de um objeto e para completar linhas faltantes nas vistas apresentadas (Apêndice G).

A aula foi desenvolvida em três etapas (teoria – exercícios – teoria), com o intuito de facilitar a aprendizagem das técnicas de escrita da linguagem gráfica, apresentando os conceitos iniciais da projeção ortogonal, realizando os primeiros exercícios da apostila para verificar se os alunos estavam compreendendo as ideias para então dar seguimento aos demais conceitos da projeção ortogonal.

Para tanto, primeiramente foram retomados os aspectos gerais de uma maneira mais complexa que na aula anterior, apresentado os termos técnicos utilizados na linguagem gráfica, definindo Desenho Técnico, perspectivas e projeção ortogonal e demonstrando que os métodos projetivos variam conforme a direção em que os raios visuais são levados ao plano de projeção. Foram abordados conceitos específicos de projeção ortogonal como a caixa de projeção (ou caixa de vidro) e seu

rebatimento, posicionamento das vistas, a transferência de medidas entre as vistas e a representação de faces, arestas (visíveis e ocultas) e vértices. Foram trazidas as imagens e ideias trabalhadas na aula anterior, explorando suas relações com estes novos conceitos. Tal movimento proporciona, também, a reconciliação integradora proposta por Moreira (2011), de modo que fique em evidência semelhanças e diferenças entre os conceitos trabalhados.

Em seguida, foi solicitado aos alunos que realizassem os exercícios de 1 a 3 (Apêndice G) e assim que concluíssem deveriam postar no Google Classroom. Estes exercícios foram analisados pela professora-pesquisadora durante a aula e foi apresentado *feedback* aos alunos.

Destacamos que estes três primeiros exercícios traziam uma complexidade maior que a atividade da aula anterior (os desenhos das vistas ortográficas no diedro de papelão), pois os objetos a serem representados eram agora mostrados por meio de desenhos em perspectiva, exigindo do aluno a habilidade de visualização espacial tanto para aplicação do conceito de posicionamento das vistas no desenho das projeções, quanto para a representação de arestas ocultas. Além disso, nestes exercícios eles deveriam visualizar as vistas ortográficas em um plano bidimensional, a folha de sulfite.

Concluindo a aula, foram retomados os slides para trabalhar os conceitos de faces e arestas inclinadas, superfícies cilíndricas e linhas de centro, que seriam os conhecimentos solicitados para o desenvolvimento dos demais exercícios da apostila – nº 4 e nº 5 (realizados de forma assíncrona), portando exigindo-se mais conhecimentos que os três primeiros.

Passo 6 da UEPS: Concluir a UEPS dando seguimento ao processo de diferenciação progressiva e reconciliação integradora por meio de nova apresentação de significados e situações-problema mais complexas que as anteriores.

Data da aplicação: 16/11/2020 (5º dia de aula)

Duração da aula: 2 horas-aula

Atividades realizadas: exercícios de leitura da linguagem gráfica (Apêndice H – realizados de forma síncrona e assíncrona).

Também para este passo da UEPS foi organizada uma apostila contendo três exercícios diretamente relacionados com a leitura da linguagem gráfica

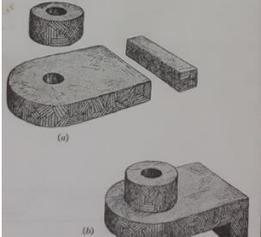
– exercícios de leitura de vistas ortográficas a partir da justaposição dos blocos de madeira, da construção de um modelo e da execução de perspectiva isométrica (Apêndice H).

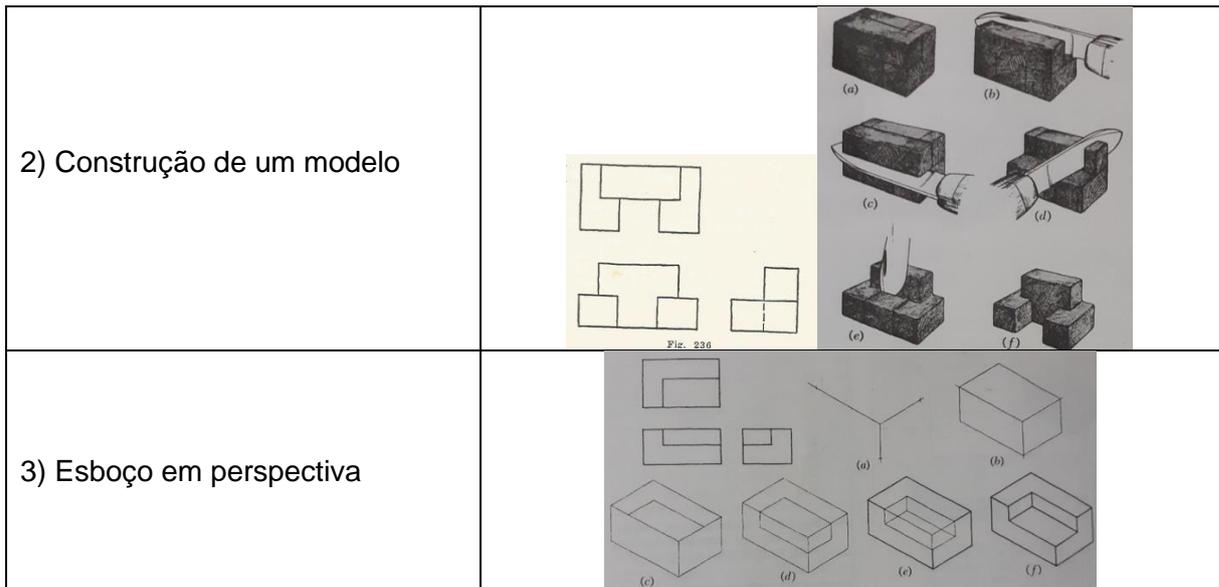
Neste último dia de aula, por meio de slides em uma aula expositiva e dialogada foram retomadas as características mais relevantes da projeção ortogonal, de forma integradora, relacionando e diferenciando a teoria mongeana com as ideias trabalhadas na aula anterior (projeção cilíndrica ortogonal).

Para trabalhar os conceitos de leitura da linguagem gráfica, buscou-se French (1978) que explica não ser possível articular a leitura de um desenho, mas sim interpretá-lo por meio da formação de uma imagem do objeto que está sendo representado. O autor ainda cita que é possível tornar a forma concreta, isto é, modelando-a em argila, reproduzindo-a em madeira ou metal, pela justaposição de formas geométricas ou ainda pode-se realizar um esboço em perspectiva da mesma. Assim, optou-se em apresentar os três métodos de leitura da linguagem gráfica descritos por French e Vierck (1995), apresentados no Quadro 5, buscando a reconciliação integradora, sugerida por Moreira (2011), a partir das relações destes métodos com as atividades desenvolvidas nas aulas anteriores que foram: o desenho no diedro de papelão das vistas ortográficas do objeto montado com os blocos de madeira e as vistas ortográficas realizadas a partir dos objetos apresentados em perspectiva.

Assim, foi explicado que na leitura das vistas ortográficas, ocorre a inversão do processo de escrita, ou seja, a partir do modelo em 3D (tanto do objeto manipulável quanto dos desenhos em perspectiva) foram realizadas as vistas ortográficas em 2D; agora o raciocínio deve ser inverso: são apresentadas as vistas ortográficas em 2D e é preciso visualizar o objeto em 3D.

Quadro 5 – Métodos de leitura da linguagem gráfica

<p>1) Montagem de um modelo por meio da justaposição de formas geométricas</p>	
--	--



Fonte: French e Vierck (1995, p. 198-199).

Finalizando a exposição oral, foram apresentados alguns projetos de arquitetura para demonstrar a aplicação das vistas ortográficas e ratificar a importância do conhecimento tanto da escrita quanto da leitura das vistas ortográficas para os profissionais da área de construção civil.

Da mesma maneira que realizamos as primeiras atividades de escrita da linguagem gráfica, para as de leitura também selecionamos atividades que utilizavam objetos manipuláveis para serem executadas em um primeiro momento, servindo de referência para as demais atividades.

Na primeira atividade era solicitado que fosse aplicado o método de leitura mediante a montagem de um modelo por meio da justaposição dos blocos de madeira, dada as três vistas ortográficas de um objeto.

O segundo exercício – construção de um modelo – foi realizado durante a aula sob a orientação da professora-pesquisadora que passou as instruções do passo-a-passo para a modelagem do bloco de sabão. Antes de iniciar esta atividade a aluna “A” informou que já havia realizado a atividade antes do início da aula então foi solicitado que explicasse como havia realizado, e a mesma relatou que: copiou as projeções em uma folha, recortou as três vistas, colou-as em três faces do bloco de sabão para então iniciar os cortes. A partir deste exemplo a professora sugeriu que traçassem levemente as linhas das três vistas nas três faces correspondentes da barra de sabão. Iniciou-se com os traçados da vista superior e antes de traçar as demais vistas, foi lembrado o conceito de transferência de medidas para alertar que no

momento de traçar as demais vistas na barra de sabão, as linhas inicialmente traçadas da vista superior deveriam coincidir com as linhas das demais vistas.

O terceiro exercício, solicitava que o aluno desenhasse a perspectiva isométrica correspondente às vistas ortográficas apresentadas ou seja, a utilização do método de leitura por meio da perspectiva. Este exercício possuía quatro alternativas sendo que a primeira foi desenvolvida de forma síncrona sob a orientação da professora-pesquisadora, explicando e mostrando o passo-a-passo para o desenvolvimento do processo de leitura por meio da construção de uma perspectiva. A reconciliação integradora se deu nesta atividade, apontando similaridades entre o modo como os alunos realizaram a atividade e a instrução dada pela professora-pesquisadora para que fossem marcados nos eixo isométricos as dimensões de largura, altura e profundidade do objeto que estava representado em projeção ortogonal.

Como atividade assíncrona, foi solicitado aos alunos que escolhessem ao menos uma entre as demais alternativas do exercício nº 3 para realizarem a perspectiva.

Passo 7 da UEPS: Realizar uma avaliação somativa individual com situações-problema que impliquem compreensão e que evidenciem captação de significados.

Atividades realizadas: desenho em projeção ortogonal da peça que se encaixaria no bloco de sabão esculpido (Apêndice I - realizado de forma assíncrona); questionário final (Apêndice J - realizado de forma assíncrona).

Esta etapa da Unidade de Ensino refere-se à avaliação somativa individual e foi realizada de forma assíncrona, pois a quantidade de aulas disponibilizadas para a implementação desta pesquisa não foi suficiente para que pudéssemos acompanhar seu desenvolvimento.

Foram utilizados dois instrumentos para a avaliação somativa que buscaram proporcionar, conforme sugerido por Moreira (2011), situações que implicassem compreensão e evidenciassem a captação de significados, ou seja, situações-problema novas, que exigissem do aluno alguma capacidade de transferência de conhecimento e não apenas a aplicação de conteúdo como um exercício rotineiro.

Em uma das atividades o aluno deveria desenhar as três principais vistas ortográficas da peça que se encaixaria no sabão em barra esculpido na aula

anterior, para que ele voltasse a ter a forma de um paralelepípedo, como se fossem duas peças de um sistema macho-fêmea. Esta era uma nova situação que exigiu do aluno a capacidade de transferir os conhecimentos de leitura e escrita de projeção ortogonal, bem como a habilidade de visualização espacial. Em nenhuma atividade trabalhada anteriormente havia sido apresentada uma situação em que eles precisassem pensar em um objeto e desenhar suas vistas ortográficas.

Passo 8 da UEPS: Verificar se a avaliação do desempenho dos alunos forneceu evidências de aprendizagem significativa.

De acordo com Moreira (2011), o último aspecto a ser observado na sequência de ensino é a avaliação da mesma, que decorre na busca de evidências de aprendizagem significativa durante a avaliação do desempenho dos alunos, ou seja, da captação de significados, compreensão e aplicação dos conhecimentos para resolver situações-problema. De acordo com o autor, “a aprendizagem significativa é progressiva, o domínio de um campo conceitual é progressivo; por isso, a ênfase em evidências, não em comportamentos finais” (MOREIRA, 2011, p. 5). Para tanto, a aplicação desta UEPS proporcionou uma diversidade de atividades em que as tarefas eram sequencialmente vinculadas, e a análise dos registros dos alunos no desenvolvimento das tarefas permitiu inferir sobre a potencialidade do material trabalhado, bem como refina-lo.

5.2 ANÁLISE LOCAL

As análises locais compreendem a identificação dos indícios de aprendizagem significativa consideramos a base teórica da pesquisa e os registros coletados na pesquisa empírica. Elencamos essa possibilidade devido à característica da pesquisa qualitativa e a redução de alunos na turma em que a pesquisa foi aplicada; no entanto outros recursos de análise são possíveis para quantidade maior de alunos.

5.2.1 Análise do desenvolvimento da Aluna “A”

Para elencar elementos registrados pela aluna A durante as atividades desenvolvidas na UEPS abordamos, quase que de forma linear, suas

respostas e resoluções das atividades da UEPS e o que tais registros representam em relação à aprendizagem do conteúdo proposto.

Abordamos nessa análise local especificidades em relação a pontos declarados importantes para a aprendizagem significativa do conteúdo de projeção ortogonal, no mesmo sentido em que as atividades foram dispostas na UEPS.

Consideramos que para a aprendizagem de projeção ortogonal seriam necessários os conhecimentos prévios de: desenho geométrico (conceito de retas perpendiculares e paralelas, ângulos, figuras geométricas planas e sólidos geométricos); projeções - os diferentes métodos de representação gráfica; habilidade de visualização espacial; projeção da trajetória - conceito de projeção ortogonal estudado na educação básica e; habilidade de representação espacial em três dimensões. Sendo assim, em resposta às questões do questionário inicial (Apêndice A) e da segunda atividade (Apêndice B) que buscavam identificar os conhecimentos prévios dos alunos, os registros da aluna “A” indicam:

- ausência de conhecimentos prévios sobre as definições de ângulos, figuras planas e sólidos geométricos, conforme sinaliza o Quadro 6.

Quadro 6 - Registro da aluna “A” na atividade nº 1, questões nº 1.

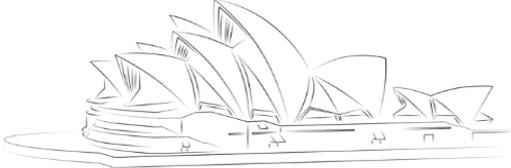
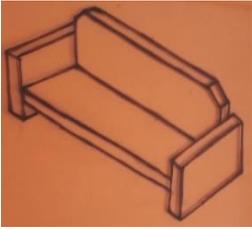
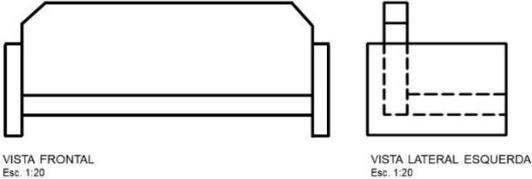
1. Selecione os círculos que correspondem às definições de cada item.						
	Retas perpend.	Retas paralelas	Ângulo reto	Ângulo agudo	Cubo	Quadrado
São duas retas que mantêm a mesma distância entre si		X				
É o ângulo que possui a medida exata de 90°	X					
É o ângulo que possui a medida menor que 90°						
É uma figura geométrica plana que possui quatro lados						
É um sólido geométrico em que todas as faces são quadrados						
São duas retas que se cruzam formando um ângulo de 90° entre si	X					

Fonte: Registro da aluna “A”

- Em relação ao conhecimento prévio sobre os diferentes métodos de representação gráfica, ou seja, os tipos de projeções e sua relação com o

projeto arquitetônico, as respostas da aluna indicam que ela sabe que há relações, mas não sabe como explicar tais relações (Quadro 7).

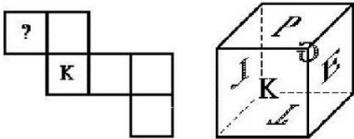
Quadro 7 - Registro da aluna "A" na atividade nº 1, questões nº 2.

2. Existe alguma relação entre os desenhos que compõem o Projeto Arquitetônico e os diferentes tipos de desenhos apresentados a seguir? Explique.	
<p>a) Releitura do quadro "Quarto em Arles" pintado por Vincent van Gogh.</p> 	<p>b) Esboço do edifício "Ópera de Sydney", na Austrália</p> 
<p>c) Desenho em perspectiva de um sofá.</p> 	<p>d) Vistas frontal e lateral esquerda de um sofá.</p>  <p>VISTA FRONTAL Esc. 1:20</p> <p>VISTA LATERAL ESQUERDA Esc. 1:20</p>
Resposta da aluna A: "Sim".	

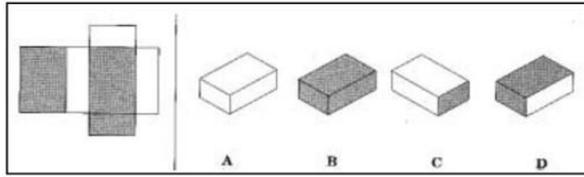
Fonte: Registro da aluna "A"

- Em relação as habilidades de visualização espacial e os conhecimentos de projeção ortogonal, os registros também mostraram-se insuficientes, pois conforme apresentado no Quadro 8, a aluna equivocou-se em várias questões.

Quadro 8 - Registro da aluna "A" na atividade nº 1, questões nº 3 à nº 7.

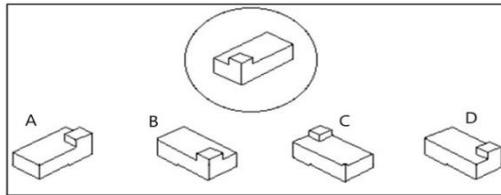
3. Se desdobramos o cubo da imagem abaixo, qual letra aparece no ponto de interrogação que está na imagem da esquerda e qual sua posição? (Seabra,2009)	
	<p><input type="radio"/> Opção 1 <input type="radio"/> Opção 4</p> <p><input type="radio"/> Opção 2 <input type="radio"/> Opção 5</p> <p><input type="radio"/> Opção 3 <input type="radio"/> Opção 6</p>
Resposta da aluna A: Em branco.	

4. Dentre as 4 alternativas qual é a que corresponde ao padrão bidimensional apresentado à esquerda após o seu dobramento? (Seabra,2009)



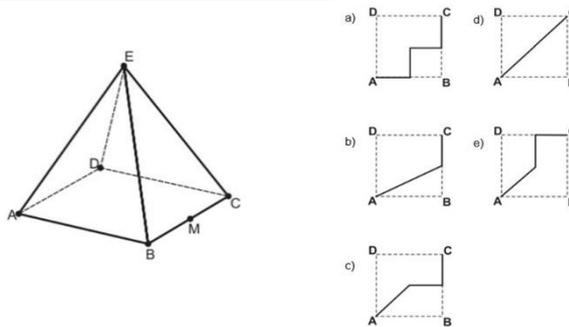
Resposta da aluna A: letra “D” – correto.

5. Qual das figuras é igual a que aparece dentro do círculo, porém em posição diferente? (Velasco e Kawano, 2002)



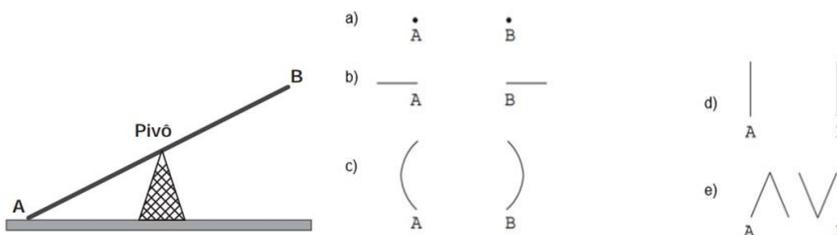
Resposta da aluna A: letra “B” – incorreto.

6. Imaginemos o trajeto que um ponto percorreria ao se deslocar por esta pirâmide seguindo estas instruções: mova-se pela pirâmide, sempre em linha reta, do ponto A ao ponto E, a seguir do ponto E ao ponto M, e depois de M a C. Qual seria a projeção desse deslocamento no plano de base da pirâmide? (ENEM 2012).



Resposta da aluna A: letra “D” – incorreto.

7. Considere a gangorra representada na figura, em que os pontos A e B são equidistantes do pivô - ponto central de fixação da gangorra. A projeção da trajetória dos pontos A e B, sobre o plano do chão da gangorra, quando esta se encontra em movimento, é: (ENEM 2013).



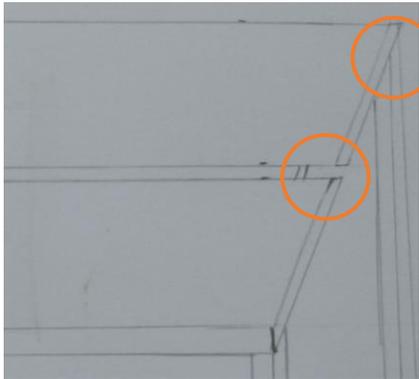
Resposta da aluna A: letra “D” – incorreto.

Ao considerar a aprendizagem dos conceitos de projeção ortogonal aplicados em Desenho Técnico, retomamos a ênfase de Lohman (2000, apud PRIETO; VELASCO, 2007) que reitera que a aptidão espacial é uma habilidade que prevê a aprendizagem e o rendimento em atividades das áreas de arquitetura e engenharia, em que os processos de transformações das imagens devem ser empregados com precisão.

Em razão disso e devido à aluna “A” não ter apresentado um bom desempenho nos exercícios apresentados acima, que buscavam identificar os conhecimentos prévios de tal aptidão, na atividade nº 6 (Apêndice F) foram propostos exercícios elaborados por pesquisadores das áreas de arquitetura e engenharia, para o desenvolvimento da habilidade de visualização espacial.

- Quanto ao conhecimento prévio relacionado à habilidade de representação espacial em três dimensões, identificamos que, de maneira geral, a aluna conseguiu representá-las no desenho em perspectiva, porém cometeu alguns equívocos na representação do canto posterior da mesa e na divisão central, em que utilizou linhas inclinadas no lugar de linhas verticais, conforme sinalizado no Quadro 9, por meio dos círculos.

Quadro 9 – Registro da aluna “A” na atividade nº 2 da UEPS.

Faça o desenho (ou esboço) de uma mesa em perspectiva cavaleira, imaginando que ela é formada a partir de 2 paralelepípedos aramados, ou seja, feitos de arame; considere que eles formem uma mesa com 4 pés. Destaque os traços da mesa.	
 <p>Os quatro pés foram representados corretamente.</p>	 <p>O tampo da mesa apresenta algumas incorreções, destacadas nos círculos.</p>

Fonte: Registro da aluna “A” – sinalizações da autora.

Tais dificuldades apresentadas pela aluna A no desenvolvimento das atividades acima citadas, podem estar associadas ao que alguns autores (ABRANTES

et al., 2017; CAVALCANTI; SOUZA, 2017; AMARAL, 2019; TAMASHIRO, 2010; RODRIGUES; NICO-RODRIGUES, 2017, entre outros) declararam que a maioria dos estudantes de arquitetura e engenharia apresentam dificuldades relacionadas ao uso de representações gráficas, em que são exigidas habilidades de visualização espacial para a aprendizagem da leitura e representação da forma.

Com base nestes itens, destacam-se os conhecimentos prévios associados ao conteúdo de “reta paralela” e “reta perpendicular”, e nota-se a necessidade de trabalhar com outros materiais que atuem como organizadores prévios do conteúdo a ser ministrado e permita à aluna se inteirar nos conhecimentos necessários.

Neste sentido foram trabalhadas atividades e explanações que funcionaram como organizadores prévios, sendo eles:

- Atividade nº 3 (Apêndice C), em que era solicitado ao aluno que, olhando um objeto através do vidro de uma janela da sua casa, desenhasse o contorno desse objeto na folha de acetato que deveria ser fixada no vidro;
- Atividade nº 4 (Apêndice D), situações-problema para que os alunos realizassem uma reflexão sobre qual imagem do objeto, entre as quatro apresentadas, que possibilitaria a execução daquele objeto exatamente igual ao representado.
- Explanação realizada durante o segundo dia de aula, em uma aula expositiva e dialogada, diferenciando desenhos em 2D e 3D, desenho técnico e desenho artístico e reconhecendo, por meio de imagens, as diferentes técnicas de representação gráfica.

O resultado obtido com a aplicação dos organizadores prévios pode ser observado nos registros das atividades 3 e 4, apresentados na sequência.

A aluna “A” foi a única que realizou corretamente a atividade 3 (desenho do objeto visto através da janela – Apêndice C), conforme demonstrado no Quadro 10, que tinha o propósito de funcionar como organizador prévio para o ensino de projeções cônicas e cilíndricas. Os demais alunos realizaram apenas um desenho de observação, ou seja, não desenharam o contorno do objeto visto através do vidro, apenas observaram um objeto e o desenharam na folha.

Observa-se no registro da aluna que, mesmo com a dificuldade apresentada pela própria atividade em que o aluno tem que realizar o desenho com a folha na posição vertical, sem apoio para o braço, a aluna percebeu as três dimensões

do objeto a partir da posição em que este se encontrava em relação a ela e ao vidro.

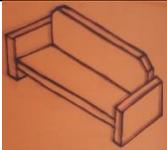
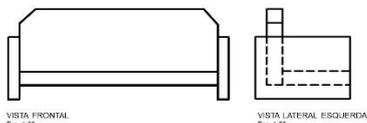
Quadro 10 – Registro da aluna “A” na atividade nº 3.



Fonte: registro da aluna “A”.

Identificamos a influência tanto desta atividade nº 3 quanto das explicações realizadas pela professora-pesquisadora no decorrer da segunda aula, na resposta da dupla (alunas “A” e “C”) na atividade 4, questão nº 2 (Apêndice D), em que era perguntado se as imagens mostravam o objeto representado exatamente como ele é e se seria possível reproduzi-lo com aquele tipo de desenho, exemplificada no Quadro 11.

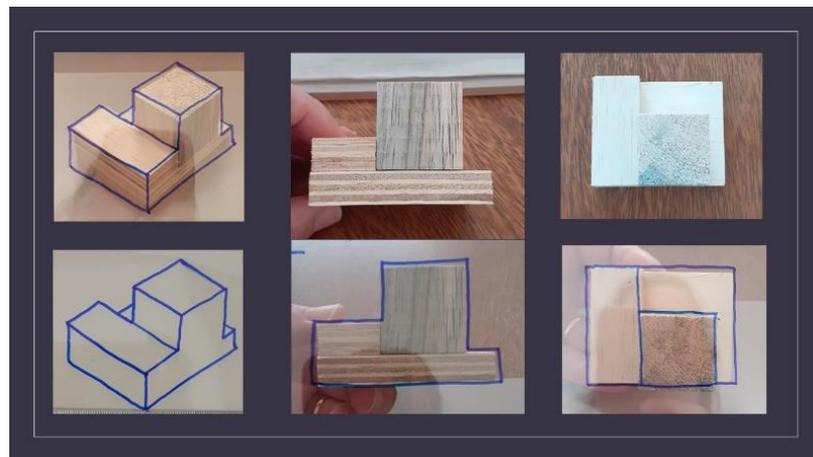
Quadro 11 – Registro da aluna “A” na atividade nº 4, questão nº 2.

<p>2. Com relação às 4 imagens apresentadas abaixo, respondam: a) mostram o objeto exatamente como ele é? b) seria possível reproduzir os objetos representados nas imagens exatamente como eles são? Se não for possível, como deveria ser realizado o desenho para sua exata reprodução?</p>	
	<p><i>“Nas duas primeiras imagens não mostra exatamente como ele é mas já nas últimas mostra como é porém de ângulos diferentes. Não é possível reproduzir, pois falta informações sobre o objeto pois não tem medidas ou materiais utilizados ou são apenas esboços”.</i></p>
	
	
	

Fonte: Registro das alunas “A” e “C”.

Mesmo a aluna não tendo conseguido relacionar apenas a imagem do desenho em projeção ortogonal como a única que seria possível utilizar para a confecção do objeto, nota-se ao utilizar a expressão “de ângulos diferentes” que foi capaz de visualizar diferenças entre as projeções cônicas e cilíndricas (nas imagens do sofá em perspectiva e vistas ortográficas), ou seja, reconciliou estas duas imagens com as diferentes posições que um objeto pode ser visto e assim obter-se diferentes projeções, que foram trabalhados na atividade do desenho do objeto visto através da janela e por meio das imagens que a professora-pesquisadora apresentou durante a segunda aula, dos desenhos que realizou utilizando seu perspectógrafo (Quadro 12).

Quadro 12 - Desenhos realizados com a utilização de um perspectógrafo, sugerido por Montenegro (2005).



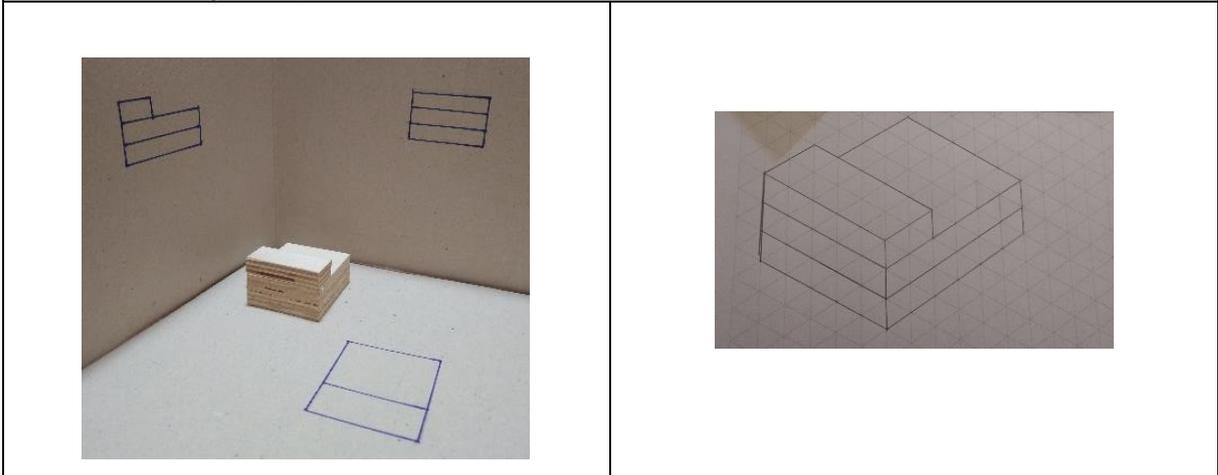
Fonte: adaptado em Schiavo (2021).

Estes recursos adotados (os organizadores prévios) serviram de ponte para a aprendizagem dos novos conceitos (projeções cônicas e cilíndricas) que foram trabalhados na aula seguinte, conforme evidenciado nas atividades posteriores que apresentaremos na sequência.

Como citado anteriormente que a aluna foi capaz de reconhecer que nas duas últimas imagens da atividade 4 (Apêndice D) os objetos estavam representados sob diferentes ângulos, podemos supor que esta atividade tenha facilitado a interação com o conceito de projeção ortogonal, observado no desenvolvimento da atividade 5 (Apêndice E) em que as vistas ortográficas do objeto elaborado pela aluna, foram executadas em conformidade com os princípios da projeção ortogonal, bem como a perspectiva isométrica, indicados do Quadro 13.

Quadro 13 – Registro da aluna “A” na atividade nº 5.

Montar os três planos de projeção com o papelão; criar um objeto com os blocos de madeira; desenhar as três vistas deste objeto nos planos de projeção, conforme imagem abaixo. Utilizando o mesmo objeto, realizar sua perspectiva isométrica no papel isométrico. Finalizadas as vistas ortográficas e a perspectiva isométrica, os componentes das duplas devem trocar entre si os desenhos para que um corrija o do outro. Caso encontrem alguma incorreção, fazer uma anotação no desenho e devolver para que o amigo refaça a atividade antes de entregar ao professor.



Fonte: Registros da aluna “A”.

Salientamos que a aluna “A” desenvolveu esta atividade em dupla com a aluna “C” e como não encontrou equívocos no desenho da colega, não foram necessárias correções.

Na continuidade das tarefas, percebemos que a aluna relacionou os objetos manipuláveis (diedro de papelão e blocos de madeira) utilizados na atividade 5 (Apêndice E) com os exercícios da atividade 7 (Apêndice G), pois no momento em que a professora-pesquisadora passou as orientações de como eles deveriam ser realizados, a aluna manifestou-se conforme transcrição:

Aluna “A”: *“É pra fazer as três vistas [...] é pra fazer igual aquele outro que a gente já fez?”*

Professora-pesquisadora: *“Isso mesmo, mas agora imaginando que vocês abriram os planos de projeção”.*

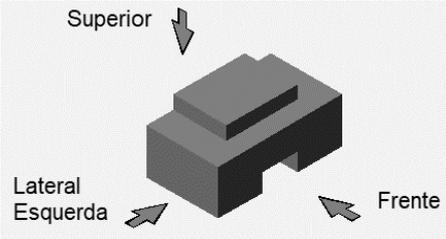
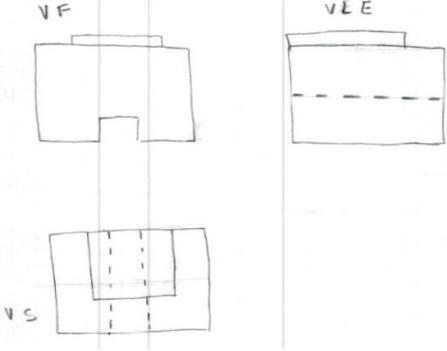
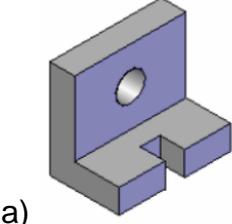
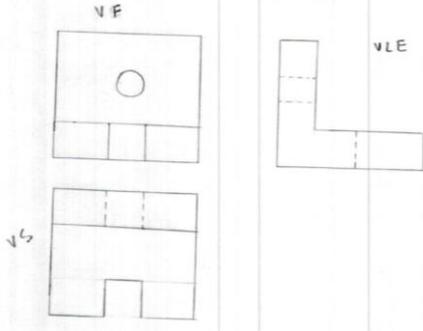
Aluna “A”: *“Ah tá”.*

Registro falado da aluna “A”, na atividade 7.

Assim, observa-se que possa ter ocorrido a reconciliação integradora, que de acordo com Moreira (2001) “em termos cognitivos, no curso de novas aprendizagens, conhecimentos já estabelecidos na estrutura cognitiva podem ser reconhecidos como relacionados, reorganizarem-se e adquirir novos significados”. O Quadro 14 sinaliza alguns registros da aluna que foi capaz de realizar as vistas ortográficas, diferenciando e reconciliando estas novas ideias (a projeção em uma

folha de papel bidimensional, por meio da abstração) com os conceitos mais gerais e por meio de objetos manipuláveis trabalhados na atividade 5 da UEPS.

Quadro 14 – Registro da aluna “A” na atividade nº 7.

<p>3. Desenhar as três principais vistas ortográficas do objeto em perspectiva.</p> 	
<p>5. Desenhar as três principais vistas ortográficas do objeto em perspectiva.</p> 	

Fonte: registros da aluna “A”.

O equívoco cometido pela aluna no exercício nº 5 desta atividade, não representando as linhas de centro do furo cilíndrico da peça, sugere-nos a deficiência nas explicações durante a aula, mas foram resolvidos por meio de orientações da professora-pesquisadora direcionadas à aluna.

Ressaltamos que os três primeiros exercícios da atividade 7, foram desenvolvidos no decorrer da aulas, de forma síncrona, por isso autorizamos os alunos a realizá-los à mão livre para que fossem executados com agilidade e assim tivéssemos tempo hábil para correção e orientações necessárias antes da realização dos exercícios seguintes.

Outro ponto analisado que demonstrou alguma evidência de que a aluna foi diferenciando progressivamente e reconciliando de forma integradora os conceitos no decorrer das aulas e no desenvolvimento das atividades, foi quando realizou, antecipadamente, o exercício nº 2 da atividade 8 (modelagem do bloco de

sabão – Apêndice H) colando as vistas ortográficas nas faces do bloco, conforme explicado na transcrição abaixo.

Professora-pesquisadora: “Explique, por favor, como você realizou esta atividade”.

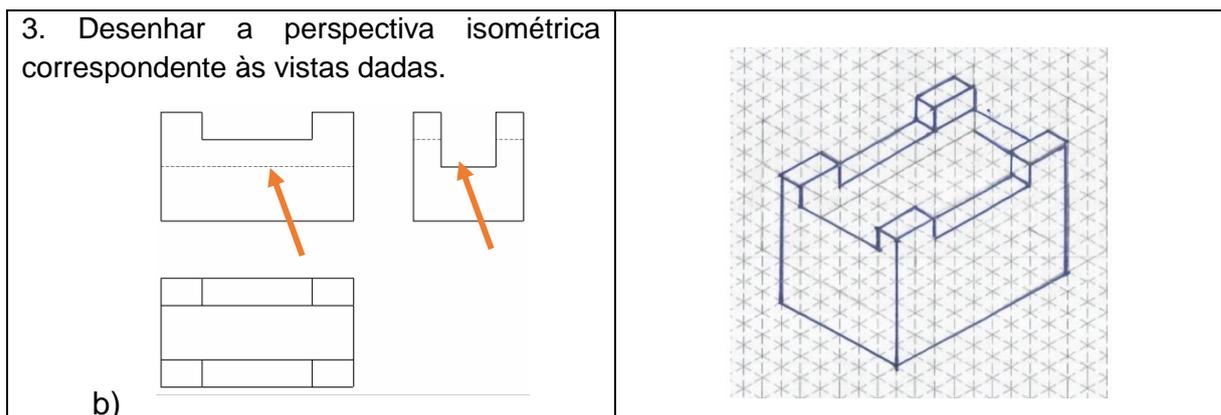
Aluna “A”: “Eu cortei [...] e fui colando nos três lados que eu achava que ia montar [...] coleí no sabão o jeito que eu imaginava que ia dar as três dimensões”.

Registro falado da aluna “A”, na atividade 8, exercício nº 2.

Isso demonstra que a aluna foi capaz de visualizar o objeto tridimensionalmente a partir das vistas ortográficas, ou seja de realizar uma tarefa de aprendizagem que era dependente dos conhecimentos adquiridos 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.

Também no exercício nº 3 desta mesma atividade em que era solicitado que desenhasse a perspectiva do objeto representado nas vistas ortográficas (Atividade 8, questão nº 3 do Apêndice H), mesmo a aluna não conseguindo identificar as diferentes alturas apresentadas nas vistas frontal e lateral esquerda, foi capaz de representar a forma aproximada do objeto, conforme mostra o Quadro 15.

Quadro 15 - Registro da aluna “A” na atividade nº 8.



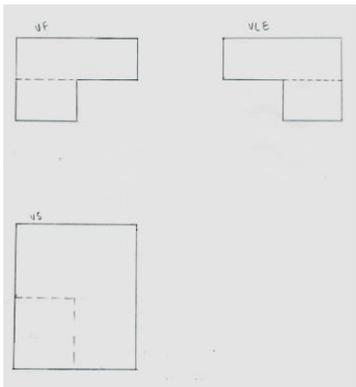
Fonte: registro da aluna “A” – sinalizações da autora.

As setas em laranja mostram a aresta que a aluna não conseguiu visualizar e representar no desenho em perspectiva (o desnível da peça).

Os dados coletados da atividade 9 da UEPS (Apêndice I), primeira atividade avaliativa, demonstram forte influência das atividades que foram

desenvolvidas com os blocos de madeira, constatando a importância da aplicação de atividades que utilizem objetos manipuláveis, conforme citado anteriormente por Florio (2013) e Fritzen e Daleffe (2017). Por meio dessa atividade, na perspectiva avaliativa, verificou-se 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, pois os significados foram sendo trabalhados na UEPS progressivamente, e os registros da aluna quando efetua as representações segundo os conhecimentos trabalhados podem demonstrar que a mesma conseguiu diferenciar progressivamente os conteúdos e reconciliar por meio de semelhanças e diferenças, sinalizando assim evidências de aprendizagem significativa, que podem ser constatadas nos registros apresentados no Quadro 16.

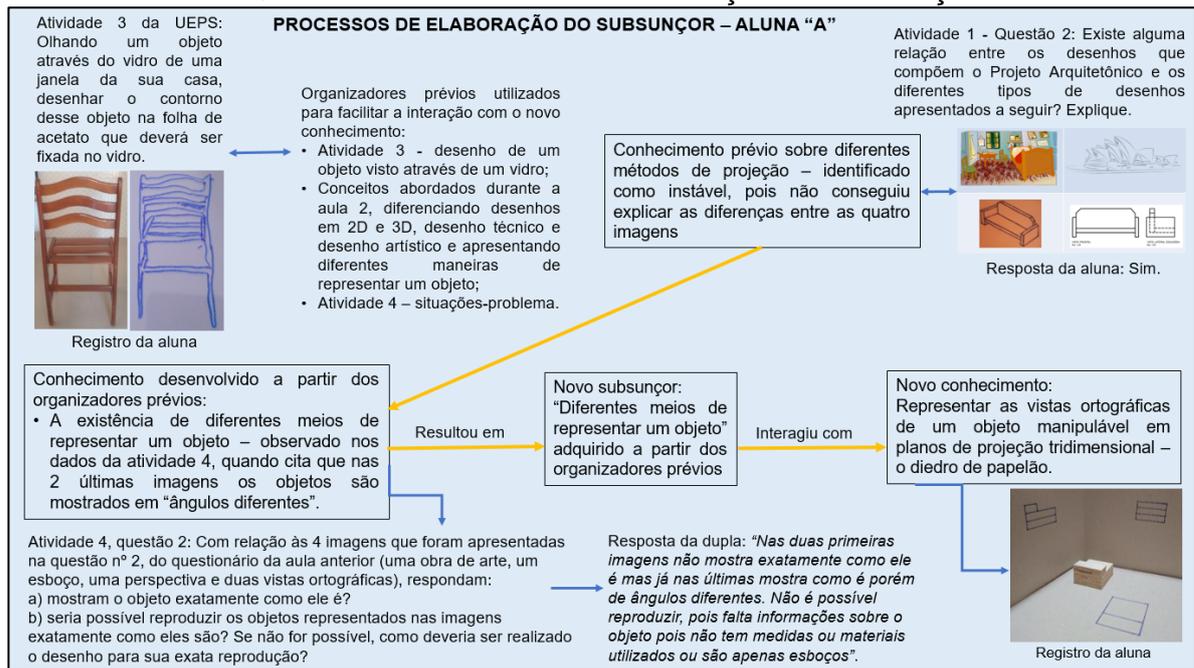
Quadro 16 – Registro da aluna “A” na atividade nº 9.

<p>Projeção ortogonal da peça:</p> 	<p>Explicação da aluna: “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: registro da aluna “A”.

Para além dos elementos identificados no desenvolvimento das atividades, na última atividade avaliativa (atividade 10 – Apêndice J) a aluna obteve todas as respostas corretas. Com o propósito de sintetizar a análise dos registros da aluna “A”, elaboramos os Quadros 17-19 que buscam evidenciar alguns dos elementos obtidos nas atividades da aluna A em relação à interpretação dos elementos associados à aprendizagem significativa.

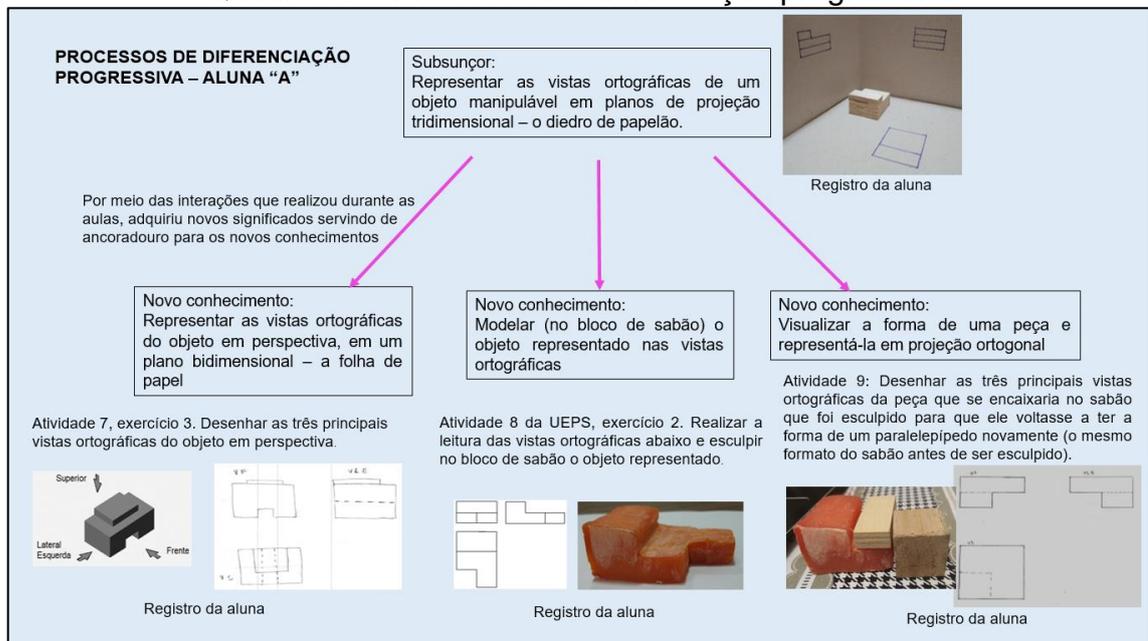
Quadro 17 – Processo de elaboração de subsunçor.



Fonte: a autora (2021).

O Quadro 18 traz os elementos que contribuíram para o desenvolvimento do processo diferenciação progressiva, tornando o subsunçor “projeções” cada vez mais refinado e estável.

Quadro 18 – Processo de diferenciação progressiva.

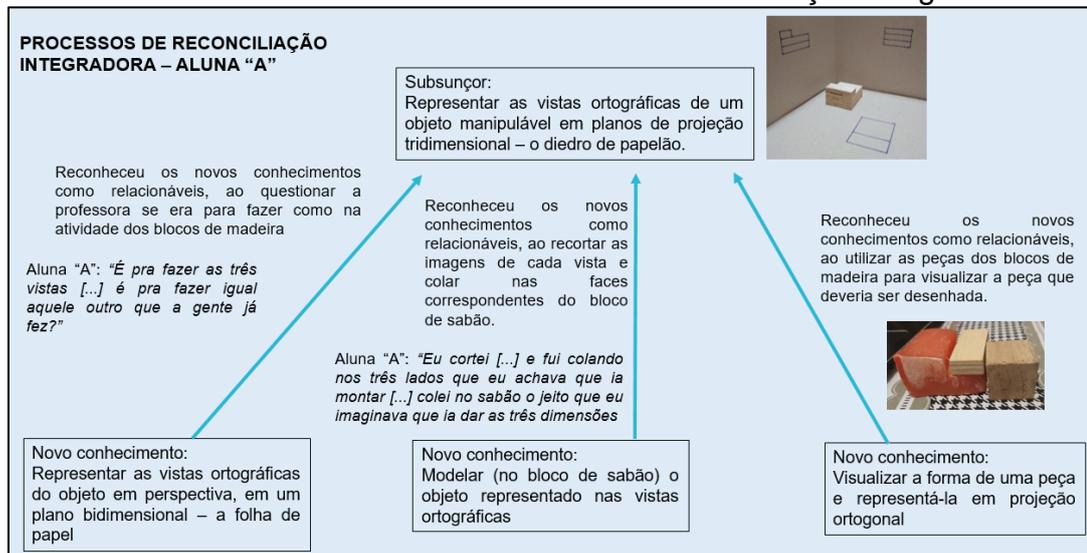


Fonte: a autora (2021).

O Quadro 19 apresenta o processo de reconciliação integradora, que ocorre simultaneamente ao processo de diferenciação progressiva, observado nas relações que a aluna “A” conseguiu identificar entre as atividades, facilitando assim a

aprendizagem significativa dos conceitos de projeção ortogonal.

Quadro 19 – Processo de reconciliação integradora.



Fonte: a autora (2021).

Destacados os elementos identificados nos registros da aluna A, seguimos para a análise local dos registros da aluna B.

5.2.2 Análise do desenvolvimento da Aluna “B”

Reunimos os registros desenvolvidos pela da aluna B durante as atividades da UEPS, por meio das respostas e resoluções às atividades propostas, que representam especificidades em relação a pontos declarados importantes para a aprendizagem significativa do conteúdo de projeção ortogonal e que nos auxiliaram a identificar elementos da aprendizagem significativa

Analisando os dados coletados na primeira atividade (Apêndice A) e na segunda atividade (Apêndice B) da aluna “B” que buscavam a identificação dos conhecimentos prévios, observamos conhecimentos associados ao desenho geométrico, habilidade de visualização espacial e de representação espacial em três dimensões, que de acordo com os autores Torrezan (2019) e Montenegro (2005) são conhecimentos prévios relevantes para a aprendizagem de projeção ortogonal. Tais inferências são demonstradas nos registros da aluna “B” apresentados a seguir:

- Conhecimentos prévios relacionados ao desenho geométrico, em que a aluna foi capaz de relacionar todos os conceitos apresentados no exercício nº 1, conforme Quadro 20.

Quadro 20 - Registro da aluna "B" na atividade nº 1, questão nº 1.

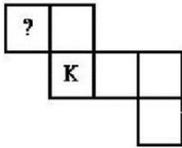
1. Selecione os círculos que correspondem às definições de cada item.						
	Retas perpend.	Retas paralelas	Ângulo reto	Ângulo agudo	Cubo	Quadrado
São duas retas que mantêm a mesma distância entre si		X				
É o ângulo que possui a medida exata de 90°			X			
É o ângulo que possui a medida menor que 90°				X		
É uma figura geométrica plana que possui quatro lados						X
É um sólido geométrico em que todas as faces são quadrados					X	
São duas retas que se cruzam formando um ângulo de 90° entre si	X					

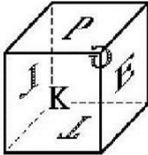
Fonte: Registro da aluna "B".

- Em relação as habilidades de visualização espacial, os registros também mostraram-se satisfatórios, pois a aluna solucionou todas as questões propostas, conforme apresentado no Quadro 21.

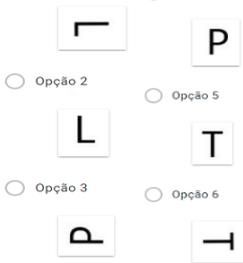
Quadro 21 - Registro da aluna "B" na atividade nº 1, questões nº 3, nº 4 e nº 5.

3. Se desdobramos o cubo da imagem abaixo, qual letra aparece no ponto de interrogação que está na imagem da esquerda e qual sua posição? (Seabra,2009)



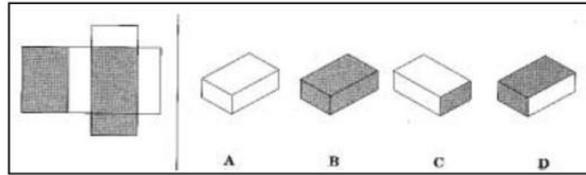


Opção 1 Opção 4
 Opção 2 Opção 5
 Opção 3 Opção 6



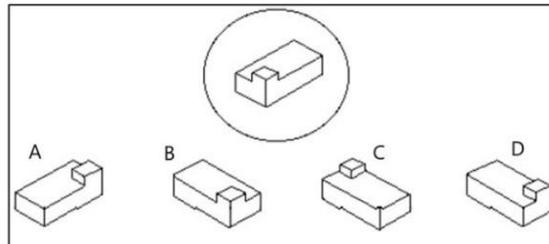
Resposta da aluna B: Opção 1 - correto .

4. Dentre as 4 alternativas qual é a que corresponde ao padrão bidimensional apresentado à esquerda após o seu dobramento? (Seabra,2009)



Resposta da aluna B: letra “D” – correto.

5. Qual das figuras é igual a que aparece dentro do círculo, porém em posição diferente? (Velasco e Kawano, 2002)



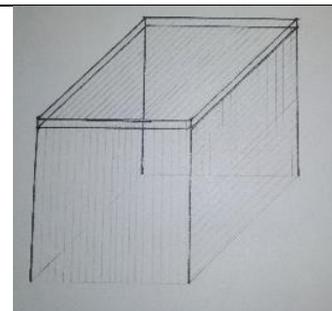
Resposta da aluna B: letra “D” – correto.

Fonte: Registro da aluna “B”.

- Na atividade que investigava a habilidade de representação espacial em três dimensões, o registro da aluna demonstra a representação correta das dimensões de largura, altura e profundidade da mesa. Supomos que a aluna tenha representado os pés da mesa com apenas uma linha, por ter considerado literalmente o enunciado da atividade em que era solicitado que se imaginasse dois paralelepípedos amados, assim, a aluna representou os pés como se fossem as linhas que representam os arames, conforme pode ser observado no registro do Quadro 22.

Quadro 22 – Registro da aluna “B” na atividade nº 2.

Faça o desenho (ou esboço) de uma mesa em perspectiva cavaleira, imaginando que ela é formada a partir de 2 paralelepípedos amados, ou seja, feitos de arame; considere que eles formem uma mesa com 4 pés. Destaque os traços da mesa.

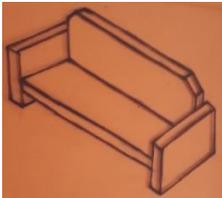
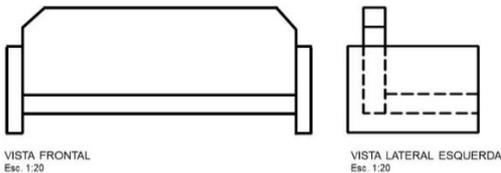


Fonte: registro da aluna “B”.

Em continuidade à investigação dos conhecimentos prévios identificados na atividade 1, as demais questões propostas buscavam verificar se o aluno reconhecia os desenhos em vistas ortográficas como o método de representação do objeto utilizado no desenvolvimento de um projeto de arquitetura, ou seja, se o aluno possuía conhecimentos sobre os diferentes métodos de representação de um objeto (questão nº 2) e; se o aluno era capaz de criar imagens mentais da projeção ortogonal de um ponto em movimento, isto é, se o aluno possuía algum conhecimento sobre projeção ortogonal (questões nº 6 e nº 7). Para tanto, foram analisados os registros da aluna “B”, sendo que:

- Notamos que o conhecimento associado ao conteúdo “projeções” não foi evidenciado na sua argumentação por meio de semelhanças e diferenças entre as imagens, bem como em face da relação dos desenhos em vistas ortográficas com o projeto arquitetônico, como sinaliza o registro escrito da aluna apresentado no Quadro 23:

Quadro 23 - Registro da aluna “B” na atividade nº 1, questão nº 2.

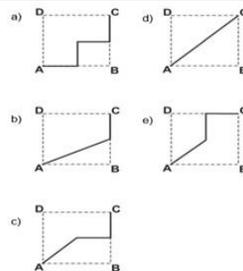
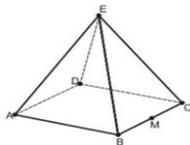
2. Existe alguma relação entre os desenhos que compõem o Projeto Arquitetônico e os diferentes tipos de desenhos apresentados a seguir? Explique.	
<p>a) Releitura do quadro "Quarto em Arles" pintado por Vincent van Gogh.</p> 	<p>b) Esboço do edifício "Ópera de Sydney", na Austrália</p> 
<p>c) Desenho em perspectiva de um sofá.</p> 	<p>d) Vistas frontal e lateral esquerda de um sofá.</p>  <p>VISTA FRONTAL Esc. 1:20</p> <p>VISTA LATERAL ESQUERDA Esc. 1:20</p>
<p>Resposta da aluna B: <i>“Acredito que sim. Um projeto pode começar com esboços, ou montar um ambiente para ver como ficaria com cores e decoração, desenhar em perspectiva para saber como será, ou projetar em escala para ter as medidas mais precisas”.</i></p>	

Fonte: Registro da aluna “B”.

- Os conhecimentos de projeção ortogonal exteriorizados, mostram-se insuficientes pois, apesar da aluna ter conseguido imaginar corretamente o trajeto do ponto na pirâmide (questão nº 6), equivocou-se na representação da trajetória da gangorra sobre o plano do chão (questão nº 7), conforme apresentado no Quadro 24.

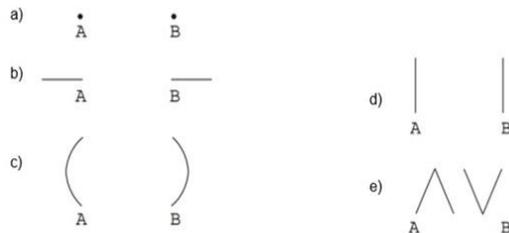
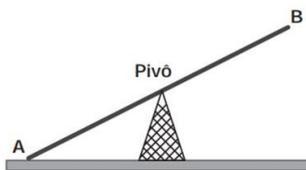
Quadro 24 - Registro da aluna “B” na atividade nº 1, questões nº 6 e nº 7.

6. Imaginemos o trajeto que um ponto percorreria ao se deslocar por esta pirâmide seguindo estas instruções: mova-se pela pirâmide, sempre em linha reta, do ponto A ao ponto E, a seguir do ponto E ao ponto M, e depois de M a C. Qual seria a projeção desse deslocamento no plano de base da pirâmide? (ENEM 2012).



Resposta da aluna B: letra “C” – correto.

7. Considere a gangorra representada na figura, em que os pontos A e B são equidistantes do pivô - ponto central de fixação da gangorra. A projeção da trajetória dos pontos A e B, sobre o plano do chão da gangorra, quando esta se encontra em movimento, é: (ENEM 2013).



Resposta da aluna B : letra “D” – incorreto.

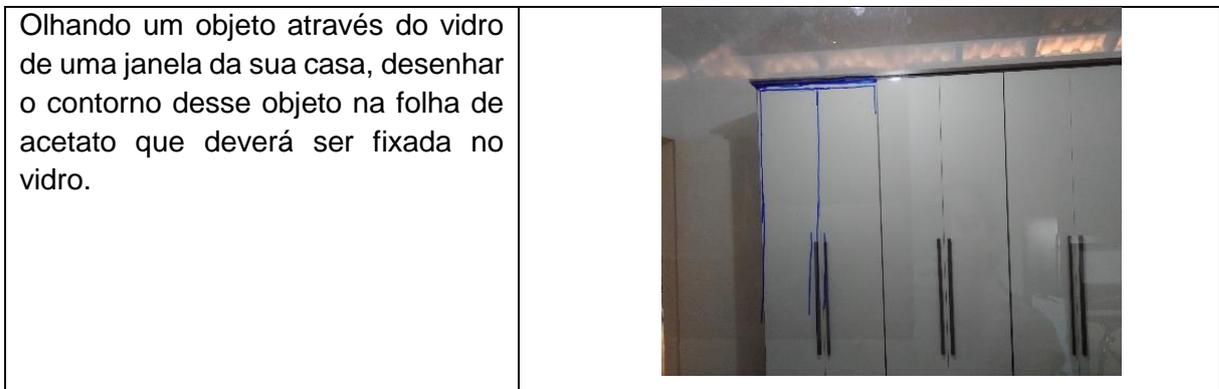
Fonte: Registro da aluna “B”.

A partir dos registros apresentados, foram destacados os conhecimentos prévios associados ao conteúdo de desenho geométrico, visualização espacial e representação tridimensional, havendo necessidade de trabalhar com materiais de instrução que funcionem como organizadores prévios do conteúdo a ser ministrado, possibilitando à aluna se inteirar nos conhecimentos necessários.

Assim como realizado com a aluna “A”, foram trabalhadas também com a aluna “B”, atividades e explanações que funcionaram como organizadores prévios (atividade nº 3 - Apêndice C; atividade nº 4 - Apêndice D; aula expositiva e dialogada), já mencionados no decorrer da análise da aluna “A”.

A aplicação do organizador prévio proposto na atividade nº 3 (Apêndice C) demonstrou pouco êxito para o desenvolvimento da aluna “B”, conforme registro apresentado no Quadro 25, pois não realizou por completo o desenho do objeto nem utilizou a técnica solicitada - desenhar o contorno do objeto olhando através do vidro, ela apenas desenhou algumas linhas do objeto na folha de acetato. Supomos que a aluna não tenha compreendido o propósito desta atividade que tinha o objetivo de demonstrar o paralelismo das linhas e a observação de que conforme a posição em que o observador se colocasse, poderia obter diferentes representações do objeto.

Quadro 25 – Registro da aluna “B” na atividade nº 3 da UEPS.

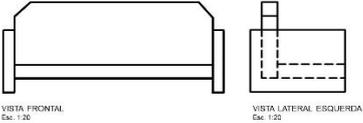


Fonte: Registro da aluna “B”.

Já o organizador prévio utilizado na atividade 4 (Apêndice D), exemplificados na transcrição apresentada no Quadro 26, permitem constatar que o conhecimento prévio associado ao conceito de “projeções” pode ter sofrido alguma alteração, pois a aluna conseguiu diferenciar um desenho artístico de um desenho técnico, quando explica que no quadro “o pintor quis passar uma impressão sobre o quarto que pode não ser real” e ao identificar, no desenho do sofá em perspectiva, que para a reprodução de um objeto “com exatidão seriam necessárias as medidas e com as escalas”.

Quadro 26 – Registro da aluna “B” na atividade nº 4, questão nº 2.

<p>2. Com relação às 4 imagens respondam:</p> <p>a) mostram o objeto exatamente como ele é?</p> <p>b) seria possível reproduzir os objetos representados nas imagens exatamente como eles são? Se não for possível, como deveria ser realizado o desenho para sua exata reprodução?</p>

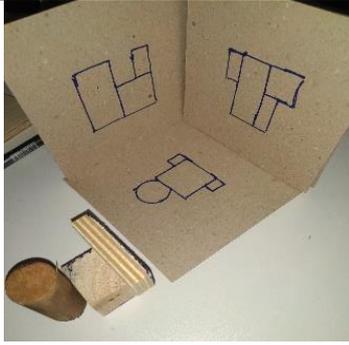
	<p>a) Não pois o pintor quis passar uma impressão sobre o quarto que pode não ser real. b) Não pois não tem as medidas.</p>
	<p>a) Não. A ideia dele foi um rascunho como seria o prédio, mas não é facilmente visível para os outros além do próprio arquiteto. b) Não, somente ele tem a real ideia de como seria o edifício.</p>
	<p>a) Sim. b) Não, pois para serem feitas com exatidão seriam necessárias as medidas e com as escalas.</p>
	<p>a) Sim, tem escala. b) Sim, tem escala.</p>

Fonte: registro das alunas “B” e “D”.

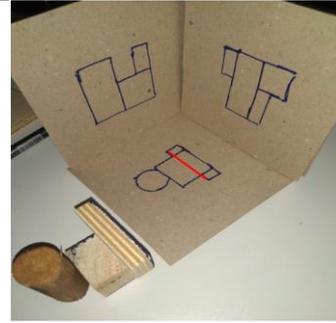
No desenvolvimento das demais atividades, observamos nos registros da aluna a ocorrência do processo de diferenciação progressiva. Isto pôde ser notado nos dados coletados nas atividades 5 e 7 (Apêndices E e G), sendo selecionados alguns para argumentação no Quadro 27, que representam os conhecimentos utilizados pela aluna a qual diferenciou os conceitos de vistas ortográficas no decorrer das aulas, de maneira a conseguir representar o objeto em duas dimensões, isto é, em projeção ortogonal, aplicando as regras ao desenho das vistas ortográficas, bem como analisar e identificar no desenho da amiga (aluna “D”) uma incorreção.

Quadro 27 – Registro da aluna “B” nas atividades nº 5 e nº 7.

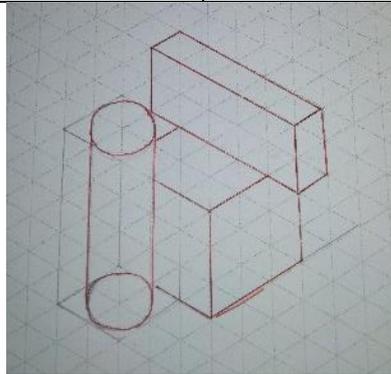
5. Montar os três planos de projeção com o papelão; criar um objeto com os blocos de madeira; desenhar as três vistas deste objeto nos planos de projeção, conforme imagem abaixo. Utilizando o mesmo objeto, realizar sua perspectiva isométrica no papel isométrico. Finalizadas as vistas ortográficas e a perspectiva isométrica, os componentes das duplas devem trocar entre si os desenhos para que um corrija o do outro. Caso encontrem alguma incorreção, fazer uma anotação no desenho e devolver para que o amigo refaça a atividade antes de entregar ao professor.



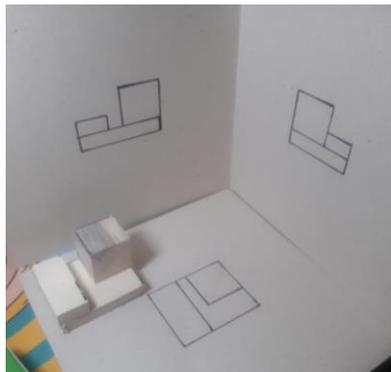
Vistas ortográficas do objeto montado com os blocos de madeira.



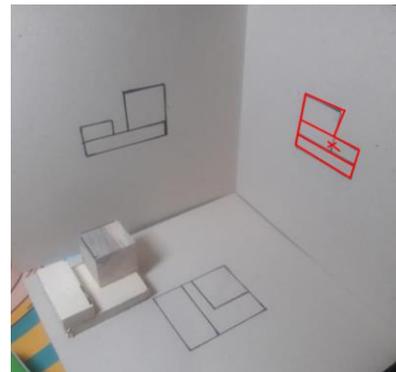
Correção realizada pela aluna (destacada em vermelho) após orientações da professora-pesquisadora. Alertamos que até o momento da realização desta atividade, não havia sido trabalhado o conteúdo de arestas ocultas, por isso a aluna deixou de representá-la na vista lateral esquerda.



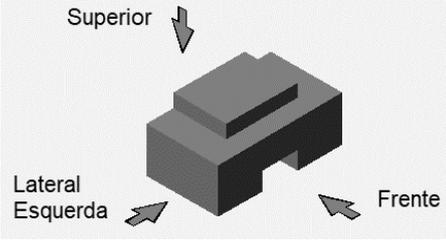
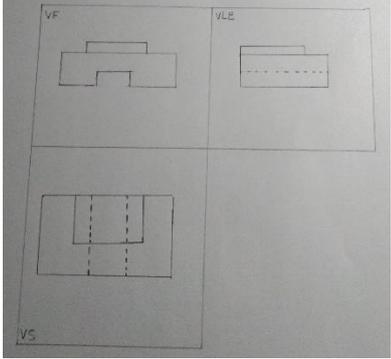
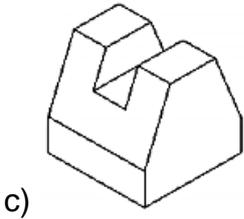
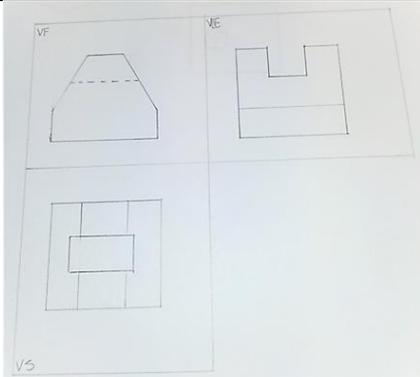
Perspectiva isométrica do objeto montado.



Registro da aluna “D” utilizado para realizar as correções que a aluna “B” julgou serem necessárias.



Correção realizada pela aluna “B” (destacada em vermelho). Tomando as observações citadas no quadro acima, justifica-se a aluna “B” não ter representado a aresta oculta na vista lateral esquerda.

Atividade 7	
<p>3. Desenhar as três principais vistas ortográficas do objeto em perspectiva.</p> 	
<p>5. Desenhar as três principais vistas ortográficas do objeto em perspectiva.</p> 	

Fonte: registros da aluna “B”.

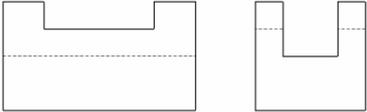
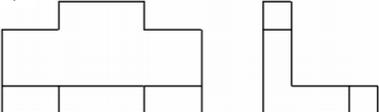
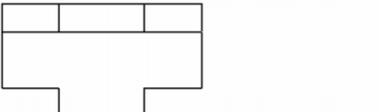
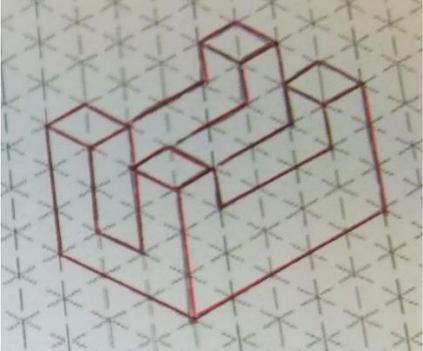
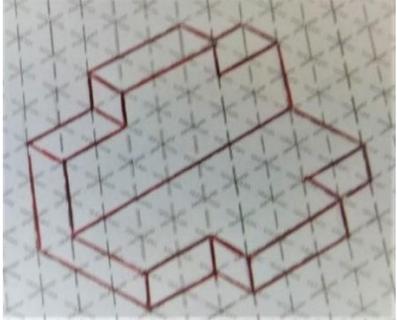
Algumas interações entre novos conhecimentos e os conhecimentos prévios interpretados a partir das respostas iniciais são identificadas em relação ao conteúdo de “projeção ortogonal – leitura da linguagem gráfica”, em que a aluna identifica as três dimensões espaciais do objeto representado nas vistas ortográficas dadas, revelando o objeto por meio da perspectiva isométrica, observado no resultado apresentado na realização da atividade 8 (Apêndice H), exercício nº 3 (Quadro 28).

Tal articulação e diferenciação de conceitos pode estar associada ao uso correto das regras aprendidas durante as aulas, pois conforme afirmado por French e Vierck (1995, p.156) que “a função básica da projeção ortográfica é revelar a forma do objeto”, observamos no registro da aluna que ela foi capaz de identificar os limites, partes ocultas, o significado das áreas, definir as dimensões espaciais e fixar sua direção e assim revelar a forma do objeto.

Para além da diferenciação progressiva dos conteúdos trabalhados, indícios de reconciliação integradora entre os conceitos de leitura e escrita da linguagem gráfica, podem ser sugeridos ao verificarmos que a aluna “B” identificou,

na atividade 8, exercício 3, letra “b”, as linhas tracejadas nas vistas ortográficas dadas como um desnível de alturas na peça, exemplificado no Quadro 28.

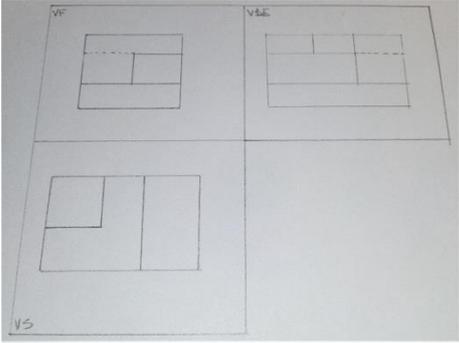
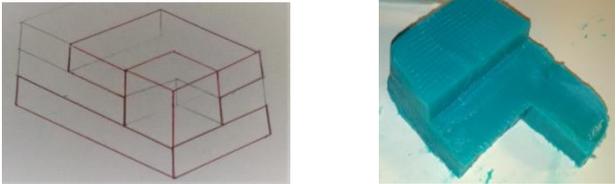
Quadro 28 – Registro da aluna “B” na atividade nº 8.

<p>3. Desenhar a perspectiva isométrica correspondente às vistas dadas.</p>  <p>b)</p>  <p>c)</p> 	 
---	--

Fonte: registro da aluna “B”.

No desenvolvimento da atividade 9 (Apêndice I), primeira atividade avaliativa, em que foi solicitado a aluna que desenhasse as vistas ortográficas da peça que se encaixaria no bloco de sabão esculpido na atividade anterior, percebemos no registro da perspectiva que a aluna realizou para visualizar a peça que a partir do desenho da peça que havia sido moldada no bloco de sabão, a aluna foi preenchendo os espaços com desenhos de sólidos geométricos que se encaixavam para formar um paralelepípedo, ou seja, o mesmo processo utilizado para o desenvolvimento da atividade 8, exercício nº 1 (Apêndice H) – montagem do objeto representado nas vistas ortográficas por meio da justaposição dos blocos de madeira, o que nos faz supor que a aluna diferenciou e reconciliou esses conhecimentos, pois a atividade anterior serviu tanto de ancoradouro para esse novo conhecimento como possibilitou que a aluna identificasse a relação que existia entre os elementos para execução de ambas atividades.

Quadro 29 – Registro da aluna “B” na atividade nº 9.

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). Enviar a foto das três vistas e escrever um texto explicando qual foi o caminho (o seu raciocínio) para chegar a esse desenho.	
<p>Projeção ortogonal da peça:</p> 	<p>Explicação da aluna:</p> <p>“Na verdade eu lembro como eu fiz os cortes pois foram somente 3 pedaços que sobravam. Fiz um desenho para conseguir visualizar melhor como eu lembrava. Começando com as peças de baixo para cima”.</p> 

Fonte: registro da aluna “B”.

Salientamos que em todos os exercícios realizados pela aluna B na atividade 7 (Apêndice G), em que era solicitado o desenho das vistas ortográficas do objeto apresentado em perspectiva, foi capaz de posicionar corretamente todas as vistas, portanto, ao observamos o Quadro 29, quando a aluna realiza a projeção ortogonal da peça com a vista superior posicionada de forma equivocada, rotacionada, supomos ter havido uma falta de atenção durante a realização desta atividade e não um desconhecimento.

Esta atividade era dependente das anteriores, necessitando que fossem utilizados os conhecimentos de escrita e leitura da linguagem gráfica para o seu desenvolvimento, portanto a aluna não teria conseguido realizá-la se não houvesse apreendido os conceitos trabalhados nos exercícios precedentes, levando a acreditar que houve uma aprendizagem significativa dos conceitos de projeção ortogonal.

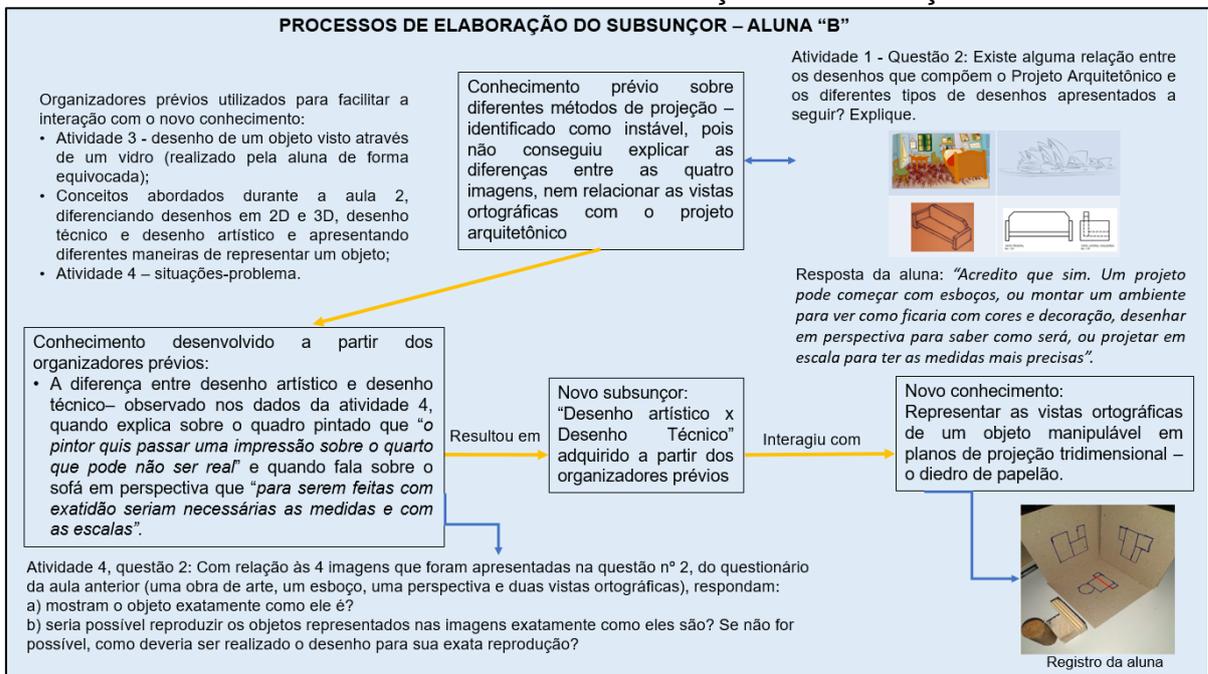
Finalizando a análise dos resultados da aluna “B”, apontamos para a resposta obtida na questão nº 1 da atividade 10 da UEPS (Apêndice J) em que a aluna assinalou todas as alternativas como corretas, sendo que apenas as alternativas 1 e 4 eram as que apresentavam desenhos realizados em projeção ortogonal. Devido ao fato da aluna ter apresentado um bom desempenho no decorrer das atividades anteriores, supomos que ela possa ter interpreta o enunciado da questão de forma equivocada. Nas demais questões desta mesma atividade em que se apresentavam exercícios específicos de projeção ortogonal, a aluna obteve todas as respostas

corretas, sendo este resultado interpretado como evidência de aprendizagem significativa.

Para sintetizar os elementos evidenciados na interpretação analítica dos dados, elaboramos os Quadros 30-33 que evidenciam alguns dos elementos obtidos nas atividades desta em relação à interpretação dos elementos associados à aprendizagem significativa.

O Quadro 30 demonstra o processo de elaboração e refinamento do subsunçor “projeções” o qual havia sido identificado como instável no registro da aluna na primeira atividade.

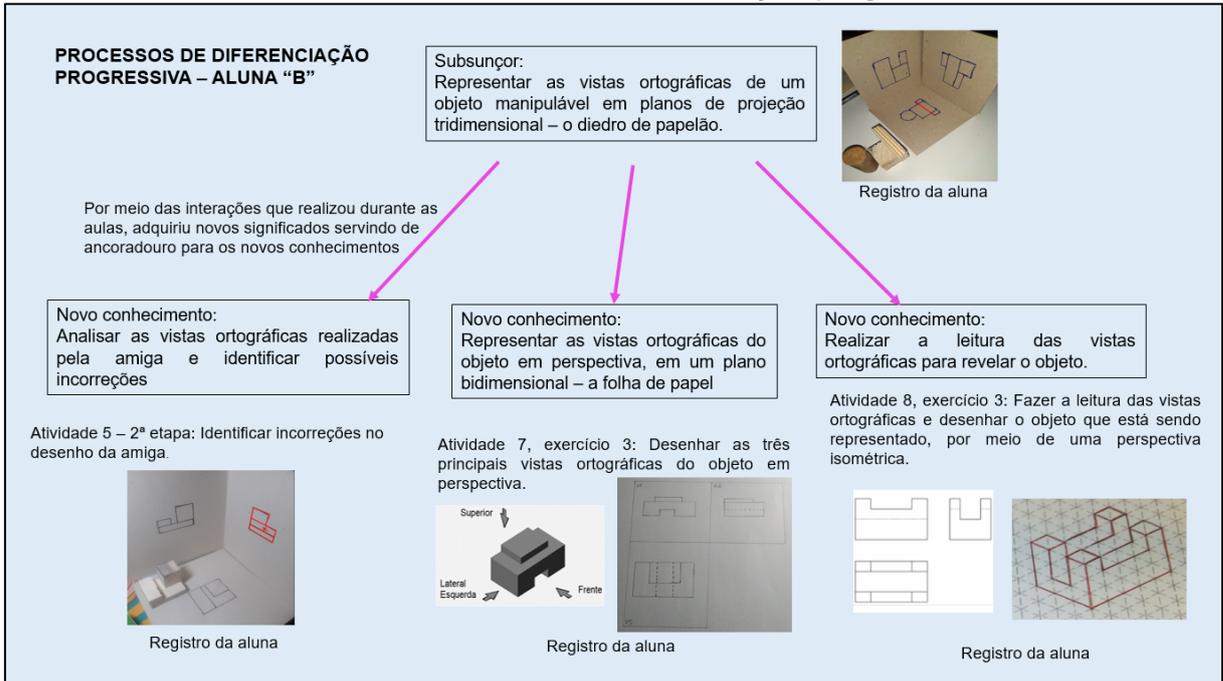
Quadro 30 – Processo de elaboração de subsunçor.



Fonte: a autora (2021).

O Quadro 31 traz os elementos que contribuíram para o desenvolvimento do processo diferenciação progressiva, tornando o subsunçor “projeções” cada vez mais refinado e estável.

Quadro 31 – Processo de diferenciação progressiva.



Fonte: a autora (2021).

O Quadro 32 apresenta o processo de reconciliação integradora, observado nas relações que a aluna “B” conseguiu identificar entre as atividades.

Quadro 32 – Processo de reconciliação integradora.



Fonte: a autora (2021).

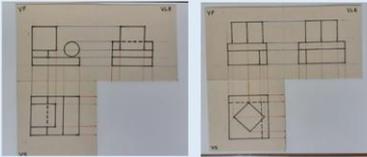
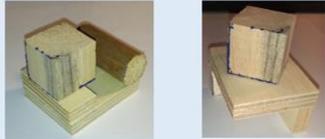
O Quadro 33 apresenta simultaneamente a ocorrência dos processos de diferenciação progressiva e reconciliação integradora, facilitando assim a aprendizagem significativa dos conceitos de projeção ortogonal.

Quadro 33 – Processo de diferenciação progressiva e reconciliação integradora.

PROCESSO DE DIFERENCIAÇÃO PROGRESSIVA E RECONCILIAÇÃO INTEGRADORA – ALUNA “B”

Subsunção:
Realizar a leitura das vistas ortográficas por meio da justaposição de blocos

Atividade 8, exercício nº 1

Registro da aluna

A atividade 8 serviu de ancoradouro para o novo conhecimento, proporcionando a diferenciação progressiva dos conceitos.

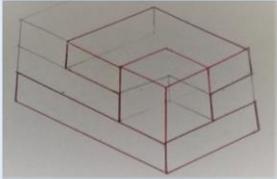
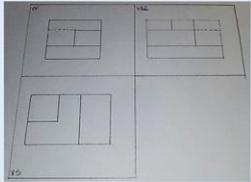
→

←

Na atividade 9 a aluna percebeu a relação entre ambas atividades ao fazer uso do mesmo processo realizado na atividade 8: justaposição de blocos, realizando assim a reconciliação integradora.

Novo conhecimento:
Visualizar uma peça de sistema macho-fêmea e representá-la em projeção ortogonal.

Atividade 9

Registro da aluna

Fonte: a autora (2021).

Dada essa ilustração do processo analítico empregado para análise dos dados qualitativamente, seguimos para a discussão dos resultados e busca por respostas à questão de pesquisa.

6 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Sendo a aprendizagem significativa um processo ativo e tendo um olhar global nos dados, evidenciamos nas análises, em particular, a organicidade dos conhecimentos prévios mobilizados pelas alunas, a necessidade de organizadores prévios – quando identificamos a ausência de conhecimentos prévios, e a organização da diferenciação progressiva entre os conceitos, e da reconciliação integradora. Tais elementos são destacados em termos do sujeito por Ausubel (2003), mas também estão ancorados na idealização da unidade de ensino proposta por Moreira (2011).

De modo geral, após a identificação dos conhecimentos prévios dos alunos, em particular nas duas primeiras atividades, as respostas nos forneceram indicativos de que os conhecimentos prévios das alunas “A” e “B” eram generalizados e em alguns casos não possuíam relevância de conteúdo suficientes para servirem como âncoras ao novo conhecimento introduzido pela UEPS. Neste contexto, foi necessário a adoção de um mecanismo pedagógico – os organizadores prévios - que estabeleceram uma ligação entre o que as alunas já sabiam e aquilo que precisavam saber para apreender o novo conhecimento de forma significativa.

Trabalhados os organizadores prévios (diferentes formas de representação um objeto), elaborados para proporcionar o contato com conteúdos relevantes em um nível de generalidade e inclusão necessários para a ancoragem com o novo conhecimento de projeção ortogonal, verificamos no desenrolar das atividades que o fato dos materiais de aprendizagem terem sido organizados de forma sequencial e hierárquica, facilitou os processos de diferenciação progressiva e reconciliação integradora permitindo que os conhecimentos prévios fossem aprofundados (tornando-se cada vez mais estáveis), diferenciados e permitiram às alunas os relacionar com os novos conteúdos que eram apresentados em cada aula. Este movimento é o mesmo proposto na teoria para tais conceitos e denotam também o potencial das atividades organizadas na unidade de ensino.

Elaboramos o Quadro 34 para tratar dos elementos evidenciados, para além do feito nas análises globais, em relação à organização das atividades da UEPS. Esclarece-se que, no conjunto das dez atividades desenvolvidas durante a aplicação da UEPS, em algumas atividades foram identificados mais elementos da

TAS que em outras, portanto apresenta-se neste quadro as que tiveram mais elementos identificados em seus registros.

Quadro 34 – Organização das atividades da UEPS em relação aos elementos da teoria de aprendizagem significativa expressos nos registros das alunas

Atividades 1 e 2 da UEPS (Apêndices A e B): Subsunçores identificados ³⁴					
	Desenho geométrico	Projeções	Habilidade de visualização espacial	Projeção da trajetória	Habilidade de representação espacial
Aluna “A”	instável	instável	instável	instável	instável
Aluna “B”	estável	instável	estável	instável	estável
Atividade 4 da UEPS (Apêndice D)					
Subsunçor inicial	Projeções.				
Diferenciação Progressiva	O subsunçor tornou-se mais claro permitindo que as alunas dessem significado aos novos conhecimentos. Exemplifica-se isso na resposta da dupla “A” e “C”, ao constatarem que objetos vistos em diferentes posições são representados de diferentes maneiras.				
Reconciliação Integradora	Ao reconhecerem, mesmo que de forma incompleta, que existem diferenças entre os quatro tipos de representação do objeto, dando assim um novo significado ao subsunçor: existência de diferentes tipos de projeções - que na atividade 1 da UEPS apresentou-se instável na aluna “A”.				
Tipo de AS	Representacional, pois identificaram que os símbolos (as quatro imagens utilizadas no exercício) significam um tipo de projeção, mas ainda não possuem o conceito de cada uma das representações.				
Forma da AS	Subordinada, pois o novo conhecimento – formas de representação de um objeto – adquiriu significado na ancoragem com o subsunçor.				
Atividade 7 da UEPS (Apêndice G)					
Subsunçor elaborado	Nessa atividade foi possível identificar o conhecimento prévio de “projeções”, o qual – de acordo com os registros apresentados - adquiriu novos significados, tornou-se mais diferenciado, sendo elaborado como: “Projeção das vistas em um plano tridimensional, utilizando objetos manipuláveis”.				
Diferenciação Progressiva	Tal processo foi observada durante a realização das vistas ortográficas de um objeto representado em perspectiva, isto é, sem o objeto manipulável e o diedro de papelão em mãos. Portanto, as alunas deram significado ao desenho das vistas ortográficas em um plano bidimensional, tornando o subsunçor mais refinado. O que indica também o potencial da atividade para essa organização conceitual.				

³⁴ Neste quadro adotamos a classificação dos subsunçores como “estável” quando a aluna teve um acerto total da questão e “instável” quando os acertos foram parciais ou nulo.

Reconciliação Integradora	No desenvolvimento da atividade, quando os alunos relacionam esta atividade com o exercício em que foram realizadas as vistas ortográficas no diedro de papelão, do objeto montado com os blocos de madeira (atividade 5 da UEPS – Apêndice E).
Tipo de AS	Conceitual, pois as alunas perceberam regularidades nas atividades que foram desenvolvidas, sem a necessidade de um referente concreto para dar significado ao conceito de projeção ortogonal.
Forma da AS	Subordinada, pois o novo conhecimento – projeção ortogonal, escrita da linguagem gráfica – adquiriu significado na ancoragem com o subsunçor.
Atividade 8 da UEPS (Apêndice H)	
Subsunçor elaborado	O subsunçor “projeção das vistas em um plano tridimensional, utilizando objetos manipuláveis” adquiriu novos significados, tornou-se mais diferenciado, sendo elaborado como: “Escrita da linguagem gráfica”.
Diferenciação Progressiva	Ao realizarem sucessivas interações entre os conhecimentos prévios e os novos conceitos, no decorrer das atividades anteriores, o subsunçor foi se tornando mais refinado, diferenciado e mais capaz de servir de ancoradouro ao novo conhecimento – leitura da linguagem gráfica. Isso possibilitou às alunas a realização da leitura das vistas ortográficas, nos exercícios propostos nesta atividade da UEPS.
Reconciliação Integradora	O conhecimento de escrita da linguagem gráfica, já estabelecido na estrutura cognitiva das alunas relacionou-se, de maneira substantiva e não-arbitrária, com o novo conhecimento – leitura da linguagem gráfica – permitindo que as alunas atribuíssem um novo significado ao conceito de escrita da linguagem gráfica: a partir da projeção ortogonal pode-se revelar a forma de um objeto. Os registros das alunas apresentados no item “Análise Local” revelam que recombinaaram os elementos da escrita para a realização da leitura das vistas ortográficas, possibilitando a identificação da forma do objeto representado.
Tipo de AS	Conceitual, pois as alunas perceberam regularidades nas atividades que foram desenvolvidas, sem a necessidade de um referente concreto para dar significado ao conceito de leitura das vistas ortográficas.
Forma da AS	Subordinada, pois o novo conhecimento – projeção ortogonal, leitura da linguagem gráfica – adquiriu significado na ancoragem com o subsunçor.
Atividade 9 da UEPS (Apêndice I)	
Subsunçor elaborado	O subsunçor “escrita e leitura da linguagem gráfica” adquiriu novos significados, tornou-se mais diferenciado, sendo elaborado como: “Projeção ortogonal – linguagem do Desenho Técnico”.
Diferenciação Progressiva	Identificada durante o processo de desenvolvimento das vistas ortográficas a partir de um objeto “visualizado mentalmente”, ou seja, não mais manipulável ou em desenhos de perspectiva, tornando assim o subsunçor mais refinado.

Reconciliação Integradora	Observado no registro da aluna “A” ao relacionar esta atividade com o exercício em que foram realizadas as vistas ortográficas no diedro de papelão, do objeto montado com os blocos de madeira (atividade 5 da UEPS – Apêndice E) em que utilizou os blocos de madeira para visualizar a peça. E, nos registros da aluna “B” ao relacionar esta atividade com o exercício nº 1 da atividade 8 da UEPS (Apêndice H) em que realizou um desenho em perspectiva por meio da justaposição de desenhos de sólidos geométricos.
Tipo de AS	Proposicional, pois as ideias estavam combinadas em uma sentença, em que era necessária a realização de uma sequência de procedimentos: observar o bloco moldado, visualizar a peça encaixável e desenhar as vistas ortográfica.
Forma da AS	Combinatória, pois utilizaram um conhecimento mais amplo do conceito de projeção ortogonal como método de representação da forma, para entender a relação entre os conceitos da projeção ortogonal e da visualização espacial, necessários para a elaboração da peça.

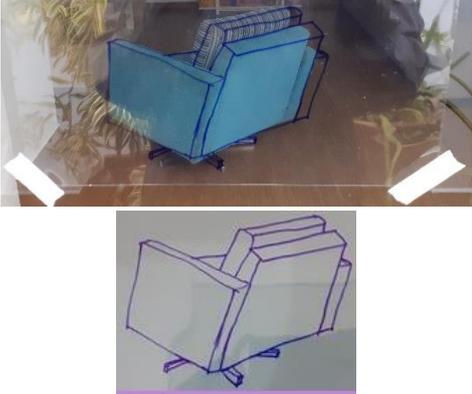
Fonte: a autora (2021).

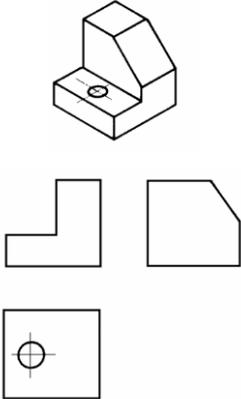
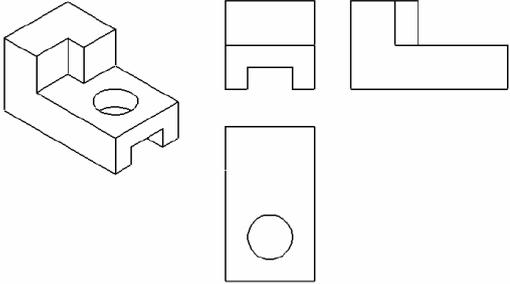
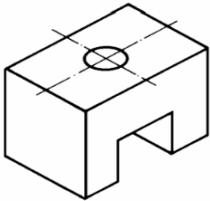
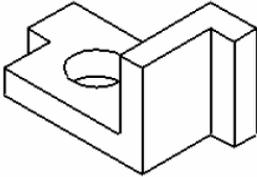
Diante de tais observações e considerando a organização apresentada por Moreira (2011) indicamos evidências de aprendizagem no desenvolvimento das atividades em relação aos conceitos de projeção ortogonal.

Nessa perspectiva, a pergunta norteadora “*Que elementos da Teoria de Aprendizagem Significativa são mobilizados no desenvolvimento de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) para o ensino de projeção ortogonal?*” foi respondida por meio das evidências indicadas nas análises locais, as quais possibilitaram a organização de conhecimentos prévios, o refinamento de subsunçores, a necessidade de organizadores prévios, bem como o desenvolvimento de diferenciação progressiva e reconciliação integradora.

Quanto ao objetivo desta dissertação que era o de *investigar o uso de uma unidade de ensino potencialmente significativa para a aprendizagem de projeção ortogonal*, obtivemos a proposição de uma unidade de ensino que após realizada a análise dos dados coletados foram identificados os elementos da aprendizagem significativa que são mobilizados no desenvolvimento das atividades da UEPS (de acordo com as análises locais) nos fornecendo indicativos em relação à unidade de ensino proposta. Isto nos direcionou às necessidades de sua reorganização para sugestão do Produto Técnico-tecnológico associado à essa dissertação, atingindo assim o objetivo desta pesquisa, sendo sugeridas cinco alterações para posterior publicação (Quadro 35).

Quadro 35 – Alterações da UEPS sugeridas para o Produto Técnico-tecnológico.

Atividade da UEPS	Como foi aplicado	Como foi sugerido no Produto
Atividade 1, questão nº 2	Existe alguma relação entre os desenhos que compõem o Projeto Arquitetônico e os diferentes tipos de desenhos apresentados a seguir? Explique.	As imagens abaixo utilizam diferentes métodos de representação de um objeto: desenho artístico, desenho em esboço, desenho em perspectiva e desenho em vistas ortográficas. Existe relação entre algum desses métodos com os desenhos que compõem o Projeto Arquitetônico? Qual(is) desses métodos é (são) utilizado(s) para execução do Projeto Arquitetônico? Explique por que você acha isso.
Justificativa da alteração: o fato da aluna “B” não identificar, especificamente, as vistas ortográficas como as representações utilizadas em um projeto arquitetônico, nos fez refletir na possibilidade do enunciado da questão ter ficado confuso, pois notou-se que a aluna possuía o conhecimento. A transcrição de sua resposta encontra-se nas páginas 76 e 77.		
Atividade 3	Enunciado da atividade: Olhando um objeto através do vidro de uma janela da sua casa, desenhar o contorno desse objeto na folha de acetato que deverá ser fixada no vidro.	<p>Utilizar o mesmo enunciado, porém apresentar uma imagem que demonstre como deve ser realizada esta atividade:</p>  <p>Explicar como surgiram as máquinas de desenhar perspectiva de Dürer, durante o Renascimento italiano para que os alunos atribuam significado a esta atividade. Sugere-se a leitura da dissertação de mestrado “Os perspectógrafos de Dürer na educação matemática: história, geometria e visualização”, de Thatieli Meneguzzi. Disponível em < https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/92248/280592.pdf?sequence=1&isAllowed=y ></p>
Justificativa da alteração: apenas uma aluna, entre os quatro participantes, que realizou a atividade colando a folha de acetato no vidro, os demais realizaram apenas um desenho de observação.		

Atividade 4, letra “b”		
Atividade 5, letra “b”		 <p data-bbox="847 909 1430 1016">Utilizamos outra imagem em que aparece a profundidade do furo no desenho em perspectiva.</p>
<p>Justificativa da alteração: o fato das alunas “A” e “B” não terem representado nas vistas frontal e lateral esquerda (atividade 4) o furo cilíndrico existente na parte superior dessas peças, nos fez refletir sobre a possibilidade de não terem conseguido identificar que o círculo desenhado na perspectiva representava um furo na peça. A aluna “C” não representou o furo cilíndrico nas vistas frontal e lateral esquerda de ambas atividades.</p>		
Atividade 10, questão nº 1	<p>Enunciado da questão: “Cada desenho mostra a representação de um objeto por meio de um tipo de PROJEÇÃO. Observe com bastante atenção e assinale as alternativas em que os desenhos representam o tipo de projeção que utilizamos em Desenho Técnico, isto é, o desenho que representa a LINGUAGEM do Desenho Técnico”.</p>	<p>Enunciado da questão: “Os desenhos abaixo foram elaborados por meio de dois métodos de PROJEÇÃO utilizados para representar um objeto. Observe com atenção e assinale apenas as alternativas em que os desenhos foram realizados aplicando o método de projeção que utilizado na execução de um Projeto de Arquitetura, ou seja, o tipo de desenho que representa a LINGUAGEM do Desenho Técnico”.</p>
<p>Justificativa da alteração: pelo motivo da aluna “A” ter apresentado desempenho satisfatório no decorrer das atividades anteriores, mas ter selecionado as cinco opções como o tipo de projeção utilizada em Desenho Técnico.</p>		

Fonte: a autora (2021).

Espera-se que, com as alterações sugeridas, professores que possam vir a utilizar esta proposta de Unidade de Ensino Potencialmente Significativa

para o ensino de projeção ortogonal, obtenham resultados ainda mais satisfatórios no desempenho de seus alunos.

Salientamos que aliado ao treino na execução de vistas ortográficas, adotamos a proposta de Montenegro (2005, p. 4) utilizada por ele para o ensino de geometria espacial e, assim, procuramos trabalhar de maneira a proporcionar aos alunos “pensar, raciocinar, compreender e não treinar sistemas de representação”. O autor aconselha trabalhar exercícios à mão livre e modelos reais, sendo este último responsável por proporcionar uma experiência concreta que serve de base para as abstrações necessárias ao desenvolvimento da habilidade de visualização espacial. Sendo assim, aplicamos estes aspectos 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 (Apêndice C);
- 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 (Apêndice D);
- 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 (Apêndice E);
- Atividade 6. Questionário com 9 questões que contemplam atividades para o desenvolvimento da visualização espacial (Apêndice F);
- 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 adoção desses tópicos tenha favorecido o ensino e a aprendizagem, pois verificamos que as alunos não apresentaram falhas significativas, proporcionalmente relacionadas aos três aspectos listados por Tamashiro (2010, p. 30) em relação à “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”.

Pudemos observar nas atividades específicas dos desenhos em projeção ortogonal, de ambas alunas analisadas, que havia correlação entre as três vistas ortográficas representadas, bem como o entendimento do que estava sendo

representado tanto nos exercícios de escrita quanto nos de leitura da linguagem gráfica. Apenas a aluna “A” demonstrou pouca prática no manejo dos instrumentos de desenhos, observados nos desenhos vacilantes realizados à mão livre e nos desenhos que eram para serem realizados com o jogo de esquadros, muitas vezes apresentaram-se fora de esquadro.

Com relação aos aspectos relacionados às tecnologias de expressão gráfica, citados por Pires (2019), lembramos que não foram aplicados nesta UEPS pois são ensinados na articulação com outras disciplinas do curso técnico em Edificações em que foram coletados os dados.

Quanto aos desafios da pesquisa, destacamos o impacto da pandemia nos processos de ensino e aprendizagem, pois 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 algumas atividades e elaborar recursos para auxiliar os alunos na compreensão do desenvolvimento das atividades.

Evidenciamos também dificuldades enfrentadas por alunos e professores em relação ao uso da tecnologia que no ensino remoto ficou à cargo deles próprios, muitos com dificuldades de acesso à internet, de local e equipamentos adequados ao ensino remoto, além da impossibilidade da realização de aulas práticas e visitas técnicas.

Na aplicação desta pesquisa transcorreram situações que dificultaram o ensino e a aprendizagem, como alunos acanhados que não se manifestavam durante as aulas dificultando a nossa percepção sobre a sua aprendizagem, falta de resposta dos e-mails da professora-pesquisadora, falta de realização de atividades com incorreções e a falta do ambiente físico da sala de aula que impossibilitou o auxílio satisfatório aos alunos no desenvolvimento dos traçados das vistas ortográficas.

Observamos que tais situações, apesar de ocorrerem também nas aulas presenciais, tornaram-se um agravante durante as aulas remotas. Isso 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.

Estas 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.

Esperamos com esta pesquisa contribuir com o trabalho de professores que atuam nestas áreas, em especial nos cursos técnicos em que, diferentemente do ensino básico, não dispomos de material didático para as disciplinas curriculares. Apesar das dificuldades e adversidades no decorrer deste mestrado, esta pesquisa nos oportunizou ricos momentos de aprendizagem e aperfeiçoamento.

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. Disponível em: <https://even3.blob.core.windows.net/anais/50735.pdf>. Acesso em: 22 fev. 2020.
- 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.
- ANDRADE, R. A. **Implementação do BIM no ensino**: adequação de matrizes curriculares de cursos de arquitetura através da identificação de permeabilidades de conteúdo. 2018. 198 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2018.
- AUSUBEL, D. P. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos**: uma perspectiva cognitiva. Lisboa: Paralelo Editora, 2003. Tradução de Lígia Teopisto.
- AUSUBEL, D. P., NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia Educacional**. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora Interamericana Ltda., 1980. Tradução de Eva Nick et al.
- BARISON, M. B.; SANTOS, E. T. Uma experiência com o uso de ferramentas CAD/BIM na disciplina Desenho Geométrico e Geometria Descritiva. In: GRAPHICA - International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design, 13, 2019, Rio de Janeiro. **Anais [...]**. Rio de Janeiro: Colégio Pedro II, p. 167-178.
- BARISON, M. B.; SANTOS, E. T. O papel do arquiteto em empreendimentos desenvolvidos com a tecnologia BIM e as habilidades que devem ser ensinadas na Universidade. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, [S. l.], v. 11, n. 1, p. 103-120, 2016. DOI: 10.11606/gtp.v11i1.102708. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/gestaodeprojetos/article/view/102708>. Acesso em: 21 jan. 2021.
- BLANCO, T. F. Atendiendo habilidades de visualización en la enseñanza de la geometría. In: Festival internacional de matemática, 9., 2014, Quepos, Puntarenas, Costa Rica. **Anais [...]**. Costa Rica: 2014. p. 1-13.
- BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação**. Tradução Maria João Alvarez, Sara Bahia dos Santos e Telmo Mourinho Baptista. Porto: Porto Editora, 1994.
- DORNELES, V. **Caderno de exercícios**. Apostila de Desenho Técnico. Disponível em: <https://vivianedorneles.files.wordpress.com/2009/08/apostiladesenho1.pdf>. Acesso em: 08 abr. 2020.
- CAMPOS, A. R. S. de A. O lugar do desenho técnico na educação profissional de nível médio. In: GRAPHICA - International Conference on Graphics Engineering for

Arts and Design, 7, 2007, Curitiba. **Anais [...]**. Curitiba: Departamento de Expressão Gráfica da UFPR, s/p.

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. Disponível em: <https://even3.blob.core.windows.net/anais/50888.pdf>. Acesso em: 02 fev. 2020.

COSTA, L. **O ensino do desenho**. 1940. Disponível em: http://portal.iphan.gov.br/uploads/publicacao/O_Ensino_do_Desenho.pdf. Acesso em: 22 mar. 2020.

DAMASIO, F. **História da ciência na educação científica**: uma abordagem epistemológica de Paul Feyerabend procurando promover a aprendizagem significativa crítica. 2017. 404 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós- Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017.

DINIZ, L. N; QUEIROZ, J. C. M. Ateliê de projeto – superando o paradigma: do abandono da prancheta para a inserção das ferramentas digitais. In: GRAPHICA - International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design, 13, 2019, Rio de Janeiro. **Anais [...]**. Rio de Janeiro: Colégio Pedro II, p. 45-55.

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. Semestral. Disponível em: <https://rbeg.net/artigos/artigo4.pdf>. Acesso em: 07 fev. 2019.

FRENCH, T. E. **Desenho Técnico**. 18. ed. v1. Porto Alegre: Editora Globo, 1978. Tradução de Soveral F. de Souza e Paulo B. Ferlini.

FRENCH, T. E.; VIERCK, C. J. **Desenho Técnico e Tecnologia Gráfica**. 5. ed. São Paulo: Editora Globo, 1995. Tradução de Eny Ribeiro Esteves et al.

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. Quadrimestral. Laboratório de Orientação da Gênese Organizacional - Universidade Federal de Santa Catarina. <http://dx.doi.org/10.26771/e-revista.logo>

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. Tradução de Alexandre Kawano et al.

GOUVEIA, A. P. S. **O croqui do arquiteto e o ensino do desenho**. 1998. 3 v. Tese (Doutorado) - Curso de Arquitetura, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.

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.

IMAI, C.; FABRICIO, M. M. Desenvolvimento de modelo físico de simulação espacial em projetos de HIS. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 20, n. 1, p. 423-440, jan./mar. 2020.

IMAI, C.; FABRÍCIO, M. M.; AZUMA, M. H. Modelo físico como instrumento de projeto e comunicação para a execução de artefatos de pesquisa. In: Simpósio Brasileiro de Qualidade do Projeto no Ambiente Construído, 6., 2019, Uberlândia. **Anais [...]**. Uberlândia: PPGAU/FAUeD/UFU, 2019. p. 345-352.

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. Quadrimestral. Disponível em: http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo_ID90/v6_n3_a2016.pdf. Acesso em: 10 set. 2018.

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. Anual. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/96956/000900432.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 10 set. 2018.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa crítica**. 2010. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/~moreira/apsigcritport.pdf>. Acesso em: 04 jun. 2019.

MOREIRA, M. A. **Avaliação da aprendizagem**. 2003. Texto preparado para a disciplina de pós-graduação Bases Teóricas e Metodológicas para o Ensino Superior. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/cref/uab/midias/apoio/avaliacao.pdf>. Acesso em: 02 dez. 2019.

MOREIRA, M. A. **Teorias de Aprendizagem**. 2. ed. São Paulo: Editora E.P.U., 2017.

MOREIRA, M. A. Unidades de Enseñanza Potencialmente Significativas - UEPS: (Potentially Meaningful Teaching Units – PMTU). **Aprendizagem Significativa em Revista/ Meaningful Learning Review**, Porto Alegre, v. 1, n. 2, p. 43-63, ago. 2011. Quadrimestral. Disponível em: http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo_ID10/v1_n2_a2011.pdf. Acesso em: 10 set. 2018.

MOREIRA, M. A. Aprendizagem Significativa: um conceito subjacente. In: Encuentro Internacional sobre Aprendizaje Significativo, 1., 1997, Burgos, Espanha. **Actas**. Burgos: Universidad de Burgos, 1997. p. 17-45.

MOREIRA, M. A. Organizadores previos y aprendizaje significativo. **Revista Chilena de Educación Científica**, Chile, v. 7, n. 2, p. 23-30, 2008.

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. Quadrimestral. Disponível em: http://www.educacaografica.inf.br/wp-content/uploads/2017/09/18_REFERENCIAIS-DE-APOIO_232_244.pdf. Acesso em: 5 out. 2018.

PACHECO, P. R.; VIZIOLI, S. H. T. O desenho no processo projetivo: estudo das representações gráficas de projetos de paulo mendes da rocha. In: Seminário Internacional "REPRESENTAR Brasil 2013: as representações na arquitetura, urbanismo e design", 1., 2013, São Carlos. **Anais [...]**. São Carlos: Usp, 2015. p. 112-126. Disponível em: https://www.iau.usp.br/pesquisa/grupos/nelac/wp-content/uploads/2015/01/REPRESENTAR2013_pacheco_vizioli.pdf. Acesso em: 05 abr. 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.

PIRES, R. W. **Proposta de framework para inovação no ensino de desenho técnico instrumentado nos cursos de formação profissional em nível superior**. 2019. 241 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Design, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2019.

PIRES, R. W.; BERNARDES, M. M. e S.; LINDEN, J. C. S. V. D. Existe bibliografia consagrada sobre desenho técnico no Brasil? In: International Conference On Graphics Engineering For Arts And Design, 11., 2015, Lisboa. **Proceedings [...]** . Lisboa: APROGED, 2015. v. 1, p. 219-230. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/destec/wp-content/uploads/2015/05/1-cJ-Artigo-GRAPHICA-2015.pdf>. Acesso em: 17 jun. 2019.

PRIETO, G.; VELASCO, A. D. Entrenamiento de la visualización espacial mediante ejercicios informatizados de dibujo técnico: entrenamiento de la visualización especial. **Revista Semestral da Associação Brasileira de Psicologia Escolar e Educacional (ABRAPEE)**, Perdizes, SP, v. 12, n. 2, p. 309-317, dez. 2008.

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. DOI: 10.11606/gtp.v11i1.98382. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/gestaodeprojetos/article/view/98382>. Acesso em: 21 jan. 2021.

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. s/p. Disponível em: <https://even3.blob.core.windows.net/anais/49706.pdf>. Acesso em: 22 fev. 2020.

SCHIAVO, E. C. M. **Sequência de ensino: uma UEPS para o ensino de projeção ortogonal no curso técnico em Edificações** . 2021. 78 f. Produção Técnica Educacional (Mestrado Profissional em Ensino) – Universidade Estadual do Norte do Paraná, Cornélio Procópio, 2021.

SEABRA, R. D. **Uma ferramenta em realidade virtual para o desenvolvimento da habilidade de visualização espacial**. 2009. 227 f. Tese (Doutorado) – Curso de Engenharia de Construção Civil e Urbana, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

SILVA, A.; RIBEIRO, C. T.; DIAS, J.; SOUSA, L. **Desenho Técnico Moderno**. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2013. Tradução de Antônio E. M. Pertence e Ricardo N. N. Koury.

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.

TORREZZAN, C. A. W. **Modelo para avaliação e desenvolvimento da habilidade espacial em desenho técnico (MADHE)**. 2019. 286 f. Tese (Doutorado) - Curso de Escola de Engenharia, Programa de Pós-Graduação em Design, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2019.

TORREZZAN, C. A. W. **Sistema de projeção**. 2020. Apostila fundamentada em citações bibliográficas. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/destec/wp-content/uploads/2020/07/1-SISTEMA-DE-PROJE%C3%87%C3%83O.pdf>. Acesso em: 07 maio 2020.

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. Disponível em: <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvi/cd/resumos/T1772-1.pdf>. Acesso em: 14 out. 2019.

VELASCO, A. D.; KAWANO, A. **Avaliação da aptidão espacial em estudantes de engenharia como instrumento de diagnóstico do desempenho em desenho técnico**. São Paulo: Epusp, 2002. 12 p.

VELASCO, A. D.; PRIETO, G. Exercícios informatizados para auxílio no desenvolvimento da visualização espacial. In: GRAPHICA - International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design, 7, 2007, Curitiba. **Anais [...]**. Curitiba: Departamento de Expressão Gráfica da UFPR, s/p.

APÊNDICES

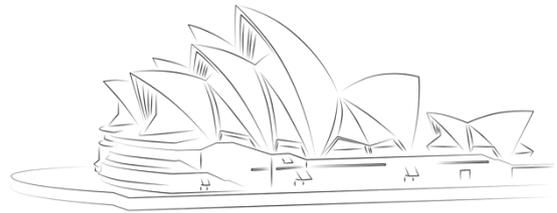
Questão 2: Existe alguma relação entre os desenhos que compõem o Projeto Arquitetônico e os diferentes tipos de desenhos apresentados a seguir? Explique.

a) Releitura do quadro "Quarto em Arles" pintado por Vincent van Gogh.



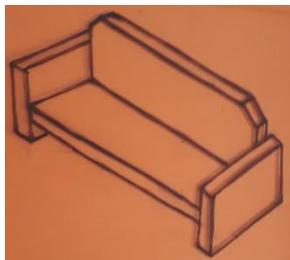
Fonte: Clker-Free-Vector-Images por Pixabay

b) Esboço do edifício "Ópera de Sydney", na Austrália.



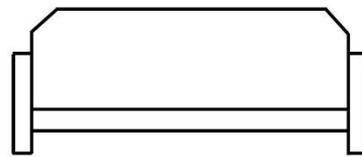
Fonte: romavor por Pixabay

c) Desenho em perspectiva de um sofá.

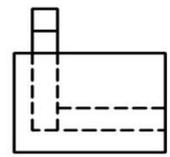


Fonte: a autora

d) Vistas frontal e lateral esquerda de um sofá.



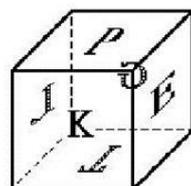
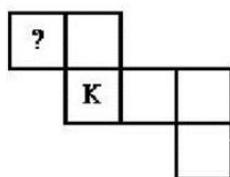
VISTA FRONTAL
Esc. 1:20



VISTA LATERAL ESQUERDA
Esc. 1:20

Fonte: a autora

Questão 3 - Se desdobramos o cubo da imagem abaixo, qual letra aparece no ponto de interrogação que está na imagem da esquerda e qual sua posição? (Seabra,2009)



Opção 1 Opção 4



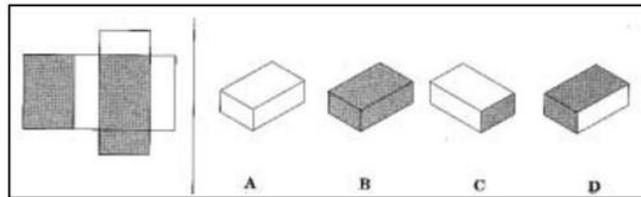
Opção 2 Opção 5



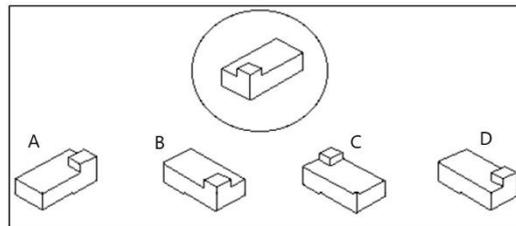
Opção 3 Opção 6



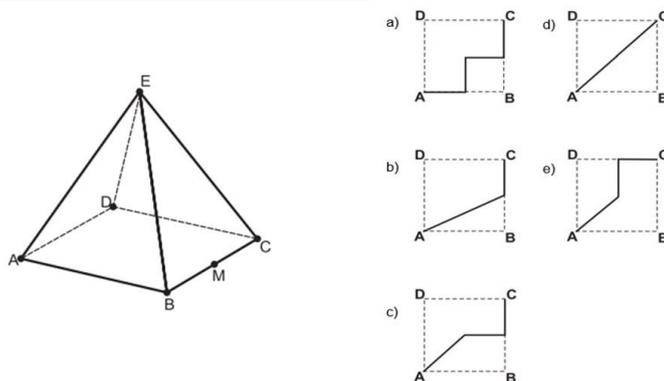
Questão 4 - Dentre as 4 alternativas qual é a que corresponde ao padrão bidimensional apresentado à esquerda após o seu dobramento? (Seabra,2009)



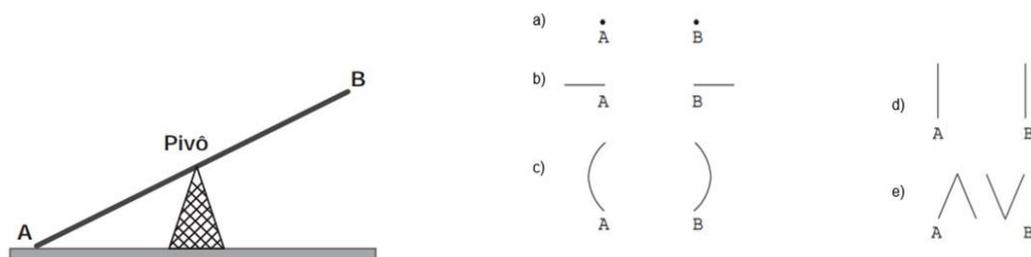
Questão 5 - Qual das figuras é igual a que aparece dentro do círculo, porém em posição diferente? (Velasco e Kawano, 2002)



Questão 6 - Imaginemos o trajeto que um ponto percorreria ao se deslocar por esta pirâmide seguindo estas instruções: mova-se pela pirâmide, sempre em linha reta, do ponto A ao ponto E, a seguir do ponto E ao ponto M, e depois de M a C. Qual seria a projeção desse deslocamento no plano de base da pirâmide? (ENEM 2012).



Questão 7 - Considere a gangorra representada na figura, em que os pontos A e B são equidistantes do pivô - ponto central de fixação da gangorra. A projeção da trajetória dos pontos A e B, sobre o plano do chão da gangorra, quando esta se encontra em movimento, é: (ENEM 2013).



APÊNDICE B

Atividade 2 da UEPS: Desenho de uma mesa

Descrição da atividade: Faça o desenho (ou esboço) de uma mesa em perspectiva cavaleira, imaginando que ela é formada a partir de 2 paralelepípedos aramados, ou seja, feitos de arame; considere que eles formem uma mesa com 4 pés. Destaque os traços da mesa. Segue o link de um vídeo que explica como se realiza um desenho em perspectiva cavaleira: <https://www.youtube.com/watch?v=7fdZX-Hc5y0>. Quem tiver jogo de esquadros pode utilizá-los para desenhar, quem não tiver faça apenas um esboço à mão livre

Esta atividade foi adaptada de Montenegro (2005) e buscava identificar os conhecimentos prévios dos alunos relacionados à habilidade de representação espacial.

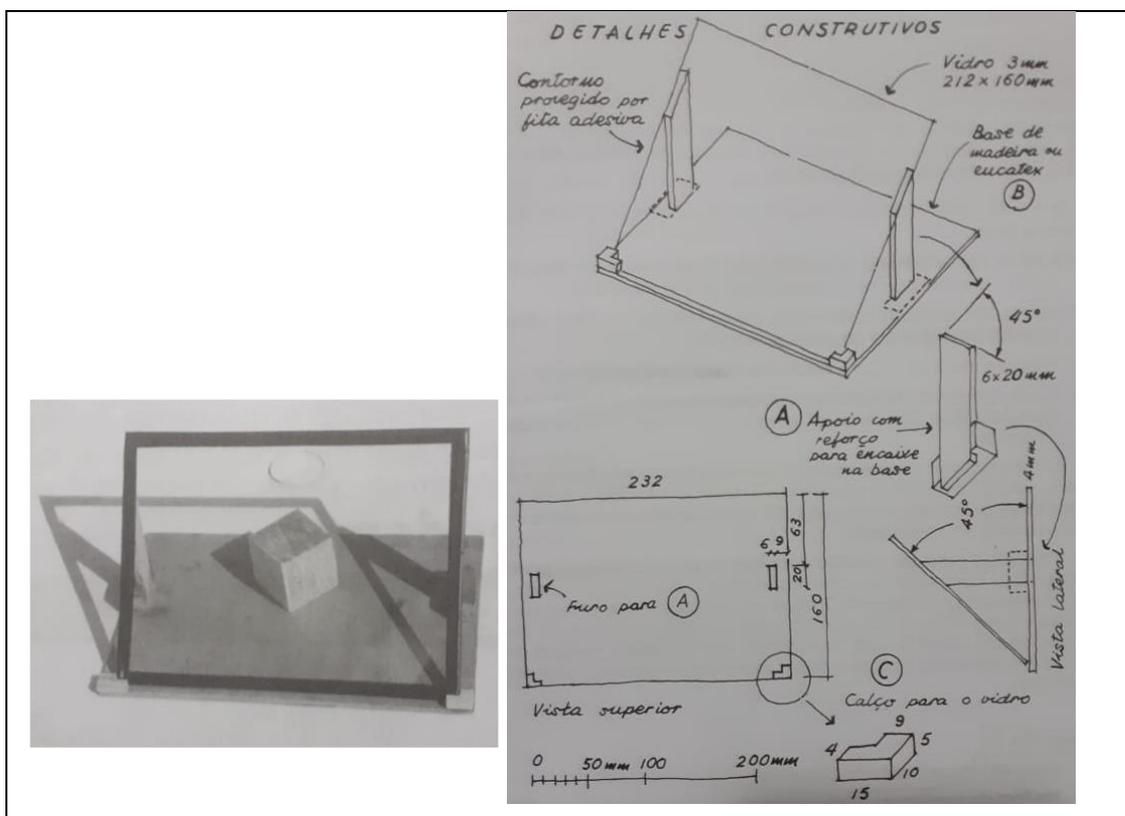
APÊNDICE C

Atividade 3 da UEPS: Desenho de um objeto observado através de um vidro

Descrição da atividade: Olhando um objeto através do vidro de uma janela da sua casa, desenhar o contorno desse objeto na folha de acetato que deverá ser fixada no vidro.

Esta atividade foi adaptada de Montenegro (2005) que propõe a utilização de um instrumento (ver Figura 14) embasado no perspectógrafo de Dürer para realizar desenhos de um objeto em diferentes posições e assim demonstrar o paralelismo das linhas e conforme a direção do olhar, pode-se ter: uma vista ortográfica; uma perspectiva cavaleira; uma perspectiva isométrica ou suas variantes. Sendo assim, o vidro do perspectógrafo passa a ser uma janela ou porta de vidro da residência do aluno onde a folha de acetato é fixada para então realizar o contorno de um móvel.

Figura 14 - Instrumento proposto a partir dos perspectógrafos de Dürer



Fonte: Montenegro (2005, p. 22 e 23).

APÊNDICE D

Atividade 4 da UEPS: Situações-problema iniciais

Descrição da atividade a ser realizada em grupo por meio de uma plataforma virtual: Responder a questão nº 2 apresentada no Quadro 22 abaixo e em seguida realizar uma discussão no grande grupo.

Quadro 36 – Situações-problema da atividade 4 da UEPS.

- | |
|---|
| 1) Como eu posso representar um objeto <u>tridimensional</u> em uma folha de papel que possui apenas <u>duas dimensões</u> ? |
| 2) Com relação às 4 imagens que foram apresentadas na questão nº 2, do questionário da aula anterior (uma obra de arte, um esboço, uma perspectiva e uma vista frontal e lateral), respondam:
a) mostram o objeto exatamente como ele é?
b) seria possível reproduzir os objetos representados nas imagens exatamente como eles são? Se não for possível, como deveria ser realizado o desenho para sua exata reprodução? |

Fonte: Schiavo (2021).

A primeira questão deverá ser apenas discutida no grande grupo logo no início da aula, não sendo necessário o registro escrito das respostas.

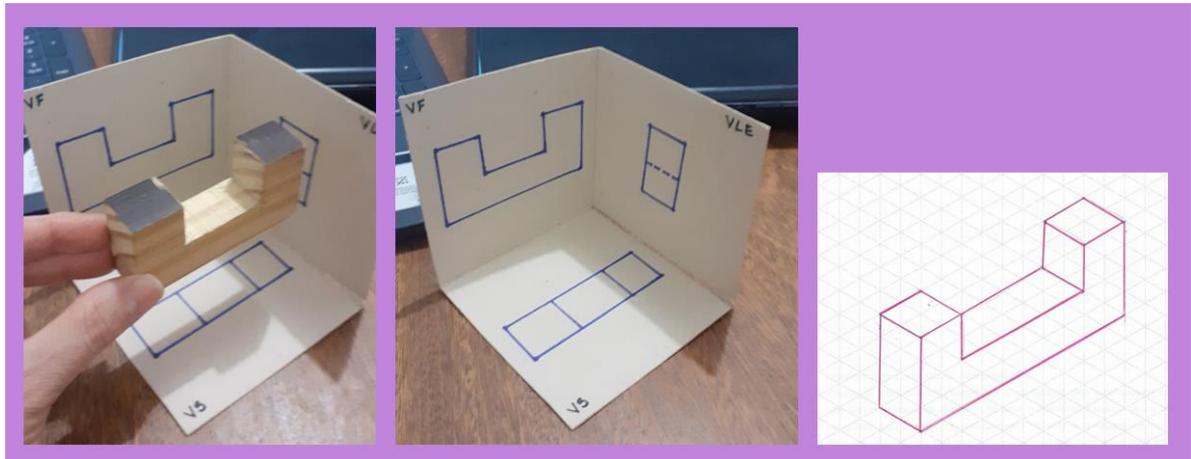
APÊNDICE E

Atividade 5 da UEPS: Desenho das vistas ortográficas no diedro de papelão e desenho da perspectiva isométrica no papel isométrico.

Descrição da atividade a ser realizada em duplas por meio de uma plataforma virtual: Montar os três planos de projeção com o papelão; criar um objeto com os blocos de madeira; desenhar as três vistas deste objeto nos planos de projeção, conforme imagem abaixo. Utilizando o mesmo objeto, realizar sua perspectiva isométrica no papel isométrico. As imagens da Figura 15 exemplificam a atividade.

Finalizadas as vistas ortográficas e a perspectiva isométrica, os componentes das duplas devem trocar entre si os desenhos para que um corrija o do outro. Caso encontrem alguma incorreção, fazer uma anotação no desenho e devolver para que o amigo refaça a atividade antes de entregar ao professor.

Figura 15 – Exemplificação da atividade 5 da UEPS.

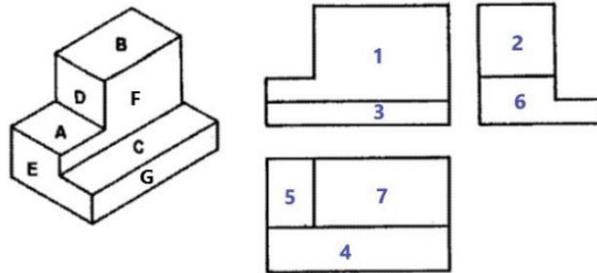


Fonte: Schiavo (2021).

APÊNDICE F

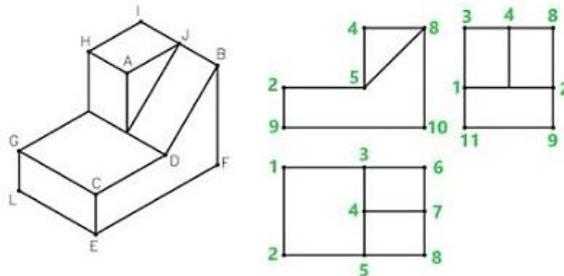
Atividade 6 da UEPS: Exercícios para o desenvolvimento da habilidade de visualização espacial.

Questão 1 – Relacione as letras da perspectiva isométrica com as faces das vistas ortográficas (Adaptado de DORNELES).



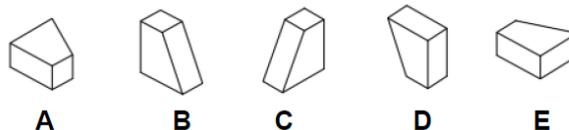
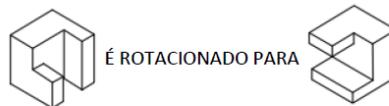
Habilidade requerida para o desenvolvimento desta atividade, segundo Nogueira e Borda (2017): visualização espacial.

Questão 2 – Relacione as letras da perspectiva isométrica com os números dos vértices das vistas ortográficas (Adaptado de DORNELES).



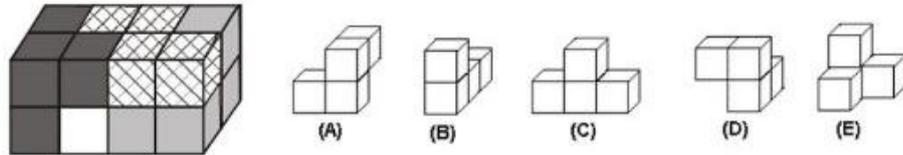
Habilidade requerida para o desenvolvimento desta atividade, segundo Nogueira e Borda (2017): visualização espacial.

Questão 3 – Selecione a representação que indica o mesmo giro sofrido pelo sólido modelo (TORREZZAN, 2019).



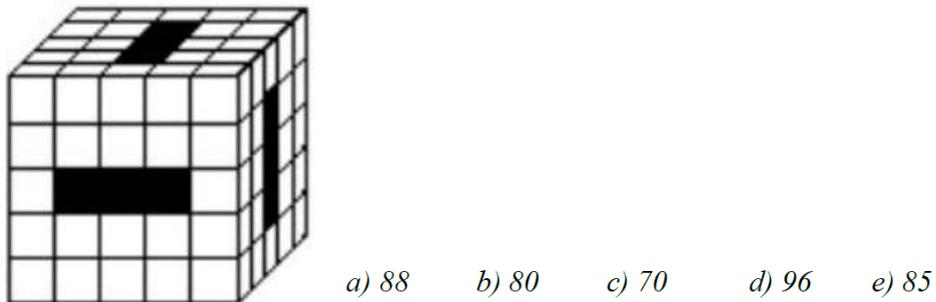
Habilidade requerida para o desenvolvimento desta atividade, segundo Torrezzan (2014): rotação mental³⁵.

Questão 4 - Este paralelepípedo é formado por 4 peças, sendo cada uma delas composta por 4 cubos. Três peças são totalmente vistas; a peça branca só é vista parcialmente. Qual das alternativas abaixo representa a peça branca (BLANCO, 2014)?



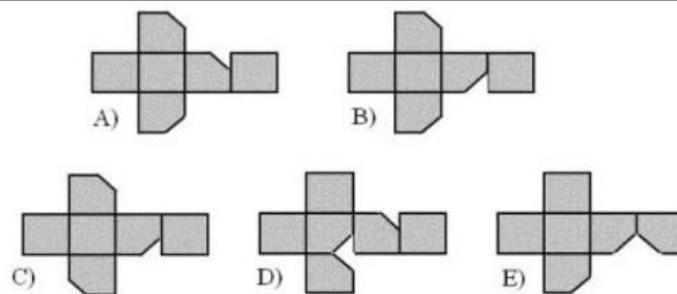
Habilidade requerida para o desenvolvimento desta atividade, segundo Blanco (2014): identificação visual e rotação mental³⁶.

Questão 5 - Se fossem feitos túneis atravessando um grande cubo (5x5x5), conforme mostrado na figura abaixo, quantos cubos pequenos sobrariam (BLANCO, 2014)?



Habilidade requerida para o desenvolvimento desta atividade, segundo Blanco (2014): reconhecimento de relações e posições espacial.

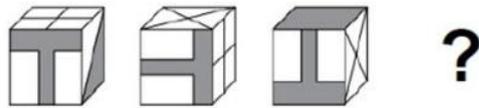
Questão 6 - Se cortarmos o vértice de um cubo, qual das planificações apresentadas abaixo corresponde ao sólido resultante (BLANCO, 2014)?



Habilidade requerida para o desenvolvimento desta atividade, segundo Blanco (2014): discriminação visual.

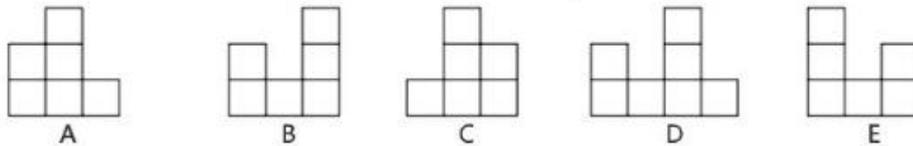
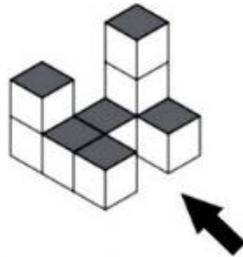
³⁵ Para saber mais, acesse: <
<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/199584/001100477.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>
³⁶ Para saber mais, acesse: <
<http://funes.uniandes.edu.co/16609/1/Fern%C3%A1ndez2014Atendiendo.pdf>>

Questão 7 - Analise as rotações sofridas pela primeira linha de cubos. Seguindo a lógica, qual será a próxima posição (TORREZZAN, 2019)?



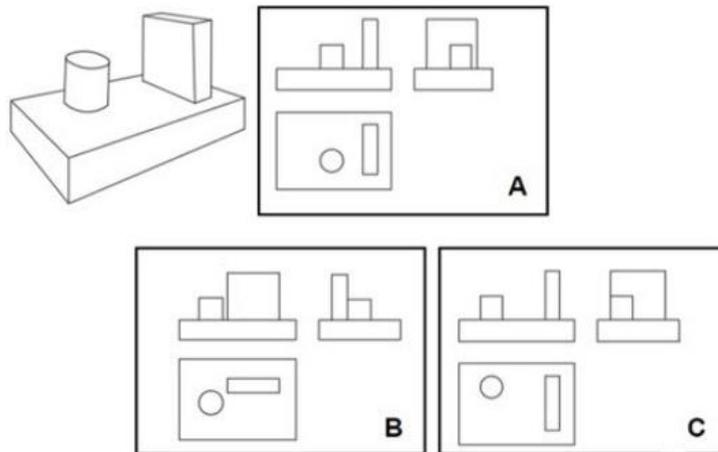
Habilidade requerida para o desenvolvimento desta atividade, segundo Torrezzan (2014):
rotação mental

Questão 8 - Selecione a opção correta referente à representação do objeto sob o ponto de vista indicado pela seta (TORREZZAN, 2019).



Habilidade requerida para o desenvolvimento desta atividade, segundo Torrezzan (2014):
raciocínio espacial.

Questão 9 - Qual o conjunto de vistas ortográficas que representa corretamente o sólido em perspectiva (TORREZZAN, 2019)?

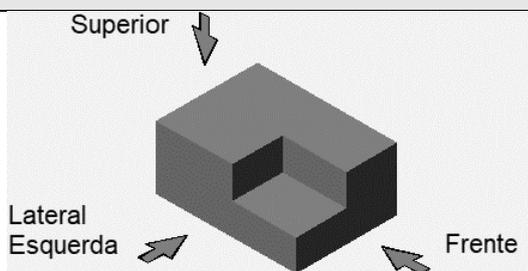


Habilidade requerida para o desenvolvimento desta atividade, segundo Torrezzan (2014):
percepção espacial.

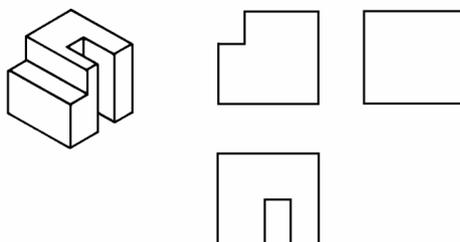
APÊNDICE G

Atividade 7 da UEPS: Exercícios de escrita da linguagem gráfica.

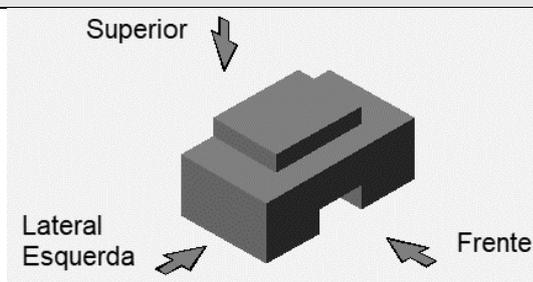
1. Desenhar as três principais vistas ortográficas do objeto em perspectiva.



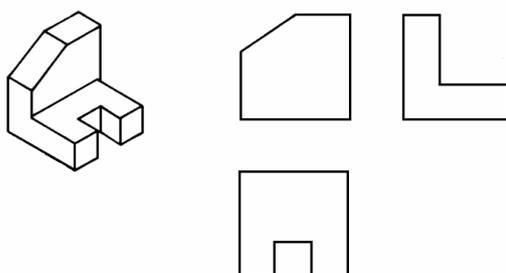
2. Adicionar as linhas que estão faltando nas vistas ortográficas.



3. Desenhar as três principais vistas ortográficas do objeto em perspectiva.

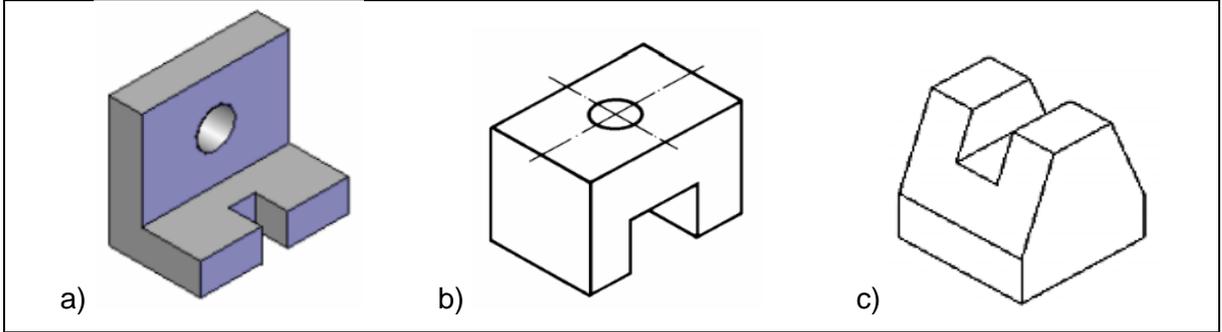


4. Adicionar as linhas que estão faltando nas vistas ortográficas.



a)

5. Desenhar as três principais vistas ortográficas do objeto em perspectiva.

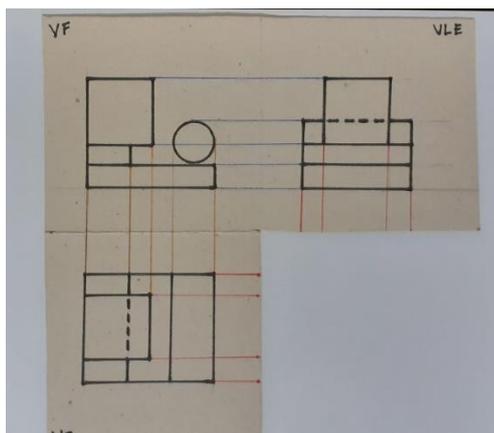
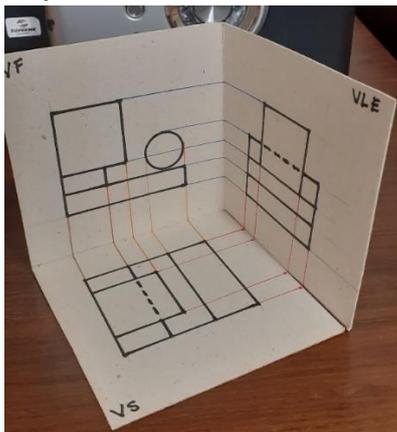


APÊNDICE H

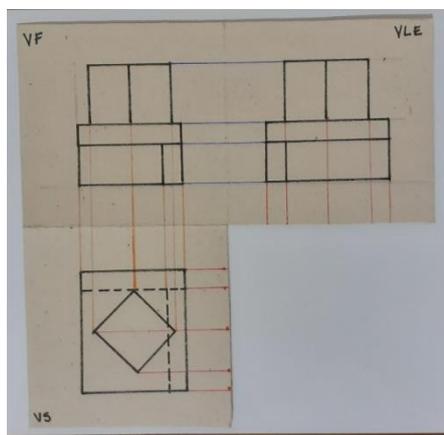
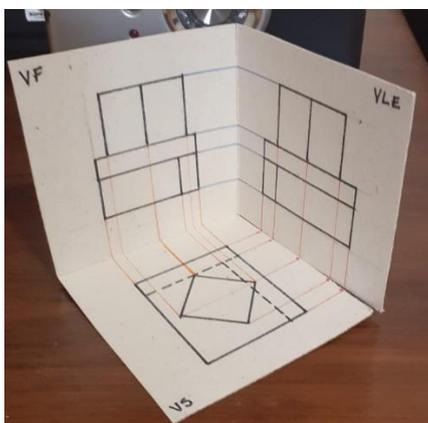
Atividade 8 da UEPS: Exercícios de leitura da linguagem gráfica.

1. Realizar a leitura das vistas ortográficas das imagens abaixo e montar os dois objetos representados, utilizando os blocos de madeira. Tirar uma foto em uma posição que apareça as 3 faces do objeto montado e anexar no Google Classroom.

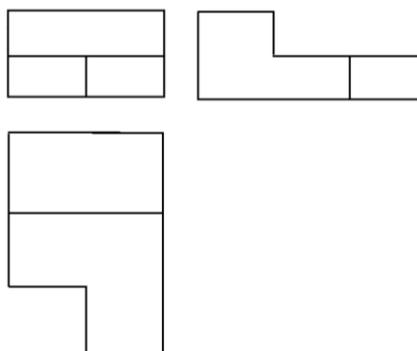
Objeto 1:



Objeto 2:

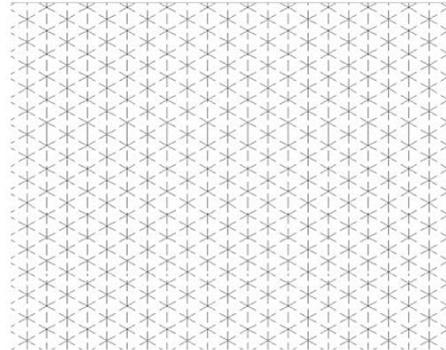
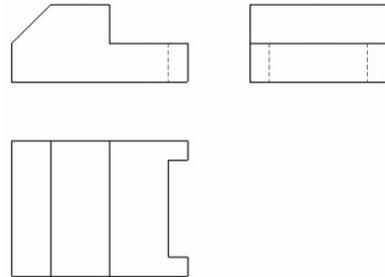


2. Realizar a leitura das vistas ortográficas abaixo e esculpir no bloco de sabão o objeto representado. Tirar duas fotos em posições diferentes e que apareçam as 3 faces do objeto. Anexar as imagens no Google Classroom.

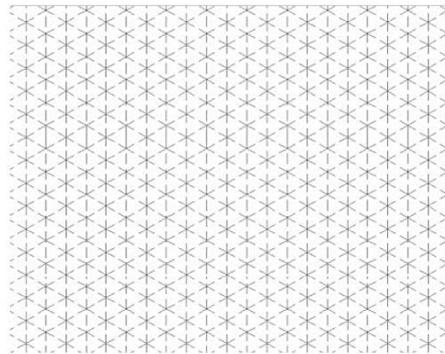
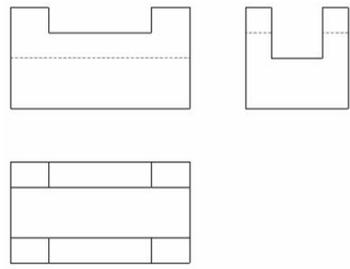


3. Fazer a leitura das vistas ortográficas e desenhar o objeto que está sendo representado, por meio de uma perspectiva isométrica.

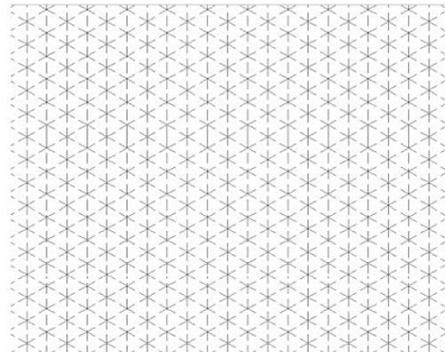
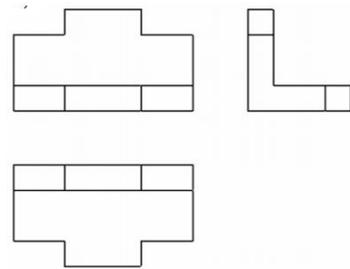
a)



b)



c)



APÊNDICE I

Atividade 9 da UEPS: Exercício para avaliação somativa individual.

Descrição da atividade: 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). Enviar a foto das três vistas e escrever um texto explicando qual foi o caminho (o seu raciocínio) para chegar a esse desenho.

APÊNDICE J

Atividade 10 da UEPS: Questionário para avaliação somativa individual.

Questão 1 - Cada desenho mostra a representação de um objeto por meio de um tipo de PROJEÇÃO. Observe com bastante atenção e assinale as alternativas em que os desenhos representam o tipo de projeção que utilizamos em Desenho Técnico, isto é, o desenho que representa a LINGUAGEM do Desenho Técnico.



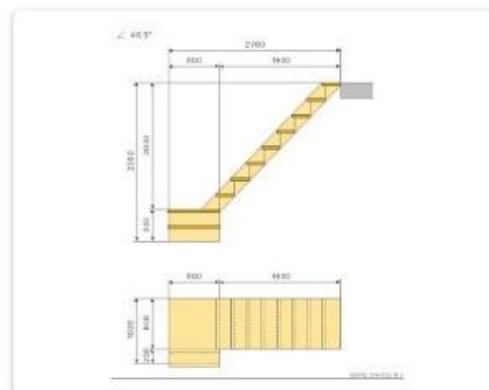
Opção 1



Opção 2



Opção 3



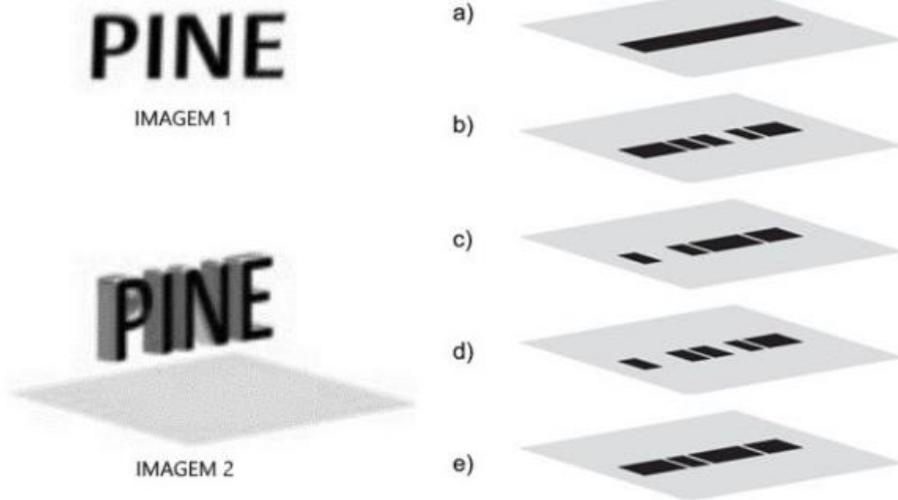
Opção 4



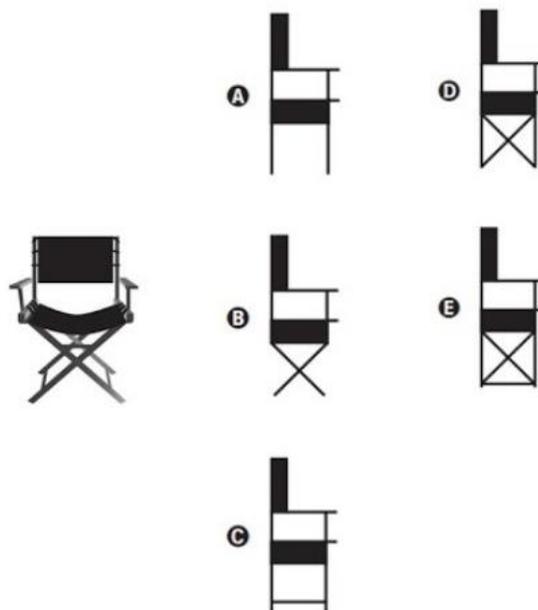
Opção 5

Fonte das imagens: <https://br.freepik.com>

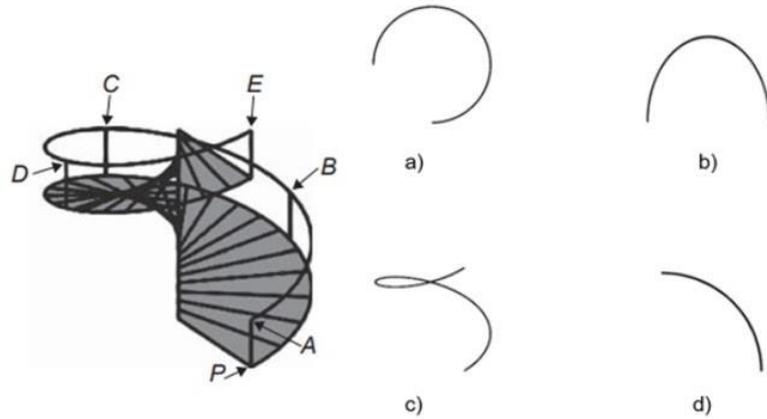
Questão 2 - Um grupo de países criou uma instituição responsável por organizar o Programa Internacional de Nivelamento de Estudos (PINE) com o objetivo de melhorar os índices mundiais de educação. Em sua sede foi construída uma escultura suspensa, com a logomarca oficial do programa, em três dimensões, que é formada por suas iniciais, conforme mostrada na imagem1. Essa escultura está suspensa por cabos de aço, de maneira que o espaçamento entre letras adjacentes é o mesmo, todas têm igual espessura e ficam dispostas em posição ortogonal ao solo, como ilustrado na imagem2. Ao meio-dia, com o sol a pino, as letras que formam essa escultura projetam ortogonalmente suas sombras sobre o solo. A sombra projetada no solo é (ENEM 2019).



Questão 3 - Os alunos de uma escola utilizaram cadeiras iguais às da figura para uma aula ao ar livre. A professora, ao final da aula, solicitou que os alunos fechassem as cadeiras para guardá-las. Depois de guardadas, os alunos fizeram um esboço da vista lateral da cadeira fechada. Qual é o esboço obtido pelos alunos? (ENEM 2016).



Questão 4 - O acesso entre os dois andares de uma casa é feito através de uma escada circular (escada caracol), representada na figura. Os cinco pontos A, B, C, D, E sobre o corrimão estão igualmente espaçados, e os pontos P, A e E estão em uma mesma reta. Nessa escada, uma pessoa caminha deslizando a mão sobre o corrimão do ponto A até o ponto D. A figura que melhor representa a projeção ortogonal, sobre o piso da casa (plano), do caminho percorrido pela mão dessa pessoa é: (ENEM 2014).



Questão 5 - Os desenhos 1 e 2 apresentam diferentes métodos para representar uma edificação. Com base nisso responda:

- a) Qual o nome do MÉTODO DE REPRESENTAÇÃO utilizado no desenho 1 e no desenho 2 ?
- b) Explique as diferenças que existem entre esses 2 métodos de representação.



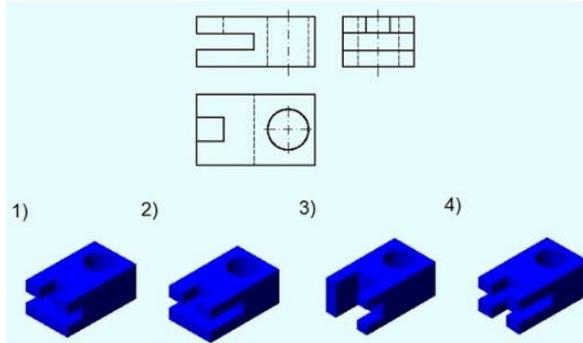
Desenho 1



Desenho 2

Fonte das imagens: <https://br.freepik.com>

Questão 6 – Abaixo aparecerão as vistas ortográficas de um objeto, identifique qual dos modelos é a representação em 3D deste objeto (PRIETO; VELASCO, 2008).



a)

