



UNIVERSIDADE  
LUSÓFONA

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE LISBOA

FACULDADE DE CIÊNCIAS SOCIAIS EDUCAÇÃO E ADMINISTRAÇÃO

## Integração e construção de modelos didáticos tridimensionais na prática letiva de desenho técnico

Dissertação apresentada a provas públicas para a obtenção do grau de Mestre em 5/04/2024, orientada por Prof.<sup>a</sup> Doutora Maria Constança Pignateli de Sousa e Vasconcelos e co-orientada por: Prof. Doutor Nuno Sá Leal.

Carla Sofia Alberto Ferreira | 21108143

2024

[www.lusofona.pt](http://www.lusofona.pt)



UNIVERSIDADE  
LUSÓFONA

Relatório da Prática de Ensino Supervisionada defendido em provas públicas na Universidade Lusófona, Centro Universitário de Lisboa no dia 05/03/2024, perante o júri, nomeado pelo Despacho de Nomeação n.º: Despacho n.º 712/2024 de 09 de fevereiro de 2024, com a seguinte composição:

Presidente: Prof.<sup>a</sup> Doutora Rita Isabel Fontes da Costa Carvalho

Arguente: Prof.<sup>a</sup> Doutora Inês Maria Andrade Marques

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Doutora Maria Constança Pignateli de Sousa e Vasconcelos

Carla Sofia Alberto Ferreira | 21108143

2024

[www.ulusofona.pt](http://www.ulusofona.pt)

## Resumo

Na sociedade ocidental moderna existe uma crença reinante de que a inteligência é uma característica geral que pode ser medida e representada por um único valor numérico. Há, no entanto, evidências convincentes que sugerem que existem vários tipos de inteligência diferentes a operar em relativo isolamento neurobiológico.

Essas inteligências de acordo com os critérios de Howard Gardner estabelecidos na década de 1980, podem permitir aos professores estudar e explorar os pontos fortes e fracos dos seus alunos, contemplar a individualidade de cada um e ajudá-los a promover e melhorar o seu potencial.

Este estudo procura construir representações de situações que envolvem competências de visualização e percepção espacial na disciplina de Desenho Técnico numa turma de 10º ano. A disciplina envolve diversos tipos de inteligência, estando em destaque o uso da inteligência viso espacial. Esta, por sua vez, é um processo contínuo de aprendizagem que nunca está realmente terminado. A disciplina de desenho técnico é dependente do domínio das técnicas de representação bidimensional entendida como um conjunto de técnicas e normas que permitem transformar informações contidas numa estrutura de dados a respeito de um objeto, que é nada mais do que o seu modelo numa imagem.

Uma outra capacidade que envolve o processo de pensamento e a criação de imagens, a imaginação, surge como algo sem início nem fim e neste trabalho procuro reforçar que não é uma instância circunscrita apenas ao trabalho artístico. É necessária para a ação do homem sobre o mundo e para a sua análise, assim como para a construção e modificação daquilo que o rodeia. O desenho é uma ferramenta imprescindível do nosso quotidiano e de construção de novas estruturas, mecanismos, peças que nascem da ideia de alguém e que são materializadas através de outras imagens: os desenhos.

**Palavras-chave:** Desenho Técnico; Imaginação; Raciocínio; Inteligência espacial; Tetris; Impressão 3D

## **Abstract**

In modern society there is a reigning belief that intelligence is a general characteristic that can be measured and represented by a single numerical value. There is, however, compelling evidence to suggest that there are several different types of intelligence operating in a relative neurobiological isolation.

These intelligences, according to Howard Gardner criteria established in the 1980s, can enable teachers to study and exploit their students strengths and weaknesses and take into the individuality of each student and help them to promote and improve their potential.

This study seeks to construct representations of situations involving visualization and spatial perception skills in the subject of Technical Drawing in a 10th grade class. The subject involves various types of intelligence, and is highlighted the use of visuospatial intelligence. This is a continuous learning process that is never really finished. The subject of technical drawing depends on mastering the techniques of two-dimensional representation, understood as a set of techniques and norms that make possible to transform information contained in a data about an object, which is nothing more than its model, into an image.

Another capacity that involves the process of thought and the creation of images, imagination, appears as something that has no beginning or end and in this work I try to reinforce that it is not an instance confined solely to artistic work. It is necessary for man's action on the world and its analysis, as well as for the construction and modification of what surrounds him. Drawing is an essential tool in our daily lives and in the construction of new structures, mechanisms, parts that are born from someone's idea and materialized through other images: drawings.

**Keywords:** Technical drawing; Imagination; Reasoning; Spatial intelligence; Tetris; 3D printing

## Índice de Tabelas

<b>Tabela 1 Principais características e descrição do modelo de Van Hiele, Fonte: Nasser, 2010 p. 79.</b>	<b>45</b>
<b>Tabela 2 Horário da turma 10ºJ</b>	<b>70</b>
<b>Tabela 3 Critérios de Avaliação e de Classificação – 2023/2024</b>	<b>78</b>
<b>Tabela 4 Dados Pessoais e Profissionais</b>	<b>94</b>
<b>Tabela 5 Integração e construção de modelos didáticos tridimensionais no ensino-aprendizagem da disciplina de Desenho técnico</b>	<b>94</b>
<b>Tabela 6 Prática Docente - reflexão sobre plataformas de modelos 3D</b>	<b>84</b>
<b>Tabela 7 - reflexão docente sobre a utilização de modelos didáticos no ensino-aprendizagem</b>	<b>85</b>
<b>Tabela 8 Recursos disponíveis nas diversas escolas como suporte há aprendizagem</b>	<b>86</b>
<b>Tabela 9 Utilização do jogo Pentaminó como auxiliar no ensino aprendizagem de desenho técnico</b>	<b>87</b>
<b>Tabela 10 Respostas ao inquérito dos alunos sobre atividade com o jogo Pentaminó bidimensional e tridimensional</b>	<b>88</b>
<b>Tabela 11 Respostas dos alunos sobre a utilização de modelos didáticos tridimensionais como recurso de suporte à aprendizagem</b>	<b>89</b>

## **Lista de acrónimos**

ABS. Acrilonitrilo-butadieno-estireno

CAD. Computer Aided Design

FDM . Fused Deposition Modeling

FLEX. Elastómero termoplástico de poliéster

PCABS. Policarbonato/Acrilonitrilo- Butadieno- Estireno

PLA. Ácido polilático

STEAM. Science, Technology, Engineering, Arts e Mathematics

STL. Stereolithography

UFCD. Unidade de Formação de Curta Duração, Pesquisa Unidades de Formação de Curta Duração

## Lista de Figuras

Figura 1 Grand taureau noir, Lascaux (17.000 AC.) .....	30
Figura 2 Planta um palácio sumério, gravada em 2000 a. C. na estátua de Gudea. ....	32
Figura 3 Palazzo Porto, em Vicenza. ....	33
Figura 4 Alguns dos pares de figuras de estímulo utilizados por Shepard e Metzler (1971). ....	38
Figura 5 Gráfico dos tempos de resposta por disparidade angular (Shepard e Metzler,) .....	40
Figura 6 Progresso do jogo "Tetris" da esquerda para a direita. ....	42
Figura 7 Patrono da Escola Jacome Ratton .....	70
Figura 8 Oferta Curricular da Escola Secundária Jacome Ratton .....	72
Figura 9 Exercício do jogo Pentaminó a duas dimensões pag.1 .....	82
Figura 10 Exercício do jogo Pentaminó a duas dimensões pag.2 .....	83
Figura 11 Exercício do jogo Pentaminó a duas dimensões pag.3 .....	84
Figura 12 Logotipo SolidWorks retirado de <a href="http://www.solidworks.com">www.solidworks.com</a> .....	85
Figura 13 Modelação tridimensional da peça L com recurso ao software "SolidWorks" .....	86
Figura 14 Modelação tridimensional da peça O com recurso ao software "SolidWorks" .....	86
Figura 15 Modelação tridimensional da peça Z com recurso ao software "SolidWorks" .....	87
Figura 16 Modelação tridimensional da peça T com recurso ao software "SolidWorks" .....	87
Figura 17 Modelação tridimensional da peça I com recurso ao software "SolidWorks" .....	88
Figura 18 Programa de modelação 3D SolidWorks e modelo T 3D no formato STL .....	88
Figura 19 - Programas modelo digital 3D Z-Suite.....	89
Figura 20 Impressora 3D Zortrax M200 FDM existente na escola Secundária Jacome Ratton .....	89
Figura 21 Paleta de cores disponíveis no material ABS .....	90
Figura 22 Modelo a ser imprimido .....	91
Figura 23 Peças Pentaminó imprimidas em ABS .....	91
Figura 24 Registo fotográfico da construção do cubo com pentaminó 3D. Tomar, Outubro 2023 .	92
Figura 25 Modelos didáticos tridimensionais impressos na impressora Zortax M200 .....	93

## Índice

<b>Resumo .....</b>	<b>0</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>1</b>
<b>Índice de Tabelas .....</b>	<b>2</b>
<b>Lista de acrónimos .....</b>	<b>3</b>
<b>Lista de Figuras .....</b>	<b>4</b>
<b>Introdução .....</b>	<b>7</b>
<b>Parte I - Quadro Teórico 10</b>	
1.1. Teoria das inteligências múltiplas.....	11
1.1.1. Ser espacialmente inteligente.....	12
1.1.2. A Educação centrada no aluno .....	12
1.2. Sensação e percepção.....	14
1.3. A imaginação.....	19
1.4. O espaço.....	22
1.5. Nascimento do desenho .....	29
1.5.1. O desenho artístico versus desenho técnico .....	33
1.5.2. Desenho Técnico .....	33
1.5.3. A origem da geometria .....	34
1.6. Lateralização .....	36
1.7. Rotação Mental.....	38
1.8. Tetris e a construção mental .....	41
1.9. Pensamento geométrico.....	43
1.10. Pensamento lateral .....	48
1.11. A aprendizagem significativa de David Paul Ausubel .....	50
1.12. As competências geométricas .....	52
1.13. Modelos de ensino tridimensionais .....	55
1.13.1. Materiais ou objetos de instrução .....	55
1.13.2. Material didático tridimensional.....	56
1.13.3. Impressão 3D .....	57
<b>2. Estudo empírico .....</b>	<b>61</b>

2.1	Metodologia de investigação .....	62
2.2.	Métodos, técnicas e procedimentos de recolha de dados. ....	63
2.3.	O Investigador/professor .....	64
2.4.	Amostra do Estudo – Alunos .....	66
2.5.	O espaço escolar .....	70
2.6.	Princípios orientadores do Agrupamento de Escolas dos Templários .....	73
2.7.	Técnico Mecatrónica, o que faz? .....	74
2.8.	O programa da Unidade de formação de curta duração (UFCD) número 6101 - Desenho técnico – cotagem .....	75
2.9.	Autoavaliação.....	76
2.10.	CrITÉrios gerais de avaliação do ensino profissional .....	77
2.12	Amostra de estudo – Docentes.....	78
2.13	Inquéritos .....	79
2.14	Fase Operacional.....	81
2.15	Apresentação e Análise da Informação.....	94
2.15.1	Questionário aos docentes .....	94
2.15.2	Questionários aos alunos.....	88
<b>3.</b>	<b>Conclusão.....</b>	<b>91</b>
<b>4.</b>	<b>Bibliografia .....</b>	<b>95</b>
<b>5.</b>	<b>Legislação .....</b>	<b>103</b>
<b>7.</b>	<b>Anexos.....</b>	<b>104</b>

## Introdução

Neste estudo no âmbito do Mestrado em Ensino das Artes Visuais no 3º Ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário, irei centrar-me na utilização de modelos didáticos 3D na lecionação da disciplina de Desenho Técnico no curso profissional de Mecatrónica, o que revela também um interesse pessoal por ser professora da disciplina desde 2018.

Ensinar-se a desenho técnico no curso profissional de Mecatrónica é ensinar aos alunos a pensar pela representação, começando pela perceção do objeto a representar, sendo esta perceção já um modo de pensamento, pois vê-se conhecendo e reconhecendo, até chegar ao desenho como uma ferramenta de comunicação, ou, mesmo, como a própria ferramenta. Os elementos que integram a imagem do desenho devem formar uma unidade, ou seja, parecer que foram naturalmente dispostos no ambiente da forma mais natural, estando também muito bem relacionados entre si.

A disciplina tem como objetivo possibilitar ao aluno um campo de atuação que permita o desenvolvimento de uma relação com o desenho técnico onde se produza uma intropatia entre o manual e o mental, ou, melhor, onde, pelo exercício do desenho, se atenua a distância entre cérebro e o trabalho manual.

Outro objetivo da disciplina de desenho técnico é dotar os alunos das capacidades de representação e análise de desenhos técnicos de aplicação generalizada e entender a importância da cotagem. Uma representação em desenho técnico é representação bidimensional (no plano) de um objeto tridimensional e é considerada por muitos alunos como difícil e abstrata. Na minha experiência no ensino da disciplina, tenho observado a morosidade na execução dos trabalhos pelos alunos, assim como a imprecisão e a dificuldade, por parte de alguns, em visualizar o objeto tridimensional que estão a representar, para além de perderem tempo excessivo com tarefas repetitivas, e com redesenhos provocados pelo mau uso dos instrumentos. Os alunos sentem-se desfasados face à realidade do mercado, que prioriza a utilização dos recursos digitais na elaboração de desenhos e também questionam a futura utilização do desenho técnico manual nos seus percursos profissionais e académicos.

Segundo Quivy e Campenhoudt (1992), " a escolha de uma problemática não depende (...) do acaso ou da simples inspiração pessoal do investigador. Ele próprio

faz parte de uma época, com os seus problemas, os seus acontecimentos marcantes, os seus debates, sensibilidades e correntes de pensamento em evolução" (pág. 96)

Na teoria das inteligências múltiplas Gardner (1986) refere que a inteligência espacial implica a definição de espaço, tanto no sentido físico (espaço material, palpável) como no sentido psicológico de processo mental. A disciplina treina a mente na "abstração" espacial, ao criar e possibilitar a interpretação de representações de elementos tridimensionais em espaços bidimensionais. Daí, a necessidade de inteligência espacial para que se compreendam os conceitos de projeção e suas representações por meio de vistas múltiplas e perspectivas.

A revisão da literatura incide sobre o aprofundamento teórico da temática do estudo, incluindo tópicos relacionados com: ensino e a aprendizagem da geometria nos primeiros anos; a utilização de recursos na aprendizagem da geometria; o papel do professor no uso de recursos para a aprendizagem da geometria e o ensino exploratório na aprendizagem da geometria.

O desenvolvimento da aptidão espacial estimula outros processos cognitivos tais como a memória e o raciocínio, como exigidos nos exercícios sobre vistas múltiplas propostos em sala de aula.

De acordo com Francis Ching (2012) o ato de desenhar não é só uma questão técnica, é também uma ação cognitiva que envolve percepção visual, avaliação e raciocínio de dimensões e relacionamentos espaciais.

O papel da escola é segundo Dewey (2000) reproduzir a comunidade em miniatura e apresentar o mundo de um modo simplificado e organizado e, aos poucos, conduzir os alunos no sentido da compreensão das coisas mais complexas. Diz Gardner (1986) que "o objetivo da educação é ajudar as pessoas a usar melhor as suas mentes".

Pretendo responder à seguinte questão: Como integrar e construir modelos didáticos tridimensionais na prática na disciplina de Desenho técnico?

A resposta a esta questão será o ponto de partida desta investigação, que se sucede em dois momentos distintos - o primeiro capítulo, onde é apresentado o enquadramento teórico que sustenta o estudo e onde é apresentada a revisão da literatura relativamente às diferentes competências e características do ser humano essenciais para a compreensão e sucesso na disciplina de desenho técnico. No segundo

capítulo é apresentado o estudo empírico realizado numa escola pública do concelho de Tomar. O estudo empírico, onde é descrita e analisada a experiência realizada neste estudo, que visa aferir o contributo, em sala de aula, de modelos didáticos tridimensionais. Está dividido em quatorze subcapítulos, tendo por base o resultado de questionários realizados, antes e após a aplicação dos recursos, aos envolvidos na experiência.

## **Parte I - Quadro Teórico**

## 1.1. Teoria das inteligências múltiplas

Howard Gardner, um professor e investigador da universidade de Harvard, desenvolveu nos anos 1980, em conjunto com uma equipa brilhante, uma teoria chamada teoria das inteligências múltiplas, teoria exposta no livro *Frames of Mind* onde refere que existe um conjunto de critérios que cada inteligência deve respeitar para ser considerada uma inteligência, nas suas palavras:

“The major assignment in this book, then, is to make the case for the existence of multiple intelligences...” (Gardner, 1983)

Gardner acreditava que as nove inteligências raramente trabalhavam de modo independente. Na verdade, as pessoas resolvem problemas ou desenvolvem competências, pela utilização ao mesmo tempo de múltiplas inteligências.

Gardner (1986) acredita na ideia de que ninguém é completamente desprovido de inteligência. Todo o ser humano tem alguma ou algumas inteligências mais desenvolvidas do que outras. Gardner identifica sete tipos específicos de inteligência:

1. Inteligência intrapessoal, - refere-se à capacidade que alguns indivíduos têm de se conhecer a si mesmo, de conhecer os seus próprios pensamentos, os seus próprios sentimentos, as suas próprias ações, de saberem até onde podem ir, até onde não podem ir.
2. Inteligência interpessoal - refere-se à capacidade de interagir bem com outros indivíduos.
3. Inteligência linguística - refere-se à capacidade pessoal de trabalhar com as palavras, seja na escrita, seja no discurso.
4. Inteligência lógico-matemática - refere-se à facilidade de realizar cálculos. Infelizmente alguns indivíduos associam a ideia de inteligência só à inteligência lógico-matemática.
5. Inteligência corporal-cinestésica– refere-se à capacidade que alguns indivíduos têm de trabalhar com o próprio corpo de um modo muito fácil, conseguindo manipular os próprios movimentos.
6. Inteligência musical, não é considerada uma inteligência específica por muitas indivíduos ainda hoje, mas é uma das inteligências mais criativas. Refere-se à capacidade de aprender e de expressar musicalmente.

7. Inteligência espacial - refere-se à capacidade de trabalhar e compreender o espaço em redor.

Anos mais tarde, depois de definir estas sete inteligências, Gardner acrescentou mais duas: a inteligência natural e a inteligência existencial. A inteligência natural refere-se à facilidade de trabalhar com o mundo natural e com elementos ligados à natureza. A inteligência existencial refere-se à compreensão de um mundo transcendental, o mundo metafísico.

### **1.1.1. Ser espacialmente inteligente**

Segundo Gardner (1986) todo o indivíduo possui inteligência espacial, mesmo pessoas invisuais, que de acordo com o autor, visualizam formas e espaço de um modo diferente, sendo elas também dependentes da inteligência tátil e cinestésica.

A inteligência espacial é a capacidade de compreender formas e imagens tridimensionais. As pessoas com domínio nesta área são muito imaginativas. Dependem muito do pensamento visual e possuem um senso agudo de percepção espacial. Por sua vez, têm a capacidade única de ver imagens, reconhecer objetos de diferentes ângulos. Os indivíduos com este tipo de inteligência conseguem pensar no abstrato e colocar no concreto, de modo a que a sua ideia seja perceptível aos indivíduos que a não conseguem imaginar. Têm geralmente profissões como: pintores, escultores, artistas, arquitetos, engenheiros e músicos.

Gardner escolheu o termo inteligência espacial porque não quis deixar de fora os invisuais e argumentou que os invisuais podem ser visualmente inteligentes, da mesma forma que um surdo pode ser musicalmente inteligente.

A inteligência espacial recai no modo como o professor utiliza gráficos, diagramas, fotos, vídeos, multimédia, modelos tridimensionais, entre outros meios, para auxiliar no desenvolvimento da inteligência espacial visual dos alunos. Mas também é o desenho, as capacidades de apresentação, as capacidades de design que o professor necessita de desenvolver no aluno.

### **1.1.2. A Educação centrada no aluno**

Depois de tanto estudar a aplicação da teoria das inteligências múltiplas em diferentes partes do mundo, Gardner decidiu quais as duas implicações educacionais mais importantes, no seu entender. A primeira, é que devemos individualizar a

educação, significando que, em vez de ensinar o mesmo e da mesma forma para todos, devemos aprender o máximo possível sobre cada aluno e tentar ensinar esse aluno de modo que a sua aprendizagem tenha significado para a sua particular forma de pensar.

É importante o professor conhecer os pontos fortes e fracos dos seus alunos. Os professores devem saber qual é o melhor modo de um aluno processar e absorver informações e aproveitar essas informações para os ajudar a ter sucesso acadêmico.

A segunda implicação é a pluralização. Pluralizar significa ensinar o que é importante de várias maneiras. Nada importante pode ser ensinado de um só modo. Existe atualmente uma enorme quantidade de evidências, de todos os domínios da ciência, constatando que, a menos que os indivíduos tomem um papel ativo no que estudam, a menos que aprendam a fazer perguntas para fazer as coisas na prática, para recriar as coisas nas próprias mentes e transformá-las conforme necessário, as ideias simplesmente desaparecem.

A ideia de inteligências múltiplas vem da psicologia e é uma teoria que foi desenvolvida por Gardner (1985) para documentar que os seres humanos têm tipos muito diferentes de forças intelectuais. Esses pontos fortes são muito importantes para perceber como os alunos aprendem e como representam nas suas mentes e, em seguida, como demonstram o que entenderam.

Se todos tivéssemos exatamente o mesmo tipo de mente e houvesse apenas um tipo de inteligência, então poderíamos ensinar a todos o mesmo, da mesma maneira e avaliá-los da mesma forma. Uma vez que percebemos que a educação trata todos de modo igual, percebemos como é inadequada, porque escolhe predominantemente um tipo linguístico e lógico.

Gardner sugere que o professor deve fornecer recursos que o aluno achará interessantes e que capacitem a sua inteligência de forma produtiva, na medida que o irá fazer capaz de mostrar a sua compreensão de modo mais confortável.

Tudo pode ser ensinado de mais de uma maneira e qualquer coisa que é entendida pode ser mostrada de mais de um modo. Existe o mito reinante de que a única demonstração da aprendizagem é através de teste de respostas, o que bastante limitador. Em sentido contrário, a escola deve, segundo Gardner, ensinar os alunos a aprender a pensar cientificamente, para entender o que é uma hipótese e como a testar.

## 1.2. Sensação e percepção

"All our knowledge has its origins in our perceptions."

Leonardo da Vinci

A percepção é o processo que permite criar um significado a partir das sensações e experienciar o mundo em redor. É o que dá significado à vida, mas pode também significar que, às vezes, o que se vê pode não ser real. O cérebro faz todo o trabalho da percepção e os olhos apenas o alimentam com dados brutos. São dados importantes, mas não são na verdade o que se vê. O que se vê é domínio da mente e não do olho. O cérebro quer provavelmente compreender a imagem com qualquer ideia de que anteriormente teve conhecimento ou contacto.

A sensação e a percepção podem ser abordadas por várias vias e uma delas é a via do racionalismo, tendo como exemplo a filosofia de Descartes (1596 - 1650), que trabalha a ideia de que sensação e percepção dependem do sujeito, pois o sujeito é ativo e o objeto é passivo. A sensação é uma qualidade simples, ela agrupa-se e dá origem à percepção, que é a organização e significação das sensações. Descartes questiona a capacidade de perceber, a capacidade de entender o mundo a partir da sensibilidade.

“Porém, descobri que eles [os sentidos] por vezes nos enganam, e é de prudência nunca confiar totalmente naqueles que, mesmo uma só vez, nos enganaram.” (Descartes, 2000, p. 107.)

Descartes afirma que as percepções e as sensações não asseguram coisa nenhuma, pois se tudo for um sonho, como se pode entender; a diferença entre a realidade e o sonho, quando pode não saber que está em modo sonho. Para o pensador francês:

“Assim como um escravo que desfrutasse no sono de uma liberdade imaginária, quando começa a suspeitar que sua liberdade é só um sonho, teme ser despertado, e conspira com essas ilusões agradáveis para ser mais longamente enganado; assim, também, eu recaio, insensivelmente por mim mesmo, em minhas antigas opiniões, e fico apreensivo em despertar deste torpor, com medo que as vigílias laboriosas que sucederiam à tranquilidade desse repouso, ao invés de trazerem alguma luz no conhecimento da verdade, não fossem suficientes para esclarecer a treva das dificuldades que acabam de ser mencionadas.” (Descartes, 1996b, p. 262-3)

Descartes apresenta-nos a célebre questão: perguntar se o mundo é real é o mesmo que perguntar se os objetos existem independentemente do sujeito. A sua resposta é não, as coisas acontecem na nossa mente e é a partir dela que o mundo

existe. Descartes separa o mundo em duas partes, o mundo exterior onde está situado tudo o que não faz parte dos nossos conteúdos mentais e o mundo interior onde estão os nossos pensamentos, as ideias, memórias, crenças etc.. Existe então a separação entre dois mundos, o mundo exterior e o mundo interno, sendo que para o racionalismo a verdade está situada no mundo interior.

Uma outra teoria, o empirismo, questiona o racionalismo e traz uma outra visão. David Hume (1711-1776) trabalhou a ideia de que a experiência é a origem do conhecimento, a compreensão do mundo é feita a partir dos sentidos e a partir deles é desenvolvida e estabelecida uma conexão com a realidade. Para entender o que é percepção e sensação, primeiramente os empiristas separavam a percepção do objeto do próprio objeto. O objeto é uma coisa e o modo como é percebido é outra. Não é possível assegurar a mesma percepção comum a todos indivíduos, perante os mesmo objetos. No entanto, as coisas estão no mundo e trazem sensações. Para Hume:

“Nenhum objeto jamais revela, pelas qualidades que aparecem aos sentidos, nem as causas que o produziram, nem os efeitos que dele provirão; e tampouco nossa razão é capaz de extrair, sem auxílio da experiência, qualquer conclusão referente à existência efetiva de coisas ou questões de fato”,(Hume 2013, p. 56)

As coisas do mundo são as mesmas para todos os seres, mas a percepção delas é diferente e única e o modo como o ser humano as percebe é diferente da dos outros seres vivos. Existe uma diferença entre a percepção do objeto e o próprio objeto, pois os objetos têm uma existência neles próprios.

“Questões de fato, que são o segundo tipo de objetos da razão humana, não são apuradas da mesma maneira, e tampouco nossa evidência de sua verdade, por grande que seja, é da mesma natureza que a precedente. O contrário de toda questão de fato permanece sendo possível, porque não pode jamais implicar contradição, e a mente o concebe com a mesma facilidade e clareza, como algo perfeitamente ajustável à realidade.” (Hume, 2004, pp.53- 54).

Hume também coloca a ideia de que existe uma conexão essencial entre hábito e causalidade, trabalhando com a ideia de que tudo é causa e efeito e a aprendizagem dá-se a partir dessa relação. O que forma o conhecimento do mundo é o hábito e as nossas sensações fazem parte desse hábito. Conseguem-se estabelecer conexões entre as coisas porque as ideias complexas são formadas a partir das ideias simples.

“Para convencer-nos, entretanto, de que todas as leis da natureza e todas as operações dos corpos, sem exceção, são conhecidas apenas por meio da experiência, bastarão talvez as seguintes reflexões. Se um objeto nos fosse apresentado e fôssemos solicitados a nos pronunciar, sem consultar a observação passada, sobre o efeito que dele resultará, de que maneira, eu pergunto, deveria a mente proceder nessa operação? (Hume, 2004, p.57)

Maurice Merleau-Ponty (1908 – 1961), no seu livro intitulado a Fenomenologia da Percepção, defende a tese que veio a ser conhecida como a primazia da percepção. A percepção é o conhecimento sensorial, uma vivência corporal, mas é um conhecimento sensorial munido de sentido, isto é, o corpo interagindo com outros corpos que existem, e não a relação do ser humano sozinho. Merleau-Ponty questionou que, quando estamos no mundo o que nos influi mais, é a percepção que temos das coisas ou o modo como elas nos chegam via sensibilidade ou o nosso pensamento já elaborado acerca das coisas. Merleau-Ponty chega à conclusão de que realmente desde o ponto de vista da psicologia infantil até aquilo que se pode imaginar, mesmo na vida adulta, desde que se observe com despreconceito para as ideias prefabricadas, a percepção é o nosso primeiro contato com o mundo, do ponto de vista cultural, das condições ecológicas, do ponto de vista das nossas relações com as coisas e com os outros. Existe então uma certa relação sensível com as coisas e com o mundo que passa pela sensibilidade, antes de se transformar num pensamento elaborado voltado para o conhecimento teórico ou mesmo para uma utilização prática da percepção. Existe então uma certa relação sensível com as coisas e com o mundo que passa pela sensibilidade, antes de se transformar num pensamento elaborado, voltado para o conhecimento teórico ou mesmo para uma utilização prática da percepção. Refere o autor em 1964:

“Nós não somos uma consciência cognitiva pura. Nós somos uma consciência encarnada num corpo. O nosso corpo não é um objeto tal como descrito pelas ciências; mas é um corpo humano, isto é, habitado e animado por uma consciência. Nós não somos pensamento puro, porque nós somos um corpo, mas nós não somos uma coisa, porque nós somos uma consciência. Nós somos seres temporais, ou seja, nós nascemos e temos consciência do nascimento e da morte, ou seja, temos a memória do passado, a esperança do futuro, nós somos seres que fazem a história e sofrem os efeitos da história.

Nós somos tempo. O tempo existe porque nós existimos. Nós somos seres espaciais; para nós, o mundo é feito de lugares”.

A percepção é o contato imediato com o mundo, mas por uma série de razões que se estendem ao longo de toda a história da filosofia, e também por razões de ordem biológica, o ser humano foge desse contato primário e tenta refazê-lo do ponto de vista intelectual, pois a cultura onde se insere, sobretudo a cultura ocidental, ensina, de um modo forte, que a verdade é relativa a pensamento, a verdade é algo que diz respeito à mente e ao intelecto e dificilmente estará presente na percepção da relação direta e sensível com as coisas. A forma de estar no mundo antes de sofrer

uma elaboração intelectual é primariamente algo que se sente, sente-se o mundo, é vivenciado de modo direto através da grandeza psicofisicobiológica e que é justamente a mediação de percepção, que é algo mais imediato e mais direto. Refere o autor:

“Este corpo próprio totaliza a minha história, minha trajetória afetiva, social e cultural abrindo-me o mundo que sempre tem para mim uma coloração e um relevo particular assim, ele me exprime e prolonga no meu comportamento e nas minhas palavras”. (2011, p.45).

Para retornar à origem do conhecimento, isto é, à origem do modo de existir, é necessário retornar ao estágio da percepção, o que Merleau-Ponty chama de pré-reflexão, ou seja, que a vivência não é sempre refletida na totalidade, pois grande parte não atinge o intelecto, sendo essa vivência pré-reflexiva, pré-intelectual ela é que é a originária. Uma das vocações da filosofia é voltar às origens, então, Merleau-Ponty propõe que a volta seja feita através de uma recuperação da percepção e que seja vista como algo que revela um mundo pela primeira vez, e isso evidentemente é um conhecimento que deveria fruir de determinada prioridade e até mesmo de uma certa superioridade sobre o conhecimento elaborado. O que é dado diretamente, talvez traga uma verdade mais efetiva e mais autêntica, pois é proveniente da origem do que chega através do pensamento.

Merleau-Ponty também é conhecido por enfatizar a natureza histórica da pessoa e também a natureza histórica do corpo, pois o ser humano está em constante estado de transformação, não significando que tenha uma essência fixa mas que está num processo de transformação ao longo do tempo, através da história pessoal e coletiva. O corpo vive com o aqui e agora para Merleau-Ponty, não é algo que exista no espaço, mas antes uma orientação para o espaço. Para Merleau-Ponty não existe espaço sem um corpo, o espaço tem de ser pensado com a perspectiva do corpo, em vez de pensar no corpo no espaço. Merleau-Ponty considera que o movimento é crucial para a compreensão de como se vive no mundo, a mobilidade é espacialidade que o corpo trouxe para a ação, a consciência e a intenção original efetivamente concretizam-se na mobilidade, diz Merleau-Ponty, onde o nosso corpo se envolve com as possibilidades que a envolvente lhe proporciona. Merleau-Ponty, afastando-se do ponto de vista que recebemos de Descartes, o célebre "penso, logo existo", diz que:

"... não estou no espaço e no tempo, não penso o espaço e o tempo; eu sou no espaço e no tempo, meu corpo aplica-se a eles e os abarca" (Merleau-Ponty, 1999: 95).

A percepção não é uma construção, mas sim um modo de sentir o mundo e, por isso, é primordial na relação com as coisas, com as outras pessoas e também consigo mesmo. Para Merleau-Ponty a percepção é o contexto onde todas as ações se destacam e levantam.

Para Georg Wilhelm Friedrich Hegel (1770-1831) a percepção começa quando a certeza dos sentidos termina, e em vez de apenas saber que os objetos existem, também se pode saber o que são os objetos, e isto é possível pela sintetização de diferentes qualidades de um objeto. Ao adicionar as ideias subjetivas do sujeito ao objeto e, ao sintetizar essas diferentes qualidades o objeto é percebido.

A percepção unifica um espaço objetivo de aparências com suas ideias subjetivas e qualidades inatas ou, como Hegel chama, de categorias para perceber e compreender os objetos em seu redor. Outra ideia interessante de Hegel no segundo capítulo da sua Fenomenologia do Espírito [Phänomenologie des Geistes], intitulado “A Percepção ou: a coisa e a ilusão” é a ideia de universalidade concreta e como ela determina o abstrato na personalidade. A universalidade concreta é a manifestação da essência, e a essência é em Immanuel Kant (1724-1804) “a coisa em si mesma” e a universalidade abstrata é a essência.

A universalidade concreta pode ser pensada como o fenômeno, e a personalidade abstrata como o movimento e, portanto, o concreto é a representação e o abstrato é a forma anterior à representação ou a essência. O que Hegel quer dizer com a universalidade concreta que determina a universalidade abstrata, é um retrocesso da ideia de Kant, segundo o qual a essência é anterior à representação e, portanto, o mundo fenomenal é dependente do mundo numeral, mas ainda assim o mundo numeral não é dependente do mundo fenomenal e pode existir por si só sem o mundo fenomênico. Para Hegel essa ideia está de modo inerente errada e argumenta que as aparências são onde a realidade começa e a aparência da percepção de algo determina a sua essência, de modo que as representações vêm antes da coisa que é representada, o que pode parecer uma ideia paradoxal, é necessário pensar como se ambos fossem igualmente dependentes um do outro. A ideia de uma representação anterior à essência é muito semelhante à famosa citação de Jean-Paul Sartre (1905-1980), a existência precede a essência, que estabelece a base para o existencialismo e é por isso que Sartre é apenas um hegeliano a tentar encaixar as ideias hegelianas num mundo pós-moderno.

"Que significa, aqui, que a existência precede a essência? Significa que o homem existe primeiro, se encontra, surge no mundo, e se define em seguida. Se o homem, na concepção do existencialismo, não é definível, é porque ele não é, inicialmente, nada. Ele apenas será alguma coisa posteriormente, e será aquilo que ele se tornar." (Sartre, pág. 3, 1970)

A consciência para Hegel é ser em si ou ser para outro. A percepção não pode explicar a unificação do objeto perceptual, então a percepção nega-se a si própria e prossegue para forçar e compreender qual é a unificação do objeto perceptual ou como o objeto da percepção é sintetizado com todas as diferentes qualidades.

### **1.3. A imaginação**

Uma das definições clássicas de imaginação, uma definição presente em Aristóteles (2015) em Baumgarten (1988) e Wolff (2018), é de que a imaginação é a representação de um objeto no presente, ainda que a sua imagem original se encontre no passado.

A imaginação está associada à imagem do olho mental, mas também associada à invenção e também, por vezes, à originalidade ou à percepção ou aos desvios felizes, reveladores ou marcantes, da rotina e à crença falsa, ilusão, memória ou percepção equivocada.

Para Aristóteles a imaginação é uma operação da alma, da mente, do espírito que simplesmente elabora os dados da aprendizagem pelos sentidos. Toda a aquisição de conhecimentos através dos sentidos remete para um certo sentido comum que temos em nós, o de procurar elaborar tudo aquilo que é aprendido pelos cinco sentidos e a associação dessa apreensão é da competência da imaginação.

Através de Kant, a imaginação tornou-se uma atividade de execução de sínteses, fundamental para a formação de conceitos de conhecimento. Aristóteles abordou o mundo sensível na formação da Imaginação, e alguns autores, especificamente Heidegger (2002), supôs que Kant adquiriu a noção de fantasia em Aristóteles. A fantasia é uma das traduções em inglês para a palavra grega *phantasmata* que significa imagem. A imaginação contém algo exterior que a ele causa impressões que se tornam *phantasmata* e que são de certa maneira elaboradas pela fantasia. Para Aristóteles a imaginação trabalha com o sensível, só que o sensível é apenas o singular e o conhecimento para ele, diz respeito ao universal, tal como em Platão. O universal

é dado apenas por uma parte da alma, designada de luz, inteligência. A fantasia, que designa imaginação, situa-se e entre a aísthisi, que designa sensação e a luz, logo inteligência, e intercede como mediadora entre elas.

Com Kant também é possível estabelecer o mesmo sentido, visto que a imaginação está entre a sensibilidade, o meio da qual os objetos são dados na intuição e o entendimento meio do qual os conceitos. objetos são pensados.

Esta estrutura de mediação é semelhante à estrutura de Aristóteles, no entanto, com algumas diferenças entre a fantasia para Aristóteles e a imaginação para Kant.

Para Aristóteles, a fantasia é a representação de um objeto na sua ausência, na sensibilidade, na intuição, como refere no seu tratado “*De Memoria et Reminiscentia*” e no capítulo 3 do livro “*Da Alma (De Anima)*”. Para Kant, a imaginação, além de produtiva, age na própria síntese do que adquirido pela sensibilidade.

Em Kant (2008) a imaginação torna-se a condição da própria experiência e interpretada com as formas de acordo com os princípios anteriores à experiência, de espaço e tempo. O espaço e tempo, do ponto de vista de Kant, são anteriores a qualquer experiência e são condições da experiência, pois tudo o que é apresentado na experiência surge no modo de espaço e tempo. A imaginação está de modo direto relacionada com a unificação destes modos de espaço e tempo e possui um semblante apriorístico de anteceder a própria experiência, ela realiza uma síntese.

“Imagination is more important than knowledge. Knowledge is limited. Imagination encircles the world.”

Albert Einstein (1929) numa entrevista de 1929 com um repórter do The Saturday Evening Post referiu que a imaginação é mais importante que o conhecimento e mencionou que o conhecimento poderia ser grande, mas a imaginação é maior. Qualquer conhecimento adquirido veio de algo que foi imaginado anteriormente.

Sartre publica “O Imaginário” em 1940. Nele escreve sobre o que ele acredita serem as quatro características da imaginação. A primeira característica é que a ideia é uma consciência. Com isso ele quer dizer que a ideia é a consciência intencional de algo. Significa que, mesmo na imaginação, quando imagina algo, não a imagina na sua consciência, mas imagina-a num contexto. Sartre refere (1996, pág.19),

"na realidade, quer eu perceba, quer eu imagine a cadeira de palha na qual estou sentado, ela permanece sempre fora da minha consciência. .... o que nos ensina a reflexão, quer eu perceba, quer eu imagine essa cadeira, o objeto de minha percepção e o de minha imagem são idênticos: é a cadeira de palha na qual estou sentado".

A primeira característica diz que um objeto idêntico pode ser referido por dois modos, pode ser imaginado ou observado, mas em ambos o objeto é dado de modo diferente, porém que o objeto é apenas o objeto da imaginação e não a própria imaginação. Sartre continua, a palavra imaginação designa a relação da consciência com o objeto. Em outras palavras é uma forma particular de aparecer para a consciência que a objeto tem ou, se quiser um modo particular de se apresentar a um objeto. A imaginação é, para Sartre (2004), um método de como tornar um objeto consciente, assim como ver é um método de tornar um objeto consciente. A criação do irreal é uma intenção da consciência imaginante.

A segunda característica é chamada de quase-observação este fenômeno indica necessariamente que o objeto como imagem é tão somente a consciência que se possui dele. Para Sartre a imagem é uma forma de consciência que só se faz com o que já é conhecido de antemão. É uma forma de visar o mundo intencionalmente, de uma forma distinta da percepção.

Percepção, compreensão, imaginação são de fato as três formas de consciência em que o mesmo objeto nos é dado, existem mais de três, mas Sartre listou-as porque, para o autor, elas se relacionam entre si. Na percepção, os objetos são observados, o que significa que existe a oportunidade de aprender algo. Na percepção o objeto é conhecido lentamente e existe para além de dela, enquanto o objeto imaginado existe apenas enquanto a consciência o imagina, o objeto percebido ultrapassa o momento em que a consciência o percebe.

A terceira característica diz que a consciência da imaginação postula o objeto como nada. Sartre refere que há quatro formas pelas quais algo pode ser imaginado. Essas quatro formas pelos quais algo pode ser imaginado são inexistentes e ausentes, ausentes noutro lugar e inexistentes, significa que pode imaginar algo e saber que ele não existe.

A última característica é a espontaneidade. Sartre refere-se a este iniciador como a disponibilidade do objeto. Nós decidimos o que imaginamos. Sartre diz "eu sou mestre da minha imaginação", temos total liberdade e poder sobre a imaginação.

## 1.4. O espaço

O conceito de espaço surge com Platão (2011), que o designa como *Khôra*, significando local ou recetáculo. Este conceito relaciona-se com a ideia de vazio dos Atomistas<sup>1</sup>, teoria que propõe que o universo e toda a matéria nele contida são compostos por blocos construtivos muito pequenos, indivisíveis e indestrutíveis conhecidos como átomos e com a teoria de local de Zenão de Eleia, segundo a qual, existindo um local, este está contido noutra local e assim sucessivamente até ao infinito.

Aristóteles que faz uso do termo “topos” em diversas obras, no do livro IV, capítulos de 1 a 8, forma a ideia de lugar como; “como o limite imóvel mais interno e que imediatamente envolve o que está contido naquele lugar” (Física, IV, 4, 212a 5).

Para Aristóteles, o espaço – ou melhor é concebido como uma extensão diferente da extensão material do corpo contido. Aristóteles acredita que existe somente um mundo, o mundo da experiência, onde os objetos exibem características comuns que podem ser discernidas pela razão e são essas características comuns que a ciência estuda. A ciência é o conhecimento deste mundo da experiência.

“Por exemplo, você está agora no mundo, porque você está no ar e o ar está no mundo; e você está no ar porque você está na terra; e da mesma maneira está na terra porque está neste particular lugar, que não contém nada além de você.” (Física IV, 2, 209<sup>a</sup> 31-209b 1)

Aristóteles tenta unir, o lugar natural, aquele para os quais os objetos tendem a ir de acordo com a sua natureza e o lugar ocupado pelos objetos em si, a sua localização. Quando se diz que um corpo está no mundo, isto significa que ele está situado em determinado lugar.

Podem ser elaboradas duas perguntas básicas a respeito do conceito de lugar, se o lugar existe e, se existe, no que consiste um lugar. Aristóteles apresenta dois argumentos para demonstrar que o lugar existe e é distinto de corpo. Corpos distintos podem ocupar o mesmo lugar se os lugares não forem distintos dos corpos. Os lugares

1

Atomismo, que nasceu na Grécia Antiga surgindo na Grécia Antiga e procurou explicar o mundo de uma forma que não invoca o sobrenatural, inclinando-se para uma abordagem mais racional e científica.

existem devido à locomoção natural, os corpos simples realizam movimentos naturais em direção aos seus lugares naturais no universo.

“Novamente, lugar (topos) pertence às quantidades (poson) que são contínuas. Pois, as partes de um corpo, que se juntam a um limite comum, ocupam um certo lugar. Portanto, também as partes do lugar que são ocupadas pelas várias partes do corpo juntam-se ao mesmo limite que as partes do corpo. Portanto, também o lugar parece ser contínuo, pois suas partes parecem juntar-se umas às outras a um limite comum (Categorias, 5<sup>a</sup> 8-14).”

Aristóteles afirma que os lugares não diferem meramente na posição relativa, mas também diferem na medida em que possuem potências diferentes e tendo reconhecido a existência de lugar como algo, Aristóteles parte para a análise do que ele é de fato, após o estudo que fez da visão de seus antecessores estabelece uma série de condições de adequação para o conceito de lugar. Aristóteles afirma, no Livro IV, que:

“O lugar necessariamente é o limite do corpo que contém que está em contato com o corpo contido. E chamo ‘corpo contido’ aquele que possa ser movido mediante deslocamento (212a, 5).”

Para Descartes a noção de espaço é vista como extensão baseada na noção de que todos os objetos materiais possuem extensão e qualquer coisa extensa é divisível e aniquila a ideia de um espaço separado do corpo. Descartes afirma, assim, que corpo e extensão são a mesma coisa:

“O espaço ou o lugar interior e o corpo, compreendido neste espaço, só são diferentes para o nosso pensamento. Com efeito, a mesma extensão em comprimento, largura e altura que constitui o espaço também constitui o corpo” (Descartes, 1997, p. 63).

Descartes cria uma concepção do espaço através da forma como pensa o corpo.

Para o empirista John Locke (1632 –1704) qualquer ideia é obtida através da experiência, não é inata, mas a sensação é recebida através das observações que fazemos sobre os objetos exteriores e sensíveis e a reflexão através das operações internas da nossa mente. Para Locke não há nenhuma ideia que não derive de um destes dois princípios. Logo a ideia de lugar será formada através da experiência.

Segundo o filósofo e padre francês, Nicolas Malebranche (1638- 1715), o espaço é uma ideia inata. Malebranche aceita o dualismo mente-corpo mas afirma que os sentidos são úteis somente para a conservação do corpo e, por essa razão, não servem como critérios para a verdade.

Para Malebranche (2004), a extensão também é a essência objetiva, em outras palavras, não há corpo/matéria sem extensão. O entendimento puro, leia-se a razão, é o critério para afirmar a realidade objetiva e é ele que nos faz entender a extensão como infinita, corrigindo o erro sensorial (tomando o exemplo da visão) de que há um limite da extensão. A psicologia parece também dar-se conta da relação com o espaço não é a de um puro sujeito desencarnado com um objeto distante, mas a de um habitante do espaço com o seu ambiente natural. Isto é, por exemplo, para compreender a famosa ilusão de ótica estudada por Malebranche, que faz com que o sol na sua ascensão, quando ainda está no horizonte, nos pareça muito maior do que quando está no seu auge.

Isaac Newton (1643-1727) em 1686, fundou a mecânica clássica com suporte na ideia de que o espaço é real e distinto dos objetos e que o tempo é real e passa uniformemente independentemente do facto de qualquer coisa se mover no mundo. Newton falou de espaço e tempo absolutos, em que o tempo absoluto sendo como um estágio no qual a matéria existia e se movia enquanto o tempo fluía a uma velocidade constante. O autor refere que o espaço e o tempo dizem à matéria como se deverá mover, mas a matéria não tem qualquer efeito no espaço e no tempo.

“O espaço é uma afecção do Ser qua ser. Nenhum Ser existe que não esteja conexo com o espaço de alguma forma. Deus está em todo lugar, mentes criadas estão em algum lugar, e o corpo está no espaço que ele ocupa; e tudo que não está nem em toda parte nem em qualquer lugar não existe. E, conseqüentemente, segue-se que o espaço é um efeito surgido da primeira existência do ser, porque, quando qualquer Ser é postulado, o espaço é postulado.” (Newton, 1978, p.136).

Para Newton (1978) o espaço e tempo são absolutos e infinitos, o espaço é como recipiente infinito dentro do qual se encontram os objetos materiais, os eventos e as forças físicas. E com o tempo sucede o mesmo, os eventos ocorrem no tempo, mas o tempo é absolutamente independente desses eventos. Para Newton espaço e tempo é designado por “*sensorium Dei*” ou seja, o meio pelo qual Deus ganha consciência do universo e se faz capaz de ordená-lo.

Para Gottfried Wilhelm (von) Leibniz (1646 - 1716), racionalista, o espaço não é uma realidade natural, mas sim um conjunto do movimento e das situações das coisas entre si, concebido como um puro sistema de relações abstratas.

Para Leibniz o espaço e tempo só existem porque existem corpos, eventos e forças físicas, o espaço é uma ordem de coexistências enquanto o tempo é uma ordem

de sucessões, essa é a essência de sua teoria relacional do espaço e do tempo, eles são secundários aos corpos e eventos no universo.

Para Leibniz o que chamamos de espaço resulta de corpos materiais e eventos mais ou menos próximos, acima, abaixo, ao lado com distâncias medidas, pela repetição de uma mesma relação espacial. O mesmo acontece com o tempo, o antes ou depois dependem de eventos físicos e começam a ser medidas pela repetição cíclica, os dias e as estações do ano, tendo mais tarde se tornado precisos pela invenção de relógio também eles cíclicos. Leibniz diz:

“Afirma-se que o espaço não depende da situação dos corpos. Respondo ser verdade que ele não depende de tal situação dos corpos, mas que é essa ordem que faz com que os corpos sejam situáveis, e pela qual eles têm uma situação entre si ao existirem juntos, como o tempo é essa ordem com referência à posição sucessiva dos mesmos. Se não houvesse, porém, criaturas, o espaço e o tempo não existiriam senão nas ideias de Deus .”<sup>2</sup>

Para Kant o tempo e espaço são princípios puros da subjetividade do indivíduo, e fora deste, estes princípios não tem realidade alguma, ou seja, não são objetivos. O espaço para Kant é condição de todo conhecimento sensível externo. Kant pensou o espaço como uma intuição pura, como forma de todo fenômeno, e que o espaço não é uma propriedade das coisas em si mesmas, ou seja, não é uma propriedade das coisas tal como elas existem independentemente das mentes.

Kant também caracteriza o papel distintivo na geometria na nossa intuição pura e quis demonstrar que por mais que os conceitos tenham papel indiscutível para a constituição de uma geometria, sem a intuição a priori de espaço seria incabível a conceção de uma figura como o triângulo. Assim, a primeira premissa do seu argumento é sobre a natureza da geometria e aqui está ela: "O conhecimento geométrico é sintético à priori." Para Kant,

“Assim, um juízo completamente distinto tem local antes que a percepção possa converter-se em experiência. A intuição dada deve ser subsumida a um conceito que determina a forma do juízo em geral com relação à intuição, conecta a consciência empírica desta última em uma consciência em geral e, com isso, dota os juízos empíricos de validade universal. Esse conceito é um puro conceito a priori do entendimento, que nada faz além de simplesmente determinar, para uma intuição, a maneira geral pela qual ela pode servir para julgar. Se esse conceito for o conceito de uma causa, ele determina a intuição que é subsumida a ele, por exemplo, a do ar, em relação ao juízo em geral, a saber, que o conceito de ar em

<sup>2</sup> Cf. Leibniz, §41, quarta carta a Clarke, Os Pensadores, 1974, p.422

relação a expansão surge na relação do antecedente para o conseqüente em um juízo hipotético”(Kant, 2014, p. 76)<sup>3</sup>

Para Kant o espaço é apenas algo que a mente impõe às representações do mundo e não uma parte real do mundo independente da mente. A premissa diz que o conhecimento sintético a priori só é possível se o espaço for apenas uma forma de intuição e não uma propriedade das coisas em si mesmas.

A segunda premissa de Kant diz que o conhecimento sintético a priori só é possível se a visão da natureza do espaço for verdadeira. A geometria é a matemática do espaço. Por isso, quando falamos do conhecimento de geometria, estamos a falar do conhecimento próprio do espaço. E assim, se o conhecimento da geometria é sintético a priori, o conhecimento do espaço também tem de ser sintético a priori. Refere Kant,

“A Geometria é uma ciência que determina sinteticamente, e, portanto, “a priori”, as propriedades do espaço. Que deve ser, pois, a representação do espaço, para que tal conhecimento seja possível? Deve ser, primeiramente, uma intuição; porque é impossível tirar de um simples conceito proposições que o ultrapassem, como se verifica em Geometria. Mas essa intuição deve achar-se em nós, “a priori”, quer dizer, anteriormente a toda percepção de um objeto, e, por conseguinte, ser pura e não empírica. Efetivamente, as proposições geométricas, como esta por exemplo: o espaço não tem mais que três dimensões, são todas apodíticas, quer dizer que elas implicam a consciência de sua necessidade; mas tais proposições não podem ser julgamentos empíricos ou de experiência, nem deles derivar.” (Kant, 2001, p.22)

Para Kant existem objetos externos separados da mente e depois existe a mente. Uma vez que o conhecimento do espaço não se pode basear na primeira opção, tem de se basear na segunda. Quando existe conhecimento do espaço, como o conhecimento em geometria, tudo o que é conhecimento real é uma estrutura que a mente impõe às representações e por isso o conhecimento do espaço pode ser completamente independente da experiência, ou seja, é por isso que pode ser a priori. Mas, a ideia de que o espaço não é mais do que uma estrutura que a nossa mente impõe às representações é exatamente o que Kant quer dizer quando afirma, na sua segunda premissa, que o espaço é apenas uma forma da intuição e não uma propriedade das coisas em si. Quando se juntam as premissas, obtém-se a conclusão de Kant: o espaço é apenas uma forma da intuição e não uma propriedade da coisa em si mesma. Kant

refere- o ao tempo de um ponto de vista um pouco diferente e mais abstrato, mas sempre como contínuo. Nas palavras do próprio:

O espaço não é um conceito empírico, extraído de experiências externas. Efetivamente, para que determinadas sensações sejam relacionadas com algo exterior a mim (isto é, com algo situado num outro local do espaço, diferente daquele em que me encontro) e igualmente para que as possa representar como exteriores e a par umas das outras, por conseguinte não só distintas, mas em distintos locais, requer-se já o fundamento da noção de espaço. Logo, a representação de espaço não pode ser extraída pela experiência das relações dos fenômenos externos; pelo contrário, esta experiência externa só é possível, antes de mais, mediante essa representação. (2010, p. 64; KrV, B 38).

Merleau-Ponty (1999) em “Fenomenologia da percepção” refere que o espaço é o ambiente homogêneo onde as coisas são distribuídas de acordo com três dimensões cuja origem é estabelecida pelas relações orgânicas determinadas entre o sujeito e o mundo, ou seja, no poder exercido pelo sujeito sobre o mundo. O espaço é onde se mantém a identidade das coisas, no entanto para Merleau-Ponty, tudo muda com o aparecimento da geometria não-euclidiana que concebeu com uma curvatura simples no espaço, uma alteração nas coisas sob um só movimento na heterogeneidade dos objetos no espaço e dimensões que já não são mutuamente substituíveis e afetam com certas alterações os corpos ali situados. Em oposição ao mundo de objetos idênticos e da mudança severamente delineada e registada de acordo com diferentes princípios. Dispomos de um mundo em que os objetos não possuem identidade própria e absoluta, onde forma e conteúdo se misturam e se confundem e não oferecem mais que um enquadramento rígido que é fornecido pelo espaço uniforme de Euclides. Para o autor o homem não é uma mente e um corpo, mas uma mente com corpo, que dá acesso à verdade das coisas porque o seu corpo está nelas incorporado. Quando falamos do corpo, falamos de algo como o que está entre o sujeito puro e o objeto, para Merleau-Ponty não existe o conceito de interioridade, conhecemo-nos apenas através do mundo. Portanto eu sou o exterior que apresento aos outros, existem camadas dimensionais sedimentadas disto. Refere o autor:

“Uma certa experiência tátil dos braços significa uma certa experiência tátil do antebraço e dos ombros, um certo aspeto visual do mesmo braço, não que as diferentes percepções táteis, as percepções táteis e as percepções visuais participem todas de um mesmo braço inteligível, como as visões perspectivas de um cubo da ideia do cubo, mas porque o braço visto e o braço tocado, como os diferentes segmentos do braço, fazem, em conjunto, um mesmo gesto” (p. 210)

Cada um possui o que Merleau-Ponty designa de estrutura do corpo, o que é um conhecimento tácito da situação do corpo no espaço, é uma pré reflexão da

consciência corporal dinâmica e direcionada a possibilidades, significa que a minha principal maneira de atuar com ambos, corpo e os objetos presentes no mundo são uma possibilidade para mim.

Merleau-Ponty sugere a existência de duas vias primárias que podemos conceber de espaço, espaço objetivo e espaço orientado. O espaço objetivo é um caminho externo ou homogêneo de pensar sobre ele, como se fosse uma tabela, qualquer coisa está a determinada distância de outra coisa. Isto é como frequentemente fazemos sobre o corpo no espaço, uma entidade no espaço, é um modo posicional de pensar sobre ele na terceira pessoa e muitas vezes descrito também como espaço alocêntrico, uma visão a partir do exterior de uma determinada situação, talvez uma visão a partir do topo. Existe um segundo modo de pensar sobre o espaço que Merleau Ponty acha bastante importante para a fenomenologia, que motiva a sua visão sobre espaço objetivo que é o espaço orientado ou espaço corporal onde o corpo habita o espaço.

David Hume (2001) na sua teoria do espaço e do tempo expostas no livro 1, parte 2 do Tratado da Natureza Humana, tira conclusões sobre a natureza da ideia de espaço e tempo como o espaço e o tempo em si, o que parece um pouco mais intrigante é Hume parece estar frequentemente a tirar conclusões que vão para além disso, que falam de o espaço e o tempo em si mesmos independentemente das nossas ideias.

“[...] vemos que qualquer impressão, da mente ou do corpo, é constantemente seguida por uma ideia que a ela se assemelha, e da qual difere apenas nos graus de força e vividez. A conjunção constante de nossas percepções semelhantes é uma prova convincente de que umas são as causas das outras; e essa anterioridade das impressões é uma prova equivalente de que nossas impressões são as causas de nossas ideias, e não nossas ideias as causas de nossas impressões (Hume, 2001, p. 29).

Hume argumenta que o espaço e tempo, tanto presente nas nossas ideias como o espaço e tempo em si, não são divisíveis infinitamente e que a capacidade da mente é limitada e nunca poderá atingir um nível pleno e adequado da conceção do infinito. Assim a ideia que formamos de qualquer quantidade finita não sendo infinitamente divisível, deve, portanto, em última análise, alcançar um mínimo. Com tal proposição, então, Hume explicava a composição de cada partícula do espaço:

“Coloque um ponto de tinta sobre um papel, fixe seu olho sobre esse ponto, retire-se para uma distância tal que, finalmente, você o perca de vista. É evidente que, no momento antes de desaparecer, a imagem ou impressão era perfeitamente indivisível. Não é por falta de raios de luz que atinjam nossos olhos que as partes diminutas dos corpos distantes não

transmitem qualquer impressão sensível, mas porque eles foram colocados além da distância na qual sua impressão foi reduzida a um mínimo e era incapaz de qualquer diminuição adicional”. (HUME, 2001, p. 24)

Na quantidade mínima visível o que Hume diz ser visível é um ponto colorido, uma espécie de átomo que Hume utiliza na sua teoria atômica da percepção de modo a obter conclusões significativos. Hume sobre o espaço:

“Em primeiro lugar, tomo a menor ideia que consigo formar de uma parte da extensão; e, certo de que não existe nada menor que essa ideia, concluo que tudo que descubro por meio dela tem de ser uma qualidade real da extensão. Repito, então, essa ideia uma, duas, três vezes, e assim por diante, e vejo que a ideia composta de extensão produzida por essa repetição aumenta sempre, tornando-se duas, três, quatro vezes maior etc., expandindo-se até finalmente atingir um tamanho considerável, que pode ser maior ou menor, conforme eu repita mais ou menos vezes a mesma ideia. Quando suspendo a adição de partes, a ideia de extensão para de aumentar. Em troca, percebo claramente que, se prosseguisse ao infinito com a adição, a ideia de extensão também se tornaria infinita.” (HUME, 2001, p. 29)

“Imagine uma pequena ideia atômica, coloque agora outra ideia no seu flanco e outra junto a esta, a extensão surge assim que assim que existir mais que uma ideia por isso, cada uma das nossas ideias mínimas é indivisível e, portanto, não é extensível, mas assim que se une detém-se o mais recente bloco de extensão e ao adicionar outra tem um pouco mais de extensão. Diz o autor “é possível que a extensão exista realmente conforme a essa ideia” (T 1.2.2.9), e se é possível, “é certo que eles realmente existem em conformidade com ela, uma vez que sua divisibilidade infinita é inteiramente impossível e contraditória” (T 1.2.4.1). Salientando ainda que ao rejeitar a capacidade infinita da mente, supomos que podemos chegar a um fim na divisão de suas ideias; não existe qualquer meio possível de fugir da evidência dessa conclusão.” (HUME 2000, p. 23).

Hume afirma que a ideia de um número infinito de partes é a mesma ideia de extensão infinita, portanto, comprova que o espaço não é infinitamente divisível porque temos estas pequenas ideias que são adequadas às mais recentes partes do espaço e se o espaço fosse infinitamente divisível então teria de ser capaz de ter um número infinito de partes minúsculas numa quantidade finita de espaço mas, não é possível pois assim que se obtiver um número infinito destes pequenos átomos obtém-se uma extensão.

## **1.5. Nascimento do desenho**

Desenhar é a habilidade artística mais frutífera e vital na ação sobre o mundo. Com frequência as palavras e os gestos não são suficientes para explicar o que a mente imagina, deste modo o desenho torna-se um dos modos que possuímos para representar ideias e um instrumento que permite o encadeamento da imaginação graficamente, que

supõe a construção de uma imagem bem distinta da percepção. O desenho faz parte da vida do ser humano, a partir do momento que se entrega um lápis e um papel nas mãos de uma criança, antes de saber escrever já consegue-aventurar-se a expressar-se através do desenho, e com isto quer-se dizer que desenhar é algo natural.

Perante uma palavra, o que surge de imediato na mente é a imagem. O desenho é um instrumento de comunicação desde os povos antigos, constitui uma forma de comunicação onde é registado o sentido estético, as ideias, pensamentos. Através da análise de desenhos de outros tempos conseguimos compreender um determinado povo, conhecer os seus hábitos, as técnicas utilizadas e até mesmo as suas ideias.



**Figura 1 Grand taureau noir, Lascaux (17.000 AC.)**

O desenho surgiu com o ser humano e através dele tem reproduzido as mais variadas situações do quotidiano. Ainda no período paleolítico, a caça era uma das temáticas principais retratadas em cavernas, e estudos mais recentes afirmam que estas representações também retratavam rituais religiosos. Com o passar do tempo, os povos mais avançados utilizaram o desenho como escrita, como os egípcios e os maias utilizavam os hieróglifos.

“As séries de gravuras representam objetos existentes que podem observar-se e descrever de maneira exata e, por esta razão, podem considerar-se elementos muito positivos para o estudo do Egípto.” (Cabezas, 1999, p. 17)

As técnicas de representação gráfica evoluíram, assim como as máquinas, os objetos, as ferramentas e outros instrumentos de trabalho, e o desenho técnico também se foi aperfeiçoando para representar uma ideia como o desenho artístico.

“Na Idade Média e no Renascimento os edifícios e as cidades são construídos a partir do desenho dos seus alçados e plantas: “Não nos é difícil admitir que os construtores das catedrais conheciam os processos de representação necessários à definição objetiva do corte da pedra, o que lhes permitia integrá-las com precisão nos imponentes conjuntos das abóbadas .” (Gonçalves, 1982, pág. 6)

Só no século XV é que Leonardo da Vinci, ao representar via desenho técnico, trouxe algum progresso para o desenvolvimento desta linguagem gráfica apesar de os seus desenhos conterem ainda muitos traços de desenho artístico. Sobre o valor de da Vinci, Artigas escreve:

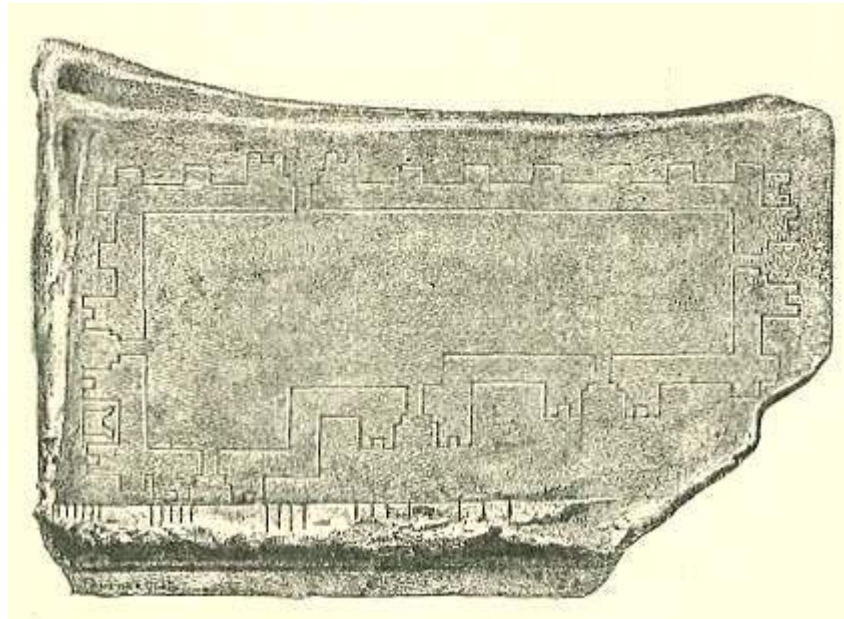
Leonardo desenhou como técnico e desenhou como artista. Procurou uma composição onde nada fosse arbitrário. Em seus quadros as figuras se inscrevem em formas geométricas definidas. Maneira de apropriação do conhecimento científico para informar a sensibilidade criadora. Procura de racionalidade. Com ele e os demais artistas do Renascimento o desenho se impôs. Passou a ser a linguagem da técnica e da arte. (Artigas, 1967, in Lira e Artigas ,p112)

No século XVIII Gaspar Monge (1746-1818) deu um novo impulso ao desenho técnico ao criar a geometria descritiva que serve de base ao desenho técnico tal como o conhecemos hoje. Na obra “*Géométrie Descriptive*”, publicada em 1799, Monge cria um método que permite representar com total precisão as três dimensões dos objetos e numa folha plana, a folha de papel bidimensional. Esse método de representação é conhecido como método de Monge ou projeção ortogonal e é a base do desenho técnico.

A Projeção Ortogonal é uma forma de representar objetos tridimensionais em vistas bidimensionais, por meio de linhas que passam por esse objeto e são perpendiculares ao plano de projeção e paralelas entre si. As faces do objeto são orientadas paralelamente aos respectivos planos de projeção, representando assim suas medidas, formas e proporções reais.

Os desenhos resultantes possuem duas dimensões porque a terceira dimensão é rebatida no plano de projeção (Ching, 2011). Essa técnica possibilita desenhar objetos ou edifícios definindo as suas formas e dimensões, atividade essencial para uma boa leitura e execução dos projetos. O projeto, por meio da Projeção Ortogonal,

obtem a condição de documento e exige uma linguagem normalizada, de interpretação única.



**Figura 2** Planta um palácio sumério, gravada em 2000 a. C. na estátua de Gudea.

A geometria descritiva foi inicialmente utilizada na engenharia militar e perde todas as expressões artísticas, tornando-se numa linguagem técnica universal e um grande impulso para o desenvolvimento tecnológico.

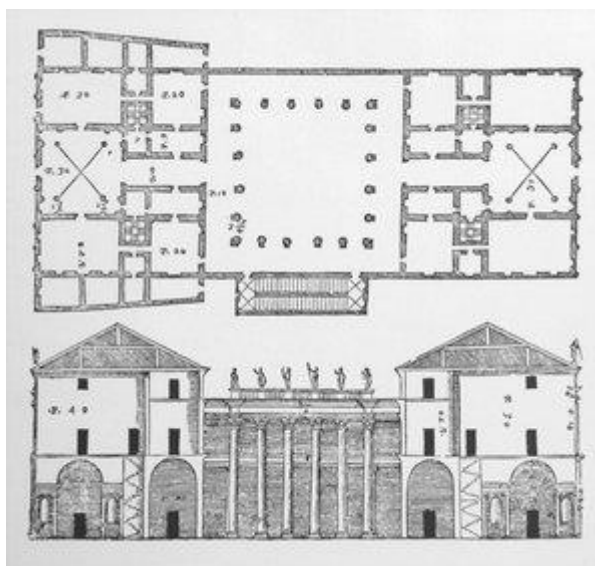
A Revolução Industrial, no sec. XVIII, incluiu a invenção e adaptação de máquinas e ferramentas para a maioria das indústrias, não simultaneamente, mas gradualmente, num período em que uma indústria dependia de outra e, de modo geral a máquina a vapor era utilizada como motriz para novas máquinas nas fábricas. As primeiras tentativas para representar objetos industriais com dimensões adequadas foram baseadas em desenhos tridimensionais, mas os desenhos foram-se tornando mais complexos e com maior dificuldade em adicionar dimensões adequadas e distintas. Surgiu assim a necessidade de outros modos de representação de modo de eliminar tudo o que desse lugar a representações subjetivas e surge assim o desenho técnico. Procurou-se melhorar a clareza do desenho e tendeu-se a uniformizar nos vários países uma linguagem universal. A comissão técnica da International Organization for Standardization (ISO) assim o fez e ganhou caráter de documento.

### 1.5.1. O desenho artístico versus desenho técnico

O desenho artístico é um modo de criação livre que não precisa de obedecer à realidade, pois cada autor cria o seu desenho através de uma ideia e depende muito do sentido estético de cada artista. Em oposição, o desenho técnico obedece a um conjunto de normas que necessita de seguir e de certas referências.

### 1.5.2. Desenho Técnico

O desenho técnico é um tipo de desenho usado para definir claramente os requisitos para itens de engenharia como visualizações, dimensões e informações necessárias, e, mais do que desenhos, é também uma linguagem, uma “linguagem” gráfica que comunica ideias e informações de uma mente para outra. O mais importante nesta linguagem, é que comunica todas as informações necessárias do profissional que projetou uma peça para o trabalhador e possui uma ortografia e uma caligrafia próprias, cujo estudo é necessário a quem pretenda ler e escrever corretamente essa linguagem (Cunha,1994).



**Figura 3** Palazzo Porto, em Vicenza.

A elaboração de desenhos rege-se por um conjunto de normas, que dizem respeito a: tipo de escrita, tipo e espessura de linhas, precedência e interceção de linhas, formatos de papel, dobragem dos desenhos, legenda, área útil de desenho e escala.

“A regulamentação de modelos gráficos para a representação de tipos específicos de informação pretende servir uma comunicação precisa, objetiva, denotativa e universal,

inerente às solicitações e desempenhos pragmáticos de uma cultura tecnológica global.”(Vaz, 2001, p. 83)

O desenho técnico é um tipo de representação gráfica utilizada por profissionais da mesma área e que requer exatidão. Cada desenho técnico visa construir, informar ou orientar o objeto pensado para a realidade, deve seguir regras e ser dividido por áreas, ou seja, desenho de arquitetura, desenho de engenharia, desenho de mecânica, desenho de hidráulica e assim por diante.

Uma característica dos primeiros desenhos era a ausência de dimensões, pois a determinação das dimensões dos objetos era feita pela justaposição ao tamanho externo do homem ou animal. O desenho técnico constitui um desenvolvimento científico impulsionado por um sentido produtivo (industrial).

Posteriormente foram criadas as normas técnicas para uniformizar quase todos os aspectos do desenho. Cada país tem as suas normas e agência reguladora e a portuguesa é regida por Instituto Português da Qualidade, o Organismo Nacional de Normalização e a Organização Internacional de Uniformização (ISO) regula as normas mundialmente. Cunha (1997, pág. 18) refere que normalizar “consiste em definir, unificar e simplificar tanto os produtos acabados como os elementos que se empregam para os produzir, através do estabelecimento de documentos chamados normas”.

### **1.5.3. A origem da geometria**

Não existem muitos registros históricos sobre geometria, o que torna difícil contar a sua história e por isso, afirmações sobre a origem da geometria são incertas e arriscadas, pois os primórdios são mais antigos do que a arte de escrever. O historiador Heródoto (484-425 a.c.) e Aristóteles não quiseram arriscar-se a propor origens mais antigas que a civilização egípcia, mas de forma distinta, a geometria que tinham em mente possuía raízes mais antigas. Heródoto afirmava que a geometria teve a sua origem no Egito na necessidade de realizar novas medições de terras após cada inundação anual do vale do rio Nilo. Nas palavras de Heródoto:

“Sesóstris ... repartiu o solo do Egito entre seus habitantes... Se o rio levava qualquer parte do lote de um homem ... o rei mandava pessoas para examinar, e determinar por medida a extensão exata da perda ... Por esse costume, eu creio, é que a geometria veio a ser conhecida no Egito, de onde passou para a Grécia.” (HERÓDOTO, apud BOYER, 1999, p. 6)

Aristóteles achava que a existência no Egito de uma classe sacerdotal com lares é que tinha conduzido ao estudo da geometria.

Atualmente sabe-se que o interesse pelas formas e o reconhecimento das propriedades da geometria nasceram antes da medição e divisão de terras com outros povos antigos como os babilônios, hindus e os chineses.

“A cronologia da construção do conhecimento geométrico indica que o homem começou a geometrizar por conta da necessidade de reconstruir limites (fronteiras) em terras, de construir artefactos ou instrumentos, de construir moradias, de navegar, de se orientar, etc. e na realização dessas atividades a medição desempenhou uma função importante.” (Lorezato, 2008).

A geometria dos babilônios, egípcios, e hindus é essencialmente uma geometria métrica, isso quer dizer que a preocupação era a de calcular comprimentos, áreas e volumes auxiliando-se de cordas estendidas que determinavam áreas de terrenos em forma de triângulo ou retângulos.

Embora tivesse sido utilizada pelos povos antigos, a geometria passou a ser objeto de estudo na Grécia no sec. IV A.C. Euclides de Alexandria dedicou-se ao estudo da geometria plana e definiu a noção de ponto, reta e superfície, a geometria aprendida na escola é a euclidiana e estuda conceitos como pontos, retas, planos, ângulos e objetos com três dimensões, comprimento largura e altura.

A geometria, de um modo geral, é o campo que estuda o espaço e as figuras que podem ocupá-lo. A partir da educação infantil até ao terceiro ciclo e, de acordo com a lógica os objetivos da geometria tornam-se cada vez mais complexos em cada nível de ensino.

A percepção de formas geométricas é o primeiro grande objetivo da geometria e é trabalhada de modo simples em toda a educação básica, mas no segundo ciclo essa percepção torna-se mais complexa. Pela percepção, por exemplo, são identificadas e diferenciadas as figuras tridimensionais das figuras bidimensionais, o que possibilita, também, relacionar as figuras geométricas, por exemplo as suas propriedades e diferenciar essas propriedades e essas figuras geométricas. Para Sternberg (2000), a percepção consiste num conjunto de processos psicológicos, pelos quais as pessoas reconhecem, organizam, sintetizam e fornecem significação, a nível cognitivo, às sensações recebidas dos estímulos ambientais, através dos órgãos dos sentidos.

O outro grande objetivo do ensino da geometria diz respeito à movimentação e à localização de objetos no espaço, ou seja, é o desenvolvimento da orientação espacial. Existem duas competências embutidas nestes objetivos, a percepção que dá as características das figuras geométricas, percepção das propriedades das figuras e a orientação espacial, que é a capacidade de um indivíduo se movimentar, localizar-se e localizar os objetos no espaço. Por esse motivo os parâmetros curriculares nacionais não utilizavam a palavra geometria dentro de um dos eixos do ensino, mas a expressão espaço e forma, dado que a geometria trabalha com os dois, o espaço é movimentação e a localização e as formas que são as questões relacionadas com a percepção.

Dentro da geometria pode-se utilizar a visão. Por meio da visão é possível visualizar as características dos objetos, as características das figuras, mas também é possível utilizar o tato. O primeiro sentido a utilizar em geometria é a visão mas é possível utilizar também outro sentido, que é o tato.

Uma das atividades a utilizar para trabalhar com tato, consiste em colocar vários sólidos geométricos dentro de um saco e solicitar a um aluno para colocar a mão dentro e retirar um objeto, sem ninguém ver e pelo tato descrever o objeto. Pelo tato o aluno verbaliza o objeto e a turma tenta descobrir qual é o objeto que ele agarrou ou selecionou.

O segundo objetivo, que diz respeito à movimentação e localização de objetos no espaço, está relacionado com a orientação espacial, envolve dois conceitos importantes, conceito de lateralização e o conceito de lateralidade.

## **1.6. Lateralização**

Considera-se lateralização quando se utiliza o próprio corpo como ponto de referência, exemplificando a minha mão direita, a mão esquerda, o pé direito, o meu pé esquerdo, quando eu uso o meu próprio corpo para me movimentar e como ponto de referência estou no âmbito da lateralização.

O desenvolvimento da lateralidade e da lateralização são competências essenciais para o processo de localização e de movimentação e por sua vez são importantes para o desenvolvimento da orientação espacial, que está relacionada com a percepção que temos do espaço. Segundo Del Grande (1990) a percepção espacial

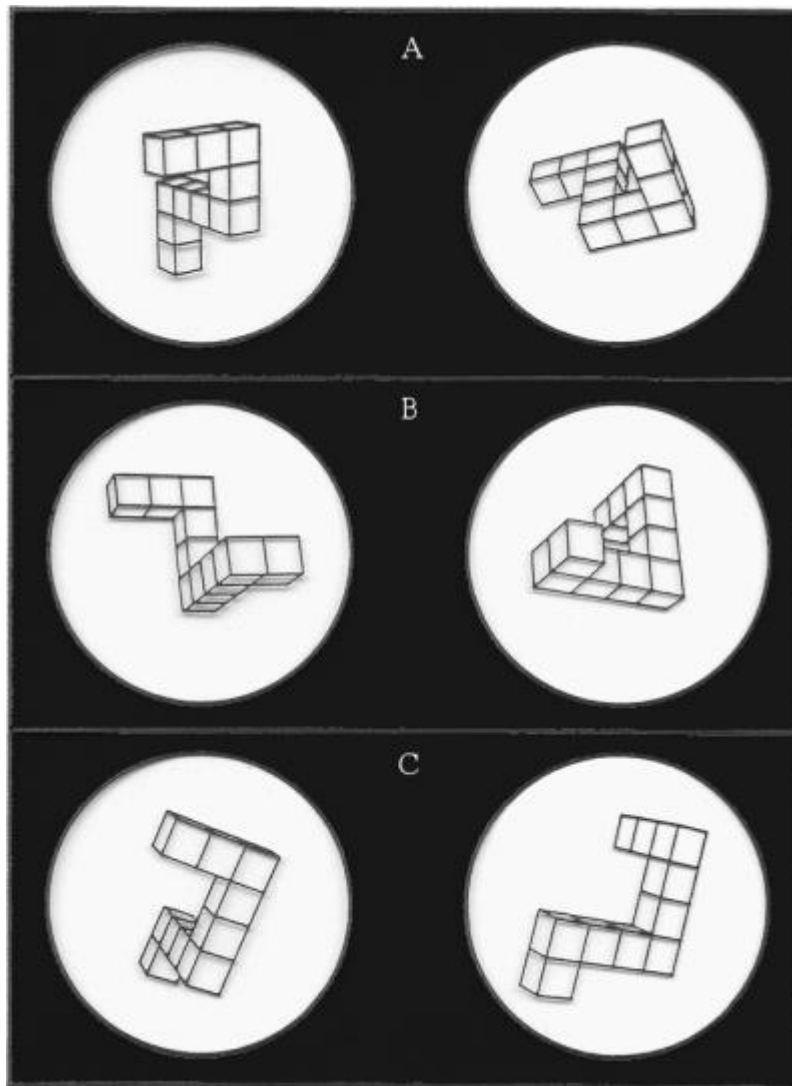
capacita os indivíduos a coordenarem os movimentos do corpo com os movimentos da visão. Para o desenvolvimento da orientação espacial é necessário o desenvolvimento das competências de lateralidade e de lateralização.

Segundo Tortora e Pirola (2012, p. 224): “Dessa forma, a percepção leva a criança a reconhecer, organizar e sintetizar as informações oriundas dos objetos que estão ao seu redor; e a orientação espacial auxilia a criança a se movimentar e a localizar objetos tendo como base pontos de referências.”

Através da geometria crescem outros tipos de competências, como por exemplo a competência da experimentação, a competência de levantar hipóteses, de validar resultados, da argumentação e de comunicação de ideias. Uma outra competência que se procura desenvolver pela geometria é chamada de rotação mental, a rotação mental é a manipulação de imagens na mente.

Shepard e Feng (1972 apud Kosslyn, 1992), desenvolveram um estudo com uma atividade que levava os sujeitos à montagem de um cubo a partir da sua planificação, exigindo a identificação do encontro de duas setas marcadas em dois quadrados. Além disso, concluiu-se que as imagens podem agir como modelos tridimensionais, ou seja, no nosso cérebro pode-se imitar um espaço tridimensional, ao rodar as figuras.

Os autores começaram com a planificação do cubo e colocaram setas em duas faces para o aluno imaginar como juntar as faces do cubo para que as duas setas se pudessem encontrar, ou seja o aluno manipula, mas manipula essas imagens na sua estrutura mental o que se designa por rotação mental. Essa manipulação das imagens no nosso cérebro dá-se sem necessidade de manipular, dobrar ou desmontar e assim por diante.



**Figura 4** Alguns dos pares de figuras de estímulo utilizados por Shepard e Metzler (1971).

A- Objetos idênticos que diferem por uma rotação no plano da página

B - Objetos idênticos que diferem por uma rotação em profundidade

C - Objetos espelhados (também rodados em profundidade)

### **1.7. Rotação Mental**

A capacidade de imaginar e raciocinar sobre modificações de objetos e a sua disposição espacial é importante para a cognição cotidiana e o raciocínio em domínios técnicos. Não existe uma definição clara de capacidade espacial mas é aceite, geralmente, que a capacidade espacial compreende várias competências, incluindo a rotação mental, a percepção espacial e a visualização espacial (Flaherty, 1997;

MacIntyre, 1997). As transformações espaciais mentais podem variar na sua geometria, nos estímulos que lhes dão origem e na sua implementação neural. Duas classes de transformações mentais parecem ser particularmente importantes para a cognição humana: as transformações espaciais baseadas em objetos e as transformações de perspectiva egocêntrica. As transformações baseadas em objetos, são rotações ou translações imaginárias de objetos relativamente ao quadro de referência do ambiente. As transformações da perspectiva egocêntrica são rotações ou translações imaginadas do ponto de vista do sujeito relativamente a esse quadro de referência.

Segundo Gardner a inteligência espacial refere-se à habilidade de compreender o meio através de uma perspectiva tridimensional. Tanto física quanto mentalmente. Essa inteligência confere a capacidade de estabelecer distâncias mentalmente com facilidade, bem como reconhecer formas, associar ambientes físicos pela memória e ainda idealizar locais e cenários com facilidade. Um modo de desenvolver esta habilidade é realizar tarefas de rotação espacial. Para isso, basta colocar dois objetos iguais ou semelhantes em diferentes posições para comparação, um ao lado do outro. A ideia é visualizar a forma como um todo, com o objetivo de treinar a mente para entender que ambos são, na verdade, iguais.

Shepard e Metzler (1971) realizaram o primeiro estudo de rotação mental e introduziram o conceito na ciência cognitiva com aquela que se tornou uma das experiências mais conhecidas neste domínio. Observaram que os seres humanos podem rodar mentalmente objetos de duas ou três dimensões. No teste de rotação mental (MRT) foram apresentados dois objetos e a tarefa consistiu em decidir se os objetos são iguais (congruentes) ou diferentes (incongruentes). Utilizaram objetos enantiomórficos, como na figura 4, que não podem ser rodados numa congruência. O par da alínea A difere por rotação no plano da imagem e o par central difere por rotação em profundidade consoante uma ordem própria.

Os participantes responderam a muitas destas perguntas e não só tiveram estas três condições como uma das variáveis realmente importantes na experiência foi o grau em que os objetos são rodados e uma outra variável importante da experiência foi o tempo de reação. Os dados são notavelmente lineares, o tempo que demora a detetar que são a mesma coisa, apesar da diferença e da orientação, aumenta muito linearmente

com a diferença angular na sua orientação até 180 graus. É praticamente a mesma função quer se trate de uma rotação no plano da imagem ou de uma rotação em profundidade, embora se possa pensar que a rotação no plano da imagem é uma tarefa muito mais simples, porque trata apenas da rotação rígida da imagem na retina, ao passo que a outra é algo diferente, pois o objeto roda e a imagem da retina é uma representação do objeto num espaço tridimensional.

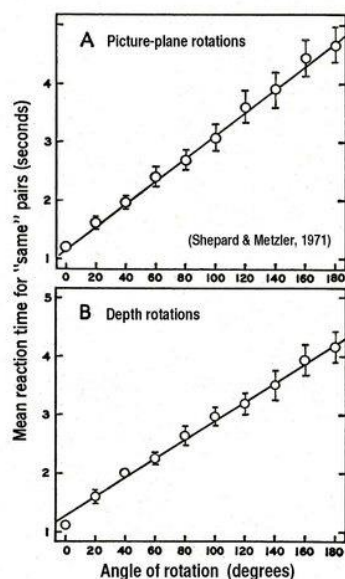


Figura 5 Gráfico dos tempos de resposta por disparidade angular (Shepard e Metzler,)

No gráfico superior estão representados os resultados das rotações do plano da imagem e o gráfico inferior mostra os resultados das rotações em profundidade. O eixo y é o tempo de reação e o que se destaca neste gráfico é que existe uma relação linear entre o ângulo de rotação e o tempo de resposta. Shepard e Metzler descobriram que a quantidade de tempo que decorre a construir a rotação mental é análoga à quantidade de tempo que decorre a rodar fisicamente o objeto no espaço e o que descobriram foi um mapeamento perfeito entre o tempo que decorre a rodar algo na mente e o tempo que decorre a rodar algo no mundo físico. Um objeto pode ser rodado num ângulo de 0 a 180 graus. Os autores verificaram que o tempo de reação é uma função claramente linear da diferença angular. Quanto maior for a disparidade angular entre os dois objetos, maior será o tempo de reação (TR).

Além disso, Wilson et al. (1975) descobriram uma relação entre o género e a capacidade de efetuar rotações mentais. Estes resultados foram mais tarde retomados

por Vandenberg e Kuse (1987), que sugerem também uma relação entre a idade e a rotação mental. Wilson et al. (1975) registaram um efeito significativo da idade e um aumento da velocidade de percepção até à idade de dezoito, dezanove anos. Existe uma correlação negativa entre a idade do participante e o tempo de resposta até aos dezoito, dezanove anos. Quanto mais velho o participante for, mais curto o tempo de resposta.

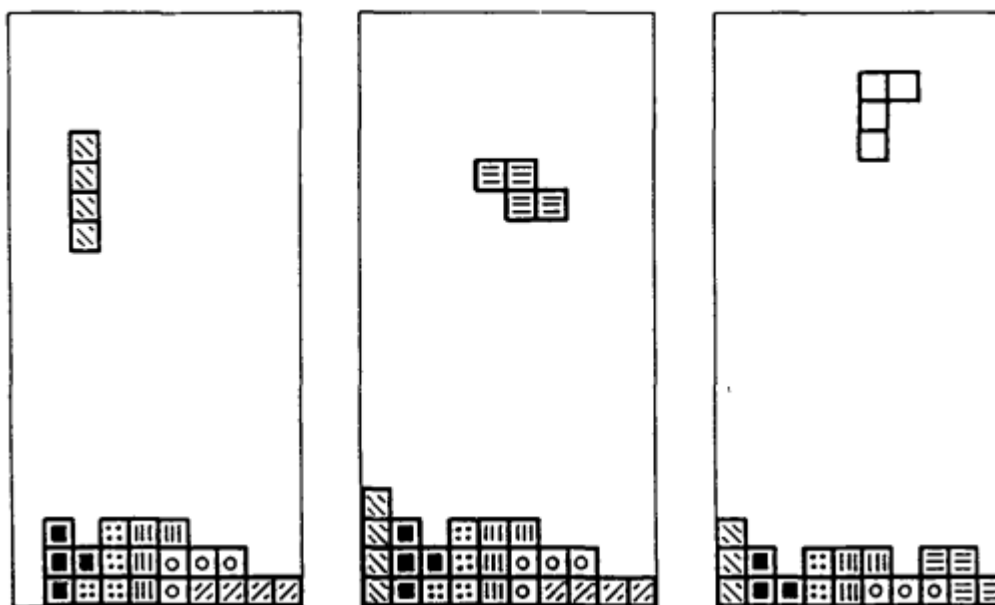
As diferenças entre os géneros numa tarefa de rotação mental aplicada por Kass, Ahlers, & Dugger, (1998) demonstraram ser reduzidas através da experiência, isto é, treino. Assim, torna-se teoricamente mais provável que as diferenças de desempenho resultem principalmente da socialização e, mais ainda, que não reflitam diferenças fundamentais nas competências entre os géneros. É possível que as competências testadas nas baterias de aptidão espacial façam parte das atividades com as quais os indivíduos dos sexos masculinos têm mais experiência, uma vez que a magnitude das diferenças relacionadas com o sexo na capacidade espacial parece aumentar com o tempo (Kinsbourne, 1980). O facto de as diferenças nas tarefas espaciais terem uma componente experiencial é ainda apoiado pelo facto de muitas das provas que relatam a superioridade dos homens sobre as mulheres em testes visuais (McGee, 1982).

## **1.8. Tetris e a construção mental**

O Tetris é um jogo que trabalha a rotação mental e contacta com a psicologia de uma forma bastante complexa, e há quem diga que aumenta o poder cerebral, mas também pode ser viciante.

A neuro plasticidade é um conceito simples, que assenta na ideia de que o cérebro altera e se adapta. Pode não parecer impressionante, mas durante muitos anos acreditou-se que o cérebro era essencialmente estático, mas o cérebro muda a sua função e a sua estrutura e é modificado pela experiência e tal facto é mensurável com imagens do cérebro. Richard Haier (1992) estudou as bases neurais da inteligência e cognição humanas e trabalhou com tecnologias de neuroimagem para estudar diferenças individuais nas habilidades mentais. Em 1992, o autor realizou um dos primeiros estudos sobre imagens cerebrais e do mesmo modo um dos primeiros estudos de imagens cerebrais sobre a aprendizagem. Nesse estudo Richard Haier e a sua equipa estavam interessados no que acontece no cérebro quando um indivíduo aprende algo

e, para esse algo, decidiram estudar o jogo de computador Tetris. Em 1992, quando este estudo foi realizado, poucas pessoas tinham conhecimento do jogo Tetris, e ninguém tinha um computador pessoal para jogar em casa. Os autores dispunham de uma cópia do Tetris e os sujeitos do estudo praticavam cinco dias por semana, durante uma hora e sem praticar noutra local. O Tetris é um jogo em que as formas individuais aparecem no topo do ecrã e caem lentamente para baixo e, à medida que caem, o utilizador utiliza as teclas de setas para as mover para a direita ou para a esquerda ou para as fazer descer. O objetivo é completar filas sem espaços vazios. Sempre que essas filas estiverem completas é atribuído um ponto e essa fila desaparece e todas as formas que estão por cima caem, alterando a configuração visível pelo utilizador.



**Figura 6** Progresso do jogo "Tetris" da esquerda para a direita.

Antes de praticarem a primeira vez o jogo, foi feita uma imagem do cérebro dos sujeitos, com tomografia por emissão de positrões ou PET, que mostra onde a glicose radioativa foi parar ao cérebro enquanto jogavam e as cores vermelhas nesta imagem mostram onde o cérebro está mais ativo e pode ver-se claramente que, após 50 dias de prática, quando o jogo é mais rápido e mais difícil e é claramente mais difícil tomar decisões, há de facto menos atividade cerebral e isto é uma indicação de que a aprendizagem torna o cérebro eficiente.

## 1.9. Pensamento geométrico

A imagem mental é uma imagem formada a partir das experiências pessoais de cada sujeito com um determinado objeto. Esta questão foi o ponto de partida para que dois educadores holandeses, Pierre Marie van Hiele e a Dina van Hiele pudessem elaborar uma teoria sobre o desenvolvimento do pensamento geométrico. Uma teoria amplamente citada e utilizada em vários estudos diz respeito aos níveis de raciocínio geométrico de van Hiele.

A teoria de van Hiele é inspirada na teoria piagetiana, mas contrariamente ao modelo de desenvolvimento de Piaget, centra-se no desenvolvimento de formas particulares de ensino e não no crescimento de estruturas mentais. A sua origem deu-se com as teses de doutoramento de Dina Van Hiele e do seu marido Pierre-Marie Van Hiele, na universidade de Utrecht nos Países Baixos em 1957 (CROWLEY, 1994). Surgiu como uma tentativa de explicar o desenvolvimento do raciocínio lógico na aprendizagem de conceitos e proposições referentes à geometria (1986). O modelo de Van Hiele (1986) procura explicar o modo de pensar dos alunos quando aprendem geometria e é utilizada principalmente para orientar a prática pedagógica do professor. Pode também ser considerada como um modelo de ensino e aprendizagem de geometria que tem como finalidade o processo de desenvolvimento do pensamento geométrico, o qual descreve a evolução que os alunos podem obter, passando de uma simples visualização e reconhecimento de figuras geométricas, até à compreensão de demonstrações e teoremas geométricos.

Para os autores, Dina van Hiele-Geldof e Pierre van Hiele (1957), o raciocínio geométrico dos alunos progride através de níveis, começando num nível gestaltista-visual, e percorrendo níveis cada vez mais sofisticados de descrição, análise, abstração e prova (Battista e Clements, 1992). Os van Hiele evidenciam a importância de compreender os níveis de pensamento geométrico dos alunos para, assim, elaborar materiais e utilizar a linguagem adequada para cada nível. Para isso, van Hiele recebeu algumas influências da psicologia da Gestalt sobre o conceito de insight.

Gestalt é uma palavra de origem alemã que pode aproximadamente ser traduzida como forma total ou forma global, teoria que também é conhecida como a psicologia da forma, referindo-se ao facto de que o que acontece no cérebro ser

diferente do que é captado pela visão ou seja o que se entende é diferente do que se vê pois o ser humano não percebe as partes isoladamente, mas o todo formado pelas partes. A partir de 1870, investigadores alemães começaram a estudar os fenômenos perceptíveis humanos, nomeadamente a visão. Realizaram-se 42 estudos, que tinham como objetivo compreender como ocorriam estes fenômenos relacionados com a percepção, utilizando-se para tal, em grande parte, obras de arte. Os investigadores mais conhecidos foram Kurt Koffka, Wolfgang Köhler e Max Wertheimer (1928).

Dina infelizmente morreu após concluir a sua tese e Pierre foi quem, mais tarde, desenvolveu e disseminou a teoria em publicações posteriores. Pierre estava mais interessado no insight geométrico, enquanto a teoria de Dina versava sobre a experimentação educacional e sobre este aspeto é mais prescritiva com relação à ordenação do conteúdo e geometria e atividades de aprendizagem dos alunos. Esta teoria propõe uma progressão na aprendizagem deste tópico, através de cinco níveis cada vez mais complexos e esta progressão é determinada pelo ensino. Assim o professor tem um papel fundamental ao definir as tarefas adequadas para os alunos progredirem para níveis superiores de pensamento. Sem experiências adequadas, o seu progresso através dos níveis é fortemente limitado.

Apoiado em experiências educacionais apropriadas, os Van Hiele afirmam que no processo de ensino aprendizagem de geometria o aluno passa por cinco níveis de raciocínio sequenciais e ordenados. Para assimilar conceitos e propriedades próprios de um nível é preciso dominar o nível anterior. Para os Van Hiele o processo ao longo dos níveis depende mais da instrução recebida do que da idade ou da maturidade do aluno e a instrução desenvolvida de acordo com essa sequência promove a aquisição de cada um dos níveis. Segundo Crowley apud Guimarães (2006) Van Hiele enfatizam também algumas propriedades que podem orientar o trabalho do professor para que possa ser mais bem conduzido o aluno na perspectiva de acontecer uma evolução. Nasser (2011) apresenta as principais características do modelo de Van Hiele que são de fundamental importância para a aprendizagem da geometria:

CARACTERÍSTICA	DESCRIÇÃO
Hierárquica	Os níveis obedecem a uma hierarquia, isto é, para atingir certo nível é necessário passar por todos os níveis inferiores.
Linguística	Cada nível tem uma linguagem, conjunto de símbolos e sistemas de relações próprios. Por exemplo, não adianta falar em propriedade com os alunos que ainda estão no nível de reconhecimento, pois eles não conhecem ainda esse significado da palavra.
Conhecimentos intrínsecos	Em cada nível, o aluno tem conhecimentos que estão intrínsecos e eles não conseguem explicar. No nível seguinte é que esses conhecimentos serão explicados.
Nivelamento	Não há entendimento entre duas pessoas que raciocinam em níveis diferentes, ou se a instrução é dado num nível mais avançado que o atingido pelo aluno.
Avanço	O progresso entre os níveis depende da oferecida, isto é, o aluno só progride para o seguinte depois de passar por atividades específicas, parem para esse avanço.

**Tabela 1 Principais características e descrição do modelo de Van Hiele, Fonte: Nasser, 2010 p. 79.**

Os níveis de desenvolvimento do raciocínio geométrico com base num estudo efetuado por Dina van Hiele-Geldof e seu marido, Pierre Marie van Hiele são: (R. Božić, A. Hasić, B. Jovanova and D. A. Romano, 2018)

Nível 0 (Nível Básico): Visualização

Neste nível, os alunos veem os objetos como entidades inteiras, sem entender componentes ou propriedades individuais. O foco está no objeto inteiro e não nas suas partes.

O estudante opera em figuras geométricas, tais como triângulos e linhas paralelas através da identificação e atribuição de nomes e compará-los de acordo com sua aparência. A percepção é apenas visual. Um aluno que possui um raciocínio no nível 1 reconhece certas formas diferenciadas sem prestar atenção às suas partes componentes. Por exemplo, pode ser um retângulo reconhecido, porque parece "como uma porta" e não porque tem quatro lados retos e quatro ângulos retos como não há nenhuma apreciação dessas propriedades. Forma é importante e figuras podem ser identificadas pelo nome 1. (VAN HIELE, 1986 p.33)

#### Nível 1: Análise

Os alunos começam a reconhecer que as formas geométricas têm partes e propriedades especiais. No entanto, ainda não são capazes de descrever como estas propriedades estão relacionadas, nem são capazes de compreender definições.

O estudante descobre propriedades/regras de uma classe de formas empiricamente, tais como dobramento, medição, analisa figuras em termos de seus componentes e relacionamentos entre os componentes. A este nível, os componentes e seus atributos são usados para descrever e caracterizar as figuras. Por exemplo, um estudante que está raciocinando analiticamente diria que um quadrado tem quatro lados iguais "e" quatro cantos "quadrados". O mesmo estudante, no entanto, não pode acreditar que uma figura pode pertencer a diversas classes gerais e tem vários nomes, por exemplo, o aluno não pode aceitar que um retângulo é um paralelogramo. A figura a este nível se apresenta como uma totalidade de suas propriedades. Um estudante pode ser capaz de afirmar uma definição, mas não terá entendimento<sup>2</sup>. (Van Hiele, 1986 p.33)

#### Nível 2: Dedução informal

A este nível, os alunos compreendem a relação entre propriedades dentro de figuras geométricas e de um conjunto de figuras para outro. Os alunos são capazes de seguir demonstrações, mas não são capazes de construir demonstrações de forma autônoma.

O estudante opera realizando as relações entre a representação figural com o que há dentro de uma figura e entre figuras relacionadas. Existem dois tipos de pensamento neste nível. Em primeiro lugar o aluno compreende as relações abstratas entre figuras, por exemplo, verifica as relações entre um retângulo e um paralelogramo, em segundo lugar o estudante pode usar dedução para justificar observações feitas no nível 2. O papel da definição das propriedades e da capacidade de construir provas formais não são compreendidas, embora nesse nível não é uma compreensão da essência da geometria. (VAN HIELE, 1986 p.34)

#### Nível 3: Dedução formal

A este nível, os alunos são capazes de construir uma comprovação geométrica e compreender a relação entre pressupostos, teoremas e termos indefinidos.

O estudante prova teoremas deduzindo e estabelecendo inter-relações entre redes de teoremas. O aluno pode manipular as relações desenvolvidas no nível 3. A necessidade de

justificar os relacionamentos é compreendido e usado definições suficientes que podem ser desenvolvido. O raciocínio neste nível inclui o estudo da geometria como uma forma de sistema matemático ao invés de uma coleção de formas<sup>4</sup>. (VAN HIELE, 1986 p.34)

#### Nível 4: Rigor

Neste nível, os alunos veem a geometria de forma abstrata. Os alunos podem mover-se entre diferentes sistemas geométricos e podem compará-los e contrastá-los.

O aluno estabelece teoremas em diferentes sistemas de postulados e análises e compara estes sistemas. O estudo da geometria no nível 5 é altamente abstrato e não envolve necessariamente modelos concretos ou pictóricos. A este nível, os postulados ou axiomas tornam-se objeto de intenso escrutínio rigoroso. A abstração é primordial<sup>5</sup>. (VAN HIELE, 1986 p.35)

A capacidade de pensar metricamente permite raciocinar logicamente, encontrar conexões entre ideias e entender que o mundo em redor consiste em objetos e conceitos geométricos. Além de que nos permite desenvolver compreensão espacial que não é relevante apenas na sala de aula, mas também em nossa vida cotidiana.

“O pensamento geométrico surge da interação espacial com os objetos e os movimentos no mundo físico e desenvolve-se por meio das competências de localização, visualização, representação e construção de figuras”. (Carvalho, 2010. p.138).

O modelo de Van Hiele é uma forma de categorizar os níveis de compreensão espacial onde cada nível contém um conjunto de processos de pensamento e ideias geométricas que os alunos compreendem e aprendem em cada nível.

Esses processos são referidos como objetos de pensamento, objetos desenvolvidos por meio de cálculo e prática até que eles se tornam produtos do pensamento. Esses produtos do pensamento tornam-se então o objeto do pensamento no estágio seguinte do modelo Van Hiele.

Segundo os autores, os professores e alunos expressam-se de modo distinto ao expor os seus conhecimentos geométricos, pois estão em níveis desiguais quanto ao desenvolvimento do pensamento geométrico. Dessa forma, os alunos acabam por aplicar os seus conhecimentos em situações limitadas elaboradas especificamente para eles. Entretanto, os mesmos alunos não conseguem adequar os seus conhecimentos num domínio novo. Ademais, quando a linguagem ou o ensino estiver em níveis diferentes, a comunicação entre professores e alunos fica lesada, e como consequência, os alunos recebem uma aprendizagem baseada na memorização e na repetição (Walle, 2009).

O conhecimento metacognitivo sempre esteve implícito no modelo de van Hiele, através da importância que estes autores davam às intenções, ao insight e à compreensão. Para Hoffer (1983), os alunos mostram essa compreensão quando utilizam de forma competente e intencional um determinado método para resolver um problema não familiar.

### **1.10. Pensamento lateral**

Uma outra abordagem para o pensamento criativo é designado de pensamento lateral. O pensamento lateral é um conceito desenvolvido por Edward De Bono em 1967 que pretende descrever uma nova forma de pensar, resolver problemas e situações ou desafios. Edward de Bono introduz o conceito **considerando-o como** o “conjunto de processos destinados ao uso da informação de forma a gerar ideias criativas através de uma reestruturação criteriosa dos conceitos já existentes na mente” (Bono, 2013, p. 9).

Edward de Bono disse " *The brain is designed to be brilliantly uncreative*". O que quis dizer é que o cérebro é bom a reconhecer padrões, porque lhe permite economizar energia e economizar tempo. Se o ser humano não tivesse esse reconhecimento de padrões ficaria sobrecarregado com todas as novas informações que lhe chegam. De Bono refere, referindo-se à criatividade, que sem ela seríamos “incapazes de fazer pleno uso da informação e experiência disponíveis e que se encontram presas em antigas estruturas, padrões, conceitos e percepções”<sup>33</sup> (Bono, 1992, p. 17)

O pensamento vertical na maioria dos casos é eficaz, mas existem momentos em que se depara com situações intrincadas e torna-se necessário procurar respostas fora dos padrões considerados normais. Então, para isso, é necessário pensar lateralmente. Para conseguir isso é necessário aplicar várias ferramentas de geração de ideias. Isso inclui criar alternativas, sendo que, quanto mais ideias alternativas surgirem, mais provável será encontrar a melhor opção.

O Pensamento lateral permite reestruturar os padrões e permite abrir as mentes para novas ideias, para pensar fora dos padrões considerados normais ou comuns e facilita a criatividade.

“O pensamento lateral permite estar errado durante o caminho desde que estejamos certos ao final [...] isso não significa fazer sem julgar, mas sim adiar isso até o final” (Bono, 2012, p. 107)

Para pensar lateralmente é necessário não julgar, significa que qualquer solução a encontrar, mesmo que a princípio não se revele mais atraente, pode muito bem ser a mais eficaz. Então é necessário não emitir um juízo predefinido e não descartar essas soluções demasiado rápido.

Uma característica importante dos pensadores laterais é que eles não sentem a necessidade de estar constantemente corretos. Na verdade, essa necessidade impede a formação de novas ideias. Se um suficiente número de ideias e respostas forem produzidas, nem todas estarão corretas, mas algumas estarão e uma delas pode ser que seja brilhante. Os pensadores laterais ultrapassam estes padrões e são eles que produzem as ideias brilhantes.

Pensamento lateral surgiu em oposição ao pensamento vertical que é o indicado como o correto para utilização, ou seja, ensina a pensar de forma ordenada, padronizada e lógica. A resolução de um problema, embora existam várias possibilidades, deve seguir somente uma direção, e no final, só se chega a uma conclusão. No pensamento vertical, cada etapa para resolver um problema é baseada na etapa anterior. Uma das principais desvantagens é que, ao perder uma etapa, tudo a partir daí, do mesmo modo, estará errado. Os sistemas de ensino, principalmente os mais tradicionais, não estimulam a mudança, a busca de soluções inesperadas, ou seja, não estimulam a criatividade, dando relevância, apenas, a todas as conclusões que sejam coerentes com o que está pré-estabelecido. O aluno é ensinado a resolver problemas simples e previsíveis.

Bono criticou o sistema de ensino tradicional, ao afirmar que ele também deveria ensinar e treinar a capacidade de resolver problemas. Mais do que ter conhecimento, os alunos devem ter a capacidade de saber fazer. Em rigor, muitas das grandes soluções e invenções inovadoras não surgiram através do pensamento lógico e racional, mas através de um pensamento lateral mais criativo. É importante, porém, salientar que o uso do pensamento lateral não elimina o pensamento vertical e ambos se complementam.

Qualquer maneira de olhar para uma situação é apenas uma das várias maneiras possíveis. As soluções para a resolução de um problema são geradas de forma independente e assim podem surgir várias soluções.

### **1.11. A aprendizagem significativa de David Paul Ausubel**

Segundo Piaget (1975), o indivíduo constrói o seu próprio conhecimento, de modo idiossincrático, pois o processo depende fundamentalmente do que ele já sabe. David Paul Ausubel (1918-2008), psicólogo cognitivista, propôs e desenvolveu em 1963 uma teoria que proporcionou uma mudança progressiva de uma aprendizagem mecânica para uma aprendizagem significativa que transformasse a educação repressiva existente na época, numa educação inclusiva e de formação ampla. Ausubel criticou os abusos praticados no método de exposição verbal e na aprendizagem por memorização:

“Algumas das práticas mais flagrantemente absurdas empregues neste tipo de ensino incluem as seguintes: (1) uso prematuro de técnicas verbais em alunos imaturos em termos cognitivos; (2) apresentação arbitrária de factos não relacionados sem quaisquer princípios de organização ou de explicação; (3) fracasso na integração de novas tarefas de aprendizagem com materiais anteriormente apresentados; (4) uso de procedimentos de avaliação que apenas avaliam a capacidade de se reconhecerem factos discretos, ou de se reproduzirem ideias pelas mesmas palavras ou no contexto idêntico ao originalmente encontrado.” (Ausubel, 2003, p.51).

Para Ausubel (1982), aprendizagem é a organização e integração de materiais nas estruturas cognitivas do indivíduo, e que, para ser significativa no processo de ensino, necessita fazer algum sentido para o aluno e, nesse processo, a informação deverá interagir com a realidade trazida pelo mesmo. Para Ausubel, a aprendizagem só é válida quando o aluno consegue ampliar e reconfigurar aquilo que recebe. Partindo desse pressuposto, Ausubel considera dois aspetos importantes da teoria da aprendizagem significativa, que são ampliação e reconfiguração da aprendizagem.

Segundo Ausubel:

“A aprendizagem não é uma propriedade extensiva do ensino, por mais eficaz que seja o mesmo. O ensino é apenas uma condição que pode influenciar na aprendizagem entre outras variáveis como a predisposição e a preparação cognitiva (uma prontidão em propriedades fundamentais e organizacionais de conhecimentos previamente adquiridos específicos relevantes na associação a novos conhecimentos). Porém, precisa ser levado em conta que a finalidade da preparação do ensino é a facilitação da aprendizagem. O ato de ensinar não pode se encerrar em si mesmo, uma vez que, a finalidade do ensino é a

aprendizagem apesar de outros fatores interferirem e terem que ser levados em conta.” (Ausubel et al, 1980, Apud, Farias, p. 12 e 25).

O autor considera que os conhecimentos prévios que estão presentes na estrutura cognitiva dos indivíduos são o aspecto mais importante da sua teoria e o principal fator que influencia a aprendizagem e as etapas da aprendizagem significativa são: analisar os termos desconhecidos, compreender o enunciado, elaborar explicações, selecionar explicações, identificar faltas ou falhas, elaborar um estudo individual e socializar o atingido. Atribui importância ao facto de o aluno receber no início da aula, ou da construção da aprendizagem uma questão a ser resolvida, e a partir dessa problematização, o aluno tenta chegar a um conceito, só que esse conceito pode ser verdadeiro ou falso. Mas, a partir do momento em que o aluno chega a um resultado, o professor entra no segundo momento na aula trazendo informações para que o aluno com aquilo que conseguiu estruturar e o que recebeu, possa fazer o que se chama de anti conceito ou de questionamento.

O primeiro momento da ação pedagógica da aprendizagem significativa é o aluno ao seu modo, tentar elaborar o que para ele é pertinente. Só posteriormente recebe informações, conteúdos para fazer essa comparação e através delas surge um terceiro momento na aprendizagem significativa que é a primeira síntese, onde o aluno chegou com as suas junções. A partir dessa primeira síntese dá-se mais um passo na teoria da aprendizagem significativa, que é o estudo individualizado.

Ao momento do estudo individualizado da teoria da aprendizagem significativa que condiciona a participação do aluno, segue-se o quarto e último passo da teoria, e depois do estudo individualizado, o aluno pode finalmente ir para a apresentação coletiva da sua estruturação intelectual.

A teoria da aprendizagem significativa é um referencial teórico com amplo potencial para orientar a prática educativa que esteja, de fato, comprometida com a facilitação da aprendizagem, visto que estabelece o significado de aprendizagem e situa a aprendizagem significativa como finalidade do processo educativo. Para Ausubel a aprendizagem é do aluno, com o aluno e para o aluno, que é um dos papéis mais importantes da escola.

Ausubel distingue três tipos de aprendizagem significativa: aprendizagem representacional, de conceitos e proposicional.

O processo de assimilação tem como conceito central o conhecimento prévio do indivíduo. O novo conhecimento apenas se estabelece de forma significativa na estrutura cognitiva do indivíduo, se este conseguir relacionar o novo conhecimento com aquilo que já conhece. O conhecimento já presente na estrutura cognitiva do aluno e o novo conhecimento, relacionam-se e alteram-se de várias formas possíveis. Na perspectiva de Ausubel, qualquer aluno pode aprender de forma significativa um determinado conteúdo, se apresentar uma predisposição para a aprendizagem.

A partir da teoria de Ausubel encontra-se a construção dos mapas conceptuais que são considerados como importante ferramenta para os processos de ordenação e representação do conhecimento de determinado conteúdo, uma vez que favorecem a visualização de ligações estabelecidas entre ideias-chave. O mapa conceptual é uma ferramenta gráfica de representação e organização de conhecimento.

### **1.12. As competências geométricas**

De acordo com Hoffer (1981), existem cinco competências no estudo da geometria: (1) competências visuais, (2) competências verbais, (3) competências de desenho, (4) competências lógicas, e (5) competências aplicadas. Além disso, de acordo com Hoffer (1981), os níveis de competências geométricas (Hoffer, 1981), os níveis de aprendizagem geométrica derivados de Van Hiele incluem o nível 0 (visualização), o nível 1 (análise), o nível 2 (dedução informal) e o nível 3 (dedução), nível 3 (dedução) e nível 4 (rigor).

Hoffer (1981) sublinhou que a geometria é definida por mais do que uma simples prova dedutiva e nomeou os fatores relacionados com as deficiências sobre a geometria:

- 1- Ausência de trabalho com a Geometria de posição;
- 2- Ausência de trabalho com o Desenho Geométrico;
- 3- Desvalorização, por parte de muitos professores, das representações bidimensionais e tridimensionais de figuras geométricas, com a valorização da aprendizagem mecânica de conceitos e princípios geométricos;

4- Ausência de trabalho com a Geometria Espacial Métrica, em que os alunos são levados ao estudo dos poliedros e corpos redondos e têm a possibilidade de fazer suas representações planas.

5- Ausência, na maioria das escolas, de um trabalho com a percepção, que segundo Sternberg (2000) auxilia na representação mental dos objetos.

No artigo “Geometry is more than proof” (Hoffer, 1981) relaciona cinco competências cognitivas (visualização, desenho, lógica, verbalização e aplicação do conhecimento geométrico em outras áreas) com os níveis de raciocínio geométrico proposto por Van Hiele (1986). É importante ressaltar que estas competências não são desenvolvidas separadamente (Bressan; Bogisic; Crego, 2010). Hoffer integrou estas competências como uma segunda dimensão dos níveis van Hiele. Ele propôs que o ensino deve apoiar o avanço do aluno através dos níveis de van Hiele, em cada uma das dimensões das competências geométricas. Cada uma destas áreas de competências apresenta os seus próprios desafios pedagógicos, mas agregando valor de educação para a vida além da sala de aula.

De acordo com Hoffer, a habilidade visual está ligada à capacidade de formar e manipular imagens mentais e, assim, interpretar informações a partir de figuras. Com essa habilidade, o aluno poderá reconhecer figuras diferentes de um desenho, estabelecer propriedades comuns de diferentes tipos de figuras e até deduzir informações a partir de uma figura. O desenvolvimento das habilidades visuais está relacionado com a passagem do espaço real para o espaço teórico (Hershkowitz, 1994, apud Fainguelernt, 1999).

Segundo Hoffer, a habilidade verbal refere-se ao uso das palavras presentes na geometria, à capacidade de reconhecer e descrever as propriedades de uma figura na linguagem materna. A geometria envolve uma extensa lista de vocabulário. Muitos destes termos são utilizados de forma diferente noutros contextos. Mesmo o conceito de definição é diferente em geometria: uma boa definição deve classificar um termo e diferenciá-lo de outros termos semelhantes. A compreensão da leitura é essencial para interpretar teoremas e provas. A capacidade de escrita é necessária para articular os padrões observados e criar explicações utilizadas em provas informais e formais. A leitura e a escrita num contexto de geometria necessitam de um ensino mais explícito

do que noutras disciplinas. Demonstra que as competências verbais sobrepõem-se às competências lógicas.

A habilidade gráfica, a capacidade de desenhar o que está intimamente relacionado com a formação do conceito geométrico; saber traduzir as informações obtidas de maneira visual ou verbal e realizar construções manuscritas utilizando corretamente instrumentos de desenho como régua, compasso, transferidor e, no caso de ambientes computacionais, saber utilizar os comandos de softwares de geometria dinâmica. As competências de desenho são essenciais para a capacidade de captar os elementos-chave de um problema representado no mundo físico ou representado através de uma descrição verbal. Segundo Hoffer (1981), os desenhos podem ser mais eficazes do que a linguagem para comunicar as relações dos objetos geométricos. A experiência do autor sobre as capacidades dos alunos para desenhar configurações geométricas permite-lhe considerar que estas variam muito, em função das experiências extracurriculares e académicas anteriores e requerem frequentemente instruções explícitas.

A habilidade lógica é a capacidade de reconhecer e analisar figuras geométricas de acordo com suas semelhanças e diferenças, estabelecer propriedades e elaborar demonstrações. O pensamento lógico é uma tarefa complexa. Tartre (1990) resumiu as conclusões sobre os tipos de processos de pensamento lógico.

“... existem pelo menos dois tipos de processos de pensamento lógico: um tipo que se caracteriza por processos passo-a-passo, dedutivos e frequentemente verbais e um tipo que sugere processos mais estruturais, globais, relacionais, intuitivos, espaciais e indutivos, e indutivo. (p. 219)”

A habilidade de aplicação é capacidade de aplicar conceitos e procedimentos com situações práticas da realidade do aluno. Hoffer (1981) interpretou as competências de aplicação como a relação dos modelos matemáticos com os fenómenos físicos. Na medida que as competências de modelação são desenvolvidas, os alunos podem ser expostos às aplicações práticas de geometria. Este facto acrescenta relevância e aumenta a apreciação pelos alunos aos conteúdos de geometria.

## **1.13. Modelos de ensino tridimensionais**

### **1.13.1. Materiais ou objetos de instrução**

Os materiais ou objetos de instrução são um elemento importante do currículo e são muitas vezes o aspecto mais tangível e visível do mesmo (David Nunan, 1991). Existem ferramentas especialmente concebidas para a sala de aula que contêm instruções para alunos e professores que especificam cada etapa da aprendizagem: um, o conteúdo a ser aprendido; dois, as técnicas de apresentação; três, a prática e a utilização desse conteúdo; e quatro, os modos de ensino associados a essas técnicas (Francis Johnson, 1972).

Estes materiais podem ser diversos e distintos, mas deve ser qualquer coisa que seja deliberadamente utilizada para aumentar o conhecimento e ou a experiência do aluno, de modo a facilitar a aprendizagem. Basicamente, todos os recursos que um professor utiliza para o apoiar no ensino aos alunos são materiais didáticos. Este processo conduz ao processo de aprendizagem, permitindo que os alunos explorem o conhecimento de forma independente, bem como proporcionando a repetição o que inclui computadores, calculadoras gráficas, dependendo do objetivo destes materiais de instrução. O recurso/material didático é considerado no ensino, ligação entre a palavra e realidade (Schmitz, 1993). Segundo Della Justina et al. (2003), citada por Matos et al. (2009) ocorre porque:

“O modelo didático corresponde a um sistema figurativo que reproduz a realidade de forma esquematizada e concreta, tornando-a mais compreensível ao aluno. Representa uma estrutura que pode ser utilizada como referência, uma imagem que permite materializar a ideia ou o conceito, tornando-os assimiláveis. Os modelos didáticos devem simbolizar um conjunto de fatos, através de uma estrutura explicativa que possa ser confrontada com a realidade.” (p. 20)

De acordo com Della Justina *et al.* (2003), um modelo didático corresponde a um sistema figurativo que reproduz a realidade de forma esquematizada e concreta, tornando-a mais compreensível para o aluno. Representa uma estrutura que pode ser utilizada como referência, uma imagem que permite materializar a ideia ou o conceito, tornando-os assimiláveis.

Wiley (2002) define um objeto de aprendizagem como um recurso que pode ser reutilizado para a aprendizagem. Ou seja, é uma microunidade de ensino, que pode ser simples ou composta por dois ou mais objetos. Pode ser também reformulado ou

readequado a um novo contexto de utilização como uma evolução de um objeto já existente.

Ao defender a disciplina, em particular pela formação para o ato de pensar coerente, os materiais didáticos trabalham a indispensável relação com o interesse. Diferenciam o observador do agente participativo de determinada ação. Dewey (1979, pág. 143) argumenta que:

“O problema da instrução é (...) encontrar matéria à qual o educando aplique sua atividade especial, tendo um (...) objetivo de importância ou de interesse para ele, valendo-se das coisas (...) como condições para atingir fins, o que pode ser obtido por meio de "atividades" diversas como "jogos", ocupações úteis, em que os indivíduos tomem interesse, em cujo resultado reconheçam ter alguma coisa em jogo, e que não se pratiquem sem a reflexão, a análise, o uso do raciocínio no escolher e determinar as condições e o material a observar e a reter na memória.”

Pode-se perceber que a utilização dos modelos didáticos em sala de aula amplia o processo de aprendizagem, pelo simples fato de despertar a curiosidade dos alunos sobre o conteúdo abordado, tornando a aula mais dinâmica e motivadora, à medida que facilita a assimilação dos conteúdos programáticos, e aumenta a participação dos alunos.

### **1.13.2. Material didático tridimensional**

Apresenta uma qualidade adicional que apela ao sentido do tato, que é uma qualidade tátil. A sua característica mais importante é a ideia de que devem ser manuseados pelos alunos para os ajudar a formular conceitos mais legítimos sobre as coisas.

Os materiais tridimensionais são muito úteis no caso de ser impossível trazer materiais da vida real para a sala de aula, para proporcionar aos alunos uma quantidade de experiências de aprendizagem direta, intencional, rica e significativa, de acordo com o "conceito de experiência" de Dale (1964).

Os modelos de ensino tridimensionais são precisos e mais concretos. Atraem a atenção dos alunos. Os alunos ficam mais familiarizados com os objetos, são uma construção que pode ser utilizada como uma referência, imagem ou ideia materializada que permite complementar a assimilação de conteúdos. As utilizações de materiais didáticos tornam-se facilitadores da aprendizagem, complementando o conteúdo

escrito e as figuras, muitas vezes pouco interessantes expostas nos manuais. Assim, esta estratégia de ensino possibilita que as imagens vistas unicamente impressas nos livros, fiquem manuseáveis para o aluno. O material didático é considerado no ensino como a ligação entre teoria e a realidade (Schmitz, 1993). Eficientemente seria, se toda aprendizagem se realizasse em situação efetiva e real. Não sendo isso possível, o material didático tem por fim substituir a realidade, representando-a da melhor forma possível, de maneira a facilitar a intuição pelo aluno (Nérici, 1991). “Uma reprodução de uma coisa real em pequena, grande ou grande dimensão, mas feita de materiais sintéticos. É um substituto de uma coisa real que pode ou não estar operacional” (Brown, et al, 1989).

Assim, pode-se dizer que modelos didáticos tridimensionais além de facilitarem a assimilação dos conceitos, tornam as aulas mais interessantes, motivadoras e produtivas, bem como permite que os alunos se sintam mais estimulados no tempo em que desenvolvem o processo de construção do conhecimento pela aprendizagem (Temp; Santos, 2013).

Nesse sentido, Paixão *et al.* (2018) referem que os modelos didáticos permitem aos alunos interagir com o material tridimensional, deixando as aulas mais prazerosas, e certamente isso produzirá novo impulso para o processo de ensino e aprendizagem, diferente do que ocorre aos alunos que estudam apenas com as figuras planas. Também Moul e Silva (2017) pontuam que os modelos didáticos podem ser considerados instrumentos facilitadores da aprendizagem.

### **1.13.3. Impressão 3D**

Os teóricos e progressistas da educação questionaram os pressupostos prevaletentes da sua época, relativamente ao projeto de educação e têm vindo a prescrever abordagens mais experienciais e centradas no aluno. A ideia de que a educação deve ser mais experimental e ligada a objetos do mundo real é originalmente atribuída a John Dewey mas também a muitos outros académicos e inovadores como Freudenthal (1973), Fröbel & Hailmann (1901), Montessori (1964, 1965), von Glasersfeld (1984). Papert (1987) foi pioneiro na utilização de tecnologias digitais na educação. O Construcionismo de Papert baseia-se no Construtivismo de Piaget e afirma que a construção do conhecimento acontece de forma notável quando os alunos

constroem, fazem e partilham publicamente objetos. O cerne da sua teoria está na valorização do fabrico e da fabricação digital na educação e está subjacente à defesa do movimento maker.

No contexto atual da sociedade moderna a tecnologia conquistou notáveis avanços. Porém, é clara a existência de problemáticas persistentes nas práticas educacionais, as quais sofrem com a falta da inclusão de tecnologias eficientes na educação que, por sua vez, tornariam as aulas mais lúdicas, capazes de capturar a atenção dos alunos e por consequência um maior e duradouro aproveitamento do conteúdo ensinado em sala de aula. A popularização da tecnologia na atualidade favorece os professores na produção dos seus próprios materiais educativos, indo ao encontro das necessidades sentidas pelos alunos.

O processo de fabricação digital inicia-se com o desenvolvimento de um modelo CAD que será transferido para uma máquina de impressão 3D. O Sistema de desenho assistido por computador (CAD, do inglês computer-aided design) baseia-se na construção geométrica tridimensional de um objeto e a sua posição no espaço. A tecnologia CAD traz vantagens como o aumento da produtividade no desenho e na produção, a melhoria da qualidade do desenho, da comunicação e da documentação.

A tecnologia de Fabrico aditivo foi lenta no seu progresso inicial, mas é sem dúvida a tecnologia que permite e permitirá revolucionar a fabricação na 4ª Revolução Industrial. Pode-se datar a sua origem pela data da primeira patente em 1984, pelo norte-americano Chales Hull, que criou a empresa System Corp, ainda hoje uma das empresas de maior sucesso na área.

Esta tecnologia muda o modo como as coisas são feitas e a capacidade de pensar, conceber e imaginar as coisas que fazemos e esta mudança é designada por fabrico aditivo. Com esta tecnologia os materiais são utilizados de um novo modo, ao invés de fazer como se tem feito desde o início da história da humanidade, em que se subtraía material a um objeto maior, que é constantemente cortado para expor um objeto funcional no seu interior. As novas tecnologias permitem tecer fios de polímeros fundidos ou utilizar um laser para fundir seletivamente partículas em geometrias altamente funcionais, objetos muito úteis que nunca se foi capaz de fazer antes. Aguiar (2016, p.37) descreve o funcionamento de uma impressora 3D do seguinte modo:

“A tecnologia chamada hoje de impressão 3D é a técnica de construir sólidos tridimensionais, camada por camada, umas sobre as outras, até formar o objeto. Essa técnica também é chamada de manufatura aditiva, pois a matéria-prima vai sendo adicionada gradualmente até concluir a construção de um objeto. Este método se difere dos processos de usinagem, onde máquinas controladas computacionalmente vão esculpindo e cortando blocos de matéria-prima como plásticos, madeiras e metais, até que se forme o objeto. Por essa diferença, a manufatura aditiva propicia economia de material em relação à usinagem.”

A impressão 3D ganha cada vez mais exposição e interesse entre os educadores, mas a questão continua a ser como utilizar a impressão 3d em sala de aula. Na atualidade existem diversas tecnologias de impressão 3D disponíveis no mercado e algumas utilizam plástico derretido, outras utilizam lasers para endurecer a resina líquida, outras ainda utilizam lasers para endurecer pó ou cortar papel colado. Quase todas as impressoras preenchem objetos uma camada de cada vez e quase todas elas têm uma grande desvantagem no que diz respeito ao tempo de fabricação em sala de aula. Aguiar (2016) destaca, que na generalidade dos trabalhos presentes na literatura, poucos expõem sobre os impactos e consequências negativas do uso da tecnologia de impressão 3D, o custo financeiro de impressora/impressão, do tempo necessário para a conclusão de um projeto ou até mesmo a relação financeira entre o construir ou de manufaturar.

Possuir a capacidade de criar coisas personalizadas para o que se quer ensinar é uma ferramenta muito poderosa e uma forma fácil de infundir objetos na sala de aula com demonstrações. A impressora 3d pode ser utilizada para fazer itens para usar, como criar objetos para utilizar como objetos de aulas ou demonstrações nas aulas. Os alunos podem ver e passar os objetos e agarrar-se a algo tangível que ilustra os conceitos abordados numa aula, para várias funções.

É uma outra forma de utilizar objetos 3D na aprendizagem ativa na sala de aula. Os objetos podem ser impressos e utilizados com lições concebidas por um professor num ambiente de aprendizagem ativa. reduzindo o número de objetos a imprimir, mas manter os alunos a interagir uns com os outros e com os objetos de uma forma muito mais física enquanto resolvem problemas, o que coloca os alunos num papel ativo enquanto aprendem, em vez de num papel passivo.

A nossa memória funciona registando a essência de uma experiência e não o registo literal da experiência, o cérebro tende a ser preenchido com imagens generalizadas de conceitos ou eventos e não com minúcias que se desvanecem

lentamente. Medina (2014) também sugere a incorporação de mais sentidos na regra número nove: os alunos recebem normalmente informação de forma visual e auditiva.

De facto, hoje em dia, muitos alunos recebem diapositivos em PowerPoint ou utilizam os seus telemóveis para tirar fotografias de quaisquer notas escritas pelo professor, em vez de serem eles próprios a copiá-las. De acordo com Medina (2014), não há dúvida de que as pistas múltiplas transmitidas através de diferentes frases melhoram a aprendizagem: aceleram as respostas, aumentam a precisão, melhoram a deteção de estímulos e enriquecem a codificação no momento da aprendizagem.

A capacidade de experimentar conceitos de uma forma multissensorial pode ajudar a codificar a experiência na memória de uma forma mais rica. A última regra do livro de Medina (2014) é a ideia de que somos exploradores poderosos e naturais.

Um dos grandes benefícios da impressão 3D na sala de aula é proporcionar aos alunos experiência e exposição a uma tecnologia do século XXI, significando que os alunos vão estar preparados para qualquer uma das suas futuras carreiras STEM porque terão tido a oportunidade de interagir com tecnologia de ponta desde a sua vida escolar.

## **2. Estudo empírico**

## 2.1 Metodologia de investigação

“Uma investigação trata-se de um processo de estruturação do conhecimento, tendo como objetivos fundamentais conceber novo conhecimento ou validar algum conhecimento preexistente (...).” (Sousa & Baptista, 2011, p. 3).

O contexto do estudo, científico e experimental inseriu-se no âmbito das minhas aulas de Tecnologia Mecatrónica onde leciono desenho técnico no Agrupamento de Escolas dos Templários, em particular a Escola Secundária Jácome Ratton. Estas UFCD têm a ver com a aprendizagem dos vários elementos da linguagem e potencialidades técnicas e, portanto, os exercícios propostos foram realizados com base nesses conteúdos e a sua abordagem na construção de identidade de cada aluno.

As informações recolhidas são, e vão sendo ao longo de todo o processo, proporcionadas pela própria investigação. Na profissão de docente, esta recolha assume um cariz essencial, uma vez que a investigação realizada incide sobre as próprias práticas pedagógicas. Coutinho *et al* (2009, p. 373), afirmam que:

“No caso do professor/investigador, este tem que ir recolhendo informação sobre a sua própria ação ou intervenção, no sentido de ver com mais distanciamento os feitos da sua prática letiva, tendo, para isso, que refinar de um modo sistemático e intencional o seu olhar [...]”

No capítulo quatro do livro “A construção do saber- Marcas de metodologia da Pesquisa em ciências humanas” Laville e Dionne (1999) discursam sobre a diferença e a relação entre problema e problemática na área das pesquisas. Resumidamente, “a pesquisa parte de um problema e inscreve-se numa problemática”.

Partindo do princípio da importância de conhecermos as representações/perceções dos alunos, relativamente à aprendizagem na sala de aula, para enriquecer e promover o sucesso do processo de ensino-aprendizagem, esta investigação pretende ainda contribuir para a melhoria das práticas pedagógicas.

Com a evolução decorrida ao longo do tempo, atualmente a evidência do processo de ensino-aprendizagem é colocado no aluno, enquanto detentor de um papel ativo na aquisição do conhecimento, sendo ao professor atribuído um papel de mediador no desenvolvimento do referido processo.

Neste contexto torna-se preponderante conhecer o aluno, quer enquanto aluno, quer enquanto criança/adolescente, numa série de parâmetros; relativamente às suas

representações/percepções; nas formas de aprender; nos mecanismos utilizados para a sua organização interna e ao nível das atitudes desenvolvidas com base nestes mesmos parâmetros.

A utilização durante as aulas ministradas por mim, permitiu verificar o interesse e entusiasmo dos alunos perante as ferramentas utilizadas, mas também algumas dificuldades na sua utilização.

Assim, é importante avaliar no próprio local o contributo das ferramentas para a aquisição dos conteúdos e para o desenvolvimento de competências.

Pretende-se verificar se a utilização dessas ferramentas reforça a autonomia dos alunos na aquisição e construção do conhecimento e contribui para a promoção do trabalho colaborativo e para a dinamização das práticas pedagógicas.

## **2.2. Métodos, técnicas e procedimentos de recolha de dados.**

O presente estudo insere-se numa investigação de cariz qualitativo, decorreu no ambiente natural da escola e consiste na escolha “a priori de categorias, apoiando-se num ponto de vista teórico, que se propõem o mais frequentemente submeter à prova da realidade” (Laville & Dionne, 1999, p. 219). A metodologia qualitativa considera que o conhecimento é construído de modo intersubjetivo através da relação estreita entre o sujeito consciente e o objeto.

O problema de investigação” consiste em formular de maneira explícita, clara, compreensível e operacional, a dificuldade com a qual nos deparamos e à qual pretendemos dar resposta.” (Sousa & Baptista, 2011, p. 18). Assim, procuro fomentar a resposta à questão que orienta a investigação no sentido de encontrar uma resposta para o problema enunciado. " O problema é o objetivo da investigação, a meta que se pretende atingir, a pergunta científica para a qual procuramos resposta" (Sousa, 2009, p.44):

*Como integrar e construir modelos didáticos tridimensionais na prática na disciplina de Desenho técnico?*

A análise a esta questão orienta uma reflexão útil para a resolução do problema. Como argumentou Santos (2001), é importante cultivarmos uma progressiva

aproximação entre ensino e pesquisa e como afirmam Simonson *et al.* (2009) e, na maioria a agenda de pesquisas em determinada área caminha articulada com a evolução da própria área de estudo.

Este estudo teve como participantes na investigação (sujeitos/alunos e investigador/professor) e (sujeitos/professores e investigador/professor). As estratégias de recolha de dados durante a investigação foram feitas através da observação direta e participante, de inquéritos, investigação / ação e registos fotográficos. O processo de recolha de informação do contexto em investigação é o impulso que incita o princípio para uma nova fase da investigação-ação.

Descreve-se com maior detalhe os métodos, as técnicas e os procedimentos utilizados:

- Observação direta e participante
- Inquéritos
- Observação individual
- Observação em grupo

Deste modo, este estudo tem como objetivos gerais ou principais:

- Equacionar o contributo dos modelos didáticos tridimensionais produzidos por impressoras 3D para o processo de ensino e de aprendizagem na disciplina de desenho técnico;
- Comparar o uso de impressoras 3D no âmbito do desenho técnico, com a sua utilização em outros contextos educativos tais como o ensino e estudo de comportamentos mecânicos e de desgaste, ensino da biologia, ensino da matemática entre outros;
- Compreender os motivos de eventuais constrangimentos à utilização de impressoras 3D em sala de aula;

### **2.3. O Investigador/professor**

Uma cultura de investigação fundamenta-se na ideia de uma ciência educativa em que cada sala de aula é um laboratório, ou seja, o contexto real de ação do aluno, onde procura novas respostas e descobertas de modo a melhorar e cada professor um membro da comunidade científica.. A ideia básica do investigador / professor é

aplicação do processo de investigação ao ensino e à aprendizagem, para um novo espaço, significando isto que, cada professor se vê com a tarefa de continuamente investigar e o resultado dessa investigação é ajudar a transformá-lo num praticante reflexivo e experimentar as suas incursões pedagógicas.

A fiabilidade e a validade de um estudo de caso dependem muito do modo decisivo como o investigador se implica no estudo, pois é o meio de recolha e análise dos dados, o que implica ser um elemento fulcral no desenlace do estudo.

No presente caso, o investigador, para além de desenvolver o papel de investigador participante é também uma dos professores da disciplina de tecnologias mecatrónica e diretora do curso e da turma.

A proximidade na relação entre o investigador e os participantes no estudo (alunos) é considerada como um benefício, pois existe um conhecimento mútuo dos intervenientes na investigação maior e mais profundo, do que se o investigador fosse um elemento estranho, sempre perturbador do normal funcionamento das aulas.

Assim, o objetivo do estudo relativo ao aluno deve ser a construção de conhecimento baseado em dados recolhidos pelo investigador diretamente no terreno (Graue & Walsh, 1998).

O principal proveito na recolha de dados através de inquéritos foi, de um modo mais amplo, conhecer a perceção dos alunos quanto ao trabalho que estavam a realizar e, as suas perspetivas acerca do interesse na utilização dos Modelos didáticos tridimensionais nas atividades letivas, assim validando a experiência pedagógica realizada como uma investigação.

Os inquéritos serviram como uma estratégia para envolver os alunos na investigação, procurando que sentissem que não só o seu desempenho, mas também as suas ideias eram importantes para o desenvolvimento da investigação.

Segundo Dietrich (1998), devemos considerar as atividades de aprendizagem não apenas do ponto de vista dos professores, mas também do dos alunos.

Os alunos participantes deste estudo realizaram individualmente o inquérito de forma a evitar que as respostas de uns pudessem influenciar as dos outros.

## 2.4. Amostra do Estudo – Alunos

Neste estudo de caso privilegiou-se uma seleção da amostra sujeita a determinados critérios que permitam ao investigador aprender o máximo sobre o fenómeno em estudo (Vale, 2000). A amostra entrega uma fatia com volume gerenciável de toda essa população, mantendo, claro, sua relevância e confiabilidade para coleta de dados. Para fins de análise, a coleta de dados de uma parte razoável de uma população permite, por fim, a projeção de equivalências para toda a população.

A amostra dos alunos corresponde à turma do 10º ano de escolaridade, letra J, que frequenta ao curso de Técnico Profissional de Mecatrónica na Escola Secundária Jácome Ratton, localizada em Tomar, no ano letivo 2023-2024. A UFCD 6101 - Desenho técnico – cotagem, com carga horária de 25 horas (Anexo 1) corresponde ao ensino de Desenho Técnico, o qual é lecionado pela autora e, serve de base a este estudo.

Esta amostra compreende um total de vinte e três (23) alunos, dos quais vinte (20) alunos possuem nacionalidade portuguesa, um (1) aluno possui nacionalidade angolana, outro tem nacionalidade brasileira, todos do sexo masculino.

A idade dos alunos oscila entre os 14 e os 17 anos, não apresentando qualquer tipo de necessidades especiais.

Podemos verificar no gráfico 1, que a maioria dos alunos se apresentam a meio deste grupo de idades, possuindo 16 anos de idade.

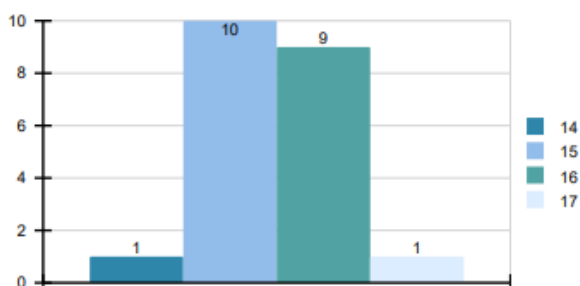


Gráfico 1 - Distribuição dos alunos segundo a idade

Baseado nas minhas observações tanto na sala de aula como fora dela, como Diretora de Curso, pelos contactos com os meus pares e com os Encarregados de

Educação, trata-se de um grupo relativamente homogêneo, sendo que todos se relacionam bem de modo geral.

Existem, além do mais, três alunos com necessidades educativas especiais (NEE), dois dos alunos com aplicação de medidas universais a saber:

Diferenciação pedagógica,

Acomodações curriculares,

Intervenção com foco acadêmico ou comportamental em pequenos grupos

Adaptações ao processo de avaliação (artigo 28.º)

E a aplicação de medidas seletivas, nomeadamente adaptações curriculares não significativas, apoio psicopedagógico e antecipação e o reforço das aprendizagens.

No entanto estes alunos não apresentam dificuldades na disciplina.

Um outro aluno possui comportamento de risco e desequilíbrio das normas e regras de convivência não se adaptando à sala de aula. No entanto, são aplicadas ao aluno as seguintes medidas universais: Diferenciação pedagógica, Acomodações curriculares em Português e Espanhol (iniciação), Adaptações ao processo de avaliação (artigo 28.º);

Medidas seletivas: Adaptações curriculares não significativas e Antecipação e o reforço das aprendizagens.

Os alunos mostram uma boa relação entre si e a maioria expressa um desejo altruísta em ajudar os seus colegas.

A turma integra quatro elementos (4) provenientes da medida Programa Integrado de Educação e Formação (PIEF) os quais apresentam um desequilíbrio de competências em relação aos outros alunos e necessitam abordagens específicas e particulares.

O comportamento da turma no decorrer das aulas do estudo, embora existam situações pontuais de comportamento incorreto provenientes de dois alunos, que tendem a dificultar a concentração e aquisição dos conteúdos aos restantes colegas, pode considerar-se globalmente bom.

Contudo, destaca-se uma falta de concentração e um interesse quase geral na disciplina, e um desinteresse generalizado na maioria das disciplinas do curso, o que não simplifica o curso normal das aulas e do curso.

O grupo, no geral, revela na sua maioria interesse em aprender, embora como se referiu existiam dois casos considerados problemáticos, que se recusam a realizar tarefas.

Através da observação em aula e em reuniões dos docentes, podemos afirmar que no comportamento dos alunos, prepondera uma falta geral de maturidade.

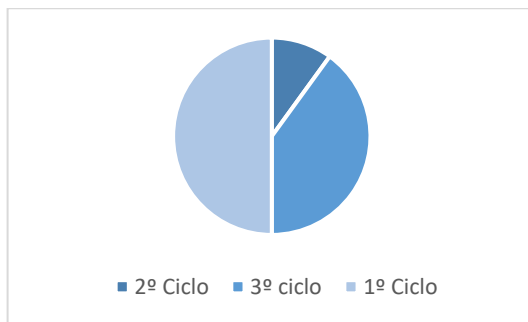
Os alunos não se dedicam totalmente aos estudos e possuem pouca autonomia de pensamento e de investigação, sendo que esta imaturidade também se reflete no trabalho produzido em aula.

Muitos destes alunos possuem linguagens pouco desenvolvidas, o que por vezes causa um bloqueio no momento de encontrar soluções para problemas, o que resulta em morosidade para terminarem os exercícios.

Os hábitos de trabalho da turma são quase nulos. No entanto, é importante destacar a existência de alguns casos de interesse, empenho, persistência e trabalho.

Os alunos podem contar com alguns clubes e atividades disponíveis na escola como o Clube de Robótica, Clube do Desporto Escolar, Clube de Ambiente e Património, companhia de teatro “Os templários”, rádio “Templários” e os apoios pedagógicos dados pelos professores de diversas disciplinas, predispostos a acompanharem as dificuldades dos alunos para maior sucesso escolar.

No gráfico abaixo, pretende-se mostrar as retenções relativas aos anos letivos anteriores e, segundo os dados recolhidos, verificamos que 10 alunos possuem uma retenção no seu currículo escolar.



**Gráfico 2 - Distribuição dos alunos com retenções**

A carga horária letiva da turma é bastante preenchida e regida pelo programa disponibilizado pela ANQEP (Agência Nacional para a Qualificação e o Ensino Profissional (Ver anexo 2)).

As turmas têm aulas da disciplina às terças de tarde e quintas-feiras de manhã, num total semanal de 4 blocos de 50 minutos.

É importante ressaltar ainda uma característica: a turma divide-se em dois turnos, as disciplinas de cariz técnico, as indicações pela ANQEP (Agência Nacional para a Qualificação e o Ensino Profissional) vão no sentido de que as disciplinas de formação tecnológica devam ser desdobradas de modo a melhorar o acompanhamento pedagógico.

Assim um turno segue cronologicamente a seguir ao outro. Segundo a Portaria n.º 235-A/2018, artigo 7:

“Nas disciplinas de caráter laboratorial, oficinal, informático ou artístico ou que impliquem trabalho prático ou experimental, pode haver lugar ao desdobramento de turmas, nos termos definidos por despacho do membro do Governo responsável pela área da educação.”

HORAS	2ª FEIRA	Sala	3ª FEIRA	Sala	4ª FEIRA	Sala	5ª FEIRA	Sala	6ª FEIRA	Sala
08:30 - 09:20	PORT.	A22	F.Q.	A25	S.DIG T(1)	OE2	A. M. T(2) T. M. T(1)	OE3 OM	MATEM	A22
09:30 - 10:20	PORT.	A22	F.Q.	A25	S.DIG T(1)	OE2	A. M. T(2) T. M. T(1)	OE3 OM	MATEM	A22
10:40 - 11:30	A.I.	A22	A. M. T(2) ELET T(1)	OE2 OE1	MATEM	A22	I.CONT E.CONT E.INIC	A14 A27 A16	A.I.	A22
11:40 - 12:30	A.I.	A22	A. M. T(2) ELET T(1)	OE2 OE1	T. M. T(0)	OE1	ELET T(1) T. M. T(2)	OE1 OM	PORT.	A22
12:40 - 13:30			MATEM	A22	T. M. T(0)	OE1	ELET T(1) T. M. T(2)	OE1 OM		
13:30 - 14:20	F.Q.	LQ2							F.Q.	A22
14:30 - 15:20	A. M. T(2) ELET T(1)	OE2 OE1	ELET T(2) T. M. T(1)	OE1 OM	T.I.C.	B15	A. M. T(1) ELET T(2)	OE3 OE1	E.FIS	GPav
15:35 - 16:25	I.CONT E.CONT E.INIC	A12 A25 A16	ELET T(2) T. M. T(1)	OE1 OM	T.I.C.	B15	A. M. T(1) ELET T(2)	OE3 OE1	E.FIS	GPav
16:35 - 17:25	I.CONT E.CONT E.INIC	A12 A25 A16	A. M. T(1) T. M. T(2)	OE2 OM	PORT.	A22	S.DIG T(2)	OE2	T.I.C.	B15
17:35 - 18:25	A. M. T(1) ELET T(2)	OE2 OE1	A. M. T(1) T. M. T(2)	OE2 OM			S.DIG T(2)	OE2	T.I.C.	B15

Tabela 2 Horário da turma 10ºJ

## 2.5. O espaço escolar



Figura 7 Patrono da Escola Jacome Ratton

Fonte: Museu da Escola 1 Jacome Ratton

A Escola Secundária Jacome Ratton situa-se em Tomar, na União de Freguesias de São João Baptista e Santa Maria dos Olivais que conta com uma população de cerca de 17.000 Habitantes (Dados dos Censos 2021).

A atual dimensão da freguesia resultou da união das antigas freguesias de São João Baptista e Santa Maria dos Olivais, por força da Reforma Administrativa do Território das Freguesias em 2012.

Sendo a segunda maior freguesia urbana do Distrito de Santarém, e única da cidade de Tomar, é hoje conhecida não só pelo seu riquíssimo património, mas também pelas suas potencialidades turísticas. A freguesia caracteriza-se por uma diversidade de grupos socioeconómicos.

A Escola Secundária Jacome Ratton iniciou a sua atividade como Escola de Desenho Industrial de Jácome Ratton, fundada em 16 de maio de 1884. O nome de Jácome Ratton ter-lhe-á sido atribuído em homenagem ao célebre empreendedor industrial. A Escola de Desenho Industrial de Jácome Ratton começou por funcionar com 36 alunos noturnos e dois diurnos, na Casa Nova da Rua da Capela, tendo sido, em 1887, transferida para o Palácio dos Valles, na rua Larga, hoje rua Marquês de Pombal.

Em 1915, passou a designar-se Escola de Carpintaria e Serralharia de Carruagens de Jácome Ratton. Após autorização para o funcionamento do Curso Elementar de Comércio, as aulas técnicas foram transferidas para o Palácio Alvim, na rua Dr. Sousa, permanecendo as oficinas no Palácio dos Valles.

Passou, em 1925, a funcionar em edifícios próprios na rua da Graça, em terreno cedido pela Casa Manuel Mendes Godinho, com a designação de Escola Industrial e Comercial de Jácome Ratton.

Em 27 de Abril de 1958 foram inauguradas as instalações na Avenida D. Maria II, tendo então passado a designar-se Escola Industrial e Comercial de Tomar. Assim se chamou até ao ano letivo de 1979/80, altura em que voltou a estar ligada ao nome do seu primeiro patrono - Escola Secundária Jácome Ratton.

A escola pertence ao Agrupamento de Escolas Templários criado em 2012. O Agrupamento integra o Ex Agrupamento de Escolas Gualdim Pais, o Ex Agrupamento de Escolas Santa Iria e a Escola Secundária Jácome Ratton, abrange uma população escolar desde a Educação Pré-Escolar ao 12.º ano de escolaridade, e tem sede na Escola Secundária de Jácome Ratton.

É um Agrupamento que integra escolas com realidades diversas, a nível de história, de dispersão geográfica, de instalações e de contextos sociais. “De destacar algumas linhas de atuação fundamentais assumidas pelo Agrupamento, nomeadamente:

a diversificação de ofertas profissionalizantes e de percursos curriculares diferenciados.”

<b>Secundário Científico-Humanístico</b>	Artes Visuais
	Ciências e Tecnologias
	Ciências Socioeconómicas
	Línguas e Humanidades
<b>Secundário Profissional</b>	Instrumentista de Cordas e Tecla
	Instrumentista de Sopros e Percussão
	Artes do Espetáculo – Interpretação
	Técnico de Desporto
	Técnico de Auxiliar de Saúde
	Técnico de Mecatrónica
	Técnico de Informática-Sistemas
	Técnico de Eletrónica, Automação e Computadores
	Técnico de Proteção Civil
Técnico de Dança Contemporânea	

#### **Educação e Formação de Adultos**

- EFA Básico
- EFA Secundário
- EFA Português Língua de Acolhimento
- Formação Modular Certificada
- Processos de Reconhecimento, Validação e Certificação de Competências (RVCC)

#### **Figura 8 Oferta Curricular da Escola Secundária Jacome Ratton**

No que se refere ao curso de Técnico de Mecatrónica, este compõe-se de quatro disciplinas de componente sociocultural (Português; Língua estrangeira I, II ou III; área de integração; Tic; Educação física), três disciplinas de componente científica (Matemática; Física e Química) e quatro disciplinas de componente técnica ((Sistemas Digitais, Eletricidade e Eletrónica, Tecnologias Mecatrónica e Aplicações Mecatrónica).

Os cursos de nível secundário equivalentes ao 12.º ano, proporcionam uma qualificação profissional de nível IV do Quadro Nacional de Qualificações, por fornecerem uma dupla certificação de caráter académico (o ensino secundário) e profissional.

Para efeitos de qualificação em Técnico de Mecatrónica é obrigatória a frequência de um conjunto de UFCD, disponíveis na Bolsa de UFCD do respetivo referencial de formação, constante do Catálogo Nacional de Qualificações (CNQ), com uma carga horária total de 150 horas.

Estas UFCD devem ser selecionadas em função das necessidades do mercado de trabalho da região e da especificidade técnica das entidades de apoio à alternância, onde decorre a formação prática em contexto de trabalho, respeitando sempre as cargas horárias definidas para cada período de formação. Assim, neste caso, a carga horária das UFCD não deverá exceder, para cada período de formação, respetivamente, as 50, 75 e 75 horas.

## **2.6. Princípios orientadores do Agrupamento de Escolas dos Templários**

“A missão do Agrupamento de Escolas, patente no Projeto Educativo, é proporcionar à comunidade local a oportunidade de aceder a um serviço educativo de qualidade, que contribua para a formação integral de jovens enquanto pessoas, cidadãos, sujeitos interventivos e empreendedores que, de uma forma cooperante, ativa e responsável, contribuam para a construção de uma sociedade evoluída, equilibrada, justa, solidária e inovadora” (Plano de Inovação, 2020, p.3).”

No Projeto educativo de 2022-2025 são apresentados princípios orientadores que reforçam a ideia que a escola é intemporal, aberta e inclusiva.

A escola está assente numa cidade histórica e com os olhos postos no futuro, e pretende um desenvolvimento integral dos seus alunos numa viagem em torno do ensino atual e moderno.

Nesta viagem o estudante tem ao seu dispor uma oferta para descobrir o seu caminho e são quatro os eixos que norteiam todo o agrupamento de escolas:

- O eixo académico e qualificante,
- O eixo da inovação e cultura,
- O eixo social e emocional,
- O eixo de sustentabilidade e ambiente,

Estes eixos estão embutidos num ambiente inclusivo e diverso, com alunos de várias proveniências e com uma equipa altamente qualificada ao nível da diversidade da oferta.

Relativamente à Educação para a Cidadania o Agrupamento considera ser importante uma “Escola Intemporal” que educa um sujeito participativo, crítico e criativo sendo ele igualmente coparticipante da democracia.

“A autonomia e espaço dos alunos para identificarem problemas, escolherem os temas a trabalhar, as questões a debater, os projetos a desenvolver, o compromisso na sua consecução e na colaboração com o grupo, a capacidade de se autocorrigirem e autorregular, a intervenção nos problemas reais da sua comunidade, a responsabilidade perante o professor e perante os colegas, poderão ser estratégias mais apropriadas para desenvolver as competências previstas no Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória (PASEO). (Projeto Educativo de Agrupamento, 2022-25, p.4).”

Refere a escola, que a forma de trabalhar deve decorrer nas diferentes disciplinas que integram o currículo, dada a sua transdisciplinaridade, e em ações de sensibilização no sentido de os alunos tomarem opções de acordo com as respetivas necessidades de cada um.

A Escola acrescenta que pretende um desenvolvimento absoluto dos seus alunos que “A nossa estratégia educacional promove a prática do respeito mútuo, cooperação, liderança, orientação, escuta, integridade pessoal, valorização das diferenças e resolução de conflitos, dando voz aos alunos e promovendo o bem-estar. (Projeto Educativo de Agrupamento, 2022-25, p.13).

## **2.7. Técnico Mecatrónica, o que faz?**

Os cursos de aprendizagem são cursos de formação profissional que conferem certificação escolar e profissional, privilegiando a inserção no mercado de trabalho.

O técnico mecatrónico efetua a instalação, manutenção, reparação e adaptação de equipamentos diversos nas áreas de eletricidade, eletrónica, controlo automático, robótica e mecânica assegurando a otimização do seu funcionamento.

## **2.8. O programa da Unidade de formação de curta duração (UFCD) número 6101 - Desenho técnico – cotagem**

O estudo partiu também do amplo conjunto de objetivos constantes na Unidade de formação de curta duração (UFCD) número 6101 com carga horária de 25 horas, e o período de observação decorreu durante as aulas lecionadas.

Assim, procurou-se alinhar os propósitos do estudo com os objetivos designados pelo Programa. Assim, a par deste objetivo geral serão ainda objetivos específicos da minha intervenção pedagógica:

- Reconhecer o desenho técnico como linguagem normalizada de representação e comunicação.
- Diferenciar os vários tipos de desenho técnico.
- Reconhecer as vantagens da normalização no desenho técnico.
- Identificar as principais normas de desenho técnico.
- Identificar os meios necessários à representação gráfica.
- Aplicar os principais tipos, fases, meios e técnicas de realização de um desenho de construções mecânicas.
- Interpretar as normas e as recomendações técnicas específicas aplicáveis à execução de desenhos técnicos.
- Aplicar os diferentes métodos construtivos dos elementos geométricos fundamentais.
- Interpretar conceitos, princípios, métodos e procedimentos da dupla representação ortogonal.
- Definir e utilizar corretamente os meios e os materiais necessários à execução de um desenho.
- Definir e colocar corretamente um conjunto de cotas para que a peça fique perfeitamente definida.
- Realizar experiências e apresentar os resultados com rigor.
- Manifestar capacidade de comunicação e de trabalho em equipa.

Ao aluno, como experiência de aprendizagem e dentro das competências essenciais do da UFCD pretende-se levá-lo a desenvolver, uma adequada apropriação das linguagens e normas elementares do desenho técnico, assim como uma melhor

capacidade de expressão e comunicação, no desenvolvimento da criatividade e compreensão do contexto do desenho técnico. Assim deverão adquirir os seguintes conteúdos:

- Generalidades e normalização:
- Conceitos de desenho técnico.
- Normalização
- Normas portuguesas.
- Desenho de projeções ortogonais:
- Método europeu.
- Cotagem.
- Indicações dos estados de acabamento das superfícies.
- Cotagem:
- Princípios da cotagem.
- Cotagem nominal.
- Cotagem funcional.

## **2.9. Autoavaliação**

“É muito mais difícil julgar-se a si próprio do que julgar outros. Se conseguires julgar-te a ti próprio bem, é porque és um verdadeiro sábio.” Saint-Exupery O Príncipezinho

A autoavaliação pelo aluno fornece ao professor dados sobre a perceção da sua aprendizagem e constitui um quadro de referência para que o professor e o aluno possam utilizar essa informação para definir os critérios e criar um esboço definido do caminho para o sucesso. Ao implicar a reflexão do aluno sobre a própria aprendizagem, a autoavaliação privilegia a autorregulação da aprendizagem (Hadji, 2001).

Os alunos avaliam o teu desempenho na UFCD relativamente às questões:

- Como avalias o teu desempenho na UFCD relativamente ao domínio D1- Conceitos e Aplicação de Procedimentos e Métodos?
- Como avalias o teu desempenho na UFCD relativamente ao domínio D2 - Capacidades na resolução de problemas e na realização de trabalhos práticos/experimentais?

- Numa escala de E correspondente a muito insuficiente a A correspondente a muito bom.

## 2.10. Critérios gerais de avaliação do ensino profissional

A Portaria n.º 235-A/2018, de 23 de agosto procede à regulamentação do ensino Profissional no artigo 20, e refere no artigo 20.º que “A avaliação incide sobre as aprendizagens desenvolvidas pelos alunos, tendo por referência os documentos curriculares e, quando aplicável, as Aprendizagens Essenciais, que constituem orientação curricular de base, com especial enfoque nas áreas de competências inscritas no Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória, bem como nos conhecimentos, aptidões e atitudes identificados no perfil profissional associado à respetiva qualificação.”.

As orientações descritas na lei estão a ser implementadas nesta escola e abaixo encontra-se a tabela de critérios de avaliação e de classificação da disciplina, para os três níveis de ensino, aonde se insere o estudo.

<b>Critérios</b>	<b>DOMÍNIOS 1 (Ponderação)</b>	<b>Técnicas e Processos de Avaliação</b>
<b>C1. Conhecimento</b>	D1. Conceitos e Aplicação de Procedimentos e Métodos (50%) D2. Capacidades na resolução de problemas e na realização de trabalhos práticos/experimentais (50%)	Análise documental Relatório Trabalho de pesquisa/ investigação/projeto Reflexão crítica Registo gráfico Testagem Teste escrito/prático Teste/Questionamento oral Questão de aula Observação Grelhas de observação Apresentação de trabalhos Realização de atividades
<b>C2. Comunicação e Informação</b>		

<b>C3. Desenvolvimento Pessoal e Interação</b>		Trabalho pares/grupo
--	--	----------------------

**Tabela 3 Critérios de Avaliação e de Classificação – 2023/2024**

<sup>1</sup> De acordo com as “Aprendizagens Essenciais” referentes à respetiva disciplina/ano (homologadas pelo Despacho n.º 6944-A/2018, de 19 de julho, e que se encontram no sítio da Direção-Geral da Educação (DGE) em: Ensino Básico: <http://www.dge.mec.pt/aprendizagens-essenciais-ensino-basico>; Ensino Secundário: <http://www.dge.mec.pt/aprendizagens-essenciais-ensino-secundario>); bem como, com as Áreas de competências do Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória.

## 2.12 Amostra de estudo – Docentes

Após selecionada a metodologia e definida a primeira amostra de estudo o passo seguinte foi a seleção da segunda população do estudo, composta por indivíduos de ambos os géneros e idades, professores de desenho técnico de várias escolas públicas e privadas de Portugal onde a disciplina de desenho técnico é lecionada com especial ênfase na UFCD 6101.

Foi-lhes solicitado a opinião no ensino do conteúdo em estudo, e designei-os como professor participante como resultado do meu interesse em compreender as ideias de quem tem experiência, ou não, na integração recorrente de modelos didáticos tridimensionais na prática letiva, como Creswell, (1994); Denzin & Lincoln, (2000); Maxwell, (1996); Seale, (1999) destacam, que o investigador deve ter em conta a opinião dos participantes na investigação, dar voz a perspetivas, alternativas talvez não semelhantes à sua.

Na primeira parte do inquérito, na primeira questão, selecionou-se uma variável independente que se considerou relevante e que poderia ter influência nas respostas dadas pelos inquiridos, nomeadamente o tempo de serviço, situação profissional e habilitação académica. Com estas questões pretendeu-se fazer uma

caracterização dos investigados, ou seja, conhecer melhor os docentes envolvidos neste estudo.

São apresentados os dados que descrevem a amostra da pesquisa, perfazendo um total 42 respostas, resultante de mais de 200 contactos distribuídos em Portugal incluído as ilhas Madeira e Açores.

### **2.13 Inquéritos**

Os inquéritos utilizados na recolha de dados foram os questionários, caracterização da turma e, questionários individuais aos alunos e docentes. O questionário é o instrumento que se utiliza para a recolha de dados, uma etapa importante na realização de qualquer pesquisa.

Na criação dos questionários foi tida em consideração a problemática em estudo, de modo a definir a informação que melhor incidiria sobre as opiniões e atitudes em relação a opções tomadas, atualmente, na prática docente, com o intuito de obter, através do mesmo, dados relevantes, específicos e objetivos para o estudo em questão e a opinião dos alunos sobre essa mesma prática e os seus resultados.

Foi assumido em muitas das questões formuladas a Escala de Likert de modo a representar um conjunto de opções de resposta e recolher de opiniões sobre o tema.

O recurso é sempre usado em perguntas fechadas (uma pergunta que apresente opções de resposta predefinidas).

Em primeiro foi realizado o questionário ao docente que teve como principal objetivo conhecer a sua receptividade quanto à integração recorrente e construção de modelos didáticos tridimensionais na prática letiva de Desenho técnico, assim como a sua expectativa quanto à viabilidade desta iniciativa no processo de ensino-aprendizagem da disciplina.

Pretendeu-se também que os resultados do questionário fossem capazes de confirmar ou refutar as hipóteses formuladas no estudo e simultaneamente responder aos objetivos propostos.

O questionário aos docentes foi dividido em três partes distintas:

Uma, diz respeito às características pessoais e profissionais dos docentes abrangendo 2 questões.

Na segunda parte são abordadas 12 questões que pretendem verificar a utilização dos materiais disponíveis para as práticas letivas.

Na terceira parte é sugerida a utilização de jogo “pentaminó” e como pode contribuir para o desenvolvimento da rotação mental e da visualização mental.

O questionário de caracterização da turma foi realizado no início do ano letivo a todos os alunos da turma e tinha em vista, no geral, a caracterização dos alunos através da sua identificação, reprovações em anos anteriores, identificação do encarregado de educação, do agregado familiar, assim como o registo de alguns hábitos e características pessoais dos alunos (atividades extracurriculares entre outros).

Procurava também, particularmente, recolher informações relacionadas com os métodos de estudo dos alunos e a sua utilização das TIC. Este questionário foi utilizado e analisado durante a elaboração do projeto curricular da turma.

O primeiro questionário individual administrado na fase inicial do estudo aos alunos, é constituído por duas partes com objetivos diferentes:

A primeira parte da investigação aos alunos possui uma dinâmica das aulas do jogo “Pentaminó” sem a interação com modelos didáticos tridimensionais;

A segunda parte utiliza essa dinâmica.

Ambos visaram recolher opiniões e reações dos alunos sobre a aprendizagem eficaz dos conteúdos com auxílio aos modelos didáticos tridimensionais.

## **2.14 Fase Operacional**

Nesta fase foram elaborados os recursos pedagógicos para posterior aplicação nas aulas a lecionar por mim, estando previamente definidos os conteúdos em questão e a calendarização dos mesmos.

A UFCD foi iniciada com auxílio ao jogo Pentaminó (Figura 9, 10 e 11), primeiramente a duas dimensões e sem recorrer a modelos didáticos tridimensionais. Um pentaminó é composto de cinco quadrados congruentes, conectados ortogonalmente. Os alunos colocaram cinco a mais peças coloridas na folha de grelha para construir uma forma de Pentominó, num total de cinco exercícios com dificuldade ascendente. Este exercício foi realizado de modo a testar as capacidades, a manipular e incentivar os alunos a desenvolver o seu raciocínio, a lógica, as capacidades visuais/espaciais, os conceitos geométricos e estimular a sabedoria pela competitividade. Esta atividade durou noventa minutos, ou seja, dois blocos e encontram-se alguns resultados em anexo. Esta tarefa foi realizada com bastante dificuldade e morosidade.



Nome: Victor Antunes N°: \_\_\_\_\_ Turma: 107 Cotação: \_\_\_\_\_

Um pentaminó é uma forma 2d formada de cinco quadrados iguais ligados entre si. Analisa as formas diferentes de pentaminós e preenche completamente a grelha, mas podes rodá-los e espelha-los se for necessário. Pode existir mais do que uma maneira de completar os puzzles.

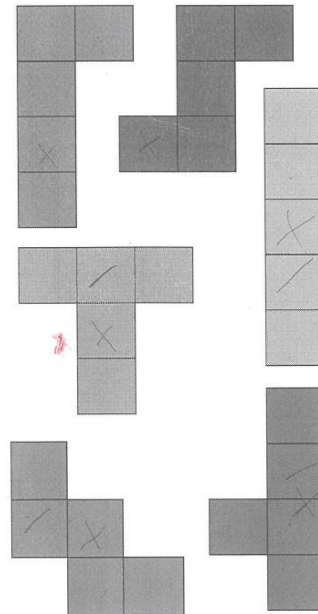
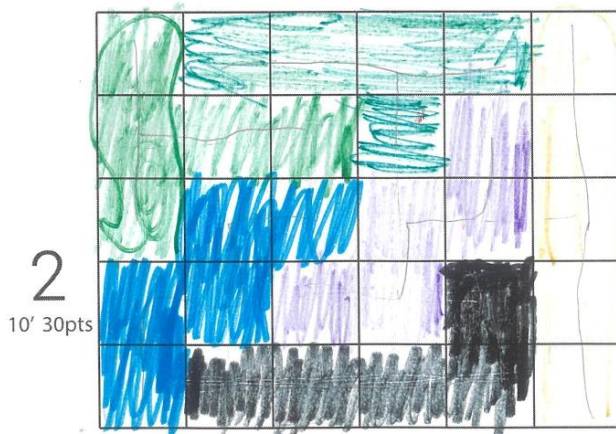
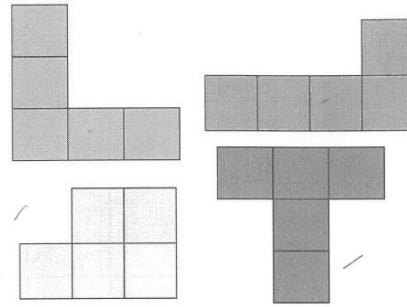
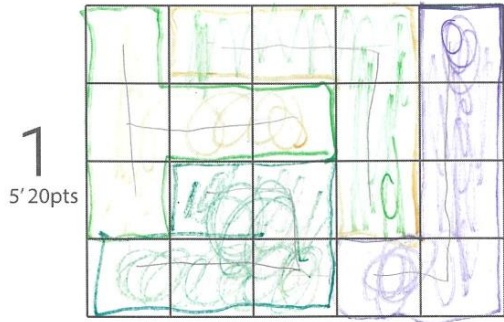


Figura 9 Exercício do jogo Pentaminó a duas dimensões pag.1

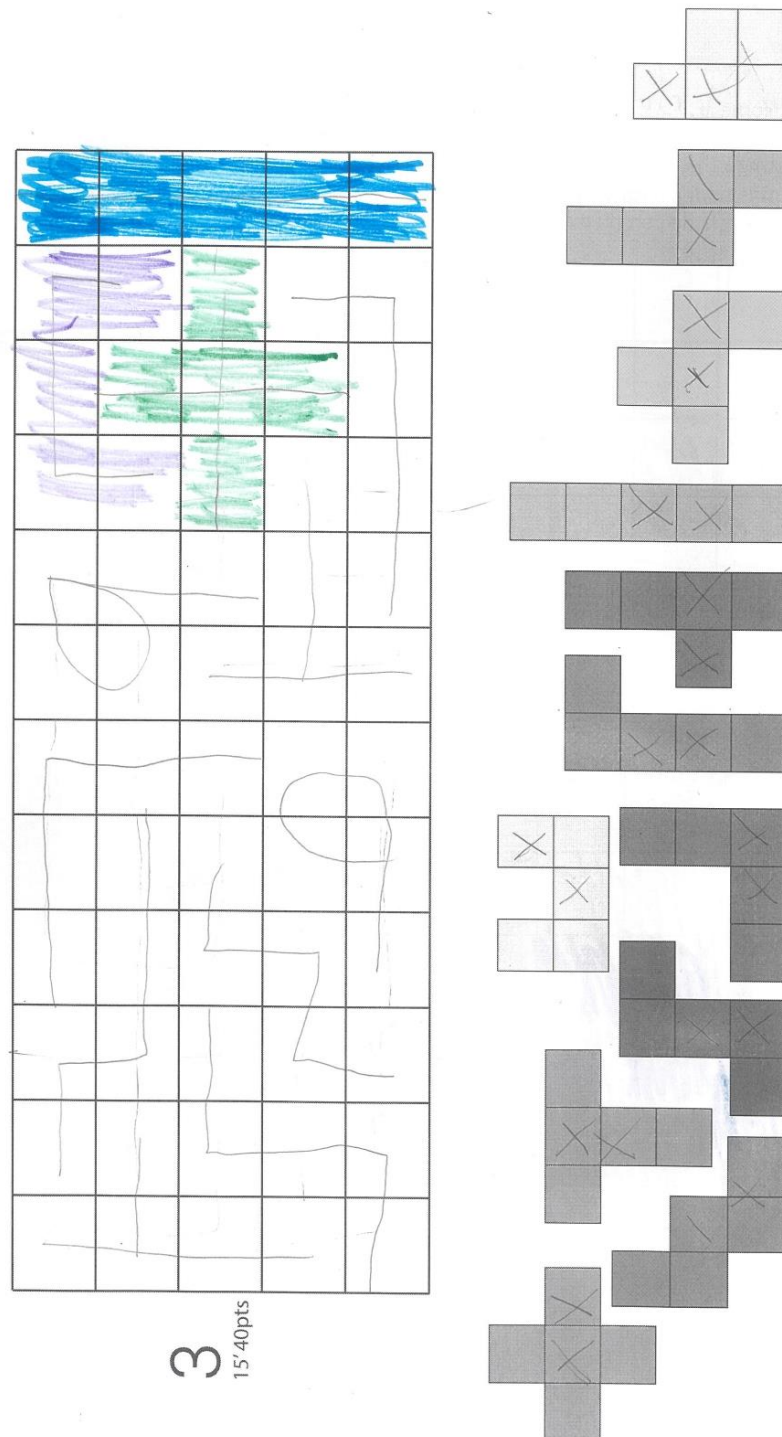


Figura 10 Exercício do jogo Pentaminó a duas dimensões pag.2

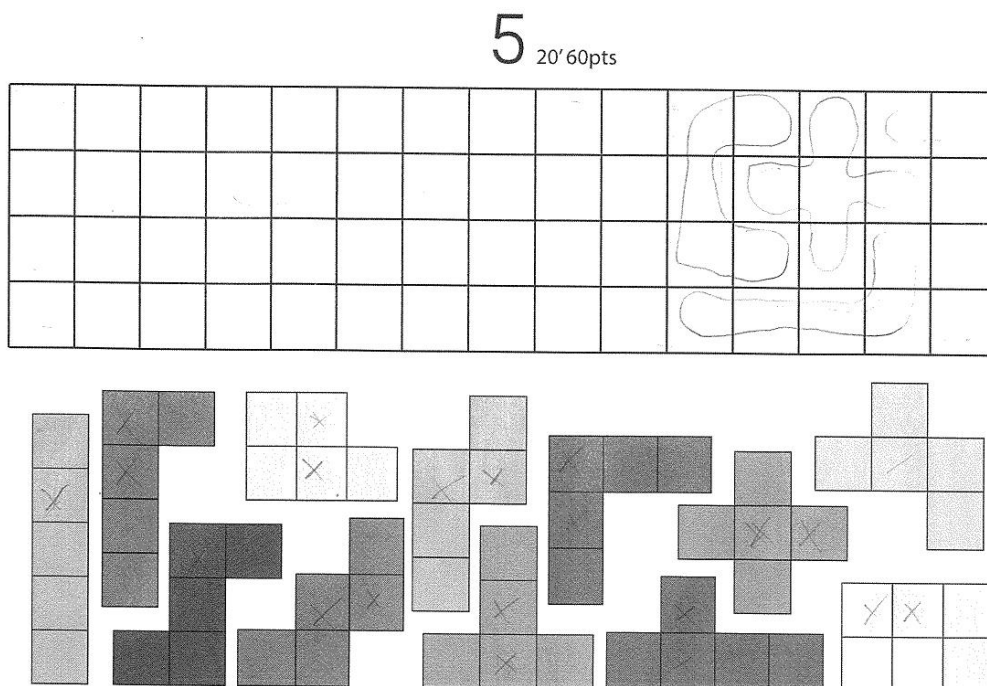
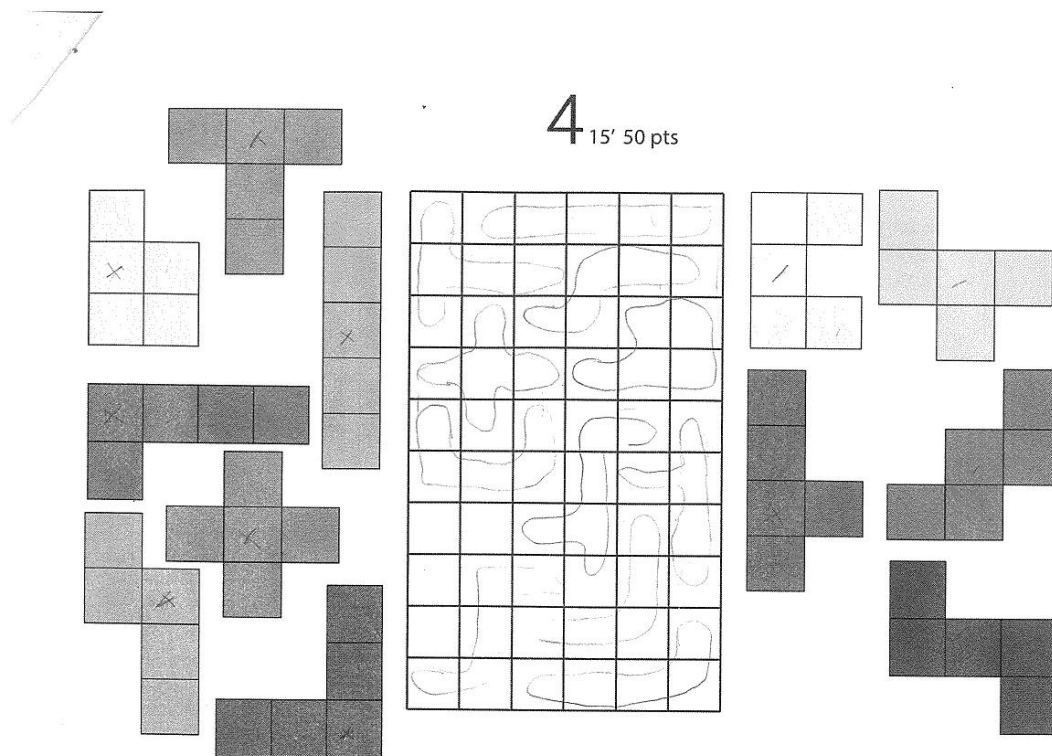


Figura 11 Exercício do jogo Pentaminó a duas dimensões pag.3

Em seguida com o recurso ao software “Solidworks” foram modeladas tridimensionalmente as peças de Pentaminó e seguiu-se a sua impressão tridimensional na impressora da escola Zortax M200 (Figura 20) no material ABS (Figura 21). A criação de modelos tridimensionalmente consiste em desenvolver objetos através de um programa com ferramentas destinadas para este tipo de atividade.

Para ser reconhecido no software de corte e software de gestão de explorações de impressão 3D da impressora Z-Suite (Figura 19), é necessário criar em STL o objeto a partir do seu modelo digital. Para isso, o modelo criado deve encontrar-se no formato STL usualmente compatível com ferramentas CAD, que representa o modelo original recorrendo à união de um conjunto de tetraedros relacionados entre si (Figura 18). Este formato descreve as superfícies de um objeto, através dos vértices que compõem cada umas das suas faces, sem nenhuma representação de cor, textura ou outro atributo comum a modelos 3D artísticos (Saleem Hashmi, et al 2014).

Foram impressas um total de 24 peças, oito Z, quatro L, quatro Z, quatro O e quatro I. Os alunos foram divididos em duplas e para o exercício foram-lhes entregue uma peça de cada categoria e foi solicitado, em primeiro lugar, formarem uma figura bidimensional, um retângulo ou quadrado sem indicação da quantidade de peças a utilizar, tarefa realizada com sucesso e celeridade. Após essa fase foi-lhes retirado uma peça aleatória e solicitado a mesma formação, tarefa realizada com dificuldade e lentidão. Por fim foram entregues as restantes peças e solicitado que em grupo (turma / turno) construíssem um cubo, tarefa realizada com sucesso e celeridade. Esta atividade durou noventa minutos, ou seja, dois blocos e encontram-se os resultados em anexo.



**Figura 12** Logotipo SolidWorks retirado de [www.solidworks.com](http://www.solidworks.com)

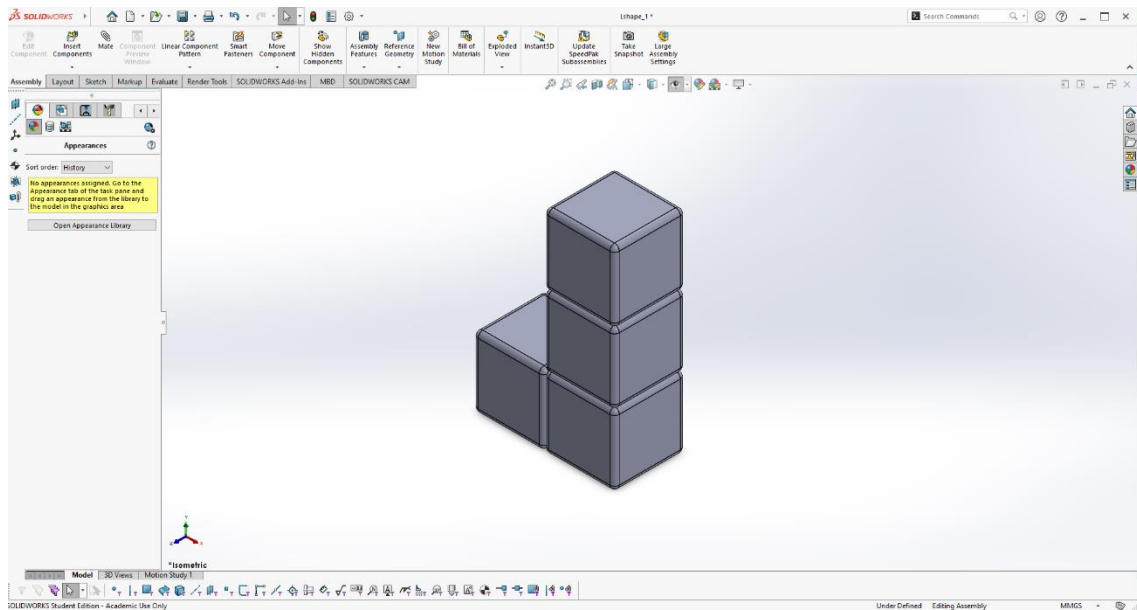


Figura 13 Modelação tridimensional da peça L com recurso ao software “SolidWorks”

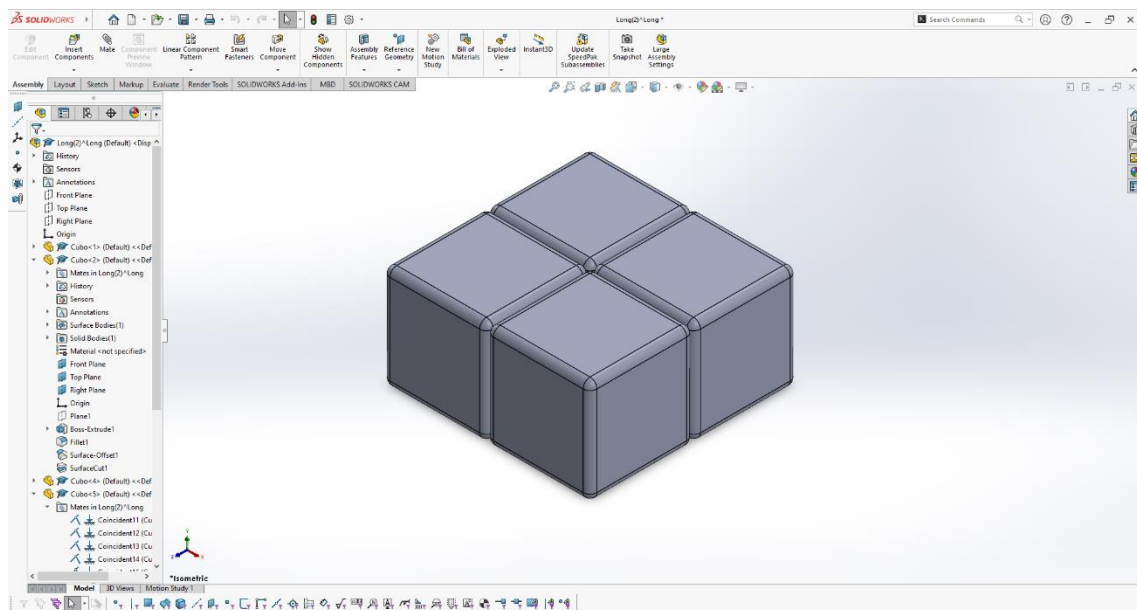


Figura 14 Modelação tridimensional da peça O com recurso ao software “SolidWorks”

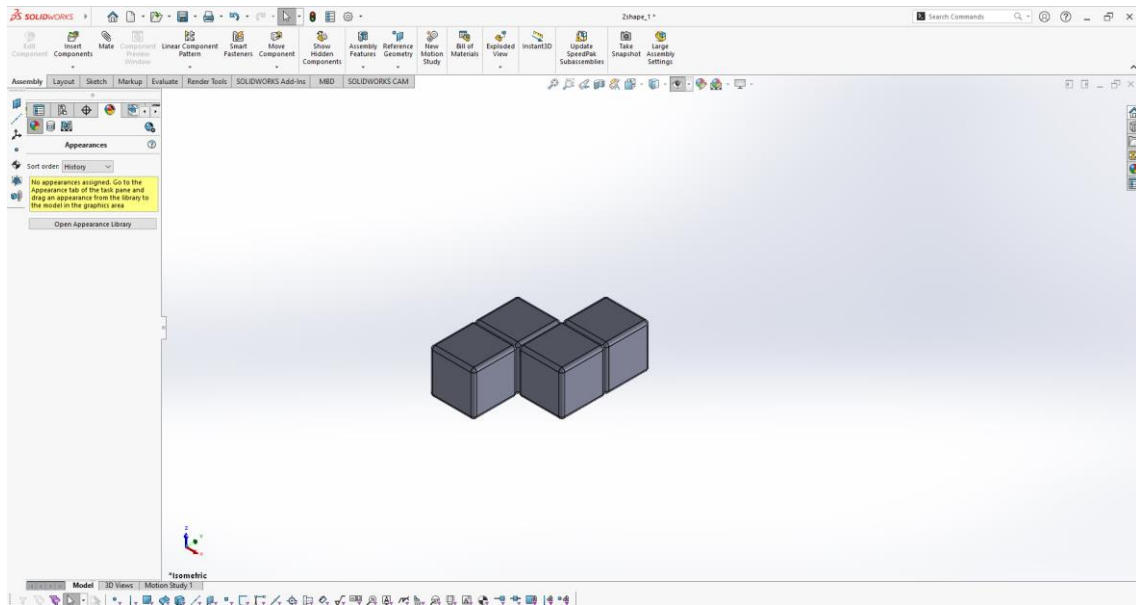


Figura 15 Modelação tridimensional da peça Z com recurso ao software “SolidWorks”

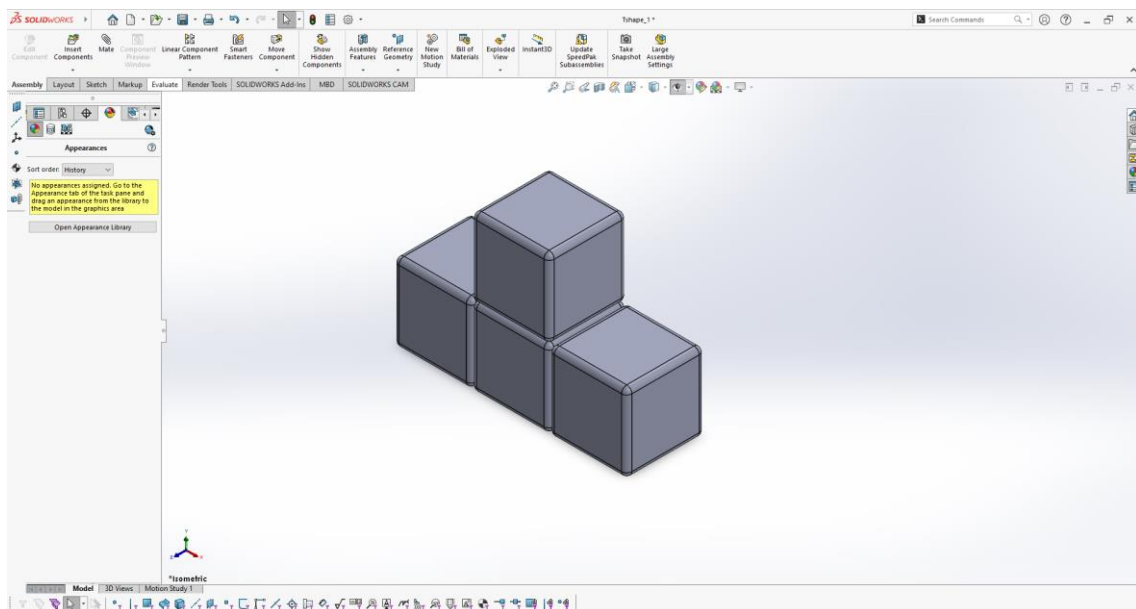
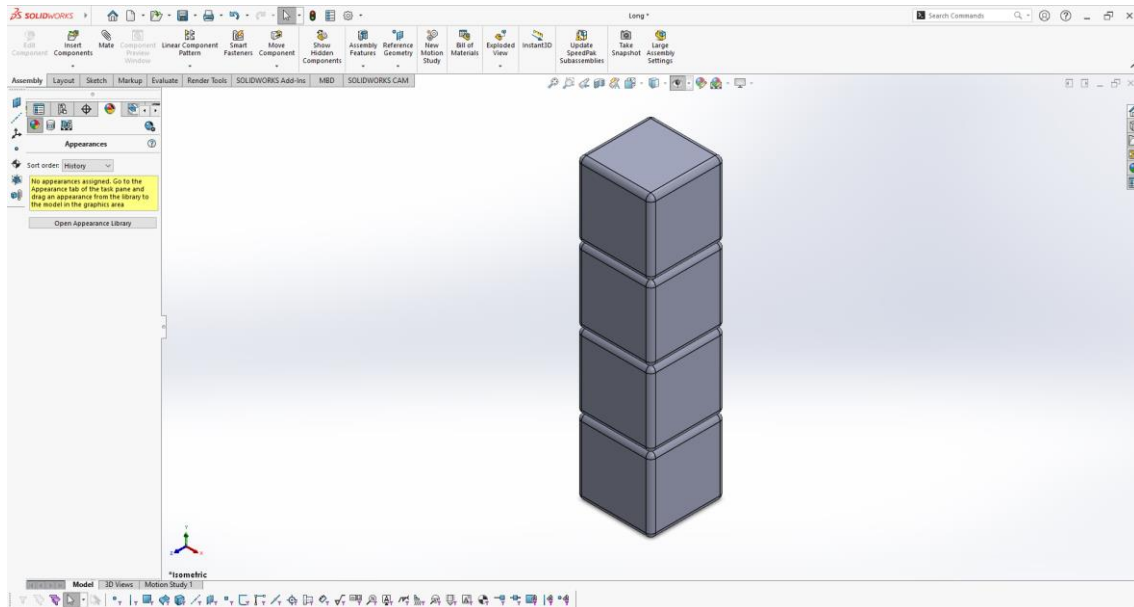
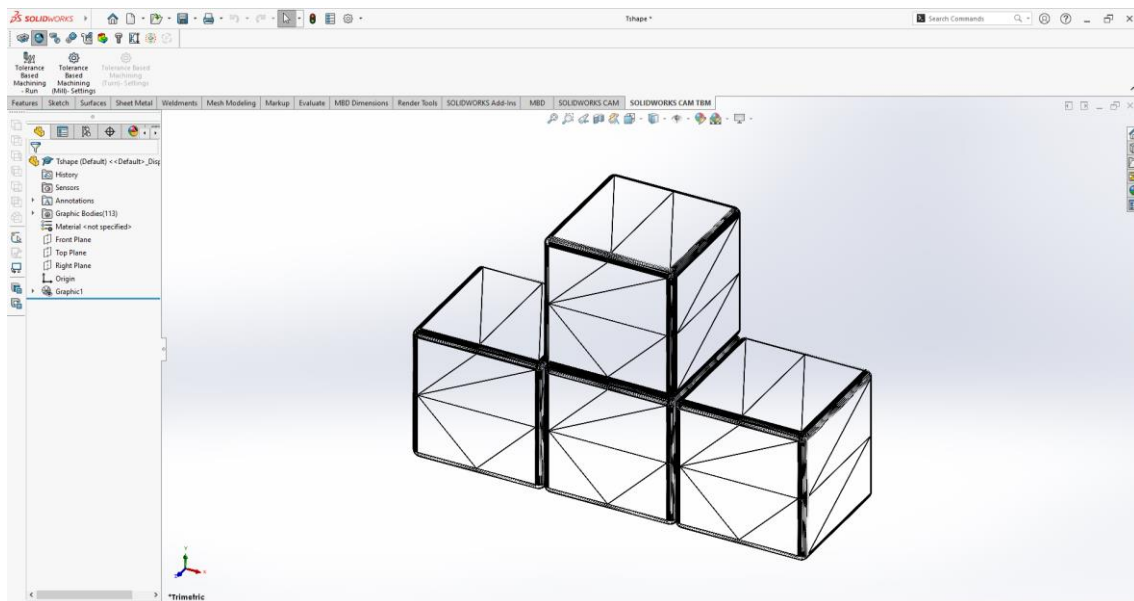


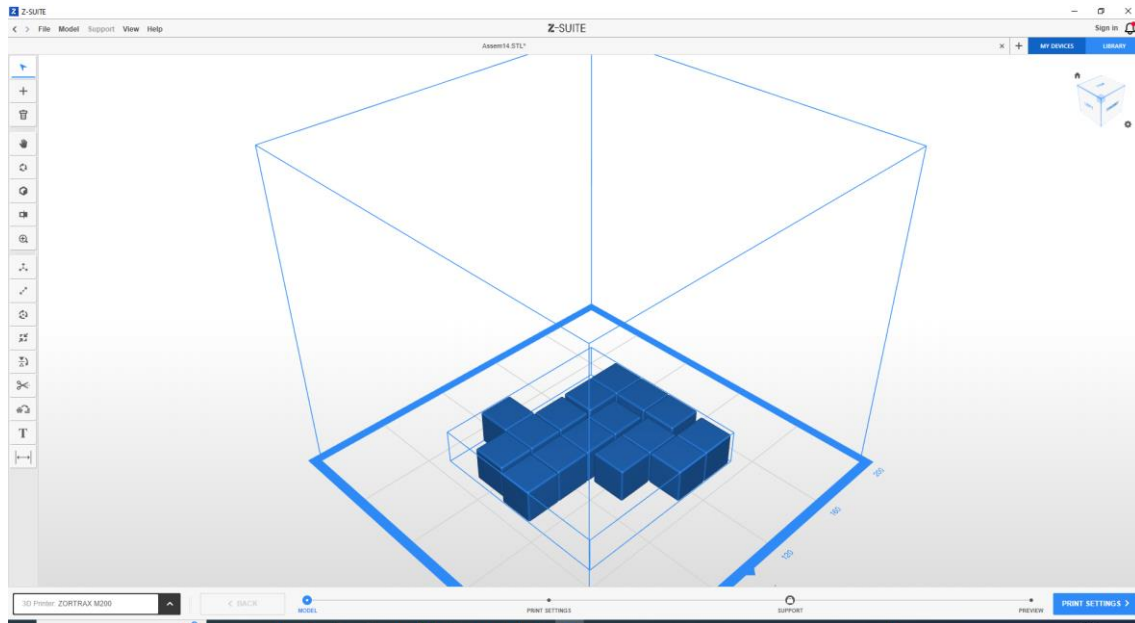
Figura 16 Modelação tridimensional da peça T com recurso ao software “SolidWorks”



**Figura 17 Modelação tridimensional da peça I com recurso ao software “SolidWorks”**



**Figura 18 Programa de modelação 3D SolidWorks e modelo T 3D no formato STL**



**Figura 19 - Programas modelo digital 3D Z-Suite**



**Figura 20 Impressora 3D Zortrax M200 FDM<sup>4</sup> existente na escola Secundária Jacome Ratton**

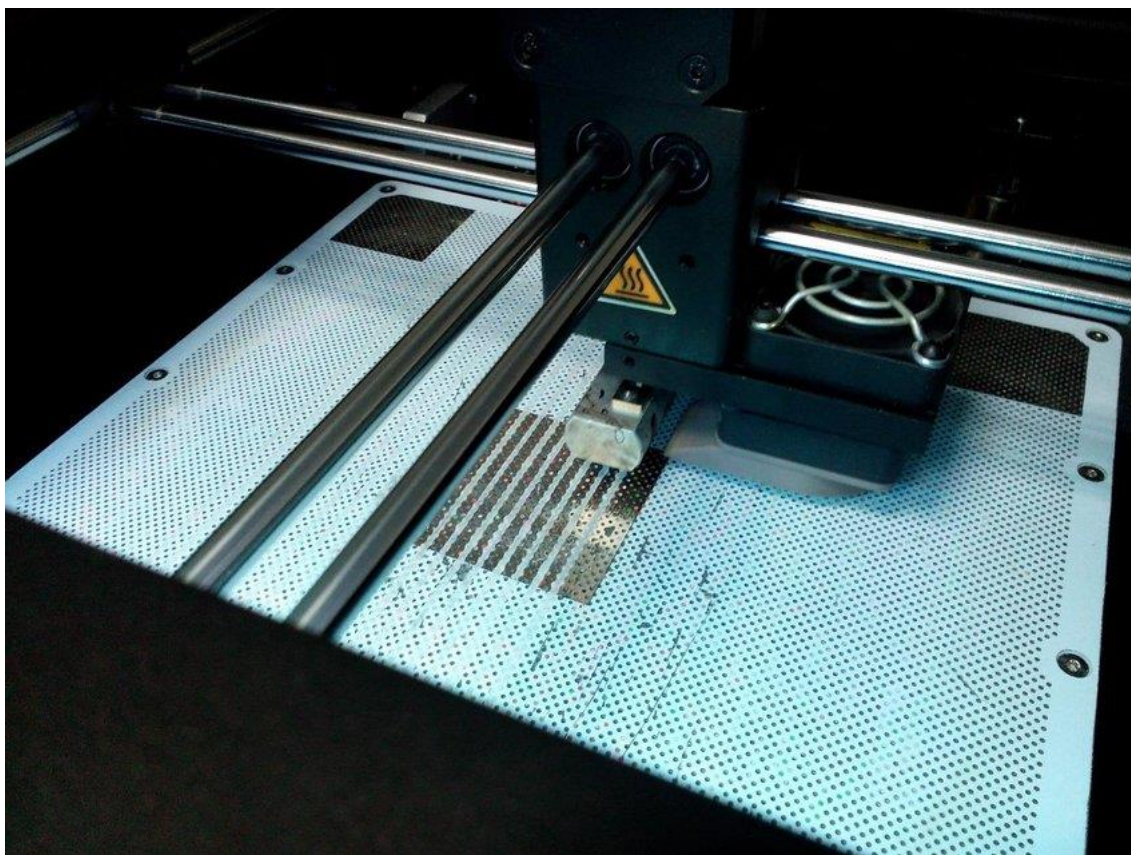
<sup>4</sup> A modelação por deposição fundida, ou abreviadamente FDM, é um método de extrusão de materiais de fabrico aditivo em que os materiais são extrudidos através de um bocal e unidos para criar objectos 3D.

Ao contrário das impressoras de jato de tinta, os materiais de impressão para as impressoras 3D têm de ser preparados estritamente para um modelo específico da máquina. Os filamentos de todos os fabricantes têm propriedades físicas e químicas diferentes químicas diferentes, mesmo com terminologia semelhante. A impressora 3D Zortax M200 imprime em materiais como:

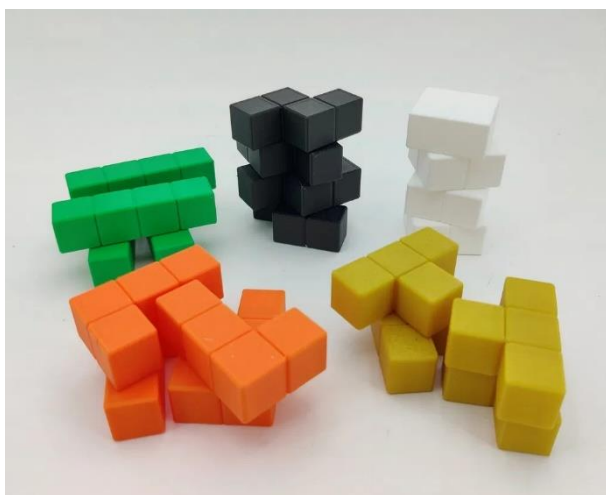
- Z-ABS adequado para tratamento mecânico, com elevada precisão de impressão, disponível numa vasta gama de cores e adequado para modelos utilitários;
- Z-ULTRAT adequado para tratamento mecânico, durável e para impressões de alta qualidade Adequado para impressões grandes
- Z-FLEX adequado para tratamento mecânico, com elasticidade, para modelos flexíveis e elásticos e para modelos maleáveis, por exemplo, vedantes;
- Z-PCABS resistente à fissuração, altamente durável e resistente a altas temperaturas, utilizado para peças automóveis;
- Z-NYLON com características elásticas, extensíveis, altamente durável, dobrável e para elementos sujeitos a carga;
- Z-GLASS adequado para tratamento mecânico, frágil, transparente e utilizado para peças decorativas;
- Z-ALU Adequado para tratamento mecânico, frágil, com impressão em textura única e imita o metal;



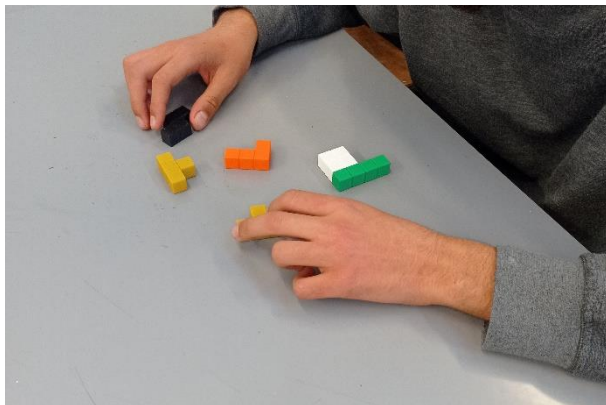
**Figura 21** Paleta de cores disponíveis no material ABS



**Figura 22 Modelo a ser impresso**

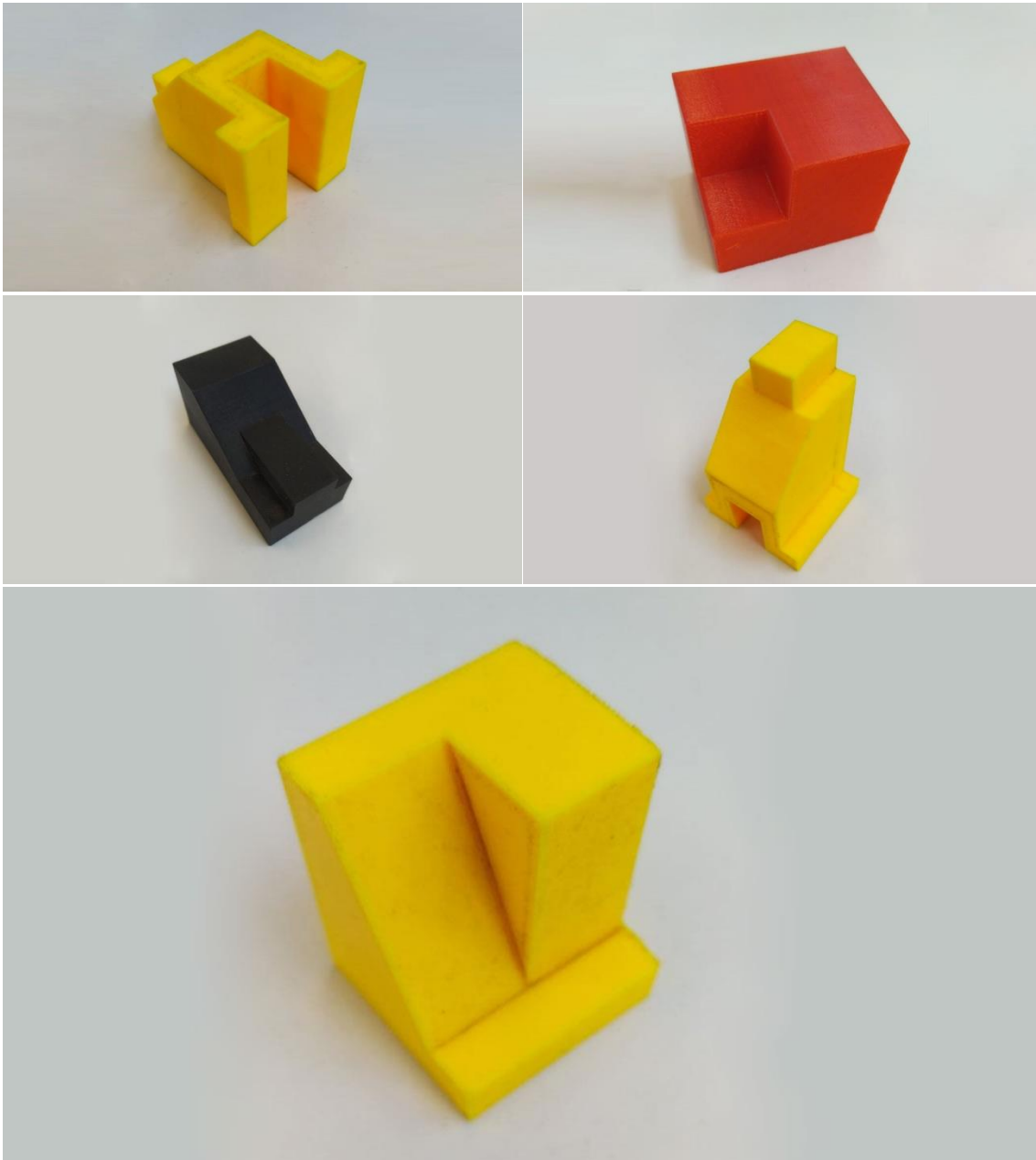


**Figura 23 Peças Pentaminó impressas em ABS**



**Figura 24** Registo fotográfico da construção do cubo com pentaminó 3D. Tomar, Outubro 2023

Com recurso ao software “Solidworks” foram desenhados por mim diversos modelos didáticos tridimensionais e posteriormente impressos no material PLA e ABS na impressora Zortax M200 (Figura 22), que é propriedade da escola onde se inseriu este estudo. Estas impressões servem de suporte tridimensional aos exercícios a realizar pelos alunos ao longo das aulas da UFCD, com o objetivo de serem postas à sua observação durante a resolução dos mesmos e mostrarem aos alunos as situações espaciais que lhes foram propostas analisar e compreender para, posteriormente, as traduzirem para uma representação sistemática, ou seja, para o suporte bidimensional. Os resultados foram surpreendentes, os alunos compreenderam o significado de projeção, escala, rigor, dimensões e unidade métrica e distribuíram corretamente pela folha A3 ou A4 as vistas e dimensões dos modelos didáticos. No decorrer da UFCD, do mesmo modo, foram entregues aos alunos exercícios com a peça representada em perspetiva isométrica para contrapor e analisar o processo evolutivo do aluno.



**Figura 25 Modelos didáticos tridimensionais impressos na impressora Zortax M200**

## 2.15 Apresentação e Análise da Informação

### 2.15.1 Questionário aos docentes

A sua caracterização foi feita a partir das respostas obtidas às questões colocadas na primeira parte do questionário sobre os dados pessoais e profissionais dos inquiridos, representadas no quadro que se segue:

Variáveis	Categoria	Professores (N=42)	
		N	%
(1) Há quantos anos exerce a profissão de Professor de Desenho Técnico?	0-4	2	5%
	5-9	5	12%
	10-14	26	62%
	25-29	1	2%
	30-34	8	19%
(2) Em quantas escolas já lecionou?	2-3	35	0%
	4-5	60	5%
	6-7	30	5%
	8-9	55	90%

**Tabela 4 Dados Pessoais e Profissionais**

Na tabela 3 acima podemos observar que a maioria dos inquiridos possui experiência no ensino da disciplina entre os 10 a 14 anos, que representam um total de 62%. Na sequência, podemos observar professores que possuem uma experiência inferior entre os 0 a 4 anos que representa 5% dos inquiridos, e com uma maior antiguidade, podemos observar os professores que já possuem experiência superior aos 25 anos até os 45 anos dos quais representam 21% dos inquiridos, e de 5 a 9 anos encontramos 12%.

Variáveis	Categoria	Professores (N=42)	
		N	%
(3) Alguma vez recorreu a modelos tridimensionais como auxiliar na lecionação da disciplina de Desenho Técnico?	Não	2	5%
	Sim	40	95%
(5) Tem conhecimento da existência de alguma plataforma que disponibiliza modelos didáticos para impressão 3D?	Não	18	43%
	Sim	24	57%
(6) Caso a sua opinião seja positiva, utiliza-os como auxiliar nas suas aulas?	Não	17	40%
	Sim	14	33%

**Tabela 5 Integração e construção de modelos didáticos tridimensionais no ensino-aprendizagem da disciplina de Desenho técnico**

A segunda tabela constitui uma reflexão à prática docente refletindo assim uma análise ao modo como os professores gerem, organizam, planeiam, avaliam, interagem e perspetivam a sua prática docente com o auxílio aos modelos tridimensionais provenientes da impressão 3D. Analisando os resultados verifica-se que a maioria dos professores participantes (95%) recorreu ao auxílio de modelos tridimensionais como auxiliar na lecionação da disciplina. No que respeita às plataformas de base de dados de modelos apenas uma pequena parte (14%) utiliza este recurso.

Quando questionados na pergunta 4 “*Se a resposta à questão anterior for positiva: Com que frequência o faz?*” recorri aos resultados da análise da questão, e a partir deles, posso indicar diversas respostas:

- 1 A 2 vezes por ano
- 2 Vez por mês
- 2 Vezes por ano
- Diária
- Elevada
- Não o faço.
- Quando necessário, essencialmente aquando da dificuldade de compreensão por parte do formando acerca de alguns conteúdos.
- Raramente
- Regularmente
- Semanalmente
- Sempre que necessário
- Sempre que os alunos não estão a perceber
- Sempre que os conteúdos são relacionados com perspetivas
- Sistemáticamente

Em resposta à questão 7 “*Se a resposta à questão anterior for positiva: Com que frequência anual o faz, e indique a(s) plataforma(s) online que utiliza.*” As respostas dos professores sobre a utilização dos modelos tridimensionais provenientes da impressão 3D com origem em repositórios online e a construção em software de modelação, é bastante diversificada mas a maior incidência cabe ao software de modelação solidworks. Enuncio as principais respostas pelos professores participantes:

- Thingiverse - embora prefira criar os meus próprios modelos
- Archicad, solid works
- Do livro digital de GD, plataformas de GD
- Mais de 20.
- O grabcad costumo utilizar e mostrar aos alunos para usarem
  
- Quase diariamente, Culta 3D
- Siemens, 25%
- Skateshop
- Solidworks

Variável	Categoria	Professores (N=16)	
		N	%
(8) Se a resposta à última questão for positiva: Como avalia a experiência?	1	0	0%
	2	0	0%
	3	2	13%
	4	8	50%
	5	6	38%

**Tabela 6 Prática Docente - reflexão sobre plataformas de modelos 3D**

Analisando a questão n. °8, de uma forma generalizada os docentes que consideram que a utilização dos modelos tridimensionais provenientes da impressão 3D é útil (50%) a bastante útil (38%).

Na resposta à questão 9 “Enumere as desvantagens da utilização de modelos didáticos tridimensionais”, pode-se verificar através dos resultados obtidos através do inquérito realizado aos docentes sobre a Integração de modelos didáticos tridimensionais na prática letiva de Desenho técnico que, existem poucas desvantagens da sua utilização, as mesmas se prendem mais com os recursos disponíveis na escola aonde lecionam. Enuncio as principais respostas pelos professores participantes:

- Facilita a compreensão visual/intelectual do formando, mas conforme a situação e caso a mente ainda não esteja preparada para tal visualização pode complicar a compreensão do formando
- Disponibilidade de modelos
- Nem sempre as escolas dispõem de programas 3D.
- O problema dos modelos digitais é que nem sempre os computadores funcionam bem.
- Por vezes os modelos disponíveis não chegam para todos os alunos.
- Pode ser um impedimento no processo construtivo. Vantagem perceber a terceira dimensão.
- Não estimula a imaginação.
- Os alunos acabam por desenvolver menos a capacidade de abstração na perceção e interpretação de uma representação de um sólido em 2 D.

Variáveis	Categoria	Professores (N=42)	
		N	%
(10) Considera que a visualização de modelos tridimensionais pode auxiliar no	Não	0	0%
	Sim	42	100%

**Tabela 7 - reflexão docente sobre a utilização de modelos didáticos no ensino-aprendizagem**

Nesta questão, dez dos quarenta e dois professores participantes evidenciaram positivamente as suas perceções relativamente à visualização de modelos tridimensionais considerando que auxiliam com sucesso o processo de ensino-aprendizagem da disciplina de desenho técnico.

Na questão onze “Explique a razão da sua resposta à pergunta anterior” Os oito participantes evidenciaram as suas perceções relativamente à visualização e afirmam várias vantagens da sua utilização em aula para desenvolver as competências dos alunos. Enuncio as principais respostas pelos professores participantes:

- O aluno que tem dificuldades consegue perceber melhor o que se está a representar, e extrai a suas dificuldades mais facilmente, conseguindo manifestar-se.
- Para a maioria dos alunos a perceção visual resulta melhor com modelos tridimensionais. Conseguem relacionar os modelos 3D com as projeções ortogonais.
- É benéfica para que os alunos se posicionem eles mesmos numa posição 3D tendo o objeto na mão
- Ajuda no entendimento do conceito de objetos no espaço e a representação das suas projeções ortogonais
- Se o aluno utilizar todos os meios disponíveis para conseguir ter melhor aprendizagem geralmente tem bons resultados.
- Tudo o que é visual e perceptível auxilia na aprendizagem.
- O que consigo visualizar é que quando utilizamos os modelos tridimensionais, envolve, facilita e capta mais os alunos quando fazem o desenho de projeções

Facilidade de compreensão e de explicar por parte do docente

- Pelo facto de o aluno normalmente não ter uma elasticidade de visualização que lhe permita ver a tridimensionalidade sem primeiro utilizar um objeto de apoio.
- A materialização dos objetos que pode ser abstrata para alguns alunos.
- Facilidade maior para os alunos perceberem o que é 3D
- Os alunos têm dificuldade em visualizar no espaço sem o recurso a auxílio externo.
- Facilitador da perceção e visualização espaciais, análise e interpretação de formas geométricas.

Variáveis	Categoria	Professores (N=42)	
		N	%
(12) A escola aonde leciona atualmente possui uma impressora 3D?	Não	15	36%
	Sim	23	55%
	Sem resposta	4	10%
(13) Se a resposta à pergunta anterior for positiva, pode utiliza-la para imprimir os modelos didáticos tridimensionais?	Não	6	14%
	Sim	19	45%
	Sem resposta	17	40%
(14) Imprime os modelos didáticos tridimensionais que utiliza nas suas aulas?	Não	25	60%
	Sim	9	21%
	Sem resposta	8	19%

**Tabela 8 Recursos disponíveis nas diversas escolas como suporte há aprendizagem**

Nas questões da tabela cinco sobre os recursos disponíveis na escola onde lecionam, e num mundo em que a evolução tecnológica marca o quotidiano das sociedades e o acesso às tecnologias está cada vez mais facilitado, verifica-se que apenas 23% dos professores participantes possui no seu ambiente escolar uma impressora 3D e a 45% é permitido imprimir os seus modelos didáticos tridimensionais, mas apenas 21% o faz.

Variáveis	Categoria	Professores (N=42)	
		N	%
(15) Tem conhecimento se o jogo pentaminó contribui para o desenvolvimento da rotação mental e da visualização mental?	Não	34	81%
	Sim	7	17%
	Sem resposta	1	2%
(16) Se a resposta à questão anterior for positiva: Já recorreu a eles nas suas aulas?	Não	11	79%
	Sim	3	21%
(17) Indique o número de vezes em que os utilizou (anual).	1 a 2	4	10%
	3 a 4	3	7%
	5 a 6	0	
	>7	0	

(18) Recomenda a sua utilização?	Sem resposta	35	83%
	Não	13	31%
	Sim	18	43%
	Sem resposta	11	26%

**Tabela 9 Utilização do jogo Pentaminó como auxiliar no ensino aprendizagem de desenho técnico**

No que respeita à utilização de materiais manipuláveis na realização de tarefas a generalidade dos professores participantes, 81%, desconhece o seu contributo no ensino aprendizagem da disciplina, três inquiridos utilizaram o jogo em sala de aula três a quatro vezes numa escala anual e quatro entre uma a duas vezes. Apesar da pouca aderência verificou-se que 43% recomenda-o no processo ensino aprendizagem.

### 2.15.2 Questionários aos alunos

Variável	Categoria	Alunos (N=22)	
		N	%
(1) Com que facilidade conseguiu construir a primeira figura?	1	1	4%
	2		
	3		
	4	6	0%
	5	14	61%
	Sem resposta	7	32%
(2) Com que facilidade conseguiu construir o cubo?	1		
	2	3	14%
	3		0%
	5	12	55%
	Sem resposta	7	32%
(3) Durante a realização dos exercícios tem por hábito imaginar a movimentação do objeto na realidade?	Não	2	9%
	Sim	13	59%
	Sem resposta	7	32%
(4) Tem por hábito recorrer a desenhos em perspectiva como auxiliar na execução dos exercícios da disciplina?	Não	9	41%
	Sim	6	27%
	Sem resposta	7	32%
(5) Se sim, com que facilidade consegue visualizar espacialmente os objetos nas operações propostas?	1	2	9%
	2	2	9%
	3	6	27%
	4	4	18%
	5	1	5%
	Sem resposta	7	32%
(6) Considera vantajoso ter realizado o trabalho em conjunto?	Não	6	27%
	Sim	9	41%
	Sem resposta	7	32%
(7) Considera que a visualização de modelos tridimensionais pode auxiliar no processo de ensino-aprendizagem da disciplina?	Não	1	5%
	Sim	14	64%
	Sem resposta	7	32%
(8) Agora, após o exercício, sente mais facilidade em construir um raciocínio abstrato e imaginar os exercícios propostos?	Não	2	9%
	Sim	13	59%
	Sem resposta	7	32%

**Tabela 10** Respostas ao inquérito dos alunos sobre atividade com o jogo Pentaminó bidimensional e tridimensional

As respostas da tabela sete sobre a atividade com o jogo Pentaminó cujo objetivo era pôr em ação e desenvolver as suas competências abstratas, foi realizada antes da execução das atividades correspondentes à UFCD. A atividade permitiu que os alunos, na primeira fase preenchessem uma grelha e na segunda fase manipulassem os diferentes pentaminó e, a partir daí, construíssem figuras distintas, sendo também possível avaliar o nível dos alunos anterior ao início da experiência de ensino. As atividades permitiram verificar a evolução do pensamento abstrato dos alunos, como demonstram as respostas. A salientar que sete alunos da turma não têm frequentado as aulas. Ainda assim, estas tarefas envolveram uma variedade de representações, nomeadamente a manipulação de representações tridimensionais e de representações

bidimensionais. Nesta tabela estão presentes a reflexão sobre as atividades que envolveram, ou não, a manipulação tátil de modelos assim como a reflexão averiguadora das dificuldades dos alunos ao longo das atividades e as potencialidades dos materiais utilizados (13%). Pode-se concluir que as atividades que envolvam a manipulação tátil de materiais para a aprendizagem dos conteúdos da disciplina de desenho técnico devem iniciar-se sempre pelo nível concreto, onde os materiais manipuláveis são favoráveis, para em seguida dar-se continuidade às aprendizagens, progredindo para um nível mais abstrato.

A resposta à questão colocada sobre se os alunos aprendem de forma colaborativa verifica-se que os 41% alunos afirmam ser vantajoso.

Variável	Categoria	Alunos N=22	
		N	%
(1) Indique o seu grau de dificuldade na visualização dos objetos dos exercícios da aula, sem o auxílio de modelos didáticos tridimensionais.	1	1	5%
	2	8	36%
	3	5	23%
	4	2	9%
	5	0	0%
	Sem resposta	6	27%
(2) Indique o seu grau de dificuldade na visualização dos objetos dos exercícios da aula, com o auxílio de modelos didáticos tridimensionais.	1	0	0%
	2	3	14%
	3	7	32%
	4	5	23%
	5	1	5%
	Sem resposta	6	27%
(3) Durante as aulas, teve facilidade em compreender os modelos didáticos tridimensionais apresentados?	Não	4	18%
	Sim	12	55%
	Sem resposta	6	27%
(4) Quão útil foram os materiais didáticos fornecidos em aula	1	0	0%
	2	0	0%
	3	4	18%
	4	6	27%
	5	6	27%
	Sem resposta	6	27%
(5) Considera que os modelos didáticos tridimensionais apresentados em aula, eram claros?	Não	1	5%
	Sim	15	68%
	Sem resposta	6	27%
(6) A manipulação tátil dos modelos didáticos tridimensionais facilitou a sua aprendizagem dos conteúdos?	Não	0	0%
	Sim	16	73%
	Sem resposta	6	27%
(7) Agora, ao realizar um exercício, sente mais facilidade em construir um raciocínio abstrato e imaginar as operações propostas?	Não	3	14%
	Sim	13	59%
	Sem resposta	6	27%

**Tabela 11 Respostas dos alunos sobre a utilização de modelos didáticos tridimensionais como recurso de suporte à aprendizagem**

A análise das respostas à variável sobre a visualização dos objetos para representação em aula mostra que, de uma maneira geral, os alunos tendem a manifestar percepções positivas sobre a utilização de modelos didáticos tridimensionais. Os resultados obtidos, apesar de terem diferentes percentagens, acabam por refletir uma análise única. O que se pode retirar das suas respostas é que o aluno na sua maioria (73%) acredita que a manipulação táctil dos modelos tridimensionais os auxilia na compreensão dos objetos que representam bidimensionalmente. Observa-se que entre os dois questionários o nível de pensamento geométrico evoluiu (59%) quando comparado com as aulas anteriores, não sendo manifestados da mesma forma por todos os alunos mas, nem todos apresentaram o mesmo nível de desempenho. As competências da UFCD foram sendo adquiridas à medida que os alunos criavam os seus projetos, em que tinham contacto com novos comandos e colocavam em prática novos conceitos computacionais.

Observou-se também uma evolução na autonomia dos alunos durante o decorrer das aulas (13%), e nos primeiros exercícios os alunos mostraram uma tendência de recorrer à professora em busca de informações que conduzissem a uma solução.

### 3. Conclusão

Entendo que um estudo deste tipo foi sempre um ganho quer para mim, professora da disciplina, mas espero, principalmente, para os alunos onde o estudo decorreu.

Um dos objetivos do estudo foi colmatar uma carência notória na capacidade de raciocínio espacial, ou seja, a capacidade de transferir o conhecimento para o papel pelos alunos e parte também pela identificação da existência de um vínculo profundo entre desenho e imaginação, dado que o desenho é a tradução visual de uma realidade exterior ou interior. Outro ponto importante é a constatação de que o raciocínio espacial pode ajudar os alunos ao longo da sua vida de modo prático o dia a dia.

Pela utilização de modelos de ensino tridimensionais como auxiliar para a compreensão do espaço e da forma, o desenho surgiu para o aluno como forma de comunicação e simulacro de novas realidades. Esta vivência permitiu compreender de uma maneira a abordagem didática e a metodologia empregue nas aulas exerceu uma influência significativa na compreensão dos estudantes e foi perceptível a abordagem se moldou ao entendimento do aluno, tornando o processo de ensino dinâmico.

Gardner afirmou que a inteligência académica não pode ser o fator decisivo para definir um aluno e que qualquer aluno pode, expeto em situações anómalas, desenvolver algum tipo de inteligência. A aplicação da sua teoria das inteligências múltiplas funcionou neste estudo como uma ferramenta que contribuiu consideravelmente para o processo de ensino-aprendizagem, visto que parte do pressuposto de que a abordagem de ensino do professor deve privilegiar as características pessoais dos alunos frente a um determinado conteúdo e potenciando não só o ensino de desenho técnico, mas o ensino de qualquer outra disciplina, pois o ensino pode e deve ser adaptado.

Segundo Armstrong (2001, p.96) “Reestruturar a sala de aula para criar áreas ou centros de atividade “favoráveis às inteligências” pode expandir imensamente os parâmetros para a exploração dos alunos em cada domínio. “

Uma das competências da Inteligência viso-espacial de Gardner é a imaginação. A imaginação é o suporte do pensamento racional que traz o conteúdo a

conhecer, sob a forma de representações construídas pela abstração e condensação dos conteúdos. Ela traduz e transporta o conteúdo em pensamento, pois só a imaginação representa, cria e evoca imagens. Sempre que a mente precisa de uma imagem a imaginação cria essa imagem mental. O desenho pode ser entendido como um modo profundamente original de por em imagem, portanto de imaginar. Não se deve separar o conceito de imaginação com o contexto da imagem, imaginar é um processo inerente à imagem ou o que a ela conduz, concretizando uma comunicação sobre as coisas que passa por as tornar visíveis ou de as converter ao plano visual.

Após a realização deste estudo estou confiante do quanto é importante a escola desenvolver o pensamento geométrico e visão espacial nos alunos. Sendo certo que todos possuem algum grau dessa capacidade, caberá à escola fazer com que seja trabalhada de modo a capacitar o aluno para utilizar, em primeiro nas aprendizagens escolares e posteriormente na sua vida profissional.

Apesar de julgar eficiente esta prática, os modelos didáticos devem ser adequados aos alunos a lecionar. Um método aceite como eficaz com uma turma pode não ser aceite para outra.

Um outro objetivo do estudo era conhecer as percepções dos alunos e professores sobre a aplicação das ferramentas STEAM na escola, no currículo e na sala de aula pois é algo visto pelos alunos com grande entusiasmo. Will Gompertz, em “Pense como um artista”, p. 60, 2015, diz:

“A paixão – ou o entusiasmo, se preferir – é o estímulo que nos faz querer saber mais. Ela fornece o impulso para a indagação atenta que gera o conhecimento, que por sua vez incita nossa imaginação a produzir ideias. Estas levam a experimentos que eventualmente resultam na concretização de um conceito. Esse é o percurso da criatividade.”

Para que os benefícios da disciplina de desenho técnico se estendam e reflitam ao longo da vida é necessário que se tenha em conta a motivação dos alunos, no mundo em que vivemos que está em constante evolução e mutação devemos ter e ensinar aos alunos a vontade de aprender sempre mais e atualizar as aprendizagens constantemente. Quase diariamente surgem novas ferramentas de trabalho que poderão ser de entusiasmo para alguns, mas pode para outros constituir uma desmotivação. Um dos obstáculos deste estudo deveu-se aos alunos, apesar de considerarem os recursos motivadores, a sua frequente utilização dissipou-se consoante se tornou recorrente em

aula a sua utilização. Para resolver optei por vezes apenas pela visualização em modelo digital.

Os docentes precisam de investir no processo de maiores experimentações, as hipóteses que temos ao nosso dispor deveriam ser mais exploradas e evidenciadas. Durante este estudo deparei-me com alguns professores com um pensamento crítico em relação à utilização e construção de modelos didáticos através da impressão tridimensional. O professor, ao mostrar-se recetivo para o aluno e adotar uma atitude positiva e confiante ao dar a matéria, de forma mais inovadora, certamente estará a estimular os alunos e irá contribuir para a promoção do sucesso escolar.

Segundo Sil (2004, p.95)

“...fazer participar, na condução da política educativa o professor constituirá não apenas um meio capaz de criar condições que permitam a inovação e a mudança, mas também a estabilidade que se pretende para o eficaz funcionamento técnico-pedagógico das escolas.”

A meu ver, o aproveitar melhor aquilo que existe é promover uma melhor organização e avaliação dos recursos disponíveis na escola, melhorando os recursos disponíveis aos professores e estimulando a participação e colaboração de alunos.

Considero que estes tipos de modelos didáticos devem ser utilizados como um ampliador da autonomia e da criatividade nos alunos, pressupostos desejáveis de uma educação de qualidade.

Entretanto, para que se consiga atingir tal objetivo é preciso que sejam utilizados sob um determinado fim e não durante todo o processo, de modo a expandir o desenvolvimento da imaginação e pensamento abstrato nos alunos.

No que diz respeito ao facto da profissão docente ser de carácter rotativo e a tomada de decisões sobre assuntos de carácter pedagógico, poder não ser desenvolvida nas UFCDS seguintes e as áreas de intervenção e o grau de autonomia que lhes é atribuído pode ser restrito. No entanto, nos cinco anos de ensino nesta escola, as minhas ideias foram sempre tidas em consideração.

Um dos objetivos deste estudo foi também perceber como o entendimento e intuição são capacidades distintas, como é possível que o entendimento dê unidade às representações numa intuição?

Apoiando me em Kant aqui é que é por meio da imaginação que o entendimento pode afetar a sensibilidade e dar unidade às representações dadas pela intuição sensível, uma vez que é a síntese figurativa, um produto da imaginação, que torna esse processo possível.

O problema de tentar definir a natureza do espaço e suas propriedades é para Kant tarefa importantíssima para sua filosofia. A busca pelo entendimento do espaço, isto é, a busca pela compreensão daquilo onde todas as outras coisas se localizam, é determinante para compreensão do conhecimento nos alunos.

Pela investigação em sala de aula foi possível pelo desenvolvimento e promoção de modelos didáticos tridimensionais realizar um ensino funcional que ajudou os alunos a atingir os resultados pretendidos. Pela descoberta da estratégia foi possível para evolução da sua aprendizagem nos alunos e fornecer ao investigador/professor um corpo de conhecimento e de indicadores objetivos e fundamentados para a gestão das estratégias pedagógicas para a percepção do desenho técnico.

Com base nos resultados alcançados é possível afirmar que os alunos sempre que possível e necessário devem ser encorajados a corrigir o desenho durante a sua execução e desencorajados a fazer repetições, com a exceção do realce de traçados prévios leves que se revelem principais, para tal foi aconselhado traçar inicialmente sem carregar, para depois a confirmar ou alterar as propriedades do traço que o mereçam.

Outro objetivo do estudo realizado com sucesso foi criar nos alunos o conceito de composição e reforçar que a sua indevida utilização pode comprometer o resultado final e que os elementos que compõem o desenho devem ser organizados e centrados, a fim de transmitir uma linguagem concisa e direta.

## 4. Bibliografia

Aguiar, Leonardo De Conti Dias. *Um processo para utilizar a tecnologia de impressão 3d na construção de instrumentos didáticos para o ensino de ciências*. 2016. 226F. dissertação (Mestrado em educação para ciência). Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Bauru, São Paulo, 2016.

Almeida, I. S. & Freire, T. (1997). *Metodologia da investigação em psicologia e educação (1ª EDIÇÃO)*. Coimbra: APPORT- Associação dos psicólogos portugueses.

Almeida, I.S., Antunes, A.M., Martins, T.B.O. & Primi, R. (1997). *Bateria de provas de raciocínio (bpr-5): apresentação e procedimentos na sua construção*. Actas do I Congresso luso-espanhol de psicologia da educação, 295-298.

Aristóteles. *Da alma (De Anima)*. Edições 70, Março de 2015

Aristóteles. *Física*. Edições 70. 2023.

Aristóteles. *Poética*. São Paulo, SP: Ars Poética, 1992.

Armstrong, T. *Inteligências Múltiplas na sala de aula*. 2ª ed., Trad. Maria Adriana Veríssimo Veronese. Porto Alegre: Artes Médicas, 1995.

Arnheim, Rudolf. *Art and visual perception, a psychology of the creative eye*. University of California press. 2004.

Artigas, V. *O Desenho IN LIRA, J. T. C. e ARTIGAS, R. Caminhos da Arquitetura*. São Paulo: Cosac Naify. 2004.

Asma, Stephen T. *The evolution of imagination*. The university of Chicago press, 2017.

Ausubel, D. P. *A aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel*. São Paulo: Moraes. 1982.

Ausubel, D. P. *Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva*. Lisboa: Editora Plátano. 2003.

Ausubel, D. P. Novak, J. D.; Hanesian, H. *Psicologia Educacional*. Rio de Janeiro: Interamericana. 1980.

Ausubel, D. P. *The psychology of meaningful verbal learning*. New York, Grune and Stratton. 1963.

- Bachelard, Gaston. *A poética do espaço* (2ª edição). Martins Fontes. 2008.
- Basniak, M. I. E Liziero, A. R. *A impressora 3d e novas perspectivas para o ensino: possibilidades permeadas pelo uso de materiais concretos*. Revista observatório, 3(4), P. 445–466. 2017.
- Baumgarten, Alexander Gottlieb. *Metaphysica*. Hildesheim, de: Georg Olms, 1963.
- Baumgarten, Alexander Gottlieb. *Theoretische ästhetik: Die grundlegenden abschnitte aus der "Aesthetica" (1750/58)*. Hamburg, DE: Felix Meiner, 1988.
- Berger, John. *Modos de ver*. Edições 70. 2006.
- Blikstein, Paulo. *Digital fabrication and 'making' in education: The democratization of invention*. Stanford: Stanford University. 2013.
- BOYER, Carl B. *História da Matemática* /Tradução: Elza F. Gomide. São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda, 1999.
- Brown, Collins, & Duguid. *Situated Cognition and the culture of learning*. *Educational Researcher*. Educational Researcher.1989.
- Clement, J. *Model based learning as a key research area for science education*. Journal of Science Education. 2000.
- Coutinho, C. P., & chaves, j. H. (2002). *O estudo de caso na investigação em tecnologia educativa em Portugal*. *Revista portuguesa de educação*, 15(001), (221–243). disponível em <http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/492> [acedido em 21- 12-2023]
- Crowley, M. L. (1987). *The Van Hiele Model of the Development of Geometric Thought*. *Teaching and Learning*. Yearbook. Virginia, USA: NCTM. 1987
- Cunha, Luiz veiga da. *Desenho Técnico*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian. 1997.
- DALE, E. *Métodos de enseñanza audiovisual*. México: Reverté, 1964
- Della Justina L.A.; Rippel J.L.; Barradas C.M.; Ferla M.R. *Modelos didáticos no ensino de Genética In: Seminário de extensão da Unioeste*, 3. Cascavel. Anais do Seminário de extensão da Unioeste. Cascavel; 2003. p.135-40.
- Descartes, R. *Meditações metafísicas*. São Paulo: Martins Fontes, 2000.

development and physiological foundations (pp. 199–222). New York: Academic Press.

Dewey, J. *The child and curriculum*. University of Chicago Press, Chicago, IL, 1902, reissued in 2000.

Dewey, J. *Democracia e Educação*. Trad. G. Rangel e A. Teixeira. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1979.

Dissessa, Andrea A. *Changing Minds: computers, learning, and literacy*. MIT Press, Cambridge, MA, 2001.

Ferrari, Márcio. *John Dewey, o pensador que pôs a prática em foco*. 2008. Disponível em: <https://novaescola.org.br/conteudo/1711/john-dewey-o-pensador-que-pos-a-pratica-em-foco>. acesso em: 21/12/2023.

Ferrarin, Alfredo. *Ensaio sobre Kant e a imaginação: histórias e funções de um conceito desabrigado*. Tradução de Josiane Guglielmi de Souza. Editora FINE: Porto Alegre, 2017.

Ferreira, C. A. (2007). *A avaliação no cotidiano da sala de aula*. Porto: Porto Editora.

Flaherty, M. *The validity of tests of visuo-spatial skills in cross-cultural studies*. The Irish Journal of Psychology 18(4):404-412. DOI:10.1080/03033910.1997.1010558160. 1997

Foucault, Michel. *As palavras e as coisas*. São Paulo: Martins Fontes, 1999.

Gardner, H. (2001). *Estructuras de la Mente: La Teoría de Las Inteligencias Múltiples*. Colombia: FCE.

Gelabert, Lino Cabezas (1999) *O ensino do desenho técnico*; Revista Galega do Ensino, nº 23.

Gelabert, Lino Cabezas (2003) – O ensino do desenho técnico – Lastro de tradição na era da informática. Boletim da APROGED (n.º 20 – março). Porto: APROGED, pp. 15-30.

Gompertz, Will de. *Piensa Como Un Artista*. TAURUS, novembro de 2015.

Haier, R. J., Karama, S., Leyba, L., & Jung, R. E. (2009). *Mri assessment of cortical thickness and functional activity changes in adolescent girls following three months of practice on a visual-spatial task*. BMC research notes, 2(1), 174. <https://bmcresearchnotes.biomedcentral.com/articles/10.1186/1756-0500-2-174>

Haier, R. J., Siegel, B. V., Maclachlan, a., soderling, E., Lottenberg, S., & Buchsbaum, M. S. (1992). Regional glucose metabolic changes After learning a complex visuospatial/motor task: a positron emission tomographic study. Brain research, 570(1), 134-143. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/000689939290573R?via%3Dihub>

Hall, Rupert; Hall, Marie Boas. *Unpublished scientific papers of Isaac Newton*. Cambridge: Cambridge University Press, 1978.

Hegel , *Fenomenologia do Espírito*. Página a Página,. 2022

Hellman, H. *Great feuds in science: ten of the liveliest disputes ever*. New York: John Wiley & Sons, inc., 1998.

Hilgard, J., Engelhardt, C. R., & Bartholow, B. D. (2013). *Individual differences in motives, preferences, and pathology in video games: The gaming attitudes, motives, and experiences scales (games)*. frontiers in psychology. 2013. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2013.00608/full>

Hoffer, A. *Geometry is more than proof. the mathematics teachers*, VOL 74, nº1, USA. 1981.

Hoffer, A. *Van Hiele - based research; Acquisition of mathematics concepts and processes*. New York: NY Academic Press. 1983.

Hume, D. *Tratado da natureza humana*. Trad. Déborah Danowski. São Paulo: Editora UNESP/Imprensa Oficial do estado. 2001.

Hume, David. *Investigação sobre o Entendimento Humano*. Edições 70. 2013

Johnson, Francis C. *The Design, Development, and Dissemination of Instructional Materials*. RELC Journal 3:1-2, 1-18. 1972.

Kant , Immanuel. *Crítica da Razão Pura*. Fundação Calouste Gulbenkian. 2008.

Kass, S. J., Ahlers, R. H., & Dugger, M. *Eliminating gender differences through practice in an applied visual space task*. Human Performance, 11, 337-349. doi:10.1207/s15327043hup1104\_3. 1998

Kinsbourne, M. *If sex differences in brain lateralization exist, they have not been discovered*. The Behavioral and Brain Sciences. . 1980.

Kosslyn, S. M. *A capacidade para trabalhar mentalmente com imagens; Em Sterneber. as capacidades intelectuais humanas: uma abordagem em processamento de informações*. Porto alegre: artes médicas. 1992.

Laville, C. J. *A construção do saber*, Editora UFMG.1999.

Leibniz, Gottfried Wilhelm. *Addition à l'explication du système nouveau touchant l'union de l'âme et du corps, envoyée à paris*. in: *philosophische schriften*, ed. holz, hans heinz. Darmstadt, de: wissenschaftliche buchgesellschaft, 1965.

Lindquist, Mary Montgomery; Shulte, Albert P. (org.). *Aprendendo e ensinando geometria*. Trad. Hygino H. Domingues. São Paulo: atual, 1994

Malebranche, Nicolas. *A busca da verdade*. Tradução de Plínio J. Smith. São Paulo: Discurso Editorial; Paulus, 2004.

Ahsan, M., Hasanuzzaman, M., Olabi, A. G., & Hashmi, S. *Review of the reliability and connectivity of wireless sensor technology*. 2014.

McGee, M. G. *Human spatial abilities: Psychometric studies and environmental, genetic, hormonal, and neurological influences*. *Psychological Bulletin*, 86, 889–918. 1979.

McGee, M.G. *Spatial abilities: the influence of genetic factors*. In M. Potegal (Ed.), *Spatial abilities* . 1982.

Merleau-Ponty, Maurice. *Fenomenologia da Percepção*. Martins Fontes. 1999.

Moul, Renato Araújo Torres de Melo; SILVA, Flávia Carolina Lins da. *A modelização em genética e biologia molecular: ensino de mitose com massa de modelar*. *Experiências em Ensino de Ciências*, v. 12, n. 2, p. 118-128, 2017.

Nahm, Milton C . *Genius and creativity: An essay in the history of ideas*. New york: Harper torchbooks.

Nasser, L.; Sant'anna, N. F. P. Geometria segundo a teoria de Van Hiele. 2ªED. Rio De Janeiro: IM/UFRJ. 2010.

Nérici, I. G. *Introdução à didática geral*. 16ª edição. São Paulo: Atlas, 1991

Nunan, David. *Language Teaching Methodology: A Textbook for Teachers*. Prentice Hall.1991

Nunes, João & Chaves, João. *Tecnologias digitais na educação superior: A Analítica da aprendizagem e a didática*. 2015.

Paixão, B. S. et al. *Utilização de modelos didáticos como facilitador no ensino de biologia celular*. Revista de Extensão da UNIVASF, Petrolina, v. 6, n. 1, p. 124-127, 2018.

Piaget, Jean. *O diálogo com a criança e o desenvolvimento do raciocínio*. São Paulo: Scipione. 1997.

Piaget, Jean. *O nascimento da inteligência na criança*. Rio de Janeiro: Zahar. 1975.

Platão. *A república*. Lisboa, pt: Fundação Calouste Gulbenkian. 1996.

Platão. Diálogos v: *O banquete; Mênon (ou da virtude); Timeu; Crítias*. tradução, textos complementares e notas: Edson bini. Bauru: Edipro, 2010.

Platão. *Timeu - Crítias*. Tradução do grego, introdução e notas: Rodolfo Lopes. Coimbra: Editora da universidade de Coimbra, 2011.

Quivy, Raymond and Luc van Campenhoudt. *Manual de investigação em ciências sociais*. Lisboa: Gradiva. 1998.

Sartre, Jean-Paul, *L'imaginaire: Psychologie phénoménologique de l'imagination*. Paris: Gallimard. 1940.

Sartre, Jean-Paul, *The imaginary: A phenomenological psychology of the imagination*. translated by Jonathan Webber, (London and New York: Routledge, 2004)

Sartre, Jean-Paul. *L'Existentialisme est un Humanisme*. Tradução de Rita Correia Guedes. Les Éditions Nagel.1970

Schmitz, E. *Fundamentos da Didática*. 7ª ed. São Leopoldo: Unisinos, 1993

- SCHMITZ, E. *Fundamentos da Didática*. São Leopoldo: UNISINOS, 1993.
- Shepard, R. N., & Metzler J. (1971). *Mental rotation of three-dimensional objects*. science, 171(3972), 701-703. DOI: 10.1126/SCIENCE.171.3972.7013
- Shepard, R.N. e Feng, C. (1972). *A chronometric study of mental paper folding*. *Cognitive Psychology*, 3, 228-243.
- Sil, V. (2004). *Alunos em Situação de Insucesso Escolar*. Instituto Piaget. Horizontes Pedagógicos.
- Sousa, A. (2009). *Investigação em educação*. Lisboa: Livros horizonte, Lda.
- Sousa, M. & Baptista, C. S., (2011). *Como Fazer Investigação, Dissertações, Tese e Relatórios Segundo Bolonha*. Pactor. 2011.
- Sternberg, R. *Psicologia cognitiva*, Tra. Maria Regina Borges Osório. Porto Alegre: Artmed, 2000, 494P.
- Temp, D.S; Santos, M.L.B. *Desenvolvimento e uso de um modelo didático para facilitar a correlação genótipo-fenótipo*. reiec, v. 8, n. 2, p. 13 –20, 2013.
- Templários, Agrupamento de escolas dos. *Projeto Educativo 2022-2025*. 2022.
- Templários, Agrupamento de escolas dos. *Regulamento dos Cursos Profissionais, Formação em Contexto de Trabalho e Prova de Aptidão Profissional*. 2022.
- Tortora, E.; Pirola, N. A. *O desenvolvimento de habilidades geométricas na educação infantil*. in: *seminário de investigação em educação matemática*, 23., 2012, Coimbra. Anais [...]. Coimbra: APM, 2012.
- Van Hiele, Pierre M. *Structure and insight*. Orlando, FLA.: Academic press, 1986.
- Vandenberg, S. G., & Kuse, A. R. *Mental rotations, a group test of three-dimensional spatial visualization*. *Perceptual and motor skills*, 47(2), 599-604. doi: 10.2466/pms.1978.47.2.599. 1978.
- Vyshedskiy, Andrey. *Evolution of Imagination*. LULU. 2015
- Walle, John A. Van. *O pensamento e os conceitos geométricos*. Em: walle, john a. van. *matemática no ensino fundamental: Formação de professores e aplicação em sala de aula*. São Paulo: Papyrus, 2009.

Weatherston, Martin. *Heidegger's interpretation of Kant: Categories, IMAGINATION, and Temporality*. Palgrave Macmillan, 2002.

Wiley, D. *Learning objects need instructional design theory*. IN ROSSET, A. (ED.). *The astd e-learning handbook: Best practices, strategies and case studies for an emerging field*. New york: Mcgraw hill.2002.

Wilson, J. R., DeFries, J. C., McClearn, G. E., Vandenberg, S. G., Johnson, R. C., & Rashad, M. N. *Cognitive abilities: use of family data as a control to assess sex and age differences in two ethnic groups*. *International Journal of Aging and Human Development*, 6(3), 261-276. doi: 10.2190/BBJP-XKUG-C6EW-KYB7. 1975.

Wolff, C. *Psicologia empírica. prefácio e prolegômenos*. Trad. Márcio Suzuki. São Paulo: Editora Clandestina. 2018.

## **5. Legislação**

Ministério da Educação e Trabalho, Solidariedade e Segurança Social. (2018). “Portaria n.º 235-A/2018”. Diário da República n.º 162/2018, 1º Suplemento, Série I de 2018-08-23, páginas 2 – 17. <https://diariodarepublica.pt/dr/detalhe/portaria/235-a-2018-116154369>

## **7. Anexos**

Formação Tecnológica				
Código <sup>1</sup>	Nº	UFCD obrigatórias	Horas	Pontos de crédito
6045	23	Tecnologia dos materiais - mecatrónica	25	2,25
6029	24	Tecnologia e montagem de circuitos eletrónicos	25	2,25
6075	25	Instalações elétricas - generalidades	25	2,25
6056	26	Automatismos eletromecânicos - contactores	25	2,25
6098	27	Desenho esquemático de circuitos elétricos	25	2,25
6059	28	Autómatos programáveis	25	2,25
6060	29	Autómatos programáveis - linguagens de programação	25	2,25
6071	30	Sensores e transdutores	25	2,25
6102	31	Desenho Assistido por Computador - conceitos gerais (CAD) - 2D	25	2,25
6104	32	Desenho assistido por Computador - aplicações 2D	25	2,25
6110	33	Maquinação convencional	25	2,25
6111	34	Processos e técnicas de ligação	25	2,25
6112	35	Processos de fabrico - mecatrónica	25	2,25
6100	36	Desenho técnico - perspetivas	25	2,25
6101	37	Desenho técnico - cotagem	25	2,25
6115	38	Robótica - programação de manipuladores industriais	25	2,25
6117	39	Tecnologia CNC	25	2,25
6118	40	Programação CNC - fresa	25	2,25
6119	41	Programação CNC - torno	25	2,25
6105	42	Programação Assistida por Computador (CAM) - 2D	25	2,25
<b>Total da carga horária e de pontos de crédito:</b>			<b>1050</b>	<b>94,50</b>

## Anexo 1 - Referencial de formação

## 1. Referencial de Formação Global

### Formação Sociocultural

#### Português e PLNM

Código	Disciplina	Horas	Aprendizagens Essenciais	Programa
DACP0010S20	Português	320	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
DACP00A1S00	Português Língua Não Materna (PLNM) - Nível Iniciação/A1		<input type="checkbox"/>	
DACP00A2S00	Português Língua Não Materna (PLNM) - Nível Iniciação/A2		<input type="checkbox"/>	
DACP00B1S00	Português Língua Não Materna (PLNM) - Nível Intermédio/B1		<input type="checkbox"/>	
DACP0PL1S00	Língua Gestual Portuguesa (PL1)			<input type="checkbox"/>
DACP0PL2S00	Português Língua Segunda (PL2) para Alunos Surdos			<input type="checkbox"/>

#### Língua Estrangeira I, II ou III

Código	Disciplina	Horas	Aprendizagens Essenciais	Programa
DACP0LE001S00	LE I - Inglês - Nível de continuação	220	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
DACP0LE002S00	LE II - Inglês - Nível de continuação	220	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
DACP0LE003S00	LE III - Inglês - Nível de iniciação	220	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
DACP0LE004S00	LE I - Francês - Nível de continuação	220	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
DACP0LE005S00	LE II - Francês - Nível de continuação	220	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
DACP0LE006S00	LE III - Francês - Nível de iniciação	220	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
DACP0LE007S00	LE I - Alemão - Nível de continuação	220	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
DACP0LE008S00	LE II - Alemão - Nível de continuação	220	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
DACP0LE009S00	LE III - Alemão - Nível de iniciação	220	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
DACP0LE010S00	LE I - Espanhol - Nível de continuação	220	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



Formação Sociocultural				
DACP0LE011S00	LE II - Espanhol - Nível de continuação	220	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
DACP0LE012S00	LE III - Espanhol - Nível de iniciação	220	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
DACP0LE013S00	LE II - Inglês - Nível de iniciação	220	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
DACP0LE014S00	LE II - Francês - Nível de iniciação	220	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
DACP0LE015S00	LE II - Alemão - Nível de iniciação	220	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
DACP0LE016S00	LE II - Espanhol - Nível de iniciação	220	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Notas:</b> O aluno escolhe uma língua estrangeira. Se tiver estudado apenas uma língua estrangeira no ensino básico, iniciará obrigatoriamente uma segunda língua no ensino secundário. Nos programas de Iniciação adotam-se apenas os seis primeiros módulos do respectivo Programa.				
Área de Integração				
Código	Disciplina	Horas	Aprendizagens Essenciais	Programa
DACP0011S00	Área de Integração	220	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Notas:</b> Cada módulo deve ser constituído por três Temas-problema, um de cada Área				
Educação Física				
Código	Disciplina	Horas	Aprendizagens Essenciais	Programa
DACP0013S00	Educação Física	140	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
TIC ou Oferta de Escola				
Código	Disciplina	Horas	Aprendizagens Essenciais	Programa
DACP0012S00	Tecnologias da Informação e Comunicação	100	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
DACP0038000	Oferta de Escola	100		
Cidadania e Desenvolvimento				
Cidadania e Desenvolvimento				
Código	Disciplina	Horas	Aprendizagens Essenciais	Programa



Cidadania e Desenvolvimento				
DACP0081000	Cidadania e Desenvolvimento			
Formação Científica				
Física e Química				
Código	Disciplina	Horas	Aprendizagens Essenciais	Programa
DACP0028C30	Física e Química	200	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Matemática				
Código	Disciplina	Horas	Aprendizagens Essenciais	Programa
DACP0032C30	Matemática	300	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Educação Moral e Religiosa				
Educação Moral e Religiosa				
Código	Disciplina	Horas	Aprendizagens Essenciais	Programa
DACP0151000	Educação Moral e Religiosa	81		
<b>Total de Pontos de Crédito das Componentes de Formação Sociocultural e de Formação Científica: 70</b>				

## Anexo 2 - Referencial de Formação Global



<b>Objetivos</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Reconhecer o desenho técnico como linguagem normalizada de representação e comunicação.</li> <li>2. Diferenciar os vários tipos de desenho técnico.</li> <li>3. Reconhecer as vantagens da normalização no desenho técnico.</li> <li>4. Identificar as principais normas de desenho técnico.</li> <li>5. Identificar os meios necessários à representação gráfica.</li> <li>6. Aplicar os principais tipos, fases, meios e técnicas de realização de um desenho de construções mecânicas.</li> <li>7. Interpretar as normas e as recomendações técnicas específicas aplicáveis à execução de desenhos técnicos.</li> <li>8. Aplicar os diferentes métodos construtivos dos elementos geométricos fundamentais.</li> <li>9. Interpretar conceitos, princípios, métodos e procedimentos da dupla representação ortogonal.</li> <li>10. Definir e utilizar corretamente os meios e os materiais necessários à execução de um desenho.</li> <li>11. Definir e colocar corretamente um conjunto de cotas para que a peça fique perfeitamente definida.</li> <li>12. Realizar experiências e apresentar os resultados com rigor.</li> <li>13. Manifestar capacidade de comunicação e de trabalho em equipa.</li> </ol>
------------------	--

**Conteúdos**

1. Generalidades e normalização:
  - 1.1. Conceitos de desenho técnico.
  - 1.2. Normalização
  - 1.3. Normas portuguesas.
2. Desenho de projeções ortogonais:
  - 2.1. Método europeu.
  - 2.2. Cotagem.
  - 2.3. Indicações dos estados de acabamento das superfícies.
3. Cotagem:
  - 3.1. Princípios da cotagem.
  - 3.2. Cotagem nominal.
  - 3.3. Cotagem funcional.

<b>6115</b>	<b>Robótica - programação de manipuladores industriais</b>	25 horas
<b>Objetivos</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Com base na utilização de manipuladores industriais, tem-se como objetivo efetuar a programação dos mesmos, de modo a implementar o projeto de sistemas automatizados, passando pelas fases de conceção, programação, implementação, manutenção e exploração, pelo que deverá o aluno atingir os seguintes objetivos:                     <ol style="list-style-type: none"> <li>1.1. Interpretar a programação de um manipulador industrial.</li> <li>1.2. Executar a programação de manipuladores industriais.</li> </ol> </li> </ol>	

**Anexo 3 - Desenvolvimento das unidades de formação de curta duração**

5 — A articulação das aprendizagens nas diferentes componentes de formação, disciplinas e UFCD é assegurada pelo diretor de curso, designado pelo órgão de administração e gestão da escola, ouvido o conselho pedagógico, preferencialmente de entre os docentes profissionalizados que lecionam as UFCD da componente de formação tecnológica, competindo-lhe, sem prejuízo de outras competências definidas em regulamento interno ou delegadas:

- a) Assegurar a articulação pedagógica entre as diferentes componentes de formação, disciplinas e UFCD;
- b) Organizar e coordenar as atividades a desenvolver no âmbito da componente de formação tecnológica;
- c) Participar nas reuniões do conselho de turma, no âmbito das suas funções;
- d) Intervir no âmbito da orientação e acompanhamento da PAP, nos termos previstos na presente portaria;
- e) Assegurar a articulação entre a escola e as entidades de acolhimento da FCT, identificando-as, selecionando-as, preparando protocolos, participando na elaboração do plano de trabalho e dos contratos de formação, procedendo à distribuição dos alunos por aquelas entidades e coordenando o acompanhamento dos mesmos, em estreita relação com o orientador da FCT e o tutor responsáveis pelo acompanhamento dos alunos na FCT;
- f) Assegurar a articulação com os serviços com competência em matéria de apoio socioeducativo;
- g) Coordenar o acompanhamento e a avaliação do curso.

6 — Assumem especial relevância no planeamento curricular os intervenientes diretamente envolvidos no processo de ensino, aprendizagem e avaliação, designadamente o diretor de turma, competindo-lhe, entre outras matérias, promover:

- a) A adequação do currículo e das ações estratégicas de ensino às características específicas da turma ou grupo de alunos, tomando decisões relativas à consolidação, aprofundamento e enriquecimento das Aprendizagens Essenciais e demais documentos curriculares;
- b) O desenvolvimento de trabalho interdisciplinar e de articulação curricular, sustentado em práticas de planeamento conjunto de estratégias de ensino e de aprendizagem, incluindo os procedimentos, técnicas e instrumentos e de avaliação.

7 — No desenvolvimento do previsto no n.º 4 devem ser privilegiadas dinâmicas de trabalho pedagógico de natureza interdisciplinar e de articulação disciplinar, concretizadas numa ação educativa que, nos termos previstos no n.º 3 do artigo 21.º do Decreto-Lei n.º 55/2018, de 6 de julho, vise, entre outras, garantir:

- a) Uma atuação preventiva que permita antecipar e prevenir o insucesso e o abandono escolares;
- b) A implementação das medidas multinível, universais, seletivas e adicionais, que se revelem ajustadas à aprendizagem e inclusão dos alunos;
- c) A rentabilização eficiente dos recursos e oportunidades existentes na escola e na comunidade;
- d) A adequação, diversidade e complementaridade das estratégias de ensino e aprendizagem, bem como a produção de informação descritiva sobre os desempenhos dos alunos;

e) A regularidade da monitorização, avaliando a intencionalidade e o impacto das estratégias e medidas adotadas.

## SECÇÃO II

### Avaliação das aprendizagens

#### SUBSECÇÃO I

##### Processo de avaliação

#### Artigo 20.º

##### Objeto da avaliação

1 — A avaliação incide sobre as aprendizagens desenvolvidas pelos alunos, tendo por referência os documentos curriculares e, quando aplicável, as Aprendizagens Essenciais, que constituem orientação curricular de base, com especial enfoque nas áreas de competências inscritas no Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória, bem como nos conhecimentos, aptidões e atitudes identificados no perfil profissional associado à respetiva qualificação.

2 — A avaliação assume caráter contínuo e sistemático, ao serviço das aprendizagens, e fornece ao professor ou formador, ao aluno, aos pais ou encarregados de educação e aos restantes intervenientes, informação sobre o desenvolvimento do trabalho, a qualidade das aprendizagens realizadas e os percursos para a sua melhoria.

3 — As informações obtidas em resultado da avaliação permitem ainda a revisão do processo de ensino e de aprendizagem.

4 — A avaliação certifica as aprendizagens realizadas, nomeadamente os saberes adquiridos, as capacidades e atitudes desenvolvidas no âmbito das áreas de competência inscritas no Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória, bem como os conhecimentos, aptidões e atitudes identificados no perfil profissional associado à respetiva qualificação.

#### Artigo 21.º

##### Intervenientes e competências no processo de avaliação

1 — No processo de avaliação das aprendizagens são intervenientes, para além dos constantes no artigo 19.º, o orientador da PAPE os membros do júri da PAP.

2 — Podem ainda participar no processo de avaliação outros elementos que intervenham no processo formativo do aluno.

3 — Aos professores, formadores e outros profissionais intervenientes no processo de avaliação compete, designadamente através da modalidade de avaliação formativa, e em harmonia com as orientações definidas pelos órgãos com competências no domínio pedagógico-didático:

- a) Adotar medidas que visam contribuir para as aprendizagens de todos os alunos;
- b) Fornecer informação aos alunos, pais ou encarregados de educação sobre o desenvolvimento das aprendizagens;
- c) Reajustar as práticas educativas orientando-as para a promoção do sucesso educativo.

4 — O acompanhamento e a avaliação das aprendizagens são da responsabilidade do conselho de turma, sob proposta dos professores e formadores de cada componente

## Anexo 4 Avaliação das aprendizagens

4342-(10)

Diário da República, 1.ª série — N.º 162 — 23 de agosto de 2018

de formação, disciplina, módulos, e UFCD, bem como do órgão de administração e gestão e dos órgãos de coordenação e supervisão pedagógica da escola.

5 — Compete ao órgão de administração e gestão, com base em dados regulares da avaliação das aprendizagens e noutros elementos apresentados pelo diretor de turma, bem como pela equipa multidisciplinar prevista no Decreto-Lei n.º 54/2018, de 6 de julho, mobilizar e coordenar os recursos educativos existentes, com vista a desencadear respostas adequadas às necessidades dos alunos.

6 — As respostas às necessidades dos alunos, enquanto medidas de promoção do sucesso educativo, devem ser pedagogicamente alinhadas com evidências do desempenho, assumindo, sempre que aplicável, um caráter transitório.

7 — O órgão de administração e gestão deve ainda garantir o acesso à informação e assegurar as condições de participação dos alunos e dos pais ou encarregados de educação, dos professores e formadores e de outros profissionais intervenientes no processo, nos termos definidos no regulamento interno.

#### Artigo 22.º

##### Critérios de avaliação

1 — Até ao início do ano letivo, o conselho pedagógico da escola, enquanto órgão regulador do processo de avaliação das aprendizagens, define, no âmbito das prioridades e opções curriculares, e sob proposta dos departamentos curriculares, os critérios de avaliação tendo em conta, designadamente:

- a) O Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória;
- b) As Aprendizagens Essenciais, quando aplicável;
- c) Os perfis profissionais e referenciais de formação associados às respetivas qualificações constantes no CNQ;
- d) Os demais documentos curriculares respeitantes a cada curso profissional, visando, quando aplicável, a consolidação, aprofundamento e enriquecimento das Aprendizagens Essenciais.

2 — Nos critérios de avaliação deve ser enunciado um perfil de aprendizagens específicas no âmbito de cada componente de formação, integrando descritores de desempenho, em consonância com o disposto no número anterior.

3 — Os critérios de avaliação devem traduzir a importância relativa que cada um dos domínios e temas assume nas Aprendizagens Essenciais, quando aplicável, e nos demais documentos curriculares, designadamente no que respeita à valorização da competência da oralidade e à dimensão prática e ou experimental das aprendizagens a desenvolver.

4 — Os critérios de avaliação constituem referenciais comuns na escola para cada curso profissional, sendo operacionalizados pelo conselho de turma.

5 — O órgão de administração e gestão deve garantir a divulgação dos critérios de avaliação junto dos diversos intervenientes, em especial dos alunos e dos pais ou encarregados de educação.

#### Artigo 23.º

##### Registo, tratamento e análise da informação

1 — As informações relativas a cada aluno decorrentes das diferentes modalidades de avaliação devem ser objeto de registo, nos termos a definir pelos órgãos de administração e gestão e de coordenação e supervisão pedagógica da escola.

2 — Cabe ao diretor definir os procedimentos adequados para assegurar a circulação, em tempo útil, da informação relativa aos resultados e desempenhos escolares, a fim de garantir as condições necessárias para que os encarregados de educação e os alunos possam participar na melhoria das aprendizagens.

3 — A partir da informação individual sobre o desempenho dos alunos e da informação agregada, nomeadamente dos relatórios com resultados e outros dados relevantes ao nível da turma e da escola, os professores e formadores e os demais intervenientes no processo de ensino e aprendizagem devem implementar rotinas de avaliação sobre as suas práticas pedagógicas com vista à consolidação ou reajustamento de estratégias que conduzam à melhoria das aprendizagens.

4 — A análise a que se refere o número anterior deve ter em conta os indicadores considerados relevantes, designadamente as taxas de retenção e desistência, progressão e conclusão, numa lógica de melhoria de prestação do serviço educativo.

5 — No processo de análise da informação devem valorizar-se abordagens de complementaridade entre os dados da avaliação interna e os gerados pela avaliação externa, nomeadamente os decorrentes da PAP, visando uma leitura abrangente do percurso de aprendizagem do aluno, designadamente no contexto específico da escola.

6 — Do resultado da análise devem decorrer processos de planificação das atividades curriculares e extracurriculares que, sustentados pelos dados disponíveis, visem melhorar a qualidade das aprendizagens, combater o abandono escolar e promover o sucesso educativo.

7 — Os resultados do processo mencionado nos n.ºs 3, 4 e 5 são disponibilizados à comunidade escolar pelos meios considerados adequados.

#### SUBSECÇÃO II

##### Avaliação interna e externa

#### Artigo 24.º

##### Avaliação interna

1 — A avaliação interna das aprendizagens compreende, de acordo com a finalidade que preside à recolha de informação, as modalidades formativa e sumativa.

2 — A avaliação interna das aprendizagens é da responsabilidade dos professores, formadores e dos órgãos de administração e gestão e de coordenação e supervisão pedagógica da escola.

3 — Na avaliação interna são envolvidos os alunos, privilegiando-se um processo de autorregulação das suas aprendizagens.

4 — O tutor intervém também na avaliação interna das aprendizagens, no âmbito da FCT.

#### Artigo 25.º

##### Avaliação formativa

1 — A avaliação formativa, enquanto principal modalidade de avaliação, integra o processo de ensino e de aprendizagem fundamentando o seu desenvolvimento.

2 — Os procedimentos a adotar no âmbito desta modalidade de avaliação devem privilegiar:

- a) A regulação do ensino e das aprendizagens, através da recolha de informação que permita conhecer a forma como

## Anexo 5 Critérios de avaliação

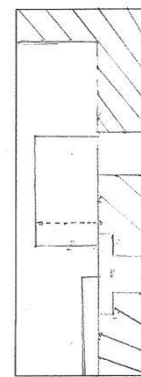
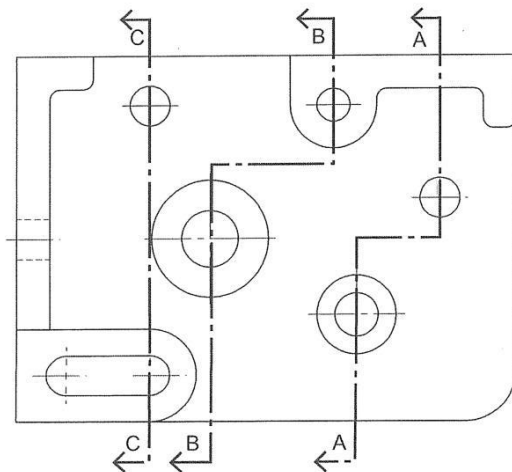
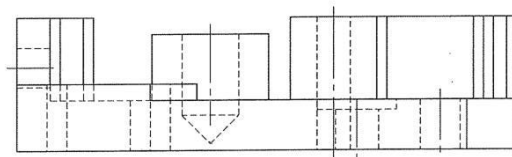


Exercício Cortes nº 001

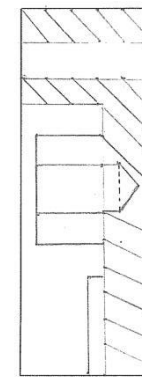
2023-2024

Represente os 3 cortes nas projeções ortogonais esquerdas.

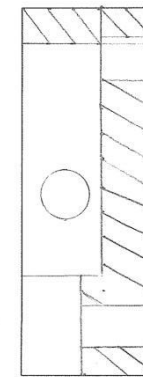
Nome: Daniel Abreu



A-A

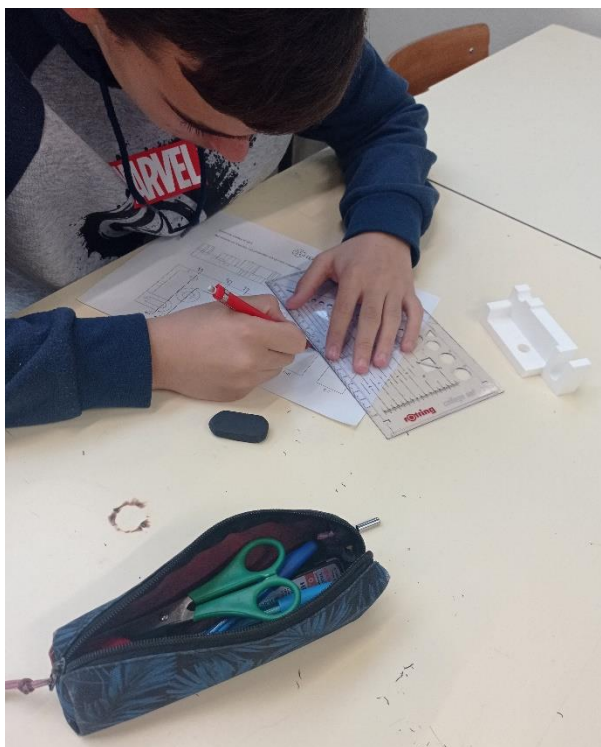
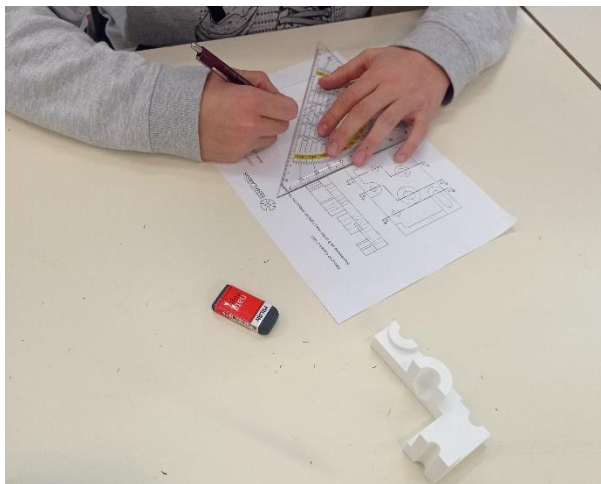


B-B



C-C

**Anexo 6 Exercício de cortes e seções resolvido por um aluno**



**Anexo 7 Alunos a executar exercício de cortes e secções novembro 2023**

---