

# VEICULAR CONCEITOS MATEMÁTICOS EM ESTUDANTES CEGOS NO ENSINO SUPERIOR POLITÉCNICO: PERTINÊNCIA DA UTILIZAÇÃO DO MULTIPLANO

Relatório de dissertação

Carla João da Silva COSTA

Trabalho realizado sob a orientação de  
Jaime Emanuel Moreira Ribeiro, Escola Superior de Educação e Ciências Sociais, Escola  
Superior de Saúde, Instituto Politécnico de Leiria

Conceição Veloso Nogueira, CMAT, Escola Superior de Tecnologia e Gestão, Instituto  
Politécnico de Leiria

Leiria, março 2016

Mestrado em Comunicação Acessível

ESCOLA SUPERIOR DE EDUCAÇÃO E CIÊNCIAS SOCIAIS

INSTITUTO POLITÉCNICO DE LEIRIA

## AGRADECIMENTOS

*"Aqueles que passam por nós, não vão sós, não nos deixam sós. Deixam um pouco de si, levam um pouco de nós."* (Antoine de Saint-Exupéry, 2006<sup>1</sup>)

Ao meu Orientador Professor Jaime Ribeiro e Co-orientadora Conceição Nogueira agradeço a orientação, profissionalismo, paciência e apoio incondicionais que elevaram os meus conhecimentos e tornaram esta dissertação possível. A eles quero agradecer também todas as vezes que “me deram na cabeça” mas principalmente à amizade demonstrada. À Conceição, redobro os agradecimentos por não baixar os braços perante a vida, ser uma lutadora e a mulher fantástica que é.

Aos docentes do Mestrado em Comunicação Acessível estou grata por me terem permitido evoluir não só academicamente mas também como ser humano. Em especial às suas coordenadoras Professora Josélia Neves e Professora Carla Freire, por toda a disponibilidade e palavras de incentivo que sempre me transmitiram.

Ao Professor Aquilino Ribeiro pelo interesse demonstrado nesta investigação, desde o primeiro dia, pelo seu profissionalismo, disponibilidade e pelo ser humano que é.

Aos docentes do Departamento de Matemática da ESTG, agradeço toda a colaboração e disponibilidade que demonstraram ao longo

---

<sup>1</sup> Saint-Exupéry, A. (2006). *O Príncipezinho*. Lisboa: Editorial Presença

deste trabalho e que sem eles esta investigação não seria sequer possível.

O meu especial OBRIGADA aos estudantes que colaboraram comigo e que sem os quais esta dissertação não faria qualquer sentido. Mas mais do que um agradecimento à sua colaboração e disponibilidade sou grata pela alegria que me transmitiram pela grandiosidade presente em cada um deles, mas sobretudo pela forma maravilhosa com que encaram a vida.

Por fim aos meus amigos e familiares e em especial à minha Mãe, pelo apoio incondicional, incentivo, amizade e toda a paciência demonstrada que foram os incentivos necessários para superar os obstáculos que foram surgindo pelo caminho.

*“We talk a lot about the five Senses: Vision, Hearing, Smell, Taste and Touch. I would add one more...Imagination...”<sup>2</sup> (Wes Adamson, 2015)*

---

<sup>2</sup> Adamson, W. (2015). *Imagination By Moonlight: Living life boldly and successfully*. CreateSpace Independent Publishing Platform.

## RESUMO

Os processos de ensino e de aprendizagem de conceitos matemáticos a estudantes cegos no Ensino Superior, revestem-se de uma complexidade acrescida, advinda da incapacidade sensorial destes estudantes que lhes dificulta ou mesmo impossibilita percepção dos conceitos que se apoiam em representações visuais. Neste âmbito, pretendeu-se identificar alternativas possíveis para ultrapassar essas barreiras, avaliando a pertinência da utilização de produto de apoio, nomeadamente o Multiplano, para a transmissão de conceitos matemáticos transversais aos cursos de Engenharia do Ensino Superior Politécnico a estudantes cegos. O estudo pretendeu identificar as dificuldades sentidas pelos docentes e pelos estudantes cegos na transmissão e assimilação de conceitos matemáticos sobretudo de índole mais visual e gráfica. Pretendeu ainda identificar as estratégias utilizadas pelos docentes para a transmissão desses mesmos conceitos. O estudo aqui reproduzido, de abordagem qualitativa, configura-se num estudo de caso descritivo-exploratório, obtendo-se dados com recurso a questionários aos docentes do Departamento de Matemática (DMAT) da Escola Superior de Tecnologia e Gestão (ESTG) do Instituto Politécnico de Leiria (IPL) e a entrevistas aos três estudantes cegos da área da Engenharia que se encontravam a frequentar a Instituição e também a docentes que lhes lecionaram as Unidades Curriculares de Álgebra Linear, Análise Matemática e Estatística. Contou ainda com a realização de Observações Diretas, com a aplicação do Multiplano a conceitos matemáticos de índole mais gráfica culminado num grupo de discussão com as partes envolvidas. Da análise identificaram-se as estratégias e dificuldades sentidas tanto pelos docentes do DMAT da ESTG como pelos estudantes cegos na transmissão e assimilação de conceitos matemáticos com predominante representação gráfica. Sobressaiu ainda da análise que quando abordados sem recurso ao Multiplano, em geral os conceitos matemáticos foram transmitidos com sucesso aos estudantes cegos, apesar de em alguns casos com restrições e noutros terem sido excluídos devido à sua forte componente gráfica. O estudo evidencia a falta de ferramentas de apoio nesta área e a pertinência da aplicação do Multiplano a vários conceitos matemáticos de difícil abordagem devido à sua componente gráfica.

**Palavras chave:** Ensino Superior Politécnico, estudantes cegos, Matemática, Multiplano.

## ABSTRACT

The processes of teaching and learning mathematical concepts to blind students in higher education are of increased complexity, arising from sensory inability of these students which makes it difficult or even impossible the perception of the concepts that rely on visual representations. In this context, it was intended to identify possible alternatives to overcome these barriers, assessing the relevance of the use of technologies, in particular the Multiplane, for the transmission of mathematical concepts across the courses of higher Polytechnic engineering education to blind students. The study sought to identify the difficulties felt by the professors and by the blind students in the transmission and assimilation of mathematical concepts particularly of more visual and graphic nature. Also intended to identify the strategies used by professors for the transmission of these same concepts. The study here reproduced, has a qualitative approach, is a descriptive-exploratory case study, with data obtained through questionnaires to professors in the Math Department (DMAT) of the School of Technology and Management (ESTG) of the Polytechnic Institute of Leiria (IPL) and the interviews to three blind engineering students who were attending the institution and also the professors who taught them the course units of Linear Algebra, Mathematical Analysis and Statistic. It also counted with Direct Observations with the application of the Multiplane to mathematical concepts with graphic nature which culminated in a group discussion with the parties involved. The analysis identified the strategies and difficulties experienced by both parts, professors of DMAT ESTG and the blind students, in the transmission and assimilation of mathematical concepts with predominant graphical representation. Analysis stands out even when addressed without recourse to Multiplane, mathematical concepts in general were successfully transmitted to the blind students, although in some cases with restrictions and others were excluded because of its strong graphic component. The study highlights the lack of support tools in this area and the relevance of the application of Multiplane to the various mathematical concepts that are difficult to approach with this students due to its graphical component.

**Keywords:** Polytechnic Education, blind students, Mathematics, Multiplane.

# ÍNDICE GERAL

Agradecimentos .....	ii
Resumo.....	v
Abstract .....	vi
Índice Geral .....	vii
Índice de Gráficos.....	x
Índice de Quadros .....	xi
Índice de Tabelas.....	xi
Abreviaturas.....	xii
1. Introdução .....	1
2. Enquadramento teórico .....	3
2.1 Cegueira e suas limitações.....	3
2.2 Modelo Biopsicossocial – entendimento da pessoa com deficiência.....	4
2.3 Educação Inclusiva - um breve traçado .....	5
2.4 Escola Inclusiva - uma necessidade .....	8
2.5 Caso concreto do Instituto Politécnico do Leiria .....	9
2.6 A importância dos outros sentidos na substituição da visão .....	11
2.7 Braille - meio natural de leitura e escrita para cegos .....	12
2.8 Comunicar Matemática a estudantes cegos.....	13
2.9 Produtos de Apoio - um atenuar de barreiras.....	15
2.9.1 Tecnologias de Informação e Comunicação.....	15
2.9.2 Outros Instrumentos de apoio e materiais manipuláveis .....	18
2.9.3 Multiplano e a sua aplicabilidade no Ensino Superior .....	20
2.10 A ZDP no ensino e aprendizagem da Matemática e a função do Multiplano como mediador.....	22
3. Metodologia .....	25

3.1	Questões investigativas e objetivos.....	25
3.2	Estudo de caso .....	26
3.3	Instrumentos de Recolha de Dados .....	30
3.3.1	Questionários e Entrevistas: complementaridade .....	30
3.3.2	Questionário .....	32
3.3.3	Entrevista.....	34
3.3.4	Validação das entrevistas e questionários .....	35
3.3.4.1	Validação do questionário.....	36
3.3.4.2	Validação da entrevista .....	38
3.3.5	Observação Direta .....	38
3.3.5.1	Observação: a utilização do Multiplano.....	39
3.4	Análise de conteúdo .....	41
3.5	Caracterização dos participantes.....	45
3.6	Procedimentos éticos .....	46
3.7	Limitações do Estudo .....	46
4.	Apresentação e discussão de resultados .....	49
4.1	Apresentação de resultados dos questionários.....	49
4.2	Apresentação de resultados das entrevistas, observações e grupo de discussão .....	57
4.2.1	Categoria: Aquisição de informação dos estudantes cegos .....	57
4.2.2	Categoria: Aprendizagem da Matemática no percurso escolar dos estudantes cegos .....	58
4.2.3	Categoria: Materiais de apoio e estratégias pedagógicas na ESTG (IPL).....	60
4.2.4	Categoria: Ferramenta Multiplano .....	66
4.3	Discussão de resultados dos questionários, entrevistas, observações e grupo de discussão .....	74
5.	Conclusões.....	81
6.	Lista de referências .....	85
7.	Anexos e Apêndices .....	96

Anexo 1 – Rede de Escolas de Referência para a Educação de Alunos Cegos e com Baixa Visão.....	97
Anexo 2 – Como trabalhar com estudantes cegos e com baixa visão – SAPE.....	98
Anexo 3 – Seminário: Workshop- Introdução ao Multiplano.....	99
Anexo 4 – Imagens de máquina de Perkins, Estojos de desenho e Zy-Fuse.....	100
Anexo 5 – Plano Curricular cursos de Engenharia – ESTG –IPL.....	101
Anexo 6 – Análise de Conteúdo (Entrevistas e Grupo de Discussão) - WebQda.....	106
Apêndice 1 – Imagens do Multiplano.....	133
Apêndice 2 – Questionário Docentes DMAT – ESTG.....	134
Apêndice 3 – Tabela para validação das questões operacionais do questionário.....	140
Apêndice 4 – Planeamento para categorização das entrevistas.....	142
Entrevista para estudantes cegos (antes da aplicação do multiplano).....	142
Entrevista a estudante após a aplicação do multiplano a cada um dos exercícios (análise matemática e álgebra linear).....	143
Entrevista a docente após a aplicação do multiplano a cada um dos exercícios (análise matemática e álgebra linear).....	144
Entrevista a estudante após a aplicação do multiplano nas aulas de apoio de Estatística..	145
Entrevista a docente após a aplicação do multiplano do multiplano nas aulas de apoio de Estatística.....	146
Apêndice 5 - Exercícios aplicados nas Observações Diretas.....	148

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Uc's identificadas com uma forte componente visual .....	50
Gráfico 2 - Questão: Conceitos Matemáticos com representação gráfica, foram assimilados de forma equivalente à dos estudantes normovisuais? .....	51
Gráfico 3 - Questão referente à transmissão de conceitos matemáticos que requerem representação gráfica .....	52
Gráfico 4 - Estratégias adotadas .....	54
Gráfico 5 - Questão sobre o resultado das Ferramentas/Estratégias/Formação disponibilizadas pelo IPL.....	56
Gráfico 6 - Pertinência na utilização do Multiplano, para a transmissão de conhecimentos matemáticos a estudantes cegos.....	57
Gráfico 7 - Nível de satisfação do Multiplano para as Uc's analisadas segundo docentes e estudantes.....	73

## ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1- Classificação da Deficiência Visual adaptada da CID-10 (Classificação Internacional de Doenças) versão 2008 .....	3
Quadro 2 - Vantagens e desvantagens dos Questionários e das Entrevistas (adaptação baseada nas obras de Marconi e Lakatos (2003) e Gil (2008)).....	31
Quadro 3 - Categorias e Subcategorias para análise de conteúdo das entrevistas aplicadas aos estudantes cegos e docentes .....	43

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Nível de Satisfação dos estudantes e docentes, quanto à concretização dos formatos/recursos/materiais utilizados durante as aulas para o processo de ensino e aprendizagem nos exercícios propostos das UC's indicadas .....	61
---	----

## ABREVIATURAS

3D – Três Dimensões

ACAPO – Associação de Cegos e Amblíopes de Portugal

AVAs – Ambientes Virtuais de Aprendizagem

BAES – Biblioteca Aberta do Ensino Superior

CID – Classificação Internacional de Doenças

CIF – Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde

CRID – Centro de Recursos para a Inclusão Digital do IPL

DMAT – Departamento de Matemática

DSI – Direção Serviços Informáticos do IPL

ENDEF – Estratégia Nacional para a Deficiência 2011-2013

ESECS – Escola Superior de Ciências Sociais

ESTG – Escola Superior de Tecnologia e Gestão

GTAEDES – Grupo de Trabalho para o Apoio a Estudantes com Deficiência no Ensino Superior

INE – Instituto Nacional de Estatística

INR – Instituto Nacional para a Reabilitação

IPL – Instituto Politécnico de Leiria

NE – Necessidades Especiais

NEE - Necessidades Educativas Especiais

NCBYS – National Center For Blind Youth In Science

OMS – Organização Mundial da Saúde

ONU – Organização das Nações Unidas

SAPE – Serviço de Apoio ao Estudante do IPL

MEB- SEESP - Ministério da Educação Brasileiro - Secretaria de Educação Especial

SPC – Símbolos Pictográficos para a Comunicação

T3 – Talking Tátil Tablet

TIC – Tecnologias de Informação e Comunicação

UC – Unidade Curricular

UED – Unidade de Ensino à Distância do IPL

UDL – Universal Design for Learning

UNESCO – United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization

W3C – World Wide Web Consortium

ZDP – Zona de Desenvolvimento Proximal

# 1. INTRODUÇÃO

Os estudantes com deficiência visual deparam-se ao longo do seu percurso escolar com barreiras que condicionam o processo de ensino e aprendizagem nas diferentes áreas, mas com especial preponderância no que toca à Matemática. No ensino da Matemática a estudantes cegos é fundamental assegurar métodos de aprendizagem adequados às NEE destes estudantes, de modo a evitar a sua exclusão e discriminação de um sistema de ensino formatado para um estudante padrão. Estes estudantes são, por norma, uma minoria, cuja diversidade é necessário respeitar, através de uma política de educação inclusiva que deverá ser orientada para a aprendizagem de todos num único sistema de ensino.

A revisão teórica analisada no Capítulo 2 permite perceber o impacto que a ausência de visão tem na perceção de determinados conceitos matemáticos e da necessidade do recurso a ferramentas complementares para a compreensão de conceitos mais visuais. O enquadramento teórico clarifica ainda, que é sobretudo a existência ou não destas ferramentas que pode condicionar o processo de ensino e aprendizagem, induzir algumas modificações nos currículos e supressões nos conteúdos. Dá-se destaque ao recurso didático Multiplano, como uma ferramenta complementar potenciadora da inclusão, conforme proposto por Ferronato (2002), e que foi o objeto de análise ao longo da investigação, num contexto de Ensino Superior.

Torna-se evidente ao longo da revisão da literatura que a promoção de um Ensino Superior inclusivo, não é devidamente legislada e está essencialmente assente na política institucional e individual de cada entidade, na maioria das vezes ancorada na vontade própria de cada docente, sem formação específica e adequada a uma tarefa tão árdua e rigorosa que é muitas vezes negligenciada. Com esta investigação pretende-se problematizar este cenário, praticamente inexplorado a nível nacional, e contribuir para um esboço de um panorama que o minimize, sobretudo numa área tão peculiar como são os conceitos matemáticos com forte componente visual presentes na Matemática que são de difícil acesso a quem é desprovido da visão.

É neste panorama que surge o presente estudo de caso sobre metodologias de ensino e aprendizagem de conceitos matemáticos a estudantes cegos no Ensino Superior Politécnico, nomeadamente na ESTG-IPL. Com este estudo pretende-se perceber, através da triangulação de dados, a perspetiva dos docentes do DMAT e dos estudantes cegos acerca da viabilidade da

utilização de produtos de apoio e recursos manipuláveis, nomeadamente o Multiplano, como potenciador da inclusão no Ensino Superior. Concretamente, faz-se uma análise para se perceber se esta ferramenta poderá ser uma estratégia no auxílio ao ensino da Matemática, tanto para estudantes cegos como para os seus docentes, através do estudo da sua aplicabilidade prática a exercícios matemáticos concretos das UC's Álgebra Linear, Análise Matemática e Estatística<sup>3</sup>.

O Capítulo 3 é dedicado à explicação da metodologia adotada para dar resposta à questão investigativa. Face à especificidade do estudo foi assegurada a escolha criteriosa dos participantes e a utilização de técnicas e instrumentos de recolha de dados que aqui se procuraram justificar e se creem como as mais adequadas.

No Capítulo 4 remete-se à apresentação e discussão dos resultados obtidos através dos diferentes instrumentos: questionários, entrevistas, observações e grupo de discussão. A triangulação obtida pela confrontação dos dados recolhidos permitiu aferir e aprofundar os elementos investigados de modo a asseverar a validade e confiabilidade que se pretende para este tipo de estudo. Este capítulo encontra-se subdividido essencialmente pelas categorias definidas para a análise de conteúdo.

As conclusões principais são apresentadas no Capítulo 5 que encerra a dissertação. Este capítulo inclui ainda uma breve reflexão sobre as limitações associadas à investigação aqui descrita.

Com esta investigação espera-se que a ferramenta estudada seja discutida como uma das eventuais estratégias no auxílio, tanto aos estudantes cegos como aos seus docentes, na compreensão e ensino da matemática a nível do Ensino Superior. Ensino, que na área da acessibilidade e inclusão é demasiadas vezes descurado e deixado ao acaso, onde o acaso é um terreno que pode ser porventura minado para as partes envolvidas.

---

<sup>3</sup> UC's transversais aos cursos de licenciatura em Engenharias do Ensino Superior Politécnico.

## 2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO

Através deste enquadramento pretende-se aferir o estado da arte, assim como apresentar e explanar as linhas orientadoras que conduziram a investigação, sustentadas na revisão da literatura de diferentes autores de modo a elucidar o contexto a estudo.

### 2.1 CEGUEIRA E SUAS LIMITAÇÕES

A deficiência não é uma característica de apenas alguns indivíduos, todos em qualquer fase da vida poderão estar sujeitos temporária ou permanentemente a algum tipo de limitação física, motora, cognitiva ou sensorial, decorrente do envelhecimento biológico ou de alguma situação adquirida de origem patológica ou traumática.

Objetivando o tema a estudo, a deficiência visual pode caracterizar-se por um dano, parcial ou total do sistema visual e traduzir-se numa redução ou numa perda de capacidade das funções da visão, que de acordo com a OMS (2004, p. 61) são “funções sensoriais relacionadas com a percepção da presença de luz e da forma, tamanho, formato e cor do estímulo visual.” Para Laplane e Batista (2008) a deficiência visual engloba uma variedade de condições orgânicas e sensoriais que afetam o desempenho visual do indivíduo, desde alterações na acuidade visual até à ausência total da percepção de luz. De acordo com a OMS, a deficiência visual abrange genericamente dois grupos: a Cegueira e a Baixa Visão. Contudo a CID-10 versão 2008 acrescenta igualmente a Perda de Visão Indeterminada. Abaixo sintetiza-se esta informação no Quadro 1 onde a Baixa Visão compreende as categorias 1 e 2, Cegueira as categorias 3, 4 e 5 e Perda de Visão Indeterminada a categoria 9 (ACAPO, 2014; OMS, 2008).

Quadro 1- Classificação da Deficiência Visual adaptada da CID-10 (Classificação Internacional de Doenças) versão 2008

Classificação da deficiência visual		Acuidade visual com a melhor correção possível	
		Máximo inferior a:	Mínimo igual ou melhor que:
Baixa Visão	1	3/10 (0,3)	1/10 (0,1)
	2	1/10 (0,1)	1/20 (0,05)
Cegueira	3	1/20 (0,05)	1/50 (0,02)
	4	1/50 (0,02) Capacidade de contar dedos a 1 metro	Percepção de luz
	5	Sem percepção de luz	
	9	Indeterminada, não especificada	

Uma pessoa é considerada cega quando não possui potencial visual mas que pode, por vezes, ter uma percepção da luminosidade. Quanto à sua natureza, a cegueira divide-se em três tipos: congénita (surge até ao 1 ano de idade); precoce (entre o 1º e 3º ano de idade) e adquirida (após os 3 anos de idade). Quanto às causas podem ser caracterizadas por: traumatismo, doença, malformação ou deficiente nutrição (ACAPO, 2014; MEB- SEESP, 2006; OMS, 2004).

Considerando as consequências quanto à conceptualização do mundo nas duas situações extremas verifica-se que: na cegueira congénita a pessoa apenas possui uma representação intelectualizada do ambiente (isto é, fruto de uma construção mental e imaginativa); nos casos de cegueira adquirida, pelo conhecimento visual anterior à cegueira, a pessoa consegue identificar uma representação de um objeto ou de um ambiente por analogia (ACAPO, 2014). De uma forma resumida pode dizer-se que a capacidade de ver e de interpretar imagens visuais está indubitavelmente correlacionada à função cerebral passível de rececionar, descodificar, apurar, recolher e associar imagens a outras experiências passadas (MEB- SEESP, 2006).

Em Portugal, e dado que os Censos de 2011 não são claros quanto ao nível de deficiência, os números continuam a recolher-se a partir dos Censos de 2001. Estes, mais específicos nesta temática, assinalam a existência de 636 059 pessoas com deficiência, que correspondiam na altura a 6,1% da população portuguesa residente (INE, 2014). Dos Censos de 2011 resulta que cerca de 23% dos inquiridos assumem possuir algum tipo de dificuldade de visão<sup>4</sup>. A nível mundial, e apesar da dificuldade de precisão dos números, de acordo com dados de dezembro de 2014 da ONU, existiam 40 a 45 milhões de cegos no mundo.

## 2.2 MODELO BIOPSISSOCIAL – ENTENDIMENTO DA PESSOA COM DEFICIÊNCIA

É importante assegurar critérios, direitos e oportunidades que garantam às pessoas com deficiência a sua inclusão em todas as dimensões da vida em sociedade. Situação que exige rutura com preconceitos estabelecidos e mudança de mentalidades com o propósito de transformar e envolver a sociedade num assunto que é de todos. Com o intento de atingir este propósito, existem várias organizações que ao longo dos anos têm trabalhado normas, princípios e critérios ajustados às pessoas com deficiência, de modo a melhorar a sua autonomia e inclusão social.

---

<sup>4</sup> Incluindo o uso de óculos ou lentes de contacto

Neste âmbito, observa-se que desde 1975 que a OMS procurou estabelecer uma classificação das deficiências e incapacidades, culminando na Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde (CIF) que vigora desde 2004. Esta classificação segue as premissas do modelo biopsicossocial instituído pela OMS que passa a abranger uma visão holística do indivíduo, assente nas suas diferentes dimensões: biológica, psicológica e social. A CIF caracteriza o indivíduo não quanto à deficiência mas quanto ao seu nível de funcionalidade/incapacidade, que passam a ser concebidas como uma interação dinâmica entre os estados de saúde (doenças, perturbações, lesões, etc.) e os fatores contextuais (fatores ambientais e pessoais). A incapacidade deixa de ser um atributo da pessoa mas antes um conjunto complexo de condições que resulta da interação pessoa-meio (CIF, OMS, 2004; INR, 2014).

O conceito de igualdade, para Espadinha (2010), sai assim reforçado pela utilização deste modelo biopsicossocial de classificação. Pois, de acordo com esta autora, este modelo passa a abranger diversas áreas e tem como propósito oferecer igualdade de oportunidades a todos os cidadãos, não apenas em termos de saúde mas também nas restantes áreas sociais, não esquecendo a participação na vida ativa como a educação, o trabalho, a cultura e o entretenimento.

Também Sampaio e Luz (2009) consideram que o contexto (fator ambiental) reflete uma condicionante impactante sobre a forma como se percebe a deficiência. Para estes autores existe assim uma relação direta entre estes: restringir obstáculos ou barreiras no ambiente induz diretamente à limitação das incapacidades do indivíduo e que aliás, no caso de um deficiente visual, existem incapacidades que podem ser situacionais e até mediadas socialmente. Também Espadinha (2010) reforça que a diminuição das disparidades entre indivíduos cegos e normovisuais é reforçada quando são promovidas e incentivadas a criação de espaços físicos acessíveis a todos, mas também, e sobretudo, através da adaptação da informação em formatos acessíveis.

### 2.3 EDUCAÇÃO INCLUSIVA - UM BREVE TRAÇADO

O Estado, através do seu papel de providência, deve garantir os direitos das pessoas com deficiência. Ao longo da história muitas têm sido as mudanças ocorridas com o propósito de assegurar os direitos de todos os seres humanos, o que nas palavras de Espadinha (2010) se transpõe na existência de uma relação direta e condicionante entre a forma como a sociedade

valoriza as pessoas com deficiência, traduzida em direitos e criação de oportunidades para a sua participação em sociedade.

Neste âmbito, para Fontes (2009) a sociedade de igualdade e inclusão está apoiada num Estado ativo e promotor, que deverá desempenhar o papel central na garantia dos direitos de cidadania. Em Portugal o Estado-Providência surgiu após a Revolução de 1974 (Maia, 1997). Fontes (2009) afirma o reflexo direto e positivo que este operou nas políticas de deficiência desenvolvidas nas últimas décadas e, consecutivamente, nas vidas das pessoas com deficiência, apesar desta mudança não se ter realizado com a celeridade, enfoque e profundidade necessárias.

Contudo, o facto de a legislação existir, por si só, não é sinónimo de que esta seja cumprida. Apesar de a Constituição da República Portuguesa considerar no seu artigo 71.º o princípio constitucional da igualdade e da não discriminação, muito continua por fazer nesta área. As políticas de deficiência em Portugal, na maioria das vezes, têm-se revelado setoriais e geralmente desarticuladas, pautadas pela ausência de uma política global e agregadora. Muitas das necessidades destas pessoas continuam por satisfazer na medida em que, vêem a sua autonomia e direitos muitas vezes limitados por barreiras não só de ordem física, como também sociais e psicológicas (Fontes, 2009).

Especificamente, no caso do Direito à Educação, este passou a ser garantido para todas as pessoas na Declaração Universal dos Direitos Humanos de 1948. No seu artigo 26.º a educação passa a ser um direito de todos os seres humanos. Fortalecido em 1975, pelo nº 6 da Declaração dos Direitos das Pessoas com Deficiência onde se explicitou a educação como um dos seus direitos.

A Declaração de Salamanca de 1994, também ratificada pelo Estado Português, assume-se como um marco na defesa da Escola Inclusiva. Na mesma linha, a Organização das Nações Unidas -ONU, (2013) defende que a educação inclusiva é a melhor modalidade para cumprir a universalidade deste direito, e que cada Estado-Membro deverá criar condições e oportunidades para que as pessoas com deficiência prossigam o trajeto académico para além do ensino obrigatório, incluindo o Ensino Superior.

A legislação nacional assegura a educação de pessoas com deficiência através da adoção de medidas específicas necessárias para este fim, das quais se destaca o Decreto-Lei n.º 3/2008 de 7 de janeiro, que redefine os apoios especializados a prestar na educação pública não superior, particular e cooperativa. O artigo 24º deste decreto-lei especifica o ensino dos alunos

cegos ou com baixa visão, ao salvaguardar uma resposta educativa especializada em Escolas de Referência (ver Anexo 1 - Rede de Escolas de Referência). Defende também a formação especializada que deverá ser dada aos docentes em educação especial no domínio da visão e outros profissionais com competências para o ensino de Braille e de orientação e mobilidade. Refere ainda o dever de as escolas estarem apetrechadas com equipamentos informáticos e didáticos adequados. Contudo esta lei é um reflexo do que se aplica ao Ensino Pré-escolar, Básico e Secundário que não tem a continuidade desejada para o Ensino Superior.

Independentemente da educação para pessoas com deficiência estar prevista na legislação nacional, há todavia um hiato legal que negligencia a ligação/colaboração entre os especialistas das escolas abrangidas (Educação Pré-escolar, Ensinos Básico e Secundário do setor público) e as instituições de Ensino Superior. Aliás, apesar do ingresso de pessoas com deficiência no ensino superior ter aumentado ao longo dos anos (permitido pelo alargamento da escolaridade obrigatória, pela utilização das novas tecnologias de informação e de comunicação e ainda pelo regime de contingente especial de acesso ao Ensino Superior) a legislação portuguesa relativamente a esta temática apenas contempla as condições de acesso específico a estes estudantes no momento da candidatura e na atribuição de bolsas de estudo (Antunes & Faria, 2013; Espadinha, 2010). No entanto, é fundamental que paralelamente a estas medidas sejam asseguradas a estes estudantes formas de sucesso educativo em função das suas especificidades (Rodrigues, Fernandes, Mourão, Almeida, Soares & Veloso, 2007).

Perante esta problemática a Resolução do Conselho de Ministros nº97/2010, de 14 de dezembro criou a Estratégia Nacional para a Deficiência (ENDEF), para o período 2011-2013, em que o Estado Português se comprometeu a promover, proteger e garantir condições de vida dignas às pessoas com deficiência e incapacidade, com referências explícitas aos estudantes com NEE do Ensino Superior. Dos eixos de apoio fazem parte medidas destinadas ao Ensino Superior, que devem englobar, entre outras: ações de formação para estudantes, técnicos, docentes e não docentes e recomendações para a inclusão das questões do *design* universal aplicado também a estas instituições de ensino.

Neste âmbito, Antunes e Faria (2013) salientam que cabe então a cada instituição definir os seus regulamentos internos. Com o intuito de facilitar este processo de inclusão e definição de linhas de atuação foi criado o Grupo de Trabalho para o Apoio a Estudantes com Deficiência no Ensino Superior (GTAEDES). O GTAEDES tem como propósito facilitar a troca de experiências, o desenvolvimento de iniciativas conjuntas e a racionalização de recursos, de modo a proporcionar um serviço de melhor qualidade a estudantes com deficiência (GTAEDES, 2015).

Deste grupo fazem parte nove Universidades e dois Institutos Politécnicos, um dos quais o Instituto Politécnico de Leiria.

## 2.4 ESCOLA INCLUSIVA - UMA NECESSIDADE

A escola é um dos pilares fundamentais num caminho que garanta os direitos das pessoas com incapacidade, promovendo a equidade e a igualdade de oportunidades com os seus pares. Não apenas pelo ensino e aprendizagem de pessoas com deficiência, dotando-as de competências sociais, escolares, ocupacionais e profissionais, mas também pela interação destas com os seus pares, na abrangência e repercussão que essa interação terá na famílias e em sentido mais lato, na própria sociedade, tornando-a inclusiva.

A escola inclusiva é assim tida como o “lugar privilegiado da interação de políticas, culturas e práticas de aprendizagens significativas” para a aprendizagem de todos assente no respeito pela diversidade de cada um (Alves, Ribeiro & Simões, 2013, p.123). Para que a escola inclusiva funcione, a política de ensino deverá ser orientada para a aprendizagem de todos os alunos num sistema comum de ensino. Apesar da diversidade todos os alunos devem aprender em conjunto, devendo neste sentido ser assegurado pelas escolas adaptações de currículos, estratégias e a cooperação com a comunidade na educação de crianças, jovens e adultos (Costa, Leitão, Morgado & Pinto 2006; Mendes & Malheiro, 2012).

Em Portugal a legislação tem em consideração as diretrizes europeias e internacionais, mas nas palavras de Costa *et al.* (2006) a legislação não tem por si só habilidade para garantir a sustentabilidade das mudanças que se impõe no setor educativo, porém representa um papel de suma importância para o desempenho das orientações normativas e funcionamento de um sistema educativo que se pretende inclusivo. Para isso também contribui o INR que se ocupa de questões legislativas, direitos e apoios nacionais que poderão ser úteis a estes alunos e docentes. Segundo o INR (2014) tendo por base a legislação nacional, as escolas incluem nos seus projetos educativos adequações ao processo de ensino para crianças e jovens com deficiência ou necessidades educativas especiais, que se traduzem nas seguintes medidas: apoio pedagógico personalizado; adequações curriculares individuais; adequações no processo de matrícula; adequações no processo de avaliação; currículo específico individual e tecnologias de apoio.

Considerando o caso concreto de um aluno cego, a limitação do seu ensino a uma escola especial para cegos irá, de acordo com Dias (1995), privá-lo do convívio com os seus pares,

avultando ainda mais as diferenças que se pretendem combater, condicionando assim a sua própria integração social e inclusiva. Note-se que a enorme diversidade que caracteriza uma Escola Inclusiva é marcante não só para estes alunos mas também para a comunidade onde eles se inserem, ao permitir um desenvolvimento educativo e social de toda a população escolar (Mendonça, Miguel, Neves, Micaelo & Reino, 2008).

No caso concreto do Ensino Superior, Melo e Guedes (2012) alertam para o baixo rendimento dos estudantes cegos neste nível de ensino inseridos em turmas de estudantes normovisuais, sobretudo àqueles cuja deficiência é congénita e que não têm qualquer referência anterior a figuras/imagens que lhes sirvam de suporte visual. Segundo estes autores a problemática da ausência de *input* visual obriga a uma reeducação dos seus docentes com o intuito de tentar suprir estas limitações com materiais adequados.

A inclusão de alunos cegos em contexto de sala de aula acarreta por si só dificuldades extras, não apenas para estes indivíduos mas também para os docentes que devem lidar com as limitações visuais destes alunos, tentando tirar o maior partido das ferramentas e curriculum que dispõem para lhes comunicarem e transmitirem conhecimento.

Aliás, e apesar da responsabilidade institucional, indubitavelmente, grande parte do trabalho de inclusão recai sobre o docente. Assim, este deverá sentir-se envolvido na preparação e adequação de tarefas, que por um lado potencializem e por outro minimizem as incapacidades e diferenças entre os estudantes cegos e os seus pares e que intensifiquem a sua autonomia e, conseqüentemente, uma maior participação (Mendonça *et al.*, 2008).

## 2.5 CASO CONCRETO DO INSTITUTO POLITÉCNICO DO LEIRIA

O Instituto Politécnico de Leiria (IPL) conta com mais de 30 anos de existência. Atualmente, conta com cinco unidades orgânicas: em Leiria com a Escola Superior de Educação e Ciências Sociais, a Escola Superior de Tecnologia e Gestão e a Escola Superior de Saúde; nas Caldas da Rainha com a Escola Superior de Artes e Design; e em Peniche com a Escola Superior de Turismo e Tecnologia do Mar. O IPL tem por missão difundir o conhecimento; criar, transmitir e disseminar a cultura, a ciência, a tecnologia e as artes; a investigação orientada e o desenvolvimento experimental, empenhado nas dinâmicas de desenvolvimento da região de Leiria e Oeste, com as quais procura estabelecer parcerias. A ESTG faz parte integrante do IPL e está vocacionada para os cursos de licenciatura, mestrado, pós-graduação e de especialização

tecnológica nas áreas de engenharia, tecnologia, gestão, administração pública e ciências (IPL, 2016).

À semelhança do panorama nacional também o IPL tem registado o ingresso de estudantes com NEE. No IPL o órgão que faz a transição entre o GTAEDS e o Instituto é o SAPE, Serviço de Apoio ao Estudante do IPL. O SAPE disponibiliza entre outros, serviços que promovem a inclusão e a igualdade de oportunidades para estudantes com NEE, dos quais fazem parte linhas gerais de orientação tanto para estudantes com NEE como para os docentes. No caso concreto dos estudantes cegos, as diretrizes fazem parte estratégias de organização e gestão da sala de aula e informações sobre como criar documentos acessíveis. Remete ainda para a consulta dos recursos disponíveis no Centro de Recursos para a Inclusão Digital (CRID)<sup>5</sup> onde é possível imprimir documentos em Braille e imagens/gráficos com relevo (SAPE, 2016).

O CRID dispõe de uma biblioteca adaptada, com vários materiais lúdico-pedagógicos como livros e jogos adaptados. Os materiais são construídos utilizando símbolos pictográficos para a comunicação (SPC) e/ou Braille (CRID, 2016). As Bibliotecas do IPL também dispõem de computadores equipados com leitor de ecrã (*WindowsEyes*<sup>6</sup>) sendo ainda possível aceder à Biblioteca Aberta do Ensino Superior (BAES) que disponibiliza cerca de 3000 títulos em Braille, áudio e texto integral. A Unidade de Ensino à Distância (UED) promove também a criação de conteúdos acessíveis, através da criação de Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVAs) em estruturas acessíveis e de multiformato. Similarmente, a Direção de Serviços Informáticos (DSI) aplica, sempre que possível, as normas de acessibilidade web *W3C*<sup>7</sup> e disponibiliza-se para a instalação de leitores de ecrã e disponibilização de equipamento quando necessário (SAPE, 2016).

Das diretrizes de apoio aos docentes que lecionam aulas a estudantes cegos fazem parte (SAPE, 2016) (ver Anexo 2):

- ler em voz alta quando escrevem no quadro;
- facultar informações verbais que permitam ao estudante aperceber-se de acontecimentos na sala de aula;
- informar o estudante sempre que ocorram alterações na disposição da sala de aula;

---

<sup>5</sup> Este centro tem como missão promover a inclusão social da população com necessidades educativas especiais através do recurso a ajudas técnicas/produtos de apoio no âmbito da acessibilidade digital.

<sup>6</sup> Leitor de ecrã usado por pessoas cegas e com baixa visão profunda, que converte em voz todo o texto apresentado no computador. (Acedido março 20, 2016 em <http://www.ataraxia.pt/wineye.php>)

<sup>7</sup> World Wide Web Consortium

- fornecer formatos alternativos do material impresso para a aula e dar ao estudante tempo necessário para os poder “ler”;
- permitir a utilização de portáteis com auscultadores e tentar perceber junto do aluno quais as estratégias mais funcionais para a adaptação de materiais de estudo.

## 2.6 A IMPORTÂNCIA DOS OUTROS SENTIDOS NA SUBSTITUIÇÃO DA VISÃO

A visão permite-nos apreender uma variedade de informação de uma forma bastante rica. Na opinião de Mendonça *et al.* (2008, p.16) esse é o “canal privilegiado de acesso ao mundo” reforçado por Dias (1995, p.61) que afirma que 80% da informação que assimilamos é permitida pela visão e é esta que “integra, unifica, é veículo para a compreensão da relação causa-efeito.”

Na ausência da visão funcionam o tato e a audição. Quando ocorre a privação da visão há uma transferência natural para os outros sentidos em especial o auditivo e o tátil, tornando-se estes os principais recetores de informação e orientação e conseqüentemente os canais privilegiados de aprendizagem. Ainda assim, e apesar da interação fundamental do tato e audição, Dias (1995) defende que na ausência da visão a primazia atribui-se ao tato, não devendo, porém, ser menosprezada a importância da mediação verbal. O que é corroborado também por Mendonça *et al.* (2008, p.71) que, apesar de atestarem o papel essencial da audição para a transmissão de informações, sobretudo de índole descritiva, destacam que é o tato e a “percepção háptica (tacto activo)” que funcionam como um recetor imediato, dado que “só é tangível o que se toca”.

Apesar das limitações e dificuldades associadas à receção de informação apenas através dos outros sentidos sem o apoio da visão, vários são os exemplos de que estes funcionam de forma similar e de que as pessoas cegas conseguem perceber a informação do mesmo modo que os seus pares. Oliveira (2010) mostrou no seu estudo que, com recurso a materiais devidamente adaptados, as dificuldades apresentadas pelos deficientes visuais são similares às dos seus pares. Neste sentido, Moura e Lins (2012b) referem três aspetos importantes a considerar: a limitação de materiais de apoio, especificamente para o ensino de conceitos matemáticos adequados a cegos; o apurado desenvolvimento do sentido tátil destes indivíduos e ainda que a falta de visão não inibe o sucesso da aprendizagem.

Para que o tato, pelas suas restrições preceptivas e menor riqueza na assimilação de informação, se transcreva em conhecimento para as pessoas cegas é fundamental, de acordo

com Dias (1995) um contacto direto com o objeto que permita uma exploração ativa como mexer, tocar, apalpar. Para isso esta autora refere que lhes é exigido um esforço mental elaborado, muitas vezes longo e difícil, para o qual é necessário educação e treino também dos outros sentidos: audição, paladar e olfato. Assevera também, que mesmo apesar das limitações associadas a imagens que não podem ser observadas através do tato (ou por serem frágeis, perigosas, demasiado pequenas, ou demasiado grandes), cabe ainda assim ao docente estimular estes alunos de modo a proporcionar-lhe, sempre que possível, experiências, representações e oportunidades que promovam a sua curiosidade e incentivo, assim como permitir o evocar de uma representação mental de dados já conhecidos, por forma a dar significado à informação. O que para Mendonça *et al.* (2008, p.17) funciona como o enriquecer do “*input sensorial*”, de modo a criar significados e conceitos que facilitem ao cérebro informações não isoladas, mas que permitam a criação de uma ideia “do todo”.

São essas experiências e oportunidades, o mais diversificadas possível, que tendem a eliminar as barreiras pela falta de visão e que permitem não só a aprendizagem por parte destes alunos como também a própria inclusão em sala de aula. Neste sentido, e reforçando a opinião de Dias (1995) de uma aprendizagem conjunta e cooperativa destes indivíduos com os seus pares, Mendonça *et al.* (2008) referem a importância da adaptação do currículo, criando melhores oportunidades, permitidas por materiais pedagógicos adaptados de acesso à sua participação, através da criação de estratégias de substituição da informação visual por uma informação tátil e/ou auditiva.

## 2.7 BRAILLE - MEIO NATURAL DE LEITURA E ESCRITA PARA CEGOS

Assente no princípio de que é sobretudo através da observação pelo tato que o aluno cego adquire o conhecimento real dos objetos, a forma de leitura destes indivíduos deverá ser adaptada às suas limitações visuais e possibilitada pelo Sistema Braille, o qual é perfeitamente adequado à perceção tátil (Mendonça *et al.*, 2008).

Na opinião de Dias (1995, p.8), o Sistema Braille é considerado o “mais eficiente e útil meio de leitura e escrita, até hoje inventado, para a pessoa privada de visão” o que é atestado por Mendonça *et al.* (2008, p.31) ao defenderem que este sistema permite que se eliminem as características de um “alfabeto concebido para os olhos e inteiramente acomodado aos padrões da visão” o que o torna atual, bem-sucedido e eficaz junto dos cegos. Estes autores defendem no entanto que o sucesso da aprendizagem do Braille está indubitavelmente ligado

à idade com que se inicia a sua aprendizagem, e que de acordo com estudos na área a aprendizagem após os 12/13 anos, poderá condicionar o seu ensino.

## 2.8 COMUNICAR MATEMÁTICA A ESTUDANTES CEGOS

A Matemática é uma das áreas que acompanha os estudantes não só durante grande parte do seu currículo académico, em áreas das ciências e tecnologias, mas também ao longo da vida. Assim, a aprendizagem dos conceitos matemáticos abordados a nível escolar é fundamental, não devendo nunca ser descurada. Esta ciência lida com objetos e relações abstratas e portanto faculta uma compreensão e representação do mundo ao funcionar como uma ferramenta para solucionar problemas e controlar resultados limitando o acaso e as incertezas (Ponte *et al.*, 2007).

O ingresso de um estudante cego num curso de Engenharia assume particular importância pela forte componente Matemática que lhe é característica, associada à insuficiente preparação das instituições no que respeita à inclusão destes alunos e subjacentemente dos seus docentes. Segundo Braz, Hermeto, e Libardi (2012, p.1) “o formalismo matemático nestas áreas é muito grande” onde a “compreensão dos conteúdos significa a compreensão da linguagem simbólica e matemática” e que para Mendonça *et al.* (2008) requer o apoio em representações intrinsecamente ligadas à visualização.

Pela componente simbólica e gráfica presente na Matemática é normal que para os docentes destas áreas, ao lecionarem aulas a estudantes cegos, surjam dúvidas e dificuldades e os seus receios sejam tendencialmente empolados. Laplane e Batista (2008) questionam no ensino de estudantes com deficiência visual, qual o lugar dos recursos pedagógicos e dos auxílios na sala de aula e, ainda, como escolher o recurso indicado para cada situação. Dessa forma Linares (2013) advoga que um docente de matemática deverá possuir habilidades suficientes para perceber o pensamento matemático dos estudantes, de modo a que este se reverta num fator pertinente sobre o ensino da matemática. No caso de estudantes cegos a situação agrava-se, no entanto, é consensual a vários autores, dos quais destacamos Braz *et al.* (2012), Dias (1995), Dias (2012), Ferronato (2002), Mendonça *et al.* (2008) e Oliveira (2010) que atestam que a cegueira por si só não determina o nível de desenvolvimento das aprendizagens.

Não especificando concretamente o caso de estudantes cegos, Ponte *et al.* (2007, p.9) defendem que na matemática “antes das representações simbólicas, muitas vezes é apropriado usar representações icónicas.” O que para estes autores advém da necessidade

que os alunos possam sentir para a interiorização de representações matemáticas, as quais deverão ser apoiadas pelos docentes numa posterior partilha e progressiva reconversão em linguagem matemática convencional.

Deste modo o docente tem um papel fundamental, pois deverá apoiar a prática dos alunos na motivação e realização de atividades e tarefas, representações, simulações de situações reais, sempre que possível, de modo a instruir conceitos matemáticos desenvolvendo a sua capacidade argumentativa e raciocínio crítico patente na discussão, investigação e resolução de problemas. Aliás para Ponte *et al.* (2007) associado ao raciocínio matemático devem também fazer parte outras capacidades cognitivas como a imaginação e a intuição, o que é ainda mais premente no caso de um estudante cego.

Para Flores e Moretti (2005, p.2) associada aos conceitos matemáticos está muitas vezes presente a “complexidade de leitura e de interpretação” que exige para além do “empenho cognitivo uma certa desenvoltura visual.” É essa desenvoltura visual que Ferronato (2002) caracteriza como instigadora de problemas de compreensão nos deficientes visuais, os quais se agudizam, não só quando o conteúdo é teórico/abstrato mas em conteúdos que exigem a visualização para a sua perceção. Shute, Graf e Hansen (2006) também assumem a dificuldade de interpretação e representação acrescida para estes estudantes, sobretudo em conteúdos mais visuais como os gráficos e os mais abstratos como as expressões algébricas. O National Center For Blind Youth In Science (NCBYS) (2014) destaca que apesar do peso da visualização atribuído aos conceitos mais gráficos, o seu ensino não deve ser menosprezado para um estudante cego.

A matemática tem uma forte componente visual e muitas vezes usa representações bastante distintas, como tabelas, gráficos, representações geométricas, símbolos, figuras entre outros. Limitar essa complexidade, na opinião de Dias (1995), Dias (2012) e Mendonça *et al.* (2008) é possível pelo recurso a ajustes na forma como a informação é transmitida e deverá ser permitida pelo recurso a sistemas de apoio e analogias entre situações atuais e passadas dando conformidade à informação. Também Fernandes e Healy (2010) consideram inegável para a aprendizagem destes estudantes, a legitimação dos diálogos e das ferramentas, não apenas para atribuição de significado aos conceitos matemáticos, mas também para a sua compreensão, abstração e maturação, e que contribuem desta forma para a promoção de um ensino inclusivo.

## 2.9 PRODUTOS DE APOIO - UM ATENUAR DE BARREIRAS

Assente no paradigma biopsicossocial da OMS, de que a incapacidade pode advir do próprio meio ambiente, subentende-se que ao atenuarmos as limitações deste meio, através por exemplo da criação de contextos educacionais adaptados, também estamos a atenuar as próprias limitações das pessoas com deficiência. Uma das formas de atenuar as limitações do ambiente é sem dúvida o uso dos produtos de apoio, que de acordo com o Decreto-Lei nº 9/2009 de 16 de abril, são qualquer produto, instrumento, equipamento ou sistema técnico usado por uma pessoa com deficiência, especialmente produzido ou disponível que previne, compensa, atenua ou neutraliza a limitação funcional ou de participação.

De acordo com o Decreto-Lei n.º 3/2008 de 7 de janeiro, os apoios especializados aos alunos com NEE implicam mais do que medidas para os alunos, mudanças no contexto escolar que envolvem adaptações de estratégias, recursos, conteúdos, processos, procedimentos e instrumentos, bem como a utilização de tecnologias de apoio. Para Pretto (2002) estas ferramentas de apoio deverão ser impulsionadores que permitam ao docente e comunidade académica, a introdução de estimuladores de criatividade e elementos construtores de conhecimentos com capacidade para revolucionar o ambiente de aprendizagem e dar lugar à chamada Escola Inclusiva.

Com esse propósito Costa *et al.* (2006) defendem que deverão ser assegurados, entre outros, objetivos como: a garantia de uma educação que atinga simultaneamente os princípios de equidade e de qualidade; a envolvência, numa ótica dinâmica, dos docentes, dos alunos, das famílias e da comunidade social onde a escola se insere; para o que deverão contribuir a mobilização de recursos da escola e da comunidade; tal como deverão ser asseguradas as oportunidades oferecidas pelos diversos produtos de apoio.

Pelo âmbito alargado que comportam os produtos de apoio, ainda que algumas vezes se possam confundir, considera-se pertinente a sua subdivisão, nesta investigação, em dois grandes grupos: TIC e outros materiais manipuláveis possíveis para a área da Matemática.

### 2.9.1 TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO

Para Ribeiro (2014) às TIC estão associadas uma constante inovação e evolução das soluções tecnológicas existentes. Tendo por base o menor afastamento possível do currículo defendido por Mendonça *et al.* (2008) também Ribeiro (2014) contrapõe uma flexibilidade e

diferenciação curricular que formalize a integração das TIC no processo de ensino e de aprendizagem do aluno com NEE, o que permitirá desse modo a concretização de estratégias adjuvantes sem dissipar o currículo regular como referência.

Apesar de todas as vantagens das TIC, estas não são por si só suficientes para a aprendizagem. Segundo Mendonça *et al.* (2008, p. 45) “não se aprende a ler ouvindo, como não se aprende a escrever falando”. Da mesma forma estes autores defendem que para a aprendizagem da Matemática não basta ouvir é fundamental o contacto direto com os “diferentes elementos aritméticos, com os algoritmos, com os sinais de operação ou de relação”, o que só é possível através do uso da escrita e leitura natural e que para os cegos é o Sistema Braille.

De entre as adaptações fundamentais de materiais para alunos cegos, dependente das próprias escolas, inclui-se a transcrição dos manuais matemáticos para Braille. O sistema Braille adequa-se perfeitamente à leitura e à escrita, contudo na área da matemática apesar da existência de uma grafia matemática Braille, esta é ineficaz no caso dos conteúdos matemáticos visuais, dado que o processo de recolha de uma informação visual pelo cérebro sem o apoio da visão é muito complexo. A própria adaptação de manuais matemáticos para Braille não é tão simples como a adaptação de um livro de leitura. Está envolta num processo de produção bastante complexo e que gera um enorme entrave à produção integral do manual para Braille (Dias, 2012). Neste sentido Braz *et al.*, (2012) aludem que a existência de livros didáticos em Braille é incipiente na área da matemática.

Mendonça *et al.* (2008) defendem que as TIC são uma ferramenta primordial para o acesso privilegiado à informação e à comunicação de pessoas cegas, destas sobressaem entre outros os computadores e os *scanners*, complementados por leitores de ecrã e linhas Braille, as quais permitem o acesso a um leque de conhecimento mais vasto e enriquecido, muitas vezes inexequível de outro modo.

Dos vários materiais de apoio Dias (2012) salienta o computador que assessorado por uma linha Braille funciona como uma excelente ferramenta de apoio e permite a utilização de algum *software* de apoio matemático já existente. A nível de *softwares* matemáticos, a NCBYS

(2014) entre outros, refere como exemplos: o *MatLab*<sup>8</sup>, o *Maple*<sup>9</sup>, o *Mathtrax*<sup>10</sup> e o *Mathematica*<sup>11</sup>, acessíveis com leitura de ecrã e com a opção de adaptação em Braille e em relevo. Paralelamente e mais recentemente, Santos e Gonçalves (2015) destacam o Multiplano Virtual, a versão *software* do Multiplano tradicional<sup>12</sup>, que permite utilizar as mesmas ferramentas do multiplano pedagógico mas centralizado na vertente da perceção auditiva.

Para além destes, Colpes e Laranja (2013) destacam uma variedade de equipamentos adequados a pessoas cegas, contudo apontam-lhes algumas limitações na área da Matemática, nomeadamente:

- Impressora Braille - permite a impressão de documentos em Braille mas torna-se ineficaz para o desenho perfeito de círculos e retas diagonais.
- Displays Braille (ou Linhas Braille) - dispositivo que utiliza impulsos elétricos ou magnéticos e permite a projeção de caracteres em relevo. Estes teclados transcrevem informação numérica e alfabética de aplicativos informáticos para uma linha em Braille, mas com limitações evidentes ao nível da informação matemática visual tais como gráficos, tabelas, símbolos e figuras.
- Leitor de ecrã – permite ouvir o que é projetado no ecrã do computador, mas com limitações na leitura de gráficos, figuras, símbolos e tabelas.
- Thermoforming - termocopiadora de alta temperatura com alta compressão a vácuo que permite a obtenção de relevo das imagens originais, mas que para além do elevado custo associado são pouco atraentes ao tato e deformam-se com alguma facilidade<sup>13</sup>.
- Impressora de alto-relevo, sendo esta a base do estudo de Colpes e Laranja (2013), verificaram que através da criação de um protótipo deste equipamento especialmente vocacionado para desenhos gráficos e diagramas quando permitidos por um *software* matemático adequado, poderá vir a ser um excelente potenciador da apreensão de gráficos matemáticos que possibilitem uma maior autonomia aos docentes e estudantes.

---

<sup>8</sup> Sistema interativo cujo elemento básico de informação é uma matriz (<http://www.mecanica.ufrgs.br/promec/alunos/download/matlab1.pdf>)

<sup>9</sup> Sistema de computação algébrica, numérica e gráfica, desenhado para uso profissional na resolução de problemas que exigem métodos matemáticos. Desenvolvido por Waterloo University Inc., Canadá, e pelo instituto ETH, de Zurique, Suíça (<https://www.ucb.br/sites/100/103/TCC/22005/VanessaMariani.pdf>)

<sup>10</sup> Software criado para o ensino de matemática, desenvolvido pela NASA- National Aeronautics and Space Administration ([http://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2015/18274\\_9593.pdf](http://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2015/18274_9593.pdf))

<sup>11</sup> Ferramenta importante na ciência da computação e desenvolvimento de softwares, cuja linguagem é amplamente utilizada em ambientes de desenvolvimento de pesquisa, protótipos e interfaces. (<http://www.wolfram.com/company/mathematica-history.pt-br.html>).

<sup>12</sup> Analisado no ponto 2.9.3 abaixo e objeto central de estudo ao longo da presente investigação.

<sup>13</sup> Segundo indicação de profissionais da educação especial (Colpes & Laranja, 2013).

O suporte informático permite que se eliminem ou pelo menos se minorizem problemas de comunicação matemática presentes na escrita em papel, podendo reverter-se, assim, num poderoso meio intensificador do sucesso pessoal do deficiente visual, isto desde que o ambiente não seja excessivamente gráfico, situação em que os leitores de ecrã ou linhas Braille ou “ficam mudos” ou “lêem a informação ali presente de uma forma anárquica, desordenada” (Mendonça *et al.*, 2008, p.43). Perante a presença de fórmulas, figuras ou gráficos, Braz *et al.* (2012) destacam a incapacidade dos leitores de ecrã para lerem todos os gráficos, figuras ou símbolos matemáticos. Estes autores reforçam, ainda assim, que esta situação pode ser minorada pelo uso da audiodescrição quando associada à utilização do *Latex*<sup>14</sup>, caracterizado como um sistema fundamental na leitura de fórmulas matemáticas.

Refira-se, contudo, que, nem sempre o Braille ou a audiodescrição funcionam para todos os tipos de gráfico matemático, pelas dificuldades inerentes em descrever todos os pontos de um eixo ou de uma relação não linear. A leitura de um gráfico nestes casos tornar-se-ia ainda mais complexa e com um peso acrescido na sua interpretação, o que acarretaria maiores dificuldades na coordenação mental e física entre o que se lê e o que se pretende que se apreenda. Assim, assume-se como relevante associar a impressão tátil de um gráfico ao áudio, de modo a se complementarem e facilitar a compreensão (Shute *et al.*, 2006). No entanto, para que estes equipamentos funcionem corretamente nas áreas das ciências exatas, como é o caso da Matemática, a American Foundation for the Blind INC (2000) defende como fundamental o ensino dos conceitos e técnicas assentes no treino de aptidões necessárias ao correto uso destas tecnologias.

### 2.9.2 OUTROS INSTRUMENTOS DE APOIO E MATERIAIS MANIPULÁVEIS

Na opinião de Dias (2012) as limitações dos estudantes cegos, começam logo pelo facto da identificação visual ser mais rápida que a tátil, contudo esta poderá ser diluída pelo manusear de materiais adaptados, permitindo que os estudantes cegos consigam interpretar essa informação mesmo que esta seja expressa em formatos diferentes. Aliás, segundo Ponte *et al.* (2007) o ensino da Matemática com o auxílio a recursos manipuláveis e instrumentos de apoio não se deve limitar a estudantes cegos mas antes abranger todos os estudantes dada a sua faculdade para um maior enraizamento dos conceitos matemáticos.

---

<sup>14</sup> Composto por um “sistema tipográfico, bastante adequado para produzir documentos científicos e matemáticos” que permite reconhecer equações digitadas num texto através da leitura de ecrã (Braz *et al.*, 2012, p.4).

Como forma de garantir o enraizamento desses conceitos em estudantes cegos, Dias (2012) advoga a inegável importância da relação entre as representações mentais de imagens e a identificação de objetos do meio envolvente, vivências e conhecimentos passados dos próprios estudantes, destacando que as referências às representações gráficas deverão ser acompanhadas por referências ao mundo real. Similarmente para Colpes e Laranja (2013) a utilização dos recursos digitais da área da Matemática fica algumas vezes comprometida não apenas pela falta de acessibilidade mas também pela necessidade de associação a objetos desconhecidos exigindo um esforço imaginativo muito elevado. São assim, os “modelos do meio envolvente” e o seu reconhecimento que na opinião de Dias (2012, p.59) permitem a formação de “modelos mentais de pensamento” que influenciam o raciocínio lógico.

Neste sentido Colpes e Laranja (2013) defendem para os estudantes cegos a utilização de materiais de apoio mais concretos, nomeadamente aqueles em que a apreensão da informação seja permitida pelo tato. Aos materiais manipuláveis é atribuída uma importância poderosa para a transmissão de conceitos das áreas das ciências exatas, em particular da Matemática. Estes quando disponibilizados atempadamente, revertem-se no motor da autonomia dos estudantes cegos e são estes que podem ou não limitar a sua capacidade de aprendizagem e não as suas capacidades cognitivas (Braz *et al.*, 2012).

Alves e Moraes (2006) acreditam que os materiais manipuláveis influenciam a aprendizagem da Matemática por parte de todos os estudantes devido à aproximação que permitem na comunicação docente-estudante. Estes materiais transcrevem-se assim como um facilitador da aquisição e construção de conceitos matemáticos e um promotor do raciocínio matemático dos estudantes, pela aproximação matemática ao mundo que os rodeia. Além do mais, estes autores defendem que o uso de estratégias diversificadas promove o gosto pela Matemática e diminui o insucesso escolar nesta área, que é tão característico.

Dos materiais de apoio que permitem a abstração pelo tato estas autoras apontam o Soroban e o Geoplano, apesar de limitados a apenas alguns conteúdos matemáticos, e ainda o Multiplano. Quanto a este último, as autoras salientam uma maior abrangência de aplicação, incluindo conteúdos matemáticos do Ensino Superior. Destacam, contudo, a sua limitação para a aplicação a alguns tipos de exercícios, sobretudo na criação de formas arredondadas nomeadamente: círculos e parábolas. Referem ainda relatos que mencionam o seu uso não intuitivo, apesar de vir acompanhado por um manual de instruções.

O estudo de Colpes e Laranja (2013) foi realizado no universo brasileiro, no panorama português Dias (2012) afirma que ao contrário do Multiplano que não está ainda muito divulgado, os recursos mais usados na área da Matemática são os Blocos Lógicos, o Cubarítmo, o Tangram, o Soroban e o Geoplano.

A Matemática pelas características intrínsecas que possui, gera entraves de aprendizagem a quem é desprovido da visão. Pelo atrás exposto fica patente que com os recursos materiais devidamente adaptados, uma metodologia diferenciada em sala de aula e os devidos ajustamentos ao currículo, é possível contribuir de modo significativo para a eliminação de barreiras, permitindo interrelacionar diferentes conceitos matemáticos abstratos com objetos reais aproximando assim os resultados e competências no raciocínio matemático destes alunos aos dos seus pares.

### *2.9.3 MULTIPLANO E A SUA APLICABILIDADE NO ENSINO SUPERIOR*

Sendo os conceitos abstratos parte integrante da matemática, Duval (2011, p.1) advoga que “os objetos matemáticos são veiculados por meio de representações semióticas”. Para Flores e Moretti (2005, p.2) as representações semióticas, nesta área, têm um papel fulcral, dada a não acessibilidade dos objetos matemáticos através da percepção, pelo que “ensinar Matemática, sob o ponto de vista de Raymond Duval, é antes de tudo possibilitar o desenvolvimento geral das capacidades de raciocínio, de análise e de visualização”.

É nesta intenção de interpretar o que não se vê que a matemática adquire um nível de dificuldade acrescido para os estudantes cegos, assente na maioria das vezes numa ausência de sistemas de significação e representação de que se possam socorrer.

No ensino de um conteúdo matemático, nem sempre intuitivo e acessível na percepção, é frequente não se dar a devida importância às representações semióticas, quando estas são a forma de comunicar daquelas tornando-as “visíveis e acessíveis”, obrigando muitas vezes a associar aos jogos de lógica uma “construção extralógica” com recursos a “jogos de linguagem em contínua reformulação” (Thiel, 2012, p. 3).

Indo ao encontro dessa necessária reformulação, Moura e Lins (2012a) defendem que o docente tem um papel fundamental na busca pela inclusão e na adaptação dos materiais necessários para que a comunicação se estabeleça e as dificuldades se amenizem. Para estes autores, esta atitude implica aquando um enfoque mais centrado na visualização e num ensino

cada vez mais dinâmico para este público permitido pela exploração tátil, de modo a desenvolverem conceitos e abstrações.

Tendo em conta os aspetos referidos acima, e na contextualização de respostas desponta a questão: Como adequa e lida um docente do Ensino Superior, com as dificuldades acrescidas do ensino da Matemática a um estudante cego?

Uma das soluções propostas para estes alunos na área da Matemática, tanto por Ceolin, Machado e Nehring (2009), Colpes e Laranja (2013) como por Melo e Guedes (2012) é o Multiplano, que foi desenvolvido pelo Professor Rubens Ferronato em 2000 na Universidade Pan-Americana da cidade de Cascavel, Paraná, Brasil. Este surgiu na tentativa de suprir necessidades educativas de estudantes com deficiência visual, nomeadamente com auxílio na construção e significação de vários conceitos matemáticos, permitindo assim a integração destes estudantes na sala de aula.

Ceolin *et al.* (2009, p.7) definem o Multiplano como uma “placa perfurada, onde podem ser encaixados rebites” de modo a trabalhar diferentes conceitos matemáticos com alunos cegos, de baixa visão e também normovisuais, revelando o seu carácter verdadeiramente inclusivo (Ver Apêndice 1). O Multiplano assume a reciprocidade comunicacional, professor-aluno e aluno-professor, sem a necessidade de conhecimento de sistema Braille, funcionando como um mediador das partes.

Na progressão da revisão de literatura emerge a questão: Neste mundo dominado pelas constantes evoluções de novas tecnologias será que um instrumento aparentemente rudimentar ainda fará sentido, sobretudo ao nível do Ensino Superior?

Paralelamente e, como já foi anteriormente analisado, com o advento da era da informação e da informática, existem atualmente ferramentas que assumem um novo cariz e potenciam a criação de alternativas metodológicas de intervenção pedagógica para a inclusão de pessoas com deficiência visual, dentre as quais se encontram os leitores de ecrã com síntese de voz, assim como os próprios recursos que a internet apresenta<sup>15</sup> (Fontana & Nunes, 2006). Contudo Colpes e Laranja (2013) alegam que nem sempre as tecnologias mais sofisticadas são as mais eficazes e/ou eficientes, e que excelentes resultados podem ser muitas vezes obtidos por métodos mais simples, convencionais e até artesanais.

---

<sup>15</sup> Quando às imagens e elementos gráficos estão associadas descrições textuais, lidas pelo *software*.

De acordo com Ceolin *et al.* (2009), Ferronato (2002) e Melo e Guedes (2012) o Multiplano é adequado ao ensino universitário. Também, e neste nível de ensino, para Andrade e Silva (2013) o Multiplano configura-se como um elemento decisivo para o entendimento de vários conteúdos matemáticos, nomeadamente os de índole visual<sup>16</sup>, ao possibilitar ao estudante a compreensão lógica associada e ao docente um excelente recurso na promoção do ensino da Matemática a deficientes visuais. Esta ferramenta surge como uma resposta satisfatória, que facilita a aquisição de diversos conceitos matemáticos e que permite que o estudante “veja” os modelos e as equações, trazendo para um meio palpável todas as figuras geométricas, gráficos e representações trigonométricas que, até então, não passavam de palavras para estes estudantes (Ceolin *et al.*, 2009).

Em contexto de escola inclusiva, acontece que estes alunos frequentam as aulas sem muitas vezes fazerem parte do seu todo, adjacente à participação limitada a que possam estar sujeitos, sobretudo no caso da Matemática pelo paralelo com a visualização imediata que alguns conceitos exigem. Baseado nos anos de experiência e de estudos com estudantes cegos, Ferronato refere que estes veem mediante o que podem tocar. São as mãos, conjuntamente com o apoio e dedicação do professor, acompanhado por palavras e informações com sentido lógico para o estudante, que fomentam a associação do conceito e amenizam as dificuldades provenientes da limitação sensorial. É neste processo do palpável que se centra o principal apoio para as abstrações e se fomenta a possibilidade de diferenciar objetos e formar ideia (Ferronato, 2002).

Este instrumento ao centrar a sua utilização no tato deve permitir que se afira o que Mendonça *et al.* (2008, p.31) defendem no uso do Braille: a diluição das “diferenças psicofisiológicas radicais” patentes entre a visão e o tato, na medida em que, este último através do funcionamento dos “receptores sensoriais tácteis” permite que se verifique um “efetivo reconhecimento dos objetos ou símbolos explorados”.

## 2.10 A ZDP NO ENSINO E APRENDIZAGEM DA MATEMÁTICA E A FUNÇÃO DO MULTIPLANO COMO MEDIADOR

Alguns dos estudos analisados sobre a presente temática apoiam a sua investigação nas teorias defendidas por Vygotsky, nomeadamente a Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP). Um desses exemplos é o estudo de Healy e Fernandes (2011) que defende que para a

---

<sup>16</sup> Dos quais destacam o caso concreto das funções de derivadas, no âmbito de Ensino Superior

apropriação das práticas matemáticas é essencial envolver a coordenação de fala, objetos materiais e atividades sensoriais de modo a permitir aceder à ZDP. Para Vygotsky (1991) o processo de desenvolvimento não coincide com o processo de aprendizagem (que está na sua origem) existindo antes uma dessintonia entre os dois que origina a chamada “zona de desenvolvimento proximal” (ZDP), que corresponde ao potencial do aprendiz onde deverá ocorrer a aprendizagem, permitida pela interação social dos indivíduos e objetos que permitirá a transição entre o conhecimento prévio do sujeito (conhecimento real) e o conhecimento potencial que o sujeito terá faculdade para aprender.

Os constructos de Vygotsky são ainda mais relevantes para esta investigação, uma vez que este autor já no seu tempo era apologista da educação inclusiva e da acessibilidade para todos, facultada pela lei da compensação, uma vez mais mediada social e culturalmente pela aplicação de instrumentos e signos que possibilitarão adaptação às condições do meio e a apropriação de conteúdos. São estas as limitações da aprendizagem de um estudante cego e não a sua limitação física (Sierra & Barroco, 2009).

Vygotsky atribuía um papel central aos instrumentos de natureza semiótica, dos quais destaca a fala (Healy & Fernandes, 2011). Neste sentido o papel do docente assume um caráter fundamental para a promoção do diálogo e criação de situações onde o estudante possa expor os seus conhecimentos e/ou dúvidas, os quais deverão ser apoiados em registos e observações dos objetivos propostos e sua avaliação (Sierra & Barroco, 2009).

Para Cole e Wertsch (1996) a mediação é o fator fundamental na psicologia de Vygotsky também ela apoiada em artefactos criados social e culturalmente, os quais mais do que facilitadores de processos mentais permitem a sua transformação e reformulação, é neste sentido que nesta investigação se pretende analisar o Multiplano e a sua eventual capacidade mediadora.



### 3. METODOLOGIA

O presente capítulo propõe-se a descrever e a fundamentar as opções metodológicas realizadas, principiando pelo problema que encetou a investigação seguindo-se a explanação do desenho do estudo.

#### 3.1 QUESTÕES INVESTIGATIVAS E OBJETIVOS

Como referido anteriormente, a presente investigação alicerçou-se no levantamento bibliográfico que identificou uma parca produção científica relacionada com a temática. O que sustentou a delimitação do tema a estudo, bem como a formulação da questão de investigação e consequentemente a delineação dos objetivos.

A questão de investigação, à qual se procura dar resposta no presente estudo, pode ler-se no seguinte: *Existem vantagens na utilização da ferramenta Multiplano para a transmissão de conceitos matemáticos, transversais aos cursos de Engenharia aos estudantes cegos do Instituto Politécnico de Leiria?*

Neste sentido a investigação foi orientada de modo a concretizar os seguintes objetivos:

- Identificar as dificuldades sentidas pelos docentes, do DMAT da ESTG-IPL, na transmissão de conceitos matemáticos a estudantes cegos.
- Identificar as dificuldades sentidas pelos estudantes cegos na assimilação de conceitos matemáticos.
- Identificar as estratégias utilizadas pelos docentes, do DMAT da ESTG-IPL, na transmissão de conceitos matemáticos a estudantes cegos.
- Avaliar a perceção dos docentes e estudantes acerca da adequabilidade das estratégias adotadas no IPL na veiculação de conceitos matemáticos a estudantes cegos.
- Avaliar a aplicabilidade do Multiplano na transmissão de conceitos das UC's Álgebra Linear, Análise Matemática e Estatística, ministradas nos cursos de Engenharia da ESTG do IPL, a estudantes cegos.

O presente estudo tem como finalidade identificar e descrever possíveis respostas de modo a promover a capacitação dos profissionais que apoiam estudantes cegos do Ensino Superior na transmissão de conceitos matemáticos.

### 3.2 ESTUDO DE CASO

Sabe-se de antemão que a construção das especificidades metodológicas deve ser estruturada em torno não só dos objetivos visados mas também dos atores intervenientes no processo. Neste sentido, a presente investigação caracteriza-se por ocorrer dentro de um contexto real, onde o investigador procura compreender, explorar ou descrever acontecimentos e contextos complexos que envolvem os fenómenos a estudo. Para Yin (2003), nestes casos, a melhor estratégia de investigação a aplicar é sem dúvida o estudo de caso, que almeja aprofundar o conhecimento socorrendo-se de múltiplas fontes de evidências, ao fazer uso de um trabalho sistemático, detalhado, intensivo e interativo.

A adoção do estudo de caso como metodologia permite avaliar o interesse e os dados do campo a estudo. Esta metodologia foca-se essencialmente na perspetiva dos participantes, de modo a adquirir conhecimento e experiência que possam ser úteis na tomada de decisão frente a outras situações (Bogdan & Biklen, 1994). Segundo estes autores, esta recolha de informação é permitida pela observação centralizada numa organização ou em algum aspeto particular dessa organização (possibilitada por um local, um grupo de pessoas e uma atividade específica dessa organização) e que de acordo com Yin (2003) tem como objetivo aprofundar a compreensão acerca do “como” e dos “porquês”.

Na procura dessa compreensão Coutinho (2011) define que um estudo de caso compreende um estudo aprofundado e intenso de uma entidade definida como o caso, o qual pode ser abrangente a um elevado número de hipóteses: uma pessoa, um grupo, uma política, uma decisão ou um incidente entre muitos outros.

A investigação levada a cabo foi de abordagem qualitativa e envolveu a recolha de dados descritivos, permitidos pelo contacto direto do investigador com a situação estudada. Nas palavras de Prodanov e Freitas (2013, p.70), este tipo de investigação “considera que há uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito, isto é, um vínculo indissociável entre o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito que não pode ser traduzido em números”. Bogdan e Biklen (1994) acordam que esta investigação não visa tanto obter respostas, mas antes a pesquisa de pormenores descritivos, patentes numa amostra quando inseridos no seu contexto natural. Prodanov e Freitas (2013, p.70) reforçam assim que o objeto de estudo é o “ambiente natural” onde os dados são descritivos e analisados de forma indutiva sem “manipulação intencional do pesquisador”, cujo centro de análise se caracteriza no

entendimento, verificação, descoberta e generalização, ou seja, enfoque no “processo e seu significado” mais do que no “produto”.

De acordo com Gil (2008) existem investigações que apesar de serem consideradas como descritivas, de acordo com os objetivos que visam, aproximam-se de pesquisas exploratórias. Segundo aquele autor utilizam-se habitualmente para investigadores que analisam uma problemática social relacionada com uma atuação prática e enquadram-se em instituições educacionais, como é o caso da presente investigação.

De facto, o presente estudo assume-se como exploratório-descritivo pois por um lado assume a forma de uma pesquisa descritiva, dado que pretende responder à pergunta de investigação tentando perceber primeiramente o contexto a estudo e identificar os fatores e as relações entre eles, através da inventariação de factos e de uma descrição detalhada dos fenómenos. Por outro lado, também se desenha como exploratório dado que ambiciona fomentar a reflexão através da aplicação de soluções alternativas para a problemática identificada (Carmo & Ferreira, 1998; Gray, 2004). Marconi e Lakatos (2003) completam que os estudos exploratórios são estudos que englobam o propósito de descrever determinado fenómeno, pelo que, assente nesta premissa, observa-se que este estudo pretende essencialmente explorar e descrever a utilização do Multiplano com estudantes cegos no Ensino Superior.

Considerando ainda as tipologias de estudos de caso apresentadas por Yin (2003), podemos classificar o presente estudo como singular (único) de caso inclusivo com propósito descritivo-exploratório. Neste âmbito, verifica-se que a nossa unidade de análise é a fragmentação do todo através da observação e análise de uma situação específica: uma parcela da população académica (estudantes cegos e docentes do DMAT da ESTG). Com esta população pretende-se descrever o contexto a estudo, nomeadamente os fenómenos relacionados com a situação atual do ensino e aprendizagem de conceitos matemáticos a estudantes cegos das áreas de Engenharia do Ensino Superior (ESTG-IPL). Pretende-se ainda identificar eventuais fatores de intervenção onde deverá ser permitida a exploração da ferramenta Multiplano (nas UC's selecionadas para o estudo) cujas assunções devem ser verificadas.

Apesar de Yin (2003) defender que o estudo de múltiplos casos contribui também para um estudo mais convincente, este autor defende igualmente que um estudo único é apropriado quando se representa um caso crítico/raro ou se serve a um intento relevador (que permite acesso às informações) e assim torna-se possível confirmar, ampliar ou modificar o

conhecimento sobre o objeto de estudo, contribuindo para a sua construção teórica e para futuras pesquisas.

No entanto, Gil (2008), Pinheiro, Kakehashi e Angelo (2005), Prodanov e Freitas (2013) tal como Yin (2003) destacam que muitas vezes os estudos de caso implicam alguma subjetividade e uma dificuldade acrescida na interpretação dos dados que pressupõe uma análise de dados nem sempre neutral ou linear, mas que pode ser facilitada através da análise de conteúdo defendida por Bardin (2004) e acreditada pela triangulação de dados defendida por Yin (2003). Aliás, Yin (2003) vai mais longe ao indiciar que este tipo de estudo enquanto plano de investigação pode, não seguindo essas que são prerrogativas fundamentais, apresentar alguma falta de rigor e fragilidade no tratamento científico. Todavia e, seguindo as prerrogativas deste autor para garantir o rigor metodológico, o presente estudo buscou dados de diferentes naturezas e fontes, de modo a asseverar a necessária validade e confiabilidade da investigação. O mesmo autor refere que o uso de múltiplas fontes de evidências (assessoradas por registos e criação de bases de dados) permitem formar uma cadeia de evidências e consolidar legitimidade ao estudo desde as questões de investigação até às conclusões finais.

Assente nesta triangulação de dados, defendida não só por Yin (2003) mas também por Coutinho (2011) e Prodanov e Freitas (2013) como base fundamental para colmatar erros inerentes a este tipo de estudo, Patton (2002) defende a generalização e extrapolação das teorias observadas, como uma das características essenciais a um estudo de caso, se é verdade para um caso, o mais provável é também sê-lo para outros. Por conseguinte, a recolha de evidências através da revisão de literatura e comprovação de teorias permite não só o delineamento do problema como também a própria generalização dos resultados do estudo, existindo, contudo, casos onde a generalização inerente à especificidade ou caráter irrepetível dos mesmos não faz sentido (Coutinho & Chaves 2002; Yin, 2003).

Neste sentido, Prodanov e Freitas (2013, p. 60) alegam que a análise e recolha de informação deverá respeitar alguns requisitos básicos entre os quais destacam “severidade, objetivação, originalidade e coerência”. Neste seguimento, Yin (2003) acrescenta que a utilização de várias e distintas fontes de evidência, tidos como os pontos fortes de um estudo de caso, asseveram que qualquer descoberta ou conclusão será assim, muito mais convincente e aprimorada.

Assim, uma das características dos estudos de caso é a possibilidade de obter informação a partir de múltiplas fontes de dados. De entre os instrumentos de recolha de informação

sobressaem entre outros: observações diretas e indiretas, questionários, entrevistas, narrativas, gravações de áudio e vídeo, diários, cartas e documentos (Coutinho, 2011). Destas, Yin (2003) destaca a entrevista como uma das mais importantes fontes de recolha de informação e que na opinião de Gil (2008) e Marconi e Lakatos (2003) permite uma maior flexibilidade de atuação, maior profundidade na abordagem de assuntos e esclarecimento imediato. Todavia, Bogdan e Biklen (1994) salientam que para ser considerada uma boa entrevista, os entrevistados deverão sentir-se à vontade e falarem livremente dos seus pontos de vista.

É a utilização destes diferentes instrumentos que na opinião de Coutinho (2011) proporcionam a possibilidade de cruzamento de informação, asseguram diferentes perspetivas dos participantes e várias medidas de um mesmo fenómeno, e criam as condições necessárias à triangulação e à confirmação de validade do processo.

Deste modo, e almejando responder aos propósitos preestabelecidos, foram adotados procedimentos metodológicos tais como: a recolha de dados (concretizada pela pesquisa de literatura), a realização de entrevistas e questionários, e ainda observações diretas apoiadas em registos fotográficos, de áudio e vídeo. Neste desígnio o desenvolvimento do trabalho foi dividido em seis fases de estudo:

(1ª fase) realização de uma revisão bibliográfica, de acordo com os conceitos e terminologias abrangidas que procuraram uma compreensão da problemática a estudo (quadro de referência), bem como para constatação do estado da arte na temática visada;

(2ª fase) realização de um estudo exploratório através de inquérito por questionário junto dos docentes do DMAT da ESTG que permitiu perceber as dificuldades mais prementes no processo de ensino e aprendizagem de estudantes cegos;

(3ª fase) realização de entrevistas aos estudantes cegos, pretendendo-se alicerçar os dados recolhidos anteriormente com a perspetiva dos próprios estudantes cegos;

(4ª fase) realização das Observações Diretas que se concretizaram na definição e aplicação prática do Multiplano a exercícios concretos das UC's Álgebra Linear, Análise Matemática e nas aulas de apoio de Estatística, com a participação dos estudantes cegos e respetivos docentes das UC's (esta fase incluiu um novo momento de recolha de dados através da realização de entrevistas, aos estudantes e docentes envolvidos, após a aplicação do Multiplano);

(5ª fase) realização de um grupo de discussão sobre as atividades desenvolvidas;

(6ª fase) análise de conteúdo, interpretação e triangulação da informação recolhida.

Estes momentos assomaram-se como os procedimentos necessários para dar resposta à questão a estudo. Permitiram assim a triangulação de dados através da utilização de diferentes fontes de informação em diferentes momentos, com o propósito de garantir maior credibilidade ao estudo. A triangulação permite que através de diferentes perspetivas dos participantes, recolhidas através de múltiplas fontes, diferentes métodos e em diferentes momentos, se assegure várias mensurações do mesmo fenómeno, numa ótica de análise mais completa e profunda permitida por diferentes e até divergentes pontos de vista, tidos numa investigação social, o que assevera uma maior fiabilidade ao próprio estudo (Bernardi, Prado & Kempfer, 2015; Coutinho, 2011).

### 3.3 INSTRUMENTOS DE RECOLHA DE DADOS

Para a obtenção dos dados foram utilizados diferentes instrumentos de recolha, materializados pela utilização de questionários e entrevistas para aceder diretamente às perceções dos intervenientes. Procedeu-se também à observação e discussão da interação dos estudantes cegos com o Multiplano, foco da presente investigação.

#### 3.3.1 QUESTIONÁRIOS E ENTREVISTAS: COMPLEMENTARIDADE

Tuckman (2002) afirma que as entrevistas e questionários são procedimentos utilizados para obter dados sobre pessoas, sobretudo através do interrogatório e não tanto na recolha de padrões comportamentais. Apropriando-nos deste saber compartilhado por vários autores e considerando os objetivos do estudo, encetamos pela sua utilização.

O uso de questionários e entrevistas foi estruturado em cinco passos:

- (1º) desenvolvimento dos instrumentos (questionário *online* e guião de entrevista);
- (2º) validação dos instrumentos por consulta a especialistas e realização de pré-teste;
- (3º) aplicação dos instrumentos;
- (4º) recolha dos dados;
- (5º) processamento e análise dos dados recolhidos.

Para uma melhor justificação da utilização destes instrumentos, consideramos importante expor os seus fatores de conjunção e disjunção. Na opinião de Marconi e Lakatos (2003), o questionário é uma ferramenta que permite a recolha de dados através de um conjunto de perguntas ordenadas onde não é necessária a presença do entrevistador. Situação que não ocorre na entrevista, onde a presença do entrevistador é fundamental e que segundo Gil (2008, p. 109), é “uma forma de interação social” reproduzida através de um “diálogo assimétrico” onde um dos intervenientes é a “fonte de informação” e o outro o coletor de dados. Para Prodanov e Freitas (2013), em ambos os casos, estas técnicas permitem a recolha de dados e atribuem muita relevância à descrição verbal dos inquiridos. Com base nos trabalhos de Gil (2008) e Marconi e Lakatos (2003) equacionaram-se as vantagens e desvantagens da utilização de entrevistas e questionários que podem ser consultadas no Quadro 2.

*Quadro 2 - Vantagens e desvantagens dos Questionários e das Entrevistas (adaptação baseada nas obras de Gil (2008) e Marconi e Lakatos (2003))*

	<b>Questionário</b>	<b>Entrevista</b>
<b>Vantagens</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abrange um grande número de pessoas simultaneamente;</li> <li>• Economiza tempo e dinheiro;</li> <li>• Garante o anonimato dos intervenientes;</li> <li>• Permite flexibilidade de respostas consoante a disponibilidade dos intervenientes;</li> <li>• Evita influência direta do pesquisador;</li> <li>• Respostas mais rápidas e precisas;</li> <li>• Possibilita mais uniformidade na avaliação.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Não requer que a pessoa entrevistada saiba ler e escrever;</li> <li>• Oferece maior flexibilidade (dado que o entrevistador pode esclarecer o significado das perguntas e adaptar-se às pessoas e às circunstâncias);</li> <li>• Permite a observação das expressões corporais e não-verbais do entrevistado;</li> <li>• Permite uma maior profundidade acerca de dados do aspeto da vida social e do comportamento humano;</li> <li>• Permite o esclarecimento imediato de dúvidas e possibilita informações mais precisas.</li> </ul>
<b>Desvantagens / Limitações</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Número de respostas obtidas é normalmente reduzido;</li> <li>• Perguntas sem resposta;</li> <li>• Exclui pessoas analfabetas;</li> <li>• Não permite o esclarecimento, quando a questão não é entendida;</li> <li>• A dificuldade de compreensão pode levar a uma analogia aparente;</li> <li>• As circunstâncias que envolvem as respostas podem ser importantes na avaliação das mesmas, mas é um aspeto que é desconhecido na aplicação de um questionário;</li> <li>• Uma questão pode vir a influenciar outra;</li> <li>• O facto de os itens terem significados diferentes para cada indivíduo pode proporcionar resultados críticos e pouco objetivos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quando o universo a estudo é grande, pode implicar incompreensão do entrevistador sobre o significado das perguntas e custos elevados para o treino de pessoal na aplicação das entrevistas;</li> <li>• De um modo geral exige uma disponibilidade de tempo elevada;</li> <li>• Influência exercida, consciente ou inconscientemente, pelo aspeto físico, atitudes, ideias e/ou opiniões do pesquisador;</li> <li>• O receio que a entidade possa ser revelada pode levar ao fornecimento de repostas falsas ou ocultação de dados importantes.</li> </ul>

### 3.3.2 QUESTIONÁRIO

Numa investigação de carácter exploratório, uma parte importante do trabalho é delimitar como e quais os dados que precisam ser recolhidos. Sempre que possível o investigador deverá recorrer a estudos semelhantes, de modo a utilizar instrumentos já validados, poupando tempo e recursos, o que permite ainda a possibilidade de comparação de resultados (Brace, 2008). Dada a singularidade do estudo, não se verificou a existência de instrumentos validados aplicáveis a este estudo em concreto. Apesar da revisão da literatura apontar para alguns estudos semelhantes, nomeadamente a Dissertação de Mestrado de Ferronato (2002), o inventor do Multiplano, nestes não foi incluído qualquer questionário. Nos estudos analisados a abordagem metodológica centrou-se em estudos de caso asseverados basicamente em observações.

Ainda assim e de modo a obter um conhecimento mais aprofundado do universo a estudo, na presente investigação decidiu-se pela aplicação de questionários e entrevistas aos intervenientes a estudo. Tendo por base Fortin (2003), que defende que são as questões de investigação iniciais os principais indicadores do conteúdo a desenvolver num questionário, o questionário realizado nesta investigação teve por suporte os objetivos do estudo e a questão de investigação empreendida.

O esboço do questionário traçou-se a partir de uma primeira análise bibliográfica sobre metodologia de investigação em ciências sociais e humanas, coadjuvada pela revisão da literatura sobre o tema a estudo (matemática e cegos). Teve assim por base as limitações e dificuldades identificadas, e tirou também partido do próprio conhecimento profissional da coordenadora, docente de Matemática com a experiência em lecionação de uma UC de Matemática a estudantes cegos, e de um estudo prévio realizado em 2014<sup>17</sup>.

A presente investigação procurou a obtenção de dados junto dos indivíduos que mais diretamente contactam com as principais variáveis a estudo: matemática e estudantes cegos. Para tal, numa primeira fase, o estudo concretizou-se pela utilização de um questionário *online* autoadministrado que focou todos os docentes do DMAT da ESTG. De modo a envolver os docentes do DMAT na presente investigação e a facultar-lhes alguma informação sobre a ferramenta a estudo foi realizado previamente um Workshop intitulado “Introdução ao

---

<sup>17</sup> Onde foi aplicado o Multiplano a um exercício da UC de Matemática Discreta realizado em Junho de 2014 na UC Investigação e Intervenção em Contextos Especiais do Mestrado em Comunicação Acessível

Multiplano”, que teve como orador o Professor Aquilino Ribeiro<sup>18</sup> (ver Anexo 3). A participação ou não dos docentes neste Workshop foi um aspeto que foi tido em consideração no questionário desenvolvido

O referido questionário foi subdividido em duas partes principais: uma compreendia a experiência profissional com estudantes cegos e a outra abarcava o conhecimento da ferramenta Multiplano. Integrou questões escalonadas nas quais se incluíram escalas de Likert (nível de concordância), questões com resposta dicotómica do tipo sim/não e questões com resposta de escolha múltipla (Ver Apêndice 2). Cada pergunta foi realizada de modo a focar apenas uma questão limitando a dubiedade de interpretação. Contrariamente às questões de resposta fechada, as questões de resposta aberta, segundo Prodanov e Freitas (2013) compreendem uma análise dos dados mais morosa e exaustiva, ainda assim, considerou-se importante que o questionário incluísse este tipo de questões, na medida em que estas permitem uma resposta livre e sem restrições conferindo uma maior riqueza na recolha de informação pretendida.

Outra situação considerada na elaboração do questionário foi a disponibilização aos respondentes de toda a informação necessária que garantisse a sua proteção bem como o acesso às instruções necessárias para procederem ao preenchimento do questionário. O questionário dirigido aos docentes do DMAT foi disponibilizado *online* no Formulário do *Google*, de modo a facilitar o seu preenchimento, tendo a divulgação sido realizada por meio do *email* institucional dos elementos do DMAT. Optou-se por este método de modo a “agilizar e reduzir os custos operacionais da pesquisa”, como defendem Prodanov e Freitas (2013, p.108).

A aplicação deste instrumento decorreu entre os dias 20 de janeiro de 2015 e 9 de março de 2015, prazo definido para a submissão das respostas. Obtiveram-se 23 respostas (num universo de 31 repostas possíveis). Todas as respostas foram recolhidas pela mesma via e os dados reunidos foram introduzidos numa base de dados construída para o efeito.

---

<sup>18</sup> Especialista em Matemática Aplicada e Comunicação Alternativa e Tecnologias de Apoio é também o Consultor do Multiplano em Portugal

### 3.3.3 ENTREVISTA

Como mencionado anteriormente, a presente investigação apoiou-se ainda noutros instrumentos para a recolha de informação, das quais destacamos a realização de entrevistas face-a-face aos estudantes cegos e aos docentes envolvidos nas Observações Diretas.

Foi também realizada uma entrevista telefónica (um dos procedimentos destacados por Fortin (2003) para a recolha de dados) à Coordenadora do CRID que se prendeu sobretudo com a identificação dos instrumentos e ferramentas disponibilizadas por aquele Centro para o ensino de estudantes cegos.

Para Prodanov e Freitas (2013) as entrevistas diferenciam-se quanto à sua estrutura, isto é, variam consoante a rigidez aplicada ao roteiro predefinido para a entrevista. Neste âmbito, refira-se que no decorrer do presente estudo fez-se uso da entrevista semiestruturada pela sua estrutura menos rígida, onde o entrevistador conjuga questões predeterminadas com outras questões livres e adicionais, adaptando-se à situação do entrevistado (Fortin, 2003; Manzini, 2012; Richardson, Peres, Wanderley, Correia & Peres, 1999).

Para a elaboração das entrevistas contribuiu o enquadramento teórico, os objetivos do estudo, bem como alguns aspetos que emergiram dos questionários previamente analisados. As entrevistas procuraram realizar-se num ambiente descontraído e sem interferências, sem a presença de terceiros e após contacto prévio entre os intervenientes. Foram proporcionadas condições para os entrevistados se exprimirem livremente, facilitando a reflexão sobre a sua experiência académica, profissional e pessoal. Mediante o consentimento dos participantes foi utilizada a videogravação para a recolha e registo fidedigno dos discursos proferidos, os quais foram integralmente transcritos.

Destaca-se que as entrevistas foram realizadas em duas fases distintas. Numa primeira fase foi realizada uma entrevista de cômputo geral aos estudantes cegos, prévia à utilização do Multiplano. Posteriormente e após a aplicação do Multiplano, concretizou-se a segunda fase onde foram realizadas novamente entrevistas semiestruturadas aos estudantes cegos e docentes envolvidos, emergindo um grupo de discussão sobre as atividades desenvolvidas.

As entrevistas efetuadas aos estudantes cegos foram subdivididas em quatro tópicos principais que permitiram essencialmente a recolha da seguinte informação:

(1) Perfil do entrevistado;

- (2) Experiência do entrevistado na aprendizagem da matemática;
- (3) Identificação das ferramentas e estratégias utilizadas no IPL para a aprendizagem da Matemática;
- (4) Aplicabilidade do Multiplano no processo de ensino e aprendizagem de conceitos matemáticos de UC's comuns aos cursos de Engenharia.

Do mesmo modo, foi também realizada uma entrevista aos três docentes que lecionaram as UC's: Álgebra Linear, Análise Matemática e Estatística e estiveram envolvidos nas Observações Diretas e que acompanharam a realização dos exercícios<sup>19</sup> com aplicação do Multiplano por parte dos estudantes. A realização da entrevista ocorreu após a aplicação do Multiplano e teve como propósito identificar dois pontos fulcrais: i) quais os formatos/recursos/materiais utilizados com estes estudantes, no passado, ao longo das aulas<sup>20</sup> para a transmissão dos conceitos matemáticos da UC que lhes lecionaram (com particular atenção para os conceitos abordados nos exercícios realizados no âmbito desta investigação, abaixo mencionados), e ii) identificar as dificuldades e/ou facilidades na resolução dos mesmos exercícios através do método tradicional versus aplicação do Multiplano.

### *3.3.4 VALIDAÇÃO DAS ENTREVISTAS E QUESTIONÁRIOS*

No caso do estudo aqui apresentado, os questionários e entrevistas desenvolvidos foram submetidos a um conjunto de procedimentos para a sua validação, nomeadamente a avaliação por peritos e a pilotagem ou pré-teste. As observações dos especialistas tendem a identificar essencialmente problemas de compreensão e adequabilidade do questionário/entrevista à temática e populações estudadas e é uma etapa fundamental para assegurar a formulação das questões de um modo claro para que possam ser compreendidas e respondidas pelos visados (Fortin, 2003). Do mesmo modo Prodanov e Freitas (2013) defendem que esta etapa deverá ocorrer antes da recolha dos dados e consiste na identificação e eliminação de eventuais problemas, não reconhecidos pelo investigador pela envolvência direta no estudo, que permitirão a validação destes métodos na recolha de dados.

No caso do questionário, Brace (2008) alerta para o facto de um questionário mal concebido não fornecer os dados que são necessários ou fornecê-los de forma incorreta. No entanto,

---

<sup>19</sup> Exercícios que foram elaborados por cada um dos docentes das referidas UC's

<sup>20</sup> Aqui considerado como Método Tradicional

Fortin (2003) defende que a mesma ordenação de questões e diretrizes para todos os intervenientes pode não só facilitar a comparação de dados entre os sujeitos como também assegurar uniformidade e fidelidade das situações medidas. Neste sentido, sobressai uma vez mais a importância da validação dos conteúdos e a realização do pré-teste defendida pelos mais variados autores como Fortin (2003), Marconi e Lakatos (2003), Gil (2002) e Prodanov e Freitas (2013), entre outros, a qual deverá limitar estas incorreções e restringir as incertezas.

No caso de uma entrevista, e independentemente da tipologia assumida, esta deverá obedecer também à realização de uma validação por especialistas. Até no caso extremo de uma entrevista não estruturada e apesar da maior liberdade na condução da entrevista deverá existir sempre um roteiro, o qual deverá ser avaliado e testado. De facto, para este tipo de investigações é fundamental uma preparação prévia das perguntas a realizar e objetivos a ver respondidos (Prodanov & Freitas, 2013).

O pré-teste é um instrumento essencial que possibilita asseverar a fidedignidade, validade e operacionalidade destes instrumentos de pesquisa. Desta forma, é permitido verificar se os resultados esperados são os obtidos, evita-se que se deixem de fora a recolha de dados importantes à análise e permite ainda atestar a acessibilidade do vocabulário apresentado. Esta técnica consente alterações ou modificações das hipóteses e/ou variáveis a estudo e oferece maior segurança e rigor na investigação (Marconi & Lakatos 2003).

Para Prodanov e Freitas (2013) o pré-teste deverá ser realizado junto de um universo reduzido, de modo a permitir que se corrijam eventuais erros de formulação. A corroborar essa informação surgem Marconi e Lakatos (2003) que defendem que amostra reduzida não deverá fazer parte da amostra final. Gil (2002) atesta ainda que a amostra onde será aplicado o pré-teste deverá ser a mais parecida possível com aquela a quem se dirige efetivamente a pesquisa.

#### 3.3.4.1 Validação do questionário

No presente estudo, e indo ao encontro do que defendem os diferentes autores analisados, foi efetuada uma validação por especialistas do questionário dirigido aos docentes do DMAT, de modo a garantir entre outros aspetos, a sua validade e fiabilidade através da providência de sugestões que minimizem potenciais erros. Esta etapa assumiu-se como crucial no desenvolvimento do questionário, foram identificados possíveis problemas de semântica que poderiam comprometer o estudo, tendo-se procedido à sua correção conforme os pareceres dos especialistas consultados.

Desse modo foi facultado aos especialistas<sup>21</sup> uma tabela com as questões operacionais do questionário, às questões do questionário estavam associados e categorizados os objetivos pretendidos e os dados que se procuravam obter por cada resposta (Ver Apêndice 3).

Foram ainda realizados os pré-testes a cinco docentes de Matemática do Ensino Superior, de outras instituições de ensino, pelo facto de não fazerem parte do público-alvo do estudo e serem uma população idêntica à que seria inquirida. Dos pré-testes realizados sobressaiu sobretudo o elevado número de respostas abertas. Sugeriram a possibilidade da escala de Likert apresentar apenas opções de resposta de concordância direta (eliminar a opção “Não concordo nem discordo”), dado que na opinião dos inquiridos esta opção não acrescenta qualquer informação relevante e, em caso de dúvida é a mais apelativa e por isso selecionada. Com o excluir daquela opção força-se o inquirido a uma tomada de posição de resposta mais clara.

Perscrutando esta opinião surgem Cummins e Gullone (2000) que questionam a utilização do ponto neutro (do tipo não concordo nem discordo) numa escala de Likert. Contudo, para Pereira (2004), um dos sucessos desta escala passa não só por reconhecer o confronto entre posições contrárias, a graduação das possibilidades de respostas mas também a posição intermediária, que permite a opção quando não há opinião ou experiência no tocante aos atributos específicos. No entanto, Collings (2006) critica a utilização deste ponto neutro na medida em que este poderá criar impassibilidade e ambivalência do respondente podendo até desvirtuar a verdadeira opinião daquele. Porém, e de modo a não limitar esta opção que por vezes se torna confortável para o respondente, Cummins e Gullone (2000) defendem que esta ambiguidade causada pelo ponto neutro pode ser minorada quando substituída por uma outra opção de resposta que sugira não aplicado ou sem condições de resposta.

Modelando a opinião destes autores considera-se legítima a exclusão do questionário do ponto neutro, o qual foi na maioria das vezes substituído pela opção “Não se aplica”. Para além desta alteração, a realização dos pré-testes permitiu ainda realizar pequenos ajustes na formatação, na ordem e estruturação das perguntas, na sua redação e ainda nas instruções disponibilizadas.

---

<sup>21</sup> Esta etapa contou com o apoio de três especialistas na área da educação e da deficiência e inclusão, nomeadamente um especialista em Matemática Aplicada e Comunicação Alternativa e Tecnologias de Apoio para Deficientes Visuais, outro na área do Apoio à Inclusão Digital e outro na área da Educação Inclusiva.

#### 3.3.4.2 Validação da entrevista

As entrevistas também foram ratificadas pelos três especialistas que validaram os questionários, aos quais uma vez mais foi facultado um guião para cada entrevista (Ver Apêndice 4). Foram ainda efetuados os pré-testes, que permitiram estimar o tempo de entrevista e reorganizar o inquérito por entrevista.

Ressalva-se que a construção das entrevistas teve em linha de conta a formulação das categorias e subcategorias a serem utilizadas na codificação aquando da análise de conteúdo.

#### *3.3.5 OBSERVAÇÃO DIRETA*

Vale (2000, p. 233) refere que “a observação é a melhor técnica de recolha de dados do indivíduo em actividade, em primeira mão, pois permite comparar aquilo que diz, ou que não diz, com aquilo que faz”. Assim, a recolha de dados da presente investigação passou também pela inclusão de observação direta de resolução de exercícios às UC’s de Matemática a estudo, por parte dos estudantes cegos, com o apoio da ferramenta Multiplano. O que permitiu a intensificação da teorização com o propósito de fornecer uma introspeção sobre a aplicação prática da ferramenta a estudo, verificando a sua adequação ou não a conceitos matemáticos de Ensino Superior.

Para Marconi e Lakatos (2003), algumas das vantagens inerentes à observação são: a menor dependência da introspeção ou da reflexão e o facto de esta técnica permitir outra evidência de dados não passíveis de obter nas entrevistas ou em questionários. Estes autores reiteram que a observação é o ponto de partida da investigação social e é tida como um elemento básico de investigação científica. E que, segundo os mesmos autores, permite ir além do visualizar ou ouvir, mas acima de tudo possibilita que se examinem fatos ou fenómenos socorrendo o pesquisador ao reconhecer e ao obter provas sobre dados aspetos da realidade e in loco.

Tendo por base esse aspeto, após a realização de questionários e entrevistas, foi induzida a segunda etapa metodológica através da observação de casos com a aplicação prática do Multiplano a exercícios concretos das UC’s Álgebra Linear, Análise Matemática e Estatística. A escolha recaiu sobre estas UC’s na medida em que estas fazem parte do chamado tronco comum dos cursos de Engenharia no Ensino Superior Politécnico, sendo portanto comuns a uma vasta área de cursos (Ver Anexo 5).

Neste caso, considerando o tema a estudo, reflete-se como parte fundamental do processo de investigação a realização deste tipo de observação. Destarte pretende-se não só, assegurar múltiplas fontes de evidências e a triangulação de dados, defendidas pelos diferentes autores analisados, como também, e conseqüentemente garantir validade e confiabilidade do estudo. Pretende-se avaliar na percepção dos intervenientes, através de exemplos práticos, a utilidade da ferramenta Multiplano, dado que essa é a base central da presente investigação.

Na presente investigação a observação assume-se direta, não-participante e estruturada, dado que não é ocasional e/ou acidental e o investigador tem atuação passiva (não assume papel direto no campo de pesquisa) mas que exige um planeamento e um controlo prévio, sem ser rígido, de modo a responder aos propósitos preestabelecidos (Marconi & Lakatos 2003; Yin, 2003). Estas observações procuram indagar quer propósitos descritivos quer subjetivos, nomeadamente reflexivos, onde possam estar manifestos sentimentos, ideias, palpites e impressões do investigador (Bogdan & Biklen, 1994).

#### 3.3.5.1 Observação: a utilização do Multiplano

Esta etapa caracterizou-se por duas fases, numa primeira fase para além da revisão dos conteúdos associados aos conceitos a estudo, considerou-se pertinente uma breve explicação da funcionalidade da ferramenta a estudo.<sup>22</sup> A segunda fase centrou-se na resolução dos exercícios propostos, por parte dos estudantes cegos, com a aplicação do Multiplano.

Após a seleção dos conceitos a estudo agendaram-se as observações e as entrevistas, onde estiveram presentes os estudantes cegos e os respetivos docentes. A preceder as observações houve lugar a esclarecimento dos participantes quanto ao enquadramento e natureza do estudo, a pertinência da sua participação e a salvaguarda das questões éticas.

No caso concreto das UC's Álgebra Linear e Análise Matemática<sup>23</sup>, face à grande separação temporal entre a lecionação destas UC's e a realização da presente investigação, procedeu-se a uma revisão teórica prévia dos conteúdos a estudo de modo a eliminar vieses provenientes do não domínio dos conteúdos abordados.

---

<sup>22</sup> É importante referir, uma vez mais, que os estudantes cegos tiveram a primeira experiência com a ferramenta Multiplano no estudo piloto realizado em junho de 2014. Até àquela data esta ferramenta era completamente desconhecida para estes estudantes.

<sup>23</sup> UC's do 1º ano do curso de Licenciatura de Engenharia Informática (e dos restantes cursos de Engenharia do Ensino Superior Politécnico) e na fase da presente investigação os estudantes encontravam-se a frequentar o Mestrado.

Pela limitação temporal inerente à presente investigação, as observações diretas incidiram na utilização do Multiplano pelos três participantes numa temática concreta de cada uma das UC's: Álgebra Linear (trabalhou-se com Matrizes, operações e aplicação na resolução de sistemas de equações); Análise Matemática (trabalhou-se a representação e estudo de funções: retas e funções quadráticas) e Estatística (o estudo recaiu sobre a Inferência Estatística (intervalos de confiança, testes de hipótese, p-value, região crítica, Análise Bivariada e regressão). É importante referir que nas temáticas a estudo a componente gráfica não havia sido abordada aquando a sua lecionação, devido à dificuldade em comunicar visualmente esses conceitos a estes estudantes.

Os exercícios propostos no âmbito de cada uma das UC's foram realizados separadamente. Em cada caso, com exceção da Estatística, estiveram presentes os três estudantes e um dos docentes que havia lecionado a UC's a estes estudantes.

Pelo facto do Estudante C frequentar o "Master in Healthcare Information Systems Management (MGSIM)"<sup>24</sup>, foi possível a aplicação do Multiplano ao longo das aulas de apoio na UC Statistics and Operational Research applied to Medical Informatics<sup>25</sup> o que induziu que a observação realizada nesta UC diferisse das restantes e abrangesse apenas um estudante.

Foram seleccionados pelos docentes exercícios semelhantes aos que foram realizados durante as aulas, os quais foram transcritos para o *Notepad*<sup>26</sup> e enviados, no início das observações, por correio eletrónico para os estudantes de modo a permitir a leitura autónoma a cada participante. Assim, cada estudante fez-se acompanhar pelo seu computador portátil, essencial para a leitura dos exercícios devido aos *softwares* de leitura de ecrã instalados.

A principal diferença na realização dos exercícios no âmbito desta investigação e de exercícios análogos realizados durante as aulas frequentadas pelos participantes no seu percurso académico, residiu na introdução da ferramenta de apoio Multiplano.

A recolha de dados é decisória e fundamental para o trabalho do investigador. Num contexto de investigação qualitativa, a análise incide sobre a ação e na versatilidade dos comportamentos observados, em espaços de tempo limitados, acrescidos da exigência de registos bastante detalhados. Uma das formas de diluir estas limitações passa por assegurar o

---

<sup>24</sup> Enquanto os Estudante A e Estudante B frequentam o Mestrado em Engenharia Informática - Computação Móvel

<sup>25</sup> Esta UC tem vários conteúdos comuns à UC Estatística dos cursos de Engenharia, nomeadamente a Inferência Estatística e a Análise Bivariada. A docente que lecionou esta UC tinha lecionado anteriormente Estatística a um dos estudantes cegos.

<sup>26</sup> Editor de texto que permite trabalhar com diversas linguagens de programação

registo desses elementos de análise em vídeo e/ou áudio. Desta forma, foram efetuados registos vídeo e anotações das observações efetuadas, nomeadamente particularidades no manuseamento do Multiplano por cada estudante, tempo despendido, dificuldades e facilidades apontadas. Na opinião de Pinheiro *et al.* (2005) em investigações qualitativas o vídeo constitui um instrumento precioso para a recolha e análise de dados. Neste sentido, Pellatieri e Grando (2010) reforçam que através do uso de vídeogravação, mais do que um registo de imagens e instrumento de observação e significação, é possível ao investigador na análise dessas mesmas imagens, caracterizar um pensamento, mesmo que matemático, através de movimentos corporais. Para estes autores é na recriação de dilemas de estudo e na sua resolução que as ações e experimentações tomam parte e ao serem visualizados e identificados pelo vídeo, transformam-se em material de análise. E que para Garcez, Duarte e Eisenberg (2011) se caracteriza numa forma de obter dados empíricos materialmente revestidos de riqueza e densidade que permitam uma melhor apropriação do objeto de pesquisa e uma formulação mais elucidativa de hipóteses do fenómeno em estudo.

A opção pela filmagem, em termos de pesquisa qualitativa, é mais do que captar imagens e sons, é essencialmente um “método de observação indireta” que vai para além da fala e da escrita abrangendo também a componente de comunicação não-verbal. O que obriga à sua utilização de forma prudente, certificando a anuência livre e esclarecida dos participantes e a garantia no uso das imagens das questões éticas e direitos dos sujeitos de pesquisa. Este método de recolha de dados permite a revisão das imagens gravadas o que reforça a complexidade de análise e a própria credibilidade do estudo (Pinheiro *et al.*, 2005, p.718).

Destaca-se que no final de cada observação, espontaneamente, gerou-se um momento de discussão em grupo com a presença de cada um dos docentes envolvidos que se considerou pertinente e, mediante a autorização dos intervenientes, procedeu-se ao registo vídeo.

### 3.4 ANÁLISE DE CONTEÚDO

De acordo com Coutinho (2011, p.192) associados às investigações qualitativas estão presentes vários dados de índole “aberto e flexível”, que originam uma vasta quantidade de informação descritiva, a qual precisa de ser organizada e circunscrita de modo a que se possa interpretar o fenómeno em estudo.

Na recolha de dados efetuada, quer através dos questionários quer através das entrevistas, foram incluídas questões abertas de modo a não limitar a liberdade de resposta, evitando desse modo condicionamentos forçados por opções pré-fixadas. Como anteriormente

mencionado este tipo de análise, apesar de mais rica, acaba por comportar um processamento mais difícil. Estes dados, tal como os decorrentes das observações, foram objeto de análise de conteúdo na perspectiva de Bardin (2004). Esta autora define a análise de conteúdo como um agrupado de técnicas de análise de comunicações num dado contexto psicológico e social, que permitem a ilação de conhecimentos relativos às mensagens produzidas e rececionadas e que convergem para a compilação e tratamento dos dados destacando a pertinência, conformidade, objetividade e fidelidade do seu conteúdo. Assim, Coutinho (2011) defende que para a análise destes dados é fundamental a organização, simplificação e agrupamento da informação, permitida pela análise de conteúdo que permite fazer deduções sobre a regularidade e padrões similares dos dados, de modo a sintetizar os resultados.

Após a recolha dos dados é necessária a sua “codificação” segundo Coutinho (2011, p.192) e que para Bardin (2004), se configura como um conjunto de procedimentos objetivos e sistemáticos de descrição de conteúdo de mensagens, transcritos em indicadores que permitam a inferência de conhecimentos relativos às mensagens obtidas.

A análise de conteúdo implica assim classificar, ordenar, quantificar e interpretar as declarações produzidas pelos intervenientes, tanto ao nível do questionário e entrevistas como nos casos de observação direta. Tendo em conta os objetivos a estudo e a definição precisa dos itens do conteúdo a analisar, formulam-se as categorias relevantes para a investigação. O que nas palavras de Coutinho (2011, p. 193) se define como:

A análise de conteúdo é uma técnica que consiste em avaliar de forma sistemática um corpo de texto (ou material audiovisual), por forma a desvendar e quantificar a ocorrência de palavras/frases/temas considerados chaves que possibilitem uma comparação posterior.

Para aceder a esta codificação Bardin (2004) defende que a análise de conteúdo deverá estruturar-se em três fases: (1) Pré-análise, que consiste na recolha e preparação do material para a análise posterior, sendo definido nesta fase as regras que serão utilizadas; (2) Exploração do material, onde serão aplicadas as regras de ação definidas anteriormente e que permitem a codificação e categorização de acordo com a significância, identificando as temáticas a analisar e (3) Tratamento dos dados, interpretação e dedução dos dados que permite uma síntese dos resultados.

Na presente investigação procedeu-se assim ao processo de codificação da informação recolhida, a qual foi ajustada aos objetivos das questões formuladas, através da identificação de categorias abaixo explanadas<sup>27</sup> (Quadro 3).

Quadro 3 - Categorias e Subcategorias para análise de conteúdo das entrevistas aplicadas aos estudantes cegos e docentes

<b>Categoria</b>	<b>Subcategoria</b>	<b>Indicadores</b>
Aquisição de Informação dos <b>estudantes cegos</b>	Dificuldades na utilização do Braille na aprendizagem da Matemática	Menções das <b>dificuldades e/ou limitações sentidas</b> na utilização do sistema Braille para a área da Matemática.
	Facilidades na utilização de Braille na aprendizagem da Matemática	Menções das <b>facilidades sentidas</b> na utilização do sistema Braille para a área da Matemática.
	Meio preferencial para a aquisição de informação por parte dos estudantes	Menções que identifiquem o meio preferencial para a aquisição de informação que não incluam a visão.
Aprendizagem da Matemática no percurso escolar <b>dos estudantes cegos</b>	Dificuldades dos estudantes cegos na aprendizagem da Matemática	Menções das dificuldades na aprendizagem da Matemática vivenciadas ao longo do percurso académico.
	Estratégias utilizadas durante o percurso escolar dos estudantes cegos na aprendizagem da Matemática	Evidências de Materiais de apoio, Estratégias pedagógicas e/ou Equipamentos utilizados nas Instituições de ensino frequentadas antes do IPL.
Materiais de apoio e estratégias pedagógicas na ESTG (IPL)	Técnicas e estratégias de ensino e aprendizagem	Referências dos materiais, estratégias e tecnologias de apoio no IPL utilizados no processo de ensino e aprendizagem com estudantes cegos.
	Facilidades do processo de ensino e aprendizagem das UC's de Matemática na ESTG ao nível de Métodos utilizados com estudantes cegos	Alusões a facilidades identificadas no processo de ensino e aprendizagem das UC's de Matemática na ESTG ao nível de materiais, estratégias e tecnologias utilizados com estudantes cegos.
	Dificuldades do processo de ensino e aprendizagem das UC's de Matemática na ESTG ao nível de Métodos utilizados com estudantes cegos	Alusões a dificuldades identificadas no processo de ensino e aprendizagem das UC's de Matemática na ESTG ao nível de materiais, estratégias e tecnologias utilizados com estudantes cegos.
	Dificuldades dos docentes da ESTG no processo de transmissão de conceitos matemáticos a estudantes cegos	Alusões de como os estudantes cegos percecionaram as dificuldades dos docentes para a transmissão de conhecimentos matemáticos.

<sup>27</sup> A inclusão dos segmentos nas categorias criadas e de acordo com os indicadores determinados foi validada por um segundo investigador.

<b>Categoria</b>	<b>Subcategoria</b>	<b>Indicadores</b>
	Propostas de estratégias para a melhoria no processo de ensino e aprendizagem nas UC's de Matemática na ESTG com estudantes cegos	Menções dos estudantes cegos a reflexões e conhecimentos de outras estratégias úteis para a aprendizagem da Matemática.
Ferramenta Multiplano	Desvantagens na utilização do Multiplano	Referências às desvantagens na utilização do Multiplano face ao método tradicional (em termos de facilidade, tempos, representações e compreensão).
	Vantagens na utilização do Multiplano	Referências às vantagens na utilização do Multiplano face ao método tradicional (em termos de facilidade, tempos, representações e compreensão).
	Aplicabilidade Multiplano	Menções sobre a perceção da utilidade do Multiplano, incluindo a aplicabilidade a alguns conceitos matemáticos identificando-os.

Intentando o que defendem Coutinho (2011) e Bardin (2004) que para a determinação de interesses de um dado assunto é basilar a análise da frequência de ocorrências de indicadores relativos a esse assunto, e que a repetição dessas ocorrências será mais significativa quanto maior for a frequência de repetição. Para ambos os autores esta análise obriga a que se pesquisem expressões, palavras, ideias, temas (nomeadamente conteúdos matemáticos), passíveis de integrar as categorias e subcategorias predeterminadas, assentes na frequência com que os indicadores surgem nos dados recolhidos.

Para proceder à análise de conteúdo da informação recolhida foram criadas bases de dados para o efeito e foi utilizado o *software* online WebQDA (Ver Anexo 6). Este *software* permitiu e facilitou a análise através de uma sistematização do trabalho, simplificando a obtenção de frequências, de menções e evidências relacionadas com as categorias e subcategorias codificadas no discurso dos entrevistados. Note-se que o WebQDA permite a edição, visualização e interligação de documentos, podendo criar-se categorias, codificar, controlar, filtrar, pesquisar e questionar os dados (Souza, Costa & Moreira, 2011).

Procedeu-se à codificação, através da seleção de excertos dos discursos para o corpo deste trabalho, que procurou ser a mais adequada às circunstâncias e respeitar, tanto quanto possível, o sentido das narrativas integrais. Efetivamente, “um bom trabalho qualitativo é documentado com boas descrições provenientes dos dados para ilustrar e substanciar as asserções feitas” (Bogdan & Biklen, 1994, p.252). Desta forma, citam-se os sujeitos e

apresentam-se pequenas seções das notas de campo de forma a aproximar o estudo da realidade analisada para perceber o que os intervenientes transmitiram, bem como as suas conceções.

### 3.5 CARACTERIZAÇÃO DOS PARTICIPANTES

Conforme afirmam Almeida e Freire (2008) os participantes de um estudo são uma parte representativa da população onde se inserem, a qual poderá compreender um grupo de indivíduos, factos ou observações onde se pretende estudar ocorrências e que para Marconi e Lakatos (2003) se caracteriza como um subconjunto da população (universo). Neste sentido, para Coutinho (2011) a amostra deverá por isso ser uma representação da população, ou seja, possuir as características daquela. Só assim, para Almeida e Freire (2008), é que se justifica que esta seja uma etapa de grande importância na delimitação da pesquisa e essencial para a determinação da validade dos dados obtidos.

O processo de definição da amostra a estudo pautou-se pelo tipo e a natureza da investigação e por isso transcreveu-se numa amostra não probabilística, ou seja, não dependente do acaso mas antes da intenção do pesquisador. No caso a estudo a amostra assume o critério de amostragem intencional, onde a seleção se pauta num critério pré-definido e em opiniões de uma ou mais pessoas que conhecem as características específicas que se pretendem analisar da população em estudo (Almeida & Freire, 2008; Coutinho, 2011). Atendendo às premissas lidas em Almeida e Freire (2008), procedeu-se ao recrutamento dos participantes que garantiam a representatividade da população a estudo, mormente os indivíduos que patenteavam particularmente o assunto, ocorrência, opinião ou conduta a estudo (docentes de/e estudantes cegos das UC's de Matemática da ESTG).

Neste estudo foram inquiridos através de questionário 23 docentes e para a seleção desta amostra foi tido como critério de inclusão ser docente do DMAT da ESTG. Foram ainda entrevistados três docentes cujo critério de seleção passou pela lecionação de pelo menos uma das UC's Álgebra Linear, Análise Matemática ou Estatística aos estudantes cegos. Também participaram no estudo três estudantes cujos critérios de inclusão foram ser pessoa cega e frequentar um curso na área de Engenharia na ESTG.

Os três estudantes que participaram no estudo frequentaram o IPL, no ano letivo 2014/15, no âmbito de formações de 2º ciclo. Note-se que estes três estudantes foram os únicos estudantes cegos das áreas da Engenharia a frequentarem a ESTG, tendo concluído a sua

formação de 1º ciclo nesta mesma instituição<sup>28</sup>. No período em que decorreu o presente estudo os participantes já tinham concluído as UC's de Matemática da Licenciatura, acedendo a participar livremente no estudo com o intuito de contribuir para o desenvolvimento de novas estratégias para o ensino e aprendizagem de estudantes cegos ao nível do Ensino Superior.

### 3.6 PROCEDIMENTOS ÉTICOS

A realização de uma investigação exige o respeito de princípios deontológicos e éticos, sempre que se trata de investigação de seres humanos. Para Bogdan e Biklen (1994), há dois requisitos essenciais que um investigador deverá cumprir, nomeadamente: assegurar que as pessoas envolvidas no estudo o integram de forma voluntária (após dar a conhecer os riscos, imposições e natureza do mesmo) e a sua identidade deverá ser reservada e garantido o seu anonimato.

Nas diversas fases da investigação foram respeitados estes princípios deontológicos. Entrando em linha de conta com o facto de a recolha de dados ter ocorrido por registo de imagens em vídeo, houve a certificação de que os direitos dos estudantes e docentes fossem protegidos.

### 3.7 LIMITAÇÕES DO ESTUDO

Tratando-se de um estudo de caso, Yin (2003) indica que para garantir o rigor metodológico devem acautelar-se cuidados redobrados tanto na recolha como na análise dos dados. Situação que se refletiu na presente investigação.

Face ao reduzido tamanho da amostra a estudo, poderá questionar-se a sua validade e fiabilidade. A pesquisa de vários autores dos quais se destaca Nielsen (2000) demonstrou que quanto maior o número de elementos da amostra, em estudos qualitativos, menos se aprende, dado que o investigador tende a observar as mesmas características repetidamente. Aliás, Patton (1987) defende que em pesquisas qualitativas trabalha-se por norma com amostras reduzidas. Nestes casos, mais importante do que o número da amostra será fortalecer a profundidade da sua representação. Também Alarcão (2014, p.113) refere que se estas amostras “perdem em extensão, ganham em profundidade e grau de compreensão e podem constituir estímulos exemplares para a análise e reconstrução de situações semelhantes baseadas no princípio da transferabilidade crítica e da mobilização do conhecimento”. Foi este o pressuposto que se procurou seguir neste estudo, ultrapassando-se

---

<sup>28</sup> O Estudante C ingressou na ESTG apenas no 3º ano do curso de Licenciatura em Engenharia Informática, após frequência de outra Instituição de Ensino Superior onde havia obtido aprovação às UC's de Matemática.

o sujeito único, tentando não só, uma triangulação de dados através de diferentes fontes de informação, diferentes métodos de recolha de informação e em diferentes momentos, como também um replicar do fenómeno, através do registo pormenorizado de toda a planificação e etapas.

Ainda assim e mesmo tendo em conta a importância da triangulação de dados para colmatar erros, na opinião de Richardson *et al.* (1999) os resultados associados à amostra supõem erros estimativos e não podem ser rigorosamente exatos em relação ao universo representado. Já Yin (2003) menciona que uma das dificuldades dos estudos de caso é a fragilidade na sua generalização, mas este autor também defende que neste tipo de investigação o propósito não será o de dar um conhecimento preciso das características da população a partir de processos estatísticos, mas antes o de difundir as suas asserções teóricas.

Assim sendo, depreende-se que apesar das limitações inerentes a este estudo considera-se que foram implementadas e materializadas todas as estratégias de modo a permitir a sua generalização a nível dos propósitos obtidos.



## 4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Neste capítulo serão apresentados e discutidos os principais resultados desta investigação. Assim, tendo presente a revisão bibliográfica e com base na triangulação dos dados recolhidos (quantitativos e qualitativos), coadunando diferentes instrumentos de recolha, procurou-se dar resposta à questão investigativa inicial centrada na análise, reflexão e aprofundamento dos resultados obtidos, permitidos pelo balizar de novas perspetivas.

### 4.1 APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS DOS QUESTIONÁRIOS

Do inquérito remetido ao DMAT da ESTG obtiveram-se 23 respostas (74%) num universo de 31 docentes. Relativamente à questão sobre as UC's lecionadas nos últimos cinco anos averiguase que, entre outras, a maioria refere as seguintes: Análise Matemática (61%), Estatística e Álgebra Linear (ambas com 43% das respostas)<sup>29</sup>. É interessante esta análise, que fundamenta ainda mais a escolha destas UC's para a realização dos casos de observação com a aplicação da ferramenta Multiplano.

Quanto à questão sobre a lecionação ou não de aulas a estudantes cegos, verifica-se que apenas sete (7) dos respondentes (30%) responderam afirmativamente a esta questão. Dados que confirmam a informação facultada pelo Coordenador do DMAT da ESTG sobre o número total de docentes que efetivamente lecionaram aulas a estudantes cegos.<sup>30</sup> Aos sete (7) docentes que lecionaram UC's aos estudantes cegos foram-lhes dirigidas, exclusivamente, algumas questões cuja análise se relata.

Quanto à questão que indaga acerca da forte componente visual (isto é, conceitos que requerem representação gráfica) das UC's apresenta-se o gráfico nº 1.

---

<sup>29</sup> Valores que excedem 100% dado que houve docentes que lecionaram mais do que uma UC no período de referência

<sup>30</sup> Excetuando a coorientadora do presente estudo, que lecionou Matemática Discreta aos estudantes cegos, que pelo envolvimento no estudo não respondeu ao questionário.

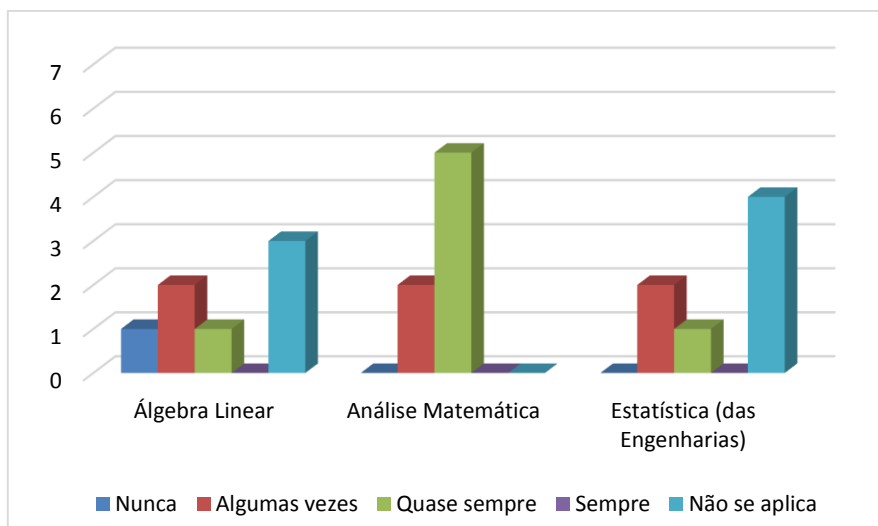


Gráfico 1 - Uc's identificadas com uma forte componente visual

Desta análise sobressai que a UC identificada com tendo maior componente visual é a Análise Matemática, 71% (5 em 7 respostas) a indicar a opção “Quase sempre”. Relativamente às UC's de Álgebra Linear e Estatística as respostas não são tão lineares, 29% (2 em 7) consideram que estas UC's “Algumas vezes” têm uma forte componente visual e apenas 14% (1 em 7) que “Quase sempre” têm forte componente visual. Os restantes inquiridos, ou seja, 57% (4 em 7) consideram que nestas UC's ou “Não se aplica” ou que “Nunca” tem uma forte componente visual.

Relativamente à identificação das principais dificuldades sentidas pelos estudantes cegos na aprendizagem de conceitos matemáticos, as respostas dos docentes apesar de distintas apontam todas para a problemática dos conceitos que englobam uma componente gráfica. Como é referenciado por um (1) dos inquiridos: *“tive dificuldade de obter/criar materiais para representação 2D e 3D de gráficos de curvas e superfícies para permitir uma leitura tátil.”* Outro inquirido (1) assinala a *“Dificuldade na perceção da ligação do conceito teórico à visualização do mesmo”* outro inquirido (1) refere ainda o *“Interpretar gráficos, pela dificuldade que existe em explicar conceitos em que a visualização gráfica é muito importante.”* É de notar que cinco (5) dos sete (7) inquiridos referem que a maior dificuldade dos estudantes cegos reside na perceção e assimilação de conceitos teóricos que estão intrinsecamente associados à visualização e cuja exposição/apropriação alicerça-se em representações gráficas. Dois (2) dos sete (7) respondentes assinalam ainda a dificuldade em comunicar numa linguagem matemática (escrita) apropriada. Refira-se que um (1) dos inquiridos realça que muitas das dificuldades sentidas por estes estudantes são por vezes comuns às dos

normovisuais. Braz *et al.* (2012), Moura e Lins (2012b) assim como Sierra e Barroco (2009) reforçam que a falta de visão não inibe o sucesso da aprendizagem.

A maioria destes docentes indica discordar de que os conceitos matemáticos com maior representação gráfica tenham sido assimilados de forma equivalente à dos estudantes normovisuais, um (1) dos inquiridos assinala discordar totalmente (14%) e apenas 29% (2 em 7 respostas) assinalam concordar com esta afirmação como se pode verificar no gráfico nº2.

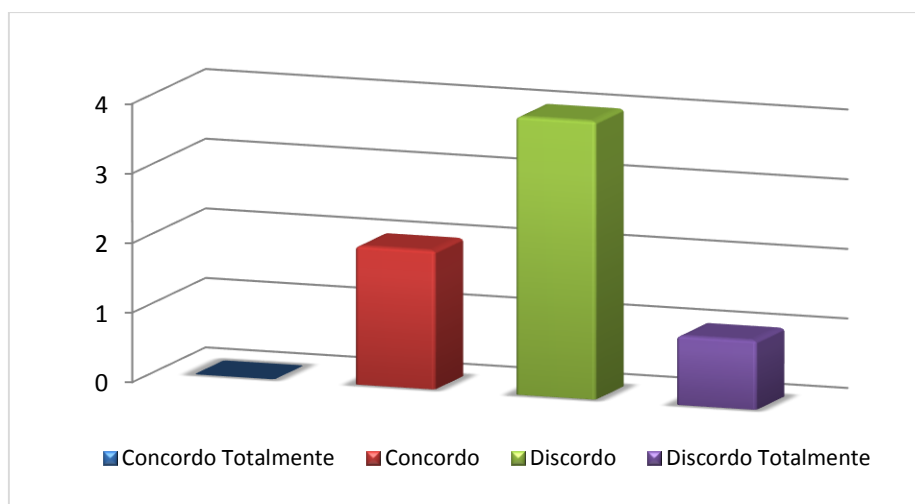


Gráfico 2 - Questão: Conceitos Matemáticos com representação gráfica, foram assimilados de forma equivalente à dos estudantes normovisuais?

Referindo-se agora às dificuldades na transmissão de conceitos matemáticos aos estudantes cegos, os docentes assinalam que a transmissão tornou-se complexa pois careceu de um processo de recodificação e mudança de estratégias de ensino. A adaptação nem sempre foi fácil e acabou por, em alguns casos, impor alterações aos conteúdos e/ou aos programas, como é assinalado por um (1) dos respondentes: *“necessidade de conversão, adequação e simplificação de materiais escritos”* de modo a *“não apresentarem fórmulas demasiado extensas nem matrizes demasiado grandes”*. Outro (1) dos respondentes indica mesmo que a *“solução encontrada foi introduzir alterações pontuais ao plano de estudo”*. Afirmam ainda que também os métodos de avaliação tiveram de ser alterados *“mais provas, mais curtas e com menos matéria”*. Além disso, estes docentes indicam a necessidade de, em sala de aula, necessitarem de ter constantemente muita atenção aos pormenores/detalhes e de *“lerem as fórmulas mais devagar”*. Referem ainda a grande concentração, atenção e memória que é exigida a estes estudantes, destacando igualmente a importância da turma em integrar e incluir o estudante cego como parte do todo, como defende Ferronato (2002). *“Foi importante que alguns estudantes da turma ajudassem na integração do 1.º estudante cego na aula. Um ano mais tarde, a ESTG já esteve melhor organizada e o 2.º estudante cego já teve mais*

*acompanhamento e ajuda na sua integração*". Um (1) dos respondentes refere a ausência, na ESTG, de materiais manipuláveis para o ensino da Matemática de um nível superior, por forma a minorar as dificuldades na transmissão de conceitos matemáticos aos estudantes cegos, refere ainda o *"desconhecimento da minha parte sobre os materiais existentes para o ensino de matemática para alunos cegos"*.

Estas tentativas de suprir as dificuldades encontradas são exemplos da reeducação que Melo e Guedes (2012) defendem para os docentes e da responsabilidade de inclusão que lhes é exigida segundo Mendonça *et al.* (2008).

Quando questionados diretamente sobre as limitações associadas à transmissão de conceitos matemáticos com maior representação gráfica, gráfico nº3, apenas um (1) dos docentes (14%) assinala que "Nunca" houve restrições na transmissão de conhecimentos. Dos restantes, dois (2) (29%) afirmam que as restrições foram "Algumas vezes" sentidas, três (3) (43%) afirmam que estas estiveram presentes "Quase sempre" e um (1) (14%) indica mesmo que estiveram "Sempre" presentes. Quanto à não abordagem de alguns conceitos matemáticos face à sua componente visual 72% (5 respostas) indicam que isso aconteceu "Algumas vezes". As opções "Quase sempre" e "Sempre" registam apenas uma percentagem de 14% (1 resposta) cada.

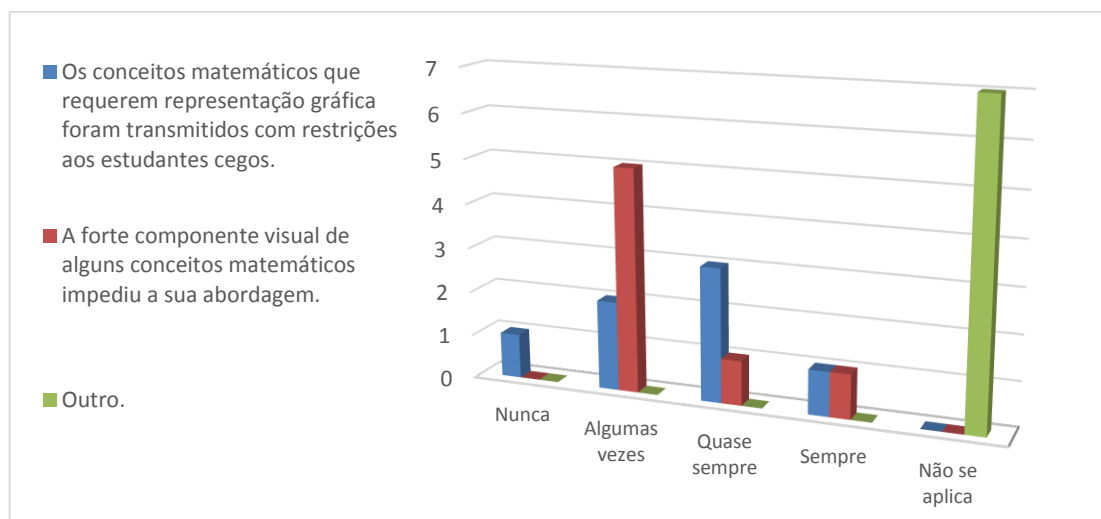


Gráfico 3 - Questão referente à transmissão de conceitos matemáticos que requerem representação gráfica

Das respostas sobressai o facto de o recurso a esquemas gráficos facilitar a compreensão de muitos conceitos matemáticos, mas que estes nem sempre foram apresentados aos estudantes cegos, o que assevera a falta de intuitividade e acessibilidade na perceção dos objetos matemáticos defendida por Thiel (2012). Por outro lado, esta análise evidencia algum afastamento do currículo comum. Recorde-se que Mendonça *et al.* (2008) e Ribeiro (2014)

advogam que esse afastamento deve ser o menor possível. O referido afastamento do currículo comum poderá ter sido condicionado pela inexistência de materiais manipuláveis adequados à abordagem e/ou apropriação de conceitos matemáticos como defendem Braz *et al.* (2012) e Ponte *et al.* (2007).

Um (1) dos respondentes refere que *“a maior parte das representações gráficas foi excluída do programa. Não se encontrou uma maneira de o leitor de ecrã ler as representações gráficas do software R então optou-se por excluir pois o programa da UC de Estatística é muito extenso”*. Mencionam ainda que esta dificuldade está diretamente ligada à idade com que o estudante cega. Quanto mais tarde a cegueira ocorre mais fácil é a transmissão de alguns conceitos pelas associações que se permitem efetuar à realidade que conheceram, não exigindo um esforço imaginativo tão profundo como acontecerá em casos em que a cegueira é congénita ou adquirida em tenra idade, o que vai ao encontro da literatura quando Dias (2012, p.59) defende que os “modelos do meio envolvente” e o seu reconhecimento permitem a formação de “modelos mentais de pensamento”, ou nas palavras de Flores e Moretti (2005) as chamadas representações semióticas que são fundamentais na matemática para dar significado aos conteúdos de modo a que o sujeito se aproprie do seu conceito.

Quanto às estratégias adotadas na lecionação das aulas a estudantes cegos, todos os inquiridos são unânimes ao indicarem as “Aulas de apoio” como uma estratégia essencial para que os processos de ensino e aprendizagem funcionassem, conforme se pode verificar no gráfico nº4. A “Produção de conteúdos adaptados” é também assinalada pela maioria dos respondentes 86% (6 em 7 respostas) enquanto apenas um (1) (14%) considera “Algumas vezes” o seu uso. Relativamente às “Ferramentas de apoio” e apesar de todos os respondentes considerarem a sua utilidade, as respostas não são tão unânimes quatro (4) docentes (57%) consideram a sua utilização “Algumas vezes”, um (1) (14%) “Quase sempre” e dois (2) (29%) “Sempre”.

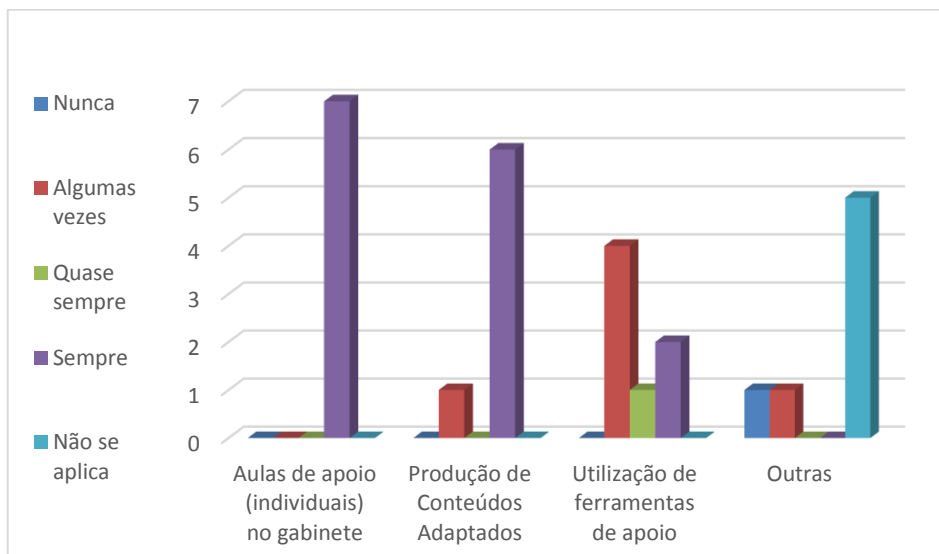


Gráfico 4 - Estratégias adotadas

Dos exemplos de estratégias adotadas pelos inquiridos para a leção de conceitos matemáticos a estudantes cegos assinalam-se: os leitores de ecrã (disponíveis nos computadores dos estudantes) e que permitem ler os conteúdos adaptados pelos docentes. Consoante os casos e as várias tentativas encetadas pelos respondentes, os conteúdos foram produzidos no código Tex<sup>31</sup>; ficheiros Txt<sup>32</sup>; em pdf<sup>33</sup> com descrição de gráficos através de texto; *software* R<sup>34</sup> (contudo um (1) dos inquiridos, conforme citação anterior, refere que esta solução não funcionou na leitura gráfica através do leitor de ecrã). Um (1) dos respondentes declara ainda que após muita investigação utilizou ainda o editor de fórmulas ASCIIMathML<sup>35</sup>.

Para além do uso destas tecnologias, quatro (4) dos respondentes (57%) afirmam que quando estas eram ineficientes recorreram à utilização de alguns objetos do quotidiano como exemplos para a visualização gráfica. No caso em que o estudante cego mais tarde funcionava o paralelismo com exemplos do quotidiano, associando conceitos a imagens reais. Como refere um dos inquiridos: *“tendo em conta que o meu estudante cego, era um cego tardio apenas tive dificuldade na transmissão da notação utilizada e na sua interiorização por parte do estudante”*. Ainda assim, destacam a necessidade de, mesmo neste caso, associar o toque a objetos reais, realizando alguns esboços esquemáticos e orientando as mãos do

<sup>31</sup> Tex é um código utilizado para processar textos e fórmulas matemáticas que permite, entre outros, o editor de textos Latex.

<sup>32</sup> Ficheiros de texto cuja extensão Txt pode ser facilmente lida ou aberta por qualquer programa que lê texto.

<sup>33</sup> PDF significa Portable Document Format (Formato Portátil de Documento), um formato de ficheiro que permite que qualquer documento seja visualizado, independente de qual tenha sido o programa que o originou.

<sup>34</sup> *Software* R - Linguagem de programação direcionada para análise estatística e produção de gráficos.

<sup>35</sup> Converte para páginas MathML (especificação de baixo nível para conteúdo matemático e científico para entrar na web) há já *software* desenvolvido para ler oralmente essas fórmulas.

estudante nessas construções. Como objetos utilizados referem: linhas, canetas, placa de papel maquete, papel perfurado, alfinetes, fio aramado, régua com curvas matemáticas, pinos e um tabuleiro com cortiça (que de algum modo se assemelha à ideia base do Multiplano). Um (1) dos respondentes refere que *“para as funções da Análise Matemática usei algumas régua com curvas conhecidas e criei alguns gráficos de grande dimensão (simplificados e com menos detalhes) em folhas de papel A4 perfurado”*. O que corrobora a teoria de Colpes e Laranja (2013) de que muitas vezes na área da Matemática não são os recursos digitais os mais eficazes e/ou eficientes, não apenas pela falta de acessibilidade daqueles recursos mas sobretudo pelo elevado esforço imaginativo que lhes é exigido na associação a objetos desconhecidos, e que excelentes resultados podem ser muitas vezes obtidos por métodos mais simples, convencionais e até artesanais.

Relativamente à questão que procurou aferir a disponibilização por parte do IPL de ferramentas<sup>36</sup>/estratégias<sup>37</sup>/formação que permitissem colmatar as dificuldades nos processos de ensino e aprendizagem de estudantes cegos, verifica-se que a maioria dos inquiridos (57%) (4 em 7) responde afirmativamente a esta questão enquanto três (3) docentes (43%) manifestam opinião contrária.

Especificando, as “Aulas de apoio”<sup>38</sup> foram assinaladas pelos quatro (4) docentes que responderam afirmativamente à questão anterior (100%). Quanto à disponibilização de “Tecnologias ou outros produtos” e de “Formação” cada uma assinala apenas uma (1) resposta (25% cada). Contudo, ao ser solicitada a especificação da tipologia de apoio disponibilizada pelo IPL, sobressaíram, em todas as respostas, exemplos que vão para além das aulas de apoio individual ao estudante, nomeadamente: a produção de documentos em Braille e impressões em relevo no CRID, reuniões para elaboração de estratégias em parceria com a UED<sup>39</sup>. Um (1) respondente referiu ainda que o IPL facultou, quando necessário, computador com leitor de ecrã aos estudantes.

Note-se que apenas um (1) docente identifica a tipologia de apoio do IPL também ao nível de “Ferramentas (ex.: Tecnologias ou outros produtos)”, no entanto quando questionados em relação aos resultados destas, a situação altera-se, dois (2) docentes (50%) identificam-nas como “Resultaram” e os outros dois (2) (50%) como “Não se aplica”. Quanto à classificação das “Estratégias (ex.: Aulas de apoio, medidas especiais, etc)” três (3) das quatro (4) respostas

---

<sup>36</sup> Ex: Tecnologias de Apoio

<sup>37</sup> Ex: Aulas de apoio, medidas especiais etc.

<sup>38</sup> De salientar que estas ocorreram em regime de tutoria

<sup>39</sup> Com informações sobre acessibilidade e *software* de leitura de ecrã

(75%) assinalam que “Resultaram” e apenas uma (1) (25%) que “Resultaram muito”.

Relativamente à “Formação” a maioria não assinala sequer a sua existência. Apenas um (1) docente (25%) considera a “Formação” e identifica-a como “Formação sobre acessibilidade e criação de imagens acessíveis” disponibilizada pela UED, contudo classifica-a como tendo tido pouco resultado, conforme se verifica no gráfico nº 5.

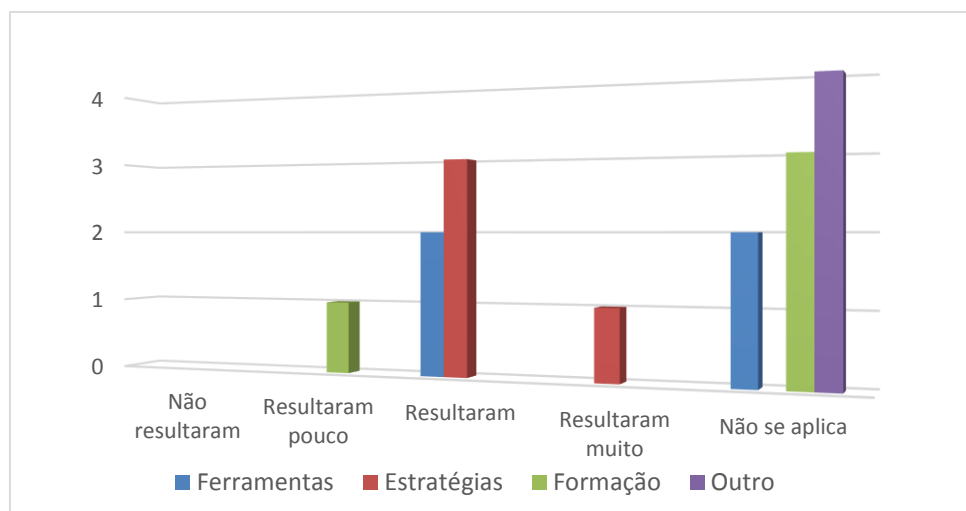


Gráfico 5 - Questão sobre o resultado das Ferramentas/Estratégias/Formação disponibilizadas pelo IPL

A última parte do questionário foca-se na ferramenta Multiplano e volta a envolver todos os inquiridos (23). Quando consultados acerca do conhecimento do Multiplano, 13 docentes (57%) referem não conhecer esta ferramenta, sendo que dois (2) destes indicam ter lecionado aulas a estudantes cegos.

Dos dez (10) inquiridos que mencionam conhecer esta ferramenta, metade (5) afirmam que conhecem o Multiplano “desde o Workshop: Introdução ao Multiplano”<sup>40</sup>; 30% (3) afirmam conhecer esta ferramenta “através de colegas” e “há menos de 1 ano”<sup>41</sup>. Observe-se que os restantes 20%, que correspondem a dois (2) inquiridos e que indicam ter lecionado aulas a estudantes cegos, afirmam conhecer o Multiplano<sup>42</sup> há mais tempo, um (1) “entre 1 a 3 anos” e o outro (1) “entre 3 a 5 anos”, e que o conhecimento desta ferramenta ocorreu através de pesquisa autónoma de produtos para apoio ao ensino da Matemática a estudantes cegos.

Da análise dos dados, é-nos permitido perceber o hiato nesta temática e o desconhecimento de ferramentas de apoio específicas para estes estudantes. Denota-se assim uma necessidade

<sup>40</sup> Realizado no âmbito desta investigação

<sup>41</sup> Altura em que foi realizado o estudo piloto com esta ferramenta na ESTG na UC de Matemática Discreta e no âmbito do Mestrado em Comunicação Acessível da ESECS

<sup>42</sup> De realçar que o Multiplano não foi utilizado em nenhum caso na leção de aulas aos estudantes cegos até à data deste questionário

premente de ações de sensibilização, muitas vezes colmatada pela pesquisa autónoma, como forma de superar as barreiras e necessidades específicas a que o ensino destes estudantes obriga. Dos dez (10) docentes que afirmam conhecer o Multiplano, quando questionados quanto à sua pertinência (gráfico nº 6), cinco (5) (50%) consideram-no “Pertinente”, quatro (4) (40%) consideram-no “Muito Pertinente” e apenas um (10%) o declara “Pouco Pertinente”.

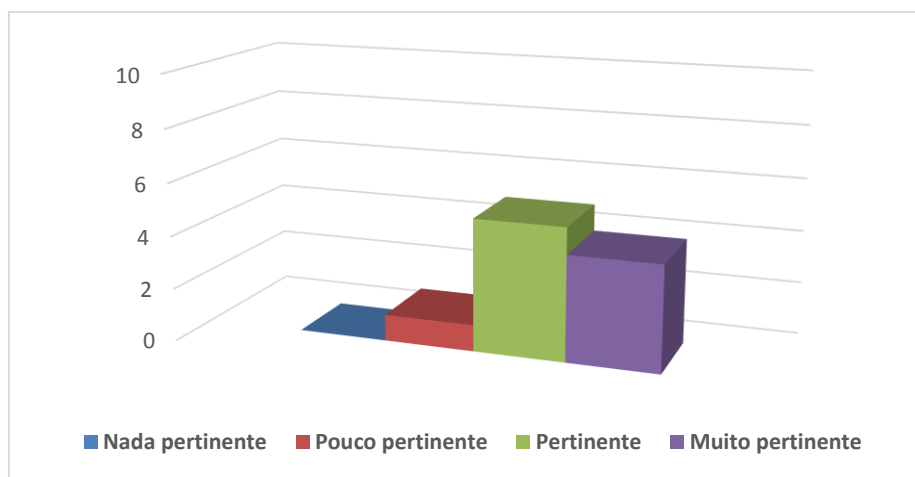


Gráfico 6 - Pertinência na utilização do Multiplano, para a transmissão de conhecimentos matemáticos a estudantes cegos

Relativamente aos exemplos de conceitos matemáticos que identificam como passíveis para aplicação do Multiplano sobressaem das dez (10) respostas obtidas os seguintes: geometria (40%), representação gráfica de funções (parábolas ou retas) (20%), probabilidades (10%), sistemas de numeração (10%), representação de curvas (10%), trigonometria e círculo trigonométrico (10%). Globalmente, apontam a utilidade desta ferramenta em diversos conceitos sobretudo nos que envolvem uma interpretação mais gráfica. Um (1) dos inquiridos afirma a sua utilidade essencialmente ao nível do Ensino Secundário, sobretudo como apoio à aquisição de conteúdos que são possibilitados por pequenos esboços gráficos.

Contrariamente, outro (1) respondente refere que “O Multiplano pode ser utilizado em várias UC’s dada a sua versatilidade”. É ainda referida a sua possível utilidade em Estatística Descritiva, no entanto, um (1) dos docentes que lecionou a UC de Estatística refere não encontrar utilidade nesta ferramenta para esta UC em concreto.

## 4.2 APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS DAS ENTREVISTAS, OBSERVAÇÕES E GRUPO DE DISCUSSÃO

### 4.2.1 CATEGORIA: AQUISIÇÃO DE INFORMAÇÃO DOS ESTUDANTES CEGOS

Relativamente ao tipo de cegueira dos estudantes, trata-se em todos os casos de cegueira adquirida. O Estudante A cegou aos 20 anos quando frequentava o Ensino Secundário e os Estudantes B e C durante o ensino básico aos 10 e 9 anos, respetivamente. Este tipo de cegueira possibilita que possuam noção das cores e imagens, aliás o Estudante A, ao contrário dos colegas, refere mesmo que as *“Imagens são como se estivesse a ver, imagino as coisas”*. Este facto facilitou o trabalho dos docentes com este estudante, como descrito pela Docente B (Análise Matemática) referindo-se ao trabalho que realizou com este estudante: *“Como ele deixou de ver já em idade adulta havia sempre a ligação e a exemplificação com imagens do quotidiano, o que facilitou o processo de ensino e aprendizagem”*. O que encontra paralelo no exposto na literatura por Dias (2012) ao destacar a importância inegável de referências ao mundo real e suas representações como meio facilitador para a transmissão de representações gráficas.

Como referido anteriormente, Mendonça *et al.* (2008) defendem que a aprendizagem do Braille poderá ficar condicionada após os 12/13 anos e o seu sucesso está indubitavelmente ligado à idade com que se inicia a sua aprendizagem. Isto vai de facto ao encontro dos casos dos estudantes intervenientes nesta investigação, enquanto os Estudantes B e C são conhecedores e utilizam o sistema Braille com bastante frequência (apesar do Estudante B reportar a lacuna de *“o único senão é que não existem grandes publicações em Braille”*), o Estudante A, que cegou em adulto, apesar de ser conhecedor deste sistema de escrita não o utiliza porque nunca sentiu necessidade e segundo as palavras do mesmo *“não corresponde às minhas exigências”*<sup>43</sup>.

#### 4.2.2 CATEGORIA: APRENDIZAGEM DA MATEMÁTICA NO PERCURSO ESCOLAR DOS ESTUDANTES CEGOS

Quando questionados quanto às limitações deste sistema ao nível matemático o Estudante B afirma ser *“sobretudo a visualização gráfica, figuras, geometria, triângulos, curvas e esferas. No Ensino Superior não existem sequer livros de matemática em Braille, nem digitais”*. Já o Estudante C menciona *“Considero que não há limitações na grafia matemática em Braille é adaptável a qualquer tipo de exercício, excetuando claro os gráficos”*. Afirma, contudo, que *“A maior dificuldade do Braille matemático é na conversão de tinta para Braille porque os softwares não estão adaptados à grafia matemática”* limitação que obriga a um trabalho redobrado e de um conhecimento profundo do uso deste sistema por parte do docente

---

<sup>43</sup> No contacto com o estudante nota-se até alguma relutância em relação ao uso deste sistema.

*“Normalmente na tradução de tinta para Braille a minha professora de apoio no secundário fazia-a à mão, precisamente pela limitação que os computadores tinham”.*

O que encontra paralelo nas palavras de Dias (2012) que defende que associado à dificuldade e complexidade de adaptação de manuais matemáticos para Braille, no caso dos conteúdos matemáticos visuais a situação complica-se e este sistema revela-se muitas vezes ineficaz, sobretudo para a componente gráfica como é várias vezes referido pelos estudantes ao longo das entrevistas.

Perante uma imagem gráfica e quando questionados sobre a melhor forma de assimilar o seu conceito, para os Estudantes A e B o tato é o meio preferido porque, como refere o estudante A, *“fico com a imagem mais real na cabeça, uma coisa é ouvir o que é que alguém está a imaginar, outra coisa é eu chegar às minhas próprias conclusões”.* O Estudante B reforça que o apoio do tato *“é mais simples. Para mim, ou a pessoa consegue descrever muito bem e a descrição auditiva funciona ou então nada feito”.* A predominância do tato como fonte preferencial para a obtenção de informação pelos participantes é anuída por Dias (1995) e também por Mendonça *et al.* (2008) que ressaltam que para estes estudantes, na substituição da visão, o primado é atribuído ao tato contudo nunca menosprezando a importância da audição e da mediação verbal. Neste sentido, o Estudante C afirma *“Depende do tipo de gráfico. Se for um gráfico com uma curva em sentido geral, se calhar basta falar o que é, agora se for para ver ao detalhe é melhor o tátil. Se bem que há situações que nem um nem outro funcionam, por exemplo como é o caso de um gráfico de grande escala e com muita informação”.* Assim, perante a complexidade de representação e de leitura de determinados gráficos como um todo, Shute *et al.* (2006) defendem a utilização conjunta da componente tátil e auditiva numa tentativa de superar estas dificuldades.

Na categorização das dificuldades de aprendizagem Matemática verifica-se, como averiguado na literatura, que as dificuldades até ao Ensino Secundário são amenizadas pela preparação das instituições de ensino e de docentes especializados para o ensino destes estudantes, decorrente das medidas adotadas superiormente a nível legislativo para o apoio educativo dos estudantes com NEE. O Estudante B refere que durante o seu percurso académico até ao superior: *“Trabalhei muito à base do Braille, com a máquina de Perkins<sup>44</sup> que funcionava para*

---

<sup>44</sup> Máquina de escrita Braille fabricada pela Perkins Howe Press. (Perkins School for the Blind. (2015) *Produtos Perkins*. Acedido, novembro 10, 2015 em <http://www.perkins.org/assets/images/international-images/pdfs/perkins-braille-portuguese.pdf>) - (ver foto em Anexo 4)

*muita coisa na Matemática, usei também canetas, plasticinas e estojo de desenho*<sup>45</sup>. *Eu sou apologista do estojo de desenho, acho que é muito fácil de trabalhar e dá para fazer muita coisa. Já os desenhos a quente, detestava-os*". Também o Estudante C utilizava o estojo de desenho que pelas várias texturas *"permitia que se sentisse o relevo do desenho. Utilizei também cartolinas, cubos, pirâmides, bola saltitona, esferas, pasta de chumbo, tinta de tecido. A Zy-fuse*<sup>46</sup> *mas a tinta começa a ficar esborratada e isso era um problema para quem vê. E também desenhos a quente no plástico mas que deformavam com alguma facilidade, começavam a rasgar-se"*. Já o estudante A pela idade com que cegou a única adaptação que assistiu no seu percurso académico limitou-se ao uso do *"computador com apoio do leitor de ecrã"*.

Pelos relatos observados verifica-se que grande parte do apoio na área da Matemática foi permitido não só pelo recurso a tecnologias de apoio mas sobretudo pelo uso de materiais manipuláveis, o que vai ao encontro ao explanado ao longo da revisão da literatura por exemplo, por Colpes e Laranja (2013). Entre outros, destaca-se também MEB- SEESP (2006) que defende que o ensino da Matemática sairá beneficiado quando complementado com recurso a objetos que possam ser manuseados pelos estudantes cegos.

#### **4.2.3 CATEGORIA: MATERIAIS DE APOIO E ESTRATÉGIAS PEDAGÓGICAS NA ESTG (IPL)**

As dificuldades agudizam-se no Ensino Superior pela lacuna legal existente e ausência de preparação dos docentes para estes casos, como alegam Antunes e Faria (2013) e Espadinha (2010). Neste nível de ensino cada Instituição estabelece as suas próprias regras e medidas de apoio. Aliás o Estudante C é um exemplo claro desta disparidade, dado que frequentou durante os dois primeiros anos de licenciatura outra instituição de Ensino Superior Público onde sentiu falta de apoio. Através do conhecimento, por parte dos Estudantes A e B, dos métodos e estratégias de ensino praticados no IPL optou por pedir transferência para esta instituição. Quando ingressou no IPL já havia concluído as UC's de Matemática do curso, apesar de para isso ter recorrido a explicações fora da Instituição como referiu: *"durante as explicações que eu paguei à parte, foi-me facultado material em Braille"*. A necessidade de

---

<sup>45</sup> Composto por placa de madeira, borrachas, folhas A4 e um conjunto de ferramentas adaptadas: rodas dentadas, compassos, esquadro, régua, transferidor e recortilha com várias texturas. (Ataraxia. (2015). *Material de Desenho*. Acedido, novembro 10, 2015 em <http://www.ataraxia.pt/matdesenho.php>) - (ver foto em Anexo 4)

<sup>46</sup> Impressora de relevos táteis é usada nos centros de produção de conteúdos adaptados e nas escolas especiais para explicar aos alunos cegos as formas dos mais diferentes objetos, símbolos matemáticos ou químicos, animais, música, plantas, gráficos, mapas, etc. American Thermoform. (2015). *Zy-fuse user guide*. Acedido, novembro 10, 2015 em <http://americanthermoform.com/wp-content/uploads/2012/07/Zy-FuseUserBooklet.pdf>- (ver foto em Anexo 4)

recorrer a apoio externo à instituição de Ensino Superior para ter acesso aos conteúdos, revela uma vez mais as dificuldades com que estes estudantes se deparam e a necessidade de maior investimento no desenvolvimento do seu processo de ensino e aprendizagem.

Com base na literatura, nos objetivos a estudo e nos questionários realizados aos docentes do DMAT da ESTG e de modo a facilitar a compreensão, sintetizou-se na Tabela 1 abaixo, os formatos/recursos/materiais que foram ou poderiam ter sido disponibilizados aos estudantes cegos, para enquadramento na Subcategoria - **Técnicas e estratégias de ensino e aprendizagem**, enquadrada na Categoria - Materiais de Apoio e Estratégias Pedagógicas na ESTG (IPL).

Tabela 1 - Nível de Satisfação dos estudantes<sup>47</sup> e docentes<sup>48</sup>, quanto à concretização dos formatos, recursos, materiais utilizados durante as aulas para o processo de ensino e aprendizagem nos exercícios propostos das UC's indicadas

	Docente Álgebra Linear	Docente Análise Matemática	Docente Estatística	Estudante A Álgebra Linear	Estudante B Álgebra Linear	Estudante C Álgebra Linear	Estudante A Análise Matemática	Estudante B Análise Matemática	Estudante C Análise Matemática	Estudante C Estatística
PDF										
	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Latex (código Tex)										
	1	5	4	x	x	2	4	4	2	2
ASCIIMathML										
	4	x	x	x	3	x	x	x	x	x
Ficheiros Txt										
	4	5	5	4	4	4	4	5	x	3
Software R										
	x	x	4	x	x	x	x	x	x	x
Material manipulável										
	3	4	x	4	4	x	4	4	x	x
Outro										
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	5

<sup>47</sup> Escala de Satisfação de 1 a 5 (em que 1= Não satisfaz, 2= Satisfaz Pouco, 3= Satisfaz, 4= Satisfaz Bem, 5 =Satisfaz Plenamente), onde x corresponde à não utilização.

<sup>48</sup> De modo a facilitar a escrita, de ora em diante irá identificar-se a Docente Álgebra Linear como Docente A; a Docente Análise Matemática como Docente B e a Docente Estatística como Docente C.

Na Instituição de Ensino Superior que o Estudante C frequentou antes do seu ingresso no IPL (e que condicionou as respostas expostas na Tabela 1 acima) o único material que lhe foi disponibilizado foi em Latex mas sem antes ser “limpo”, ou seja, sem as devidas adaptações o que mereceu uma classificação negativa de 2 (satisfaz pouco) (numa escala de satisfação de 1 a 5) como é refletido na Tabela nº 1 acima. Naquela tabela esse estudante indica ainda o nível de satisfação 3 (Satisfaz) para o uso dos ficheiros Txt contudo refere “era eu que o adaptava” e o nível de satisfação 5 (satisfaz plenamente) para Outro referindo-se neste caso à utilização dos ficheiros Excel que surgiram duma necessidade que não estava satisfeita e através de “pesquisa autónoma”.

O Latex defendido por Braz *et al.* (2012) na opinião destes Estudantes funciona desde que utilizado com as devidas adaptações e quando “limpo” como se retrata no seguinte diálogo entre os estudantes:

Estudante C: *Latex abre chaveta, fecha chaveta, demorava tanto tempo.*

Estudante B: *Eu adaptei-me.*

Estudante C: *Mas deu porque era aqui (IPL), porque tens sítios que não adaptam.*

Estudante A: *Tu quando chegaste aqui (IPL) já tinhas o terreno muito mansinho (...) Porque eu levei com provas orais de matemática, no 3º fator tu já não te lembras do 1º e levei com Latex adaptado e não adaptado.*

Estudante B: *Mas o (Estudante C) fez mais que nós os dois levou com o Latex sujo, todo sem adaptações.*

Estudante A: *Por isso é que ele veio para aqui (IPL).*

A Docente C refere também que “O Latex não foi usado na sua forma pura, apenas foram usadas algumas funções do Latex nas fórmulas matemáticas. A maior parte do código Latex foi limpo para ser mais fácil para eles conseguirem ler os conteúdos. Portanto eu e outros professores tivemos esse cuidado de fazer a limpeza do código.” O mesmo se passou em relação a outros formatos “Tivemos que adaptar as funcionalidades do R Comander para o R, utilizando linguagem de programação para fazer exatamente as mesmas coisas que o R Comander faz mas de uma forma mais “User Friendly”.” O mesmo é relatado pela Docente A “O ASCIIMathML funcionou em parte. Tive que acertar o tipo de formato cada vez que utilizava e acabava por funcionar em conjunto com os ficheiros Txt”.

Verifica-se que o que funciona para determinados exercícios, para outros revela-se ineficaz, como se constata na Tabela 1 acima e é referido pela Docente A relativamente à utilização do Latex para a resolução de exercícios análogos, ao por ela proposto para a aplicação do

Multiplano, *“Foi um bocado um processo de tentativa e erro.”* Por exemplo, com o PDF *“experimentei, mas o leitor de ecrã não lia bem os caracteres”* ao que os estudantes alegam que com este formato *“nem vale a pena.”* Também o Estudante B menciona: *“Utilizamos também a linguagem C mas não gostei, por causa da pontuação”*.

Reforçando os dados obtidos nos questionários, uma vez mais as docentes referem que muitas das vezes era necessária uma reinvenção de métodos de ensino e apoiavam-se com o material que lhes era mais comum: folhas de papel, fios manipuláveis, *“réguas, canetas e estojo de desenho emprestado pelo estudante”*. Resumindo, as dificuldades foram ultrapassadas com alguma dose de criatividade por parte dos docentes e também com o apoio dos estudantes dada a sua experiência, como refere a Docente C *“Ultrapassei dificuldades que tinha com base na minha criatividade e com base na experiência do aluno”*. A Docente B reforça que *“estava sempre dependente do material que encontrasse ou arranjasse ou da minha capacidade inventiva”*. Situações que retratam o defendido por Mendonça *et al.* (2008) em que grande parte deste trabalho cabe ao docente.

Tendo em conta a subcategoria **Dificuldades e Facilidades do processo de ensino e aprendizagem das UC's de Matemática, ao nível dos Métodos utilizados com estudantes cegos**, os estudantes consideram que as condições principais que permitiram garantir um processo de ensino e aprendizagem de qualidade nas UC's de Matemática na ESTG-IPL, ao nível de Métodos utilizados, foram sobretudo as aulas de apoio e a criação de apontamentos adaptados. Os apontamentos adaptados contribuíram para favorecer e facilitar a compreensão de conceitos matemáticos. Foram fornecidos sobretudo em Latex, ficheiros Txt e também ASCII MathML como se pode verificar na Tabela 1 e nos diálogos acima transcritos.

Apesar de estarem disponíveis no IPL, nomeadamente no CRID<sup>49</sup>, vários serviços de apoio para a promoção da acessibilidade e recursos tais como *Softwares: Windows Eyes e ZoomText<sup>50</sup>* e *Hardwares: Impressora Braille, Impressora de relevo e Linha Braille*, tanto os docentes como os estudantes afirmam que acabaram por não recorrer muito a estes apoios. A Docente A refere que *“Foram também feitas algumas experiências com impressões em relevo (com o apoio do CRID) mas tinham que ser muito bem planeadas e exigia que fossem feitos em tamanhos grandes”* mas que devido à disponibilidade exigida e *“aos custos associados acabou por não se revelar muito útil”*. Já o Estudante B refere: *“O IPL chegou a disponibilizar a linha de*

---

<sup>49</sup> Dados obtidos por entrevista telefónica à coordenadora do CRID, com o intuito de aferir quais os instrumentos disponibilizados por este Centro no ensino a estes alunos.

<sup>50</sup> Software de ampliação para Windows

*Braille mas para a matemática não funciona. Ainda foi feito um teste em Braille. Se calhar havia material no CRID que até tinha dado jeito, mas sinceramente não sabia qual era o material que lá existia*". Esta situação acaba por denotar alguma falta de divulgação da informação e interligação entre as partes potencialmente cooperativas no apoio a estudantes com NEE, onde deveria ser assegurada a passagem de informação englobando tanto docentes como estudantes.

Como destaca o Estudante C (referindo-se ao ano letivo 2014/2015, em que frequentou a UC de Estatística) sobre a adequação dos métodos utilizados no IPL para a compreensão de conceitos matemáticos: *"Foram os suficientes, não usamos mais porque não foram necessários. Se tivessem sido necessários poderíamos ter trabalhado com outros recursos que o IPL tem, nomeadamente o CRID. Sei que no CRID existe algum equipamento adaptado aos alunos cegos e há pouco tempo recorri aos serviços deles, mas nunca usei os recursos do CRID para a área da Matemática*". Uma vez mais este estudante refere a especificidade e conhecimento que é necessário para o uso do sistema Braille aplicado à matemática *"tenho noção que se pedisse um teste de Matemática em Braille que o CRID não teria competências, dada a diferença entre a grafia escrita Braille e Matemática, e o programa que existe lá não tem essa grafia, nem as pessoas o conhecimento suficiente, há convenções que se utilizam para a Matemática que só os professores especializados em Braille tem esse conhecimento.*"

Destarte, Dias (2012) e Santos, Ventura e César (2008) alegam que o professor deverá dominar aquela grafia de modo a interagir e a estabelecer uma comunicação clara com o estudante. O que acontece, segundo estes autores, porque a grafia matemática Braille apresenta particularidades específicas, o que implica uma complexidade acrescida mesmo para profissionais e centros especializados, e que conseqüente se reflete no baixo número de adaptações de manuais matemáticos para Braille, limitando assim o número de manuais disponíveis nesta área.

Para além desta dificuldade, destacam-se ainda os conceitos gráficos como a maior dificuldade que domina a subcategoria **Dificuldades do processo de ensino e aprendizagem das UC's de Matemática na ESTG ao nível de métodos utilizados com estudantes cegos**. O estudante C considera que a grande dificuldade com os conceitos gráficos deve-se à falta de visão, referindo: *"Não associo diretamente nem ao Braille nem aos métodos utilizados mas ao facto de não ver, isso é que dificulta e não os sistemas implementados*". O que encontra paralelo na literatura como referem Braz *et al.* (2012) a situação particular de um estudante cego tendencialmente agrava-se nos conceitos matemáticos que se apoiam em representações intrinsecamente ligadas à visualização.

Quer a literatura analisada, como é explanado por Braz *et al.* (2012), Ferronato (2002), Flores e Moretti (2005), Mendonça *et al.* (2008) e Shute *et al.* (2006), quer os próprios estudantes cegos referem que são os conceitos gráficos e visuais que podem limitar a sua atuação na área Matemática. Neste sentido o Estudante A, que foi o primeiro estudante cego a ingressar na ESTG, indica que : *“a parte em que eu senti mais dificuldade foi mesmo visualizar gráficos e formas porque o resto mesmo a falta da calculadora não impedia que não se fizesse. Gerar um gráfico ia ser sempre para mim impossível para ver”*. E refere a esse respeito: *“Tentava-se mostrar os conceitos com o que havia, nomeadamente canetas, usavam também o meu dedo para tentar fazer o desenho do gráfico”*.

Como destaca a Docente B *“nem o Latex nem o ficheiro Txt permitiam trabalhar com a representação gráfica”* o que era solucionado nalgumas vezes com muita imaginação e *“com recurso a materiais manipuláveis”*. A Docente C menciona que *“só nos vetores é que usaram a parte gráfica, foi difícil representar na prática a teoria”*, refere ainda que na experiência com o seu primeiro estudante cego (Estudante B) o programa da UC foi dado com a exceção das representações gráficas que foram excluídas do programa: *“Em termos de representação gráfica não recorri a nenhum dos formatos pela dificuldade de visualização para os estudantes, nem sequer abordei as questões gráficas. Optamos por não entrar por aí, porque era uma coisa difícil para nós lhe explicarmos e para eles apreenderem. E depois pelo facto de darmos os apoios mais intensos dos conceitos para esses alunos, também fazia com que não tivéssemos grande tempo para dar tudo”*.

Efetivamente a questão do tempo que é exigido para o ensino a estes estudantes é uma constante comum aos intervenientes no estudo. Tanto docentes como estudantes referem a morosidade que é necessária muitas das vezes para a adaptação e representação de conceitos mais gráficos e fórmulas mais extensas. A Docente B destaca que *“um exercício que demora um minuto e meio a representar, nestas situações pode demorar 10 minutos”*. Também a Docente A menciona *“Ao falar em linguagem matemática tem que ser mais pormenorizada e exige a explicação de todos os passos”* e nas palavras da Docente C pode observar-se que *“coisas que às vezes temos a expectativa que vamos explicar em 1 hora às vezes demoravam 2 ou 3 horas”*. Neste sentido e reforçando a necessidade das aulas de apoio individualizadas, do tempo dedicado e maior entrega a estes estudantes Espadinha (2010) identifica que a grande maioria dos alunos com deficiência visual vivenciam dificuldades sempre que os docentes se esquecem de descrever imagens que apresentam nas aulas ou quando acontecem outras perdas de informação face aos ruídos ou problemas de acústica.

Quando questionados acerca da existência de alterações nos programas das UC's de Matemática, os três estudantes responderam ter a noção que existiram algumas modificações. Neste âmbito o Estudante A afirma que: *“sim tenho a noção que houve coisas que não fizemos. Em Estatística havia gráficos e nós não demos nada disso”*. O Estudante B recorda: *“Tenho a percepção das dificuldades dos professores, sei que houve coisas que não foram lecionadas e outras que não foram avaliadas”*. Aliás quando questionados quanto à forma como perceberam as **dificuldades dos docentes da ESTG no processo de transmissão de conhecimentos matemáticos a estudantes cegos**, todos manifestaram estarem cientes dessas dificuldades. Relativamente a esta questão o Estudante A refere *“senti dificuldade dos docentes não tanto pela falta de material mas pela falta de prática”*. Já o Estudante C, referindo-se à UC de Estatística que foi lecionada no ano letivo 2014/2015 com o apoio do Multiplano, afirma: *“A professora de Estatística comentou comigo e com alguma razão como é que me ia dar a parte final da matéria, acabamos por usar o Excel e funcionou. E demos todo o programa”*. Essas dificuldades sentidas poderão indiciar uma necessidade de formação latente para os docentes que devido ao desconhecimento e menor preparação para lidarem com casos como estes, deverão, nas palavras de Melo e Guedes (2012), apoiar-se em modelos de reeducação que atenuem as limitações inerentes à educação destes estudantes. Reeducação que para Silva e Sena (2010), permite novos cenários para as formas de criação e modos de subjetivação de cada indivíduo na relação consigo mesmo e com os outros. Já Bueno (1999) e focando o ensino inclusivo na sua verdadeira aceção, defende que é fundamental que o docente do chamado ensino regular frequente ou adquira algum tipo de formação ou especialização que o permita lidar com os constrangimentos, dificuldades e limitações advindas das NEE destes estudantes.

#### **4.2.4 CATEGORIA: FERRAMENTA MULTIPLANO**

A categoria **Ferramenta Multiplano** apoiou-se, para além das entrevistas, essencialmente nas observações diretas de um exercício concreto de cada uma das UC's: Álgebra Linear e Análise Matemática. Cada estudante tinha ao seu dispor um Multiplano e um computador portátil. A aplicação do Multiplano à UC de Estatística foi utilizada ao longo das aulas de apoio com o Estudante C onde foram efetuados registos durante esse período e entrevistas individuais àquele estudante e à docente.

O exercício de Álgebra Linear incidiu sobre o capítulo das Matrizes e Sistemas de Equações Lineares (ver Apêndice 5.1), abordou conceitos como: operações com matrizes (adição,

multiplicação por um escalar, multiplicação de matrizes e transposição) e resolução de sistemas de equações lineares através do método de eliminação de Gauss. A matriz foi inserida (sempre que necessário), pela docente, no Multiplano (tirando partido dos pins e dos elásticos) e serviu de apoio para a resolução do exercício. A representação da matriz no Multiplano permitiu aos estudantes o acesso a uma representação visual de uma matriz, sendo imediato por exemplo reconhecerem tratar-se de uma matriz quadrada. A resolução do exercício usando o Multiplano exigiu alguma destreza por parte dos estudantes para a procura e encaixe dos pinos. Em algumas alíneas tornou-se mais fácil para os estudantes escreverem as soluções no computador, funcionando o Multiplano como apoio à resolução. O Estudante A e B trabalharam no Notepad enquanto o Estudante C optou por utilizar o Excel.

Um dos exercícios da UC de Análise Matemática (ver Apêndice 5.2) centrou-se no estudo e representação de funções, explorando mais a componente gráfica através do Multiplano. Neste exercício solicitou-se aos estudantes que, autonomamente, construíssem o gráfico de cada uma das funções dadas no Multiplano. Nesta tarefa os estudantes despenderam bastante tempo para conseguirem tomar noção dos materiais disponíveis e da sua disposição no plano. Note-se que a tarefa só foi conseguida com o apoio da docente que contribuiu para o esclarecimento de algumas dúvidas. No âmbito desta UC foram ainda explorados exercícios em que a representação gráfica da função já se encontrava no Multiplano (realizado pela docente) e os estudantes tinham que explorar essa função, por exemplo, identificar a expressão analítica da função, calcular derivadas, descrever geometricamente domínios, etc.

Na resolução dos exercícios verificou-se que todos os estudantes os conseguiram concluir com sucesso, atingindo assim os objetivos pretendidos. No entanto, em alguns casos foi necessário o apoio das docentes para alguns esclarecimentos. Os tempos de trabalho foram muito idênticos para os estudantes B e C, o Estudante A (que cegou mais tarde) revelou sempre mais dificuldades que os colegas em manusear a ferramenta e em resolver os exercícios propostos. Refira-se que este não domina completamente o Braille, o que acabou por limitá-lo na identificação dos números em Braille que aparecem nos pinos do Multiplano. Esta situação acabou não só por limitá-lo em termos de tempo despendido, como algumas vezes acabou por induzi-lo em erro, por exemplo, no exercício de Álgebra Linear na leitura dos elementos da matriz. Como atesta a Docente A *“o raciocínio estava correto apesar de a resposta não ser a correta”*.

Tentando analisar as vantagens e desvantagens da utilização do Multiplano nos exercícios propostos, face aos métodos tradicionalmente utilizados no passado e nas aulas de apoio, apresentam-se excertos dos relatos observados e das entrevistas nestas duas subcategorias.

Dentro da subcategoria **Vantagens de utilização do Multiplano** a Docente C salienta: *“Agora, recorrendo ao Multiplano e na parte da Estatística, abordei alguns conceitos através da sua representação gráfica: intervalos de confiança, testes de hipóteses, p-value, região crítica/rejeição, regressão linear e análise bivariada. Anteriormente, também dei estes conceitos ao Estudante B mas não lhe expliquei a abordagem gráfica”*. Refere especificamente que no passado com o estudante B *“não foi possível abordar os conceitos de interpretação gráfica da regressão linear, por exemplo”*. Esta Docente ao referir-se ao Estudante C, que utilizou o Multiplano ao longo das aulas de apoio, profere: *“no caso dos intervalos de confiança, na região crítica e no p-value, por recorrer ao Multiplano ele apreendeu facilmente estes conceitos. Aliás, depois nos raciocínios que fazia até tenho noção que ele pensava no gráfico, na figura que nós construímos no Multiplano para tomar a decisão de que procedimento é que se ia considerar”*. O que é comprovado pelo Estudante C *“Quando estava a fazer qualquer exercício e já não usava o Multiplano, vinha-me sempre à cabeça em termos de conceito e para poder dar a resposta correta vinha-me a imagem que a professora desenhava no Multiplano”*.

A docente C refere que esta ferramenta foi importante sobretudo para a clarificação de conceitos que já eram lecionados sem a utilização do Multiplano, mas também para a exposição de novos conceitos que *“sem o gráfico seriam mais difíceis de compreender”* e *“que não seriam possíveis sem o Multiplano”*. Sem o apoio desta ferramenta a parte mais gráfica da matéria poderia nem ser *“abordada sequer”*. Menciona ainda que na UC do mestrado, na parte relativa à Investigação Operacional, o Multiplano permitiu-lhe abordar conceitos que sem esta ferramenta seriam muito difíceis de abordar. Relata que *“o Multiplano na parte da Investigação Operacional foi usado para a parte de representação gráfica da região admissível e na resolução gráfica dos problemas de programação linear, que só abordei porque tinha o Multiplano. Caso contrário seria muito difícil, porque uma vez mais iria limitar a explicação do conceito teórico sem o apoio gráfico, porque nenhum dos softwares utilizados (Latex, Txt e R) lêem figuras”*.

Também a Docente A expõe as limitações que sentiu durante as aulas na exposição gráfica de conteúdos *“só nos vetores é que usaram a parte gráfica, foi difícil representar na prática a teoria”*. Para tal utilizou *“canetas para recriar os vetores, mas não deu para explorar muito”*.

*Exploraram-se sobretudo conceitos associados aos vetores, porque era a forma mais fácil, trabalhando sobretudo ao nível de 2 dimensões ao invés de 3 dimensões”. Salientou também as dificuldades adjacentes à explicação do conceito de Matriz “porque as matrizes são sempre lidas por linhas no leitor de ecrã e há a dificuldade em ler a matriz por colunas (que caracteriza a matriz). Os estudantes acabam por perder a noção do espaço”. Situação que agora através da utilização do Multiplano acabou por ser atenuada dado que permitiu aos estudantes o acesso a uma a exposição da matriz de uma forma mais semelhante à utilizada no quadro em sala de aula. Em relação a esta temática a docente considera que “é mais fácil no Multiplano por causa das colunas”.*

Também os estudantes são unânimes nesta temática. O Estudante A menciona, relativamente à multiplicação de matrizes, que “Como tem que se multiplicar linha por coluna é mais fácil de ler no Multiplano do que no computador, que não está separado nem é lido linha por coluna”. Neste exercício em concreto o Estudante A refere que é uma “ferramenta importante para ter a noção visual de como é que são as coisas e de como é que funcionam”. Salienta ainda a eventual facilitação do trabalho para o docente: “É muito mais fácil para o professor explicar o que é uma linha e uma coluna e o que é que troca com o quê do que num computador.”

Também o Estudante B, que na entrevista prévia à aplicação do Multiplano refere como dificuldades sentidas pelos professores “a questão da transmissão de conceitos, tais como as matrizes, senos, cossenos, figuras e a dificuldade em as desenhar. Havia coisas que eu já conhecia, mas as matrizes por exemplo, não conhecia e foi difícil tentar perceber do que estávamos a falar”. Após a aplicação do Multiplano a esta temática o estudante afirma que “multiplicar matrizes torna-se bem mais fácil, porque é mais fácil perceber do que se está a tratar e distinguir as linhas das colunas” salienta ainda a este respeito que “foi bem mais fácil e deu mais jeito ter a matriz feita no Multiplano do que dada no notepad” dado que segundo este assim “não exige tanta concentração”. A opinião do Estudante C vai ao encontro do exposto: “Nas matrizes funciona muito bem, sobretudo a multiplicar matrizes torna-se mais fácil. É mais fácil perceber o que estamos a fazer. A leitura é mais rápida do que no computador” dado que “conseguimos ter logo uma noção, isto é uma tabela 3 por 3. É muito mais fácil com o Multiplano”. Para este estudante o Multiplano permitiu “perceber bem o conceito e ficar com a imagem na cabeça. No computador temos que montar o puzzle todo e montar peça a peça para ficarmos com a imagem da matriz na cabeça de uma vez, enquanto no Multiplano ficamos logo com a imagem toda na cabeça”.

Relativamente aos exercícios de Análise Matemática, a docente refere que anteriormente a *“representação gráfica basicamente não existia, os exercícios eram feitos sem representação gráfica. Hipérbolas, curvas ou por exemplo a função  $Y=1$ , que na altura fiz com linhas, aqui foi mais fácil representar esses conceitos”*. Menciona ainda que durante as aulas que lecionou a estes estudantes *“o exercício 3 nunca foi resolvido durante a aula prática porque não havia condições para o exemplificar”*. De um modo geral aponta como principal vantagem a utilização do Multiplano com *“um aluno que não conheça nada e comece de raiz, o Multiplano é uma forma de uniformizar o ensino para todos os invisuais*. Refira-se que todos os estudantes envolvidos neste estudo têm a noção gráfica de determinadas curvas, no entanto quando isso não acontece o Multiplano pode ser uma mais-valia para a introdução desses conceitos pois permite um contacto físico com estes.

Regra geral os estudantes indicam que o Multiplano também funcionou nos exercícios de Análise Matemática, o que nas palavras do Estudante C é traduzido por: *“deu para ter uma noção do gráfico e onde estavam os quadrantes, as retas e os pontos”*. Para o Estudante B *“foi mais fácil executar o exercício e tatear no espaço as retas. Deu para ter uma noção das retas no espaço”*. O Estudante C também é da mesma opinião referindo ainda a importância da linguagem e dos diálogos, defendidos por Vygotsky (1991), para a resolução dos exercícios: *“com a explicação da docente foi relativamente simples fazer o exercício”*. O uso eficaz da linguagem nestes casos é sustentado por muitos autores, destacando-se a MEB- SEESP (2006) que defende que uma educação inclusiva se deve apoiar num uso eficaz da linguagem não somente para a transmissão e procura de informação, mas como apoio à reflexão.

Como principal vantagem na utilização do Multiplano sobressai a facilitação na representação gráfica, o que permite uma melhor assimilação dos conceitos. Segundo o Estudante A *“dá para ter uma imagem mais aproximada da realidade”*. Para o Estudante B: *“ajuda claro, porque há resoluções que pela forma gráfica é mais fácil chegar a valores do que só com os cálculos mentais”*.

Os Estudantes B e C mostraram-se acérrimos defensores da Máquina de Perkins e do estojo de desenho, talvez influenciados pelo percurso académico prévio ao IPL e pelo facto de dominarem melhor aquelas ferramentas. O Estudante B *“preferia a utilização de um estojo de desenho. Acho, pelo menos para mim que durante o secundário o utilizei, que é mais fácil de trabalhar e tem varias texturas diferentes, se bem que na marcação dos números em Braille na pauta é péssimo, porque temos que escrever à pauta”*. No entanto considera que *“na marcação dos números em Braille o Multiplano bate o estojo de desenho em termos de*

*legendagem*". Segundo o Estudante C *"tudo o que se faz no Multiplano faz-se também na máquina de Braille, retas (mesmo diagonais). Nas curvas é que o Multiplano é melhor, isso é verdade, porque o Braille não dá para fazer curvas"*.

Contudo e subcategorizando esta ferramenta de acordo com as suas limitações e desvantagens surge a **Subcategoria Desvantagens na utilização do Multiplano**. Nesta Subcategoria destacam-se os seguintes apontamentos.

Os estudantes destacam a sua limitação de aplicabilidade pois *"na parte da resolução de exercícios tem que ser com exercícios muito simples"*. Tendo em conta as temáticas abordadas referem que o uso do Multiplano estará sempre dependente do auxílio de outras tecnologias: *"o Multiplano funciona bem mas sempre com o suporte do computador ou algo do género"*. De acordo com a Docente B *"o recurso ao computador é fundamental e deverão trabalhar em conjunto<sup>51</sup>"*.

Os Estudantes apontam igualmente que *"é um processo lento"*. Acrescentam ainda que a placa *"é pequena para determinadas figuras"*, o que é também reforçado pela Docente B ao alegar que *"tem a limitação de ser pequeno para a exemplificação de determinadas figuras gráficas."*

Para estes estudantes esta ferramenta sairia favorecida e potenciada se incluísse *"mais variedade de peças"* nomeadamente *"letras, que poderiam aumentar o leque de exercícios a abordar"*. Contudo e de modo a distinguir esta grafia da numérica e não dar azos a confusão os pinos com letras *"deveriam ter formatos diferentes"*. Referindo-se também à limitação de elementos que compõe esta ferramenta, a Docente C (que teve um período de maior contacto e experimentação com a ferramenta ao longo das aulas) menciona *"não ficam coisas perfeitas. Lá está o Multiplano também tem algumas limitações em termos dos materiais a usar, até houve casos em que eu utilizei outros materiais que não faziam parte do Multiplano, umas linhas, fios maleáveis para tentar superar essas limitações"*. Para compensar essas limitações esta docente reforça que *"é preciso usar a imaginação e outros materiais para fazermos coisas mais diversificadas"* e mais especificamente refere que *"seria importante a utilização de arames maleáveis para trabalhar curvas e retas"* tal como a *"inserção nesta ferramenta de referenciais (i.e., o eixo dos xx e o eixo dos yy com numeração positiva e negativa). Nas utilizações desta ferramenta cada furo da placa funcionou como uma unidade de medida, o que não foi muito prático"*. Neste âmbito é importante salientar a opinião do Estudante C, ele refere que a máquina de Braille Perkins poderia ser utilizada para os referenciais *"porque*

---

<sup>51</sup> Referindo-se ao Multiplano e computador.

*estava mais junto e era mais fácil contar os pontinhos, agora senti dificuldade a contar os buracos*” (isto referindo-se aos exercícios de Análise Matemática). A Docente A, e apesar de não o ter testado a este nível, refere a eventual limitação do Multiplano na representação *“de números com dois dígitos e com os números fracionários”*.

Relativamente à qualidade de construção os estudantes referem que *“há pinos em que o acabamento do plástico é levantado tornando-se bicudo e acaba por magoar os dedos e até vir a confundir com o relevo em Braille”*. Mencionam também que *“os pinos não se seguram com facilidade na placa e saltam com muita facilidade”, se “não abanassem tanto tornava-se tudo muito mais fácil”*. Pelo que sugerem *“uma base em metal por baixo dos buracos e pinos com íman isso é que era!”*. É ainda destacado por um dos estudantes o facto de o manual do Multiplano não incluir formato acessível a cegos: *“eu não gostei nada de o manual não estar acessível para nós. O manual devia estar acessível ou em Braille ou num cd que pudesse ser lido pelo leitor de ecrã”*.

Paralelamente sobressai desta subcategorização, tanto pelos estudantes como pelos docentes, que esta ferramenta funciona sobretudo para a exposição de conceitos e não tanto para a execução de exercícios. Como refere a Docente C *“o Multiplano serviu sobretudo para a exposição teórica de conceitos, através da exemplificação gráfica no Multiplano e não tanto para a realização de exercícios práticos”* dado que para estes era muito *“limitativo”*. O Estudante A concorda que *“só funciona para a representação, para a execução não dá. É melhor no computador”*. Referindo-se a essa limitação o Estudante B afirma que o problema é *“não dar para mexer e fazer grandes mudanças no exercício quando colocado no Multiplano, desmonta-se com muita facilidade”*.

Ambas as partes envolvidas no estudo referem a morosidade do processo que segundo os próprios também se poderá dever à falta de prática. Segundo a Docente A *“talvez com a prática e ao longo do tempo inserir matrizes se torne mais fácil. É exigida mais experiência”* o que para a Docente B *“requer que se saiba trabalhar muito bem com a ferramenta”*.

Da análise de conteúdo das entrevistas e do grupo de discussão e numa tentativa de quantificar ou pelo menos visualizar o nível de satisfação e ou insatisfação da aplicação do Multiplano às UC's em estudo apresenta-se o gráfico nº 7 abaixo:

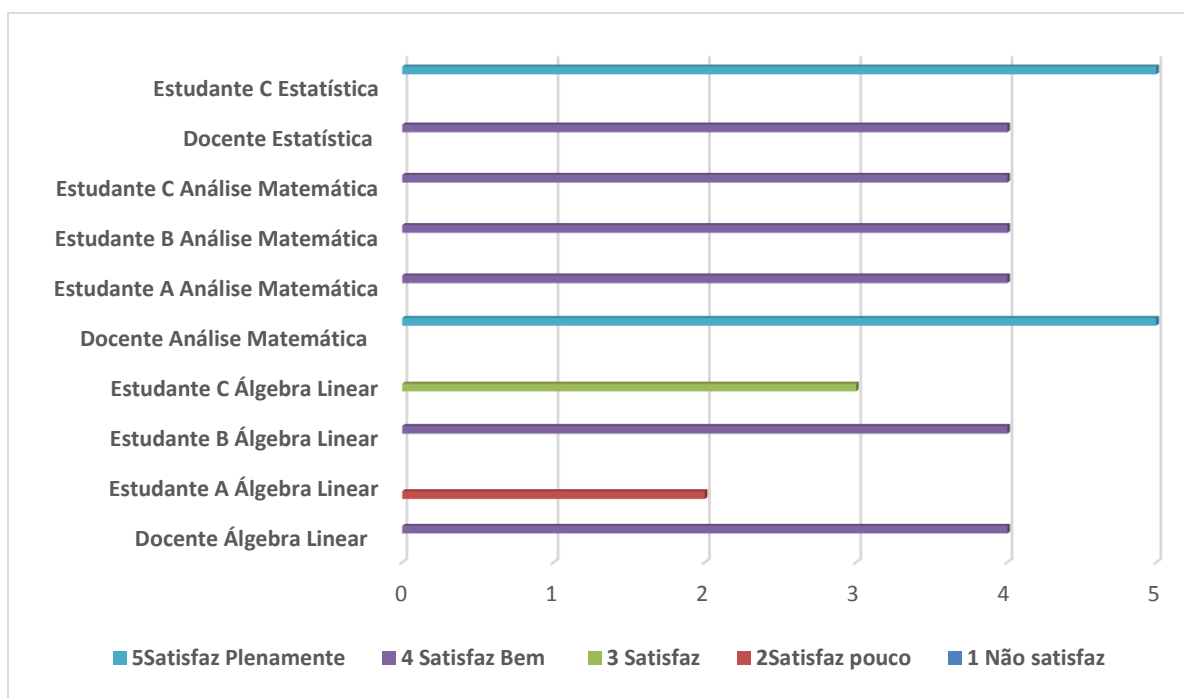


Gráfico 7 - Nível de satisfação do Multiplano para as Uc's analisadas segundo docentes e estudantes

Da análise do gráfico acima sobressai uma satisfação generalizada na aplicação do Multiplano aos exercícios propostos no âmbito deste estudo, com exceção da opinião do Estudante A relativamente ao exercício de Álgebra Linear (exercício onde sentiu maiores dificuldades devido à leitura dos números em braille dos pinos). Excluindo esta situação, esta parece ser uma ferramenta que acaba por satisfazer todas as partes envolvidas.

Estes estudantes quando questionados quanto a outras estratégias que possam ser úteis para favorecer o ensino e a aprendizagem da Matemática no IPL mencionam não ter muito conhecimento na área. No entanto o Estudante B salienta *“sobretudo estratégias que possam trabalhar mais a parte gráfica e de imagens, isso sim seria importante. Sinceramente não conheço programas nesse sentido, talvez uma solução mais rápida, sobretudo para os professores, passe pelo Multiplano”*. Resposta idêntica é apontada pelo Estudante A: *“por exemplo o Multiplano ou outros materiais manipuláveis do género. Não há grande coisa a nível de tecnologias. Existem muitas calculadoras científicas mas na parte da acessibilidade não funcionam”*. Refere ainda as potencialidades das novas aplicações, como os telemóveis cada vez mais apostados na área das acessibilidades: *“no telemóvel já existe uma calculadora científica que funciona, pelo menos no IOS, mas na altura não havia”*. Estas referências ao Multiplano têm que ser analisadas no contexto a estudo, onde esta ferramenta é a base central, o que pela proximidade a esta ferramenta poderá ter influenciado e condicionado as

respostas a esta questão. O Estudante C refere ainda: “Sei que há a Mathplayer<sup>52</sup> 4.0 versão beta que é compatível com NVDA<sup>53</sup>, que dá para trabalhar com fórmulas matemáticas no word. Mas não sei como funciona, é uma tecnologia muito recente. É parecido com o Latex mas muito melhor”.

#### 4.3 DISCUSSÃO DE RESULTADOS DOS QUESTIONÁRIOS, ENTREVISTAS, OBSERVAÇÕES E GRUPO DE DISCUSSÃO

No ensino da Matemática a estudantes cegos até ao Ensino Secundário, apesar de limitados, os materiais de apoio existem, tal como existem docentes especializados para apoiar estes estudantes. Constata-se que no Ensino Superior, e corroborando o estudo de Ferronato (2002), todo um novo mundo desabrocha quer para os estudantes quer para os docentes. A este processo associa-se a reinvenção de medidas e ferramentas articulando-se com uma grande dose de imaginação e dedicação.

Também no caso em estudo, e especificamente na área da Matemática, apesar da responsabilidade institucional na promoção do ensino e da aprendizagem destes estudantes refletida em estratégias, sobretudo ao nível das aulas de apoio, da disponibilização de ferramentas de apoio através do CRID e de alguma formação, verifica-se que parte da garantia do processo de inclusão tem por base o desempenho e o envolvimento dos docentes, como atestam Mendonça *et al.* (2008) e são estes que assumem, assim, um papel fundamental na busca pela inclusão como defendem Moura e Lins (2012a).

É sabido que a legislação defende uma resposta educativa especializada para os alunos com NEE. Defende ainda a formação adequada para docentes de alunos cegos apoiados na especialização das chamadas Escolas de Referência, mas a sua abrangência tem como limite o Ensino Secundário, como alegam Antunes e Faria (2013) e Espadinha (2010), não havendo um paralelo nem a continuidade desejada com o Ensino Superior. Neste campo e advogando a necessária Escola Inclusiva defendida por Alves *et al.* (2013), Costa *et al.* (2006), Mendes e Malheiro (2012) e Mendonça *et al.* (2008) será fundamental assegurar os eixos de apoio destinados ao Ensino Superior, que entre outros defendem a formação destinada a docentes.

---

<sup>52</sup> MathPlayer é um plug-in para o Internet Explorer da Microsoft, que suporta o MathML e permite que as expressões matemáticas fiquem acessíveis a pessoas cegas. Design Science: How Science Communicates. (2015). *MathPlayer*. Acedido, novembro 10, 2015 em <https://www.dessci.com/en/products/mathplayer/>

<sup>53</sup> Leitor de ecrã livre para Windows. Acessibilidade Legal.(2015). *NVDA*. Acedido, novembro 10, 2015 em <http://www.acessibilidadelegal.com/33-nvda.php>

No caso concreto do IPL verifica-se que este Instituto está bastante sensibilizado para a questão da inclusão, como atestam não só as medidas adotadas nesta área pelos diferentes serviços do Instituto mas também pelo testemunho dos docentes e estudantes. Sobretudo pelo exemplo do estudante C, que por comparação à anterior instituição de Ensino Superior e pelas experiências relatadas pelos estudantes A e B, decidiu pedir transferência para o IPL. Contudo, apesar dos relatos de apoio prestado pelo IPL tanto a estudantes como a docentes (nomeadamente através do CRID, UED, Serviços Informáticos e SAPE), identificou-se uma lacuna que urge ser colmatada ao nível da formação de docentes. A responsabilidade de inclusão que lhes é exigida segundo Mendonça *et al.* (2008) obriga muitas vezes a uma reeducação dos docentes como aludem Melo e Guedes (2012) e que só assim para Bueno (1999) os capacitará para lidar os constrangimentos, dificuldades e limitações advindas das NEE destes estudantes.

Verifica-se ao longo da análise de resultados que tanto estudantes como docentes estão cientes da existência de algum material de apoio no CRID específico para estudantes cegos, contudo ambas as partes destacam que recorreram pouco a este centro e alguns são até desconhecedores do material existente para a área da Matemática. Muito pontualmente foram solicitadas impressões em relevo e documentos em Braille ao CRID, que são referidos como “experiências” para as quais era exigido bastante planeamento e disponibilidade. Refira-se ainda que nem todos os estudantes dominavam perfeitamente o Braille e que a escrita de documentos matemáticos em Braille exige um nível de conhecimento profundo da grafia Matemática Braille, como é mencionado por um dos estudantes e atestado na literatura. Esta complexidade aleada ao facto da grafia Matemática Braille ser ineficaz no caso dos conteúdos matemáticos com forte componente gráfica limita a existência de livros matemáticos em Braille (Braz *et al.*, 2012; Dias, 2012). Estas situações terão limitado a procura de soluções neste Centro o que terá circunscrito a exploração de outros materiais e potencialidades eventualmente existentes.

Pelos resultados observados averigua-se que a procura de soluções adequadas à área da Matemática, face à especificidade dos seus conceitos, e apesar dos centros de apoio especializados para estudantes com NEE existentes no IPL, assentou essencialmente numa pesquisa autónoma dos docentes. Estes tentaram de algum modo associar às estratégias de apoio disponibilizadas a recriação de ferramentas de apoio com os objetos do quotidiano, apoiados pela criatividade individual, alguma dose de imaginação e muita proatividade, o que corrobora a opinião de Espadinha (2010) acerca da preparação dos docentes ao nível do Ensino Superior, a qual é descurada e deixada ao acaso.

Esta lacuna de formação poderá eventualmente ter mais impacto na área da Matemática dada a especificidade das temáticas abordadas e a materialização e abstração dos conceitos. Muitos dos conceitos matemáticos estão apoiados em representações gráficas que sem o apoio da visão se revertem muitas vezes em conceitos impalpáveis, tornando-se a sua assimilação bastante complexa quando a estes estudantes não lhes são facultados instrumentos de apoio que se ajustem às suas similaridades cognitivas, como é o caso do apurado sentido tátil.

O improvisado dos docentes foi, muitas das vezes, realizado com o intuito de permitir associar à linguagem a experimentação do tato por parte do estudante, na tentativa de dar maior pertinência à aferição de conceitos mais visuais. Os docentes procuraram assim ir ao encontro do apurado desenvolvimento do sentido tátil destes estudantes, como defendem Ferronato (2002) e Moura e Lins (2012b). Numa tentativa de aproximar os estudantes dos conceitos e de lhes permitir a sua apropriação, verificou-se que muitas das vezes os docentes apoiaram a sua linguagem em artefactos que permitissem o sentido tátil a estes estudantes. Reinventado assim formas onde fosse possível aceder à chamada ZDP defendida por Vygotsky (1991) e onde deverá ocorrer a aprendizagem. Neste processo interagiram a linguagem e os objetos como fatores mediadores que permitiram a transição entre o conhecimento prévio do sujeito (conhecimento real) e o conhecimento potencial que o sujeito terá faculdade para aprender e que contribuiram para que os estudantes a estudo concluíssem as matemáticas.

Os instrumentos de apoio e materiais manipuláveis revelaram-se assim fundamentais para a aprendizagem da Matemática por parte destes estudantes, como é explanado ao longo da revisão da literatura nomeadamente por Alves e Morais (2006) e Ponte *et al.* (2007). Aliás para Braz, *et al.* (2012) é a inexistência destes materiais que pode vir a limitar a capacidade de aprendizagem dos estudantes cegos e não as suas capacidades cognitivas. No caso concreto do IPL constatou-se que os materiais do quotidiano disponíveis como: canetas, linhas, placa de papel maquete, papel perfurado, alfinetes, fio aramado, régua com curvas matemáticas e um tabuleiro com cortiça com pinos (assemelhando-se à ideia do Multiplano); as TIC (algumas disponibilizadas pelo CRID); os *softwares* (Latex, Excel, Txt e R) envoltos muitas vezes num processo de tentativa erro e essencialmente os computadores complementados por leitores de ecrã foram as soluções encontradas para a transmissão dos conceitos matemáticos. Ficou, contudo, evidente, tanto pelos docentes como pelos próprios estudantes, que existiram ablações nalguns conteúdos nomeadamente nos de cariz mais visual. Pela sua complexidade de exposição alguns conceitos não foram abordados com estes estudantes e outros foram limitados à sua exposição teórica. Esta situação saiu ainda reforçada ao longo da presente investigação aquando a execução dos exercícios das três UC's a estudo com a aplicação do

Multiplano e que permitiu a exposição de conceitos gráficos naquela ferramenta que até então ou eram desconhecidos ou não passavam de conceitos teóricos e abstratos para estes estudantes.

Para Andrade e Silva (2013), Ferronato (2002), Ceolin *et al.* (2009) e Melo e Guedes (2012) o Multiplano surge assim como um instrumento mediador que permite a inclusão destes estudantes em contexto académico e que poderá facilitar a assimilação de conteúdos de índole mais visual muitas vezes presentes na área da Matemática, cuja representação nem sempre é simples e evidente para quem é desprovido de visão. Aliás, estes autores defendem a sua aplicabilidade mesmo no Ensino Superior. Situação que se procurou analisar no presente estudo.

Assim, a apoiar o presente trabalho de campo, foram realizadas observações emergentes das atividades sensoriais permitidas pela aplicação da ferramenta Multiplano a exercícios específicos das UC's selecionadas. Estas observações revelaram-se parte integrante e crucial da investigação permitida pela intervenção dos docentes como mediadores da aprendizagem, utilizando estratégias tais como signos e instrumentos de modo a facultarem aos estudantes a sua independência de atuação tal como a estimulação do conhecimento potencial, por forma a potenciar uma nova ZDP a todo momento envolta numa confrontação ativa e cooperativa de diferentes compreensões dos sujeitos envolvidos (Moreira, 1995).

Os instrumentos de recolha de dados permitiram aferir a adequabilidade de alguns conceitos matemáticos ao Multiplano como foram os casos dos conceitos: matriz ampliada associada a um sistema de equações lineares (Álgebra Linear); função, domínio de uma função, derivada (Análise Matemática) e intervalos de confiança, testes de hipóteses, p-value, região crítica/rejeição, regressão linear e análise bivariada (Estatística). Recorde-se que dos resultados dos questionários sobressaiu a opinião de um docente que lecionou estatística e que mencionou não encontrar utilidade nesta ferramenta para esta UC em concreto, o que denota que o Multiplano poderá ter mais aplicações, para além das abordadas neste estudo, quando devidamente explorado. A esta situação associa-se a necessidade de formação que deverá ser facultada pelas empresas que comercializam esta ferramenta no momento da aquisição. É ainda importante referir a falha, apontada pelos estudantes, do facto de não fazer parte integrante do Multiplano nem um manual explicativo em braille nem um cd que permitisse a sua leitura através de leitor de ecrã (necessidade ainda mais premente para um docente de Matemática cego).

Todos os conceitos matemáticos abordados na presente investigação admitem uma representação gráfica. No passado e sem o apoio do Multiplano, apesar de toda a boa vontade, criatividade e imaginação dos docentes, a abordagem gráfica não foi passível de concretização prática, limitando-se a sua abordagem aos conceitos teóricos na melhor das hipóteses ou noutras situações à sua exclusão do programa como é explanado ao longo da apresentação dos resultados a estudo. Deste modo, procurou-se ir além da estrutura estímulo-resposta objetivando-se a orientação da atividade no estímulo do objeto, coordenado com a influência dos signos para a organização dessa mesma atividade, nomeadamente a linguagem, destacada por Healy e Fernandes (2011) com um papel central dos instrumentos de natureza semiótica, o que possibilitou dessa forma, a concretização do “método de dupla estimulação” que para Vygotsky (1991, p.52) permite aceder à ZDP, onde o enfoque não se centra somente no resultado final mas igualmente na forma de como e porquê aquele foi atingido.

Da análise dos resultados verifica-se sobretudo, que com base num período de habituação temporalmente mais dilatado (como foi o caso da Estatística), que o Multiplano terá servido para aceder à chamada ZDP defendida por Vygotsky (1991), onde ocorrerá a aprendizagem.

Este resultado é reforçado quando Marson, Harrington e Walls (2012), mencionam, sem especificar o nível de ensino, que ensinar Estatística a estudantes cegos é a parte mais temida do currículo de um docente, dado que na base do seu entendimento estão presentes muitos conceitos de natureza visual. Segundo estes autores o uso de gráficos e outras ilustrações visuais pode fazer a diferença significativa entre a compreensão e abstração de um conceito ou o completo fracasso na sua perceção. Mencionam ainda que para evitar o insucesso destes estudantes será fundamental a sensibilidade dos docentes apoiada em práticas pedagógicas individualizadas sustentadas por ferramentas e instrumentos de apoio.

Esta afirmação vem ao encontro do que se verificou no presente estudo onde o Multiplano funcionou como um mediador do conhecimento e mesmo sem a presença física deste instrumento, a imagem gráfica dos conceitos ficou enraizada na memória dos estudantes. Segundo o Estudante C, quando pensava num conceito era-lhe reproduzida mentalmente a imagem gráfica o que serviu de base ao estudante para o ajudar nas respostas e procedimentos futuros. Neste processo interagiram fatores mediadores como a linguagem e os objetos, que permitiram a transição entre o conhecimento prévio do sujeito e o conhecimento potencial que o sujeito terá faculdade para aprender. É importante aqui destacar a palavra “objetos” no plural e não o objeto Multiplano isoladamente, dado que um dos resultados que se pode retirar do presente estudo é que efetivamente o Multiplano é um

facilitador na transmissão de conhecimento, mas que na maioria das vezes funciona quando apoiado por outras ferramentas e tecnologias de apoio, nomeadamente o computador.

Do presente estudo sobressai ainda que o Multiplano funciona essencialmente para a exposição de conceitos matemáticos. Pelo contrário, a resolução de exercícios no Multiplano parece ser mais limitativa pelo facto de os pinos não se segurarem com facilidade na placa e saltarem e/ou abanarem facilmente, o que será uma grande limitação para quem a assimilação da informação depende do tato, do mexer. O facto de existir apenas uma placa perfurada e ser demasiado pequena, para a resolução de exercícios mais complexos também se reflete como um dos entraves assinalados a esta ferramenta.

O grupo de discussão e as entrevistas permitiram assinalar algumas sugestões de melhoria das quais se destaca a necessidade de mais placas perfuradas, inclusão de letras (com formato diferente), fios/arames maleáveis (para trabalhar curvas), referenciais (i.é, o eixo dos xx e o eixo dos yy com numeração positiva e negativa), números com dois dígitos, números fracionários e uma base metálica na placa perfurada assessorada por íman nos pinos de modo a mante-los mais fixos. Estas ausências poderão ser eventualmente ausências legítimas para a consideração do Multiplano como uma ferramenta de abrangência mais lata e de maior aplicabilidade a conceitos matemáticos do Ensino Superior. De realçar que esta ferramenta funciona como apoio à concretização prática de conteúdos gráficos palpáveis que até então não passavam de vocábulos, foi disso exemplo esta investigação. Contudo as exiguidades assinaladas, associadas também ao limitado período de experiência por parte dos docentes e estudantes envolvidos, suscitou a opinião generalizada de relacionar a sua aplicabilidade sobretudo a conceitos matemáticos até ao Ensino Secundário.

Apesar de Ceolin *et al.* (2009) defenderem que para a utilização do Multiplano não é necessário o conhecimento do sistema Braille, pelo menos por parte do docente, do presente estudo sai que o mesmo não se passa na vertente do estudante. Na prática verificou-se que no caso do estudante A, que cegou mais tarde e lhe limitou a aprendizagem do sistema Braille como defendem Mendonça *et al.* (2008), o desconhecimento deste sistema para além de lhe condicionar eventualmente uma maior destreza na resolução dos exercícios a estudo, induziu-o a alguns cálculos errados (apesar de fazer um raciocínio correto). Esta situação poderia porventura ser colmatada por um maior tempo de habituação.

Independentemente dos pontos fracos e das desvantagens apontadas ao Multiplano pode-se considerar este instrumento como um mediador e facilitador da comunicação. De facto, o Multiplano contribuiu pelo menos para a solução imediata de algumas das dificuldades

identificadas nas UC's a estudo, nomeadamente na transmissão de conceitos de índole visual que pelas dificuldades sentidas pelos docentes, no passado e sem o auxílio desta ferramenta, não foram abordadas ou pelo menos a abordagem foi condicionada. Esta situação transporta-nos para o paradigma biopsicossocial da OMS, onde a incapacidade pode advir de barreiras do próprio meio ambiente e neste caso quando estas barreiras são atenuadas também permitem que se atenuem as próprias limitações das pessoas com deficiência. Neste sentido, podemos efetivamente identificar o Multiplano como um instrumento mediador como defendem Andrade e Silva (2013), Ceolin *et al.* (2009), Colpes e Laranja (2013), Ferronato (2000) e Melo e Guedes (2012) incluindo o caso de alguns conceitos matemáticos abordados no Ensino Superior, como os que foram aqui abordados, transversais aos cursos de Engenharia do Ensino Superior Politécnico.

Dessa forma o Multiplano poderá vir a potenciar o conceito de escola inclusiva dentro do próprio IPL ao fomentar a aprendizagem conjunta de todos com o respeito pela diversidade de cada um como defendem Alves *et al.* (2013) e do mesmo modo restringir o eventual afastamento do currículo como alegam Mendonça *et al.* (2008) e Ribeiro (2014).

## 5. CONCLUSÕES

A inclusão de estudantes com necessidades especiais no Ensino Superior é um desafio, mormente enfatizado no ensino e aprendizagem da Matemática a estudantes cegos dado o peso da linguagem simbólica e gráfica presente em muitos dos seus conteúdos. Assim, através da triangulação de dados, identificaram-se algumas das dificuldades sentidas, tanto pelos docentes do DMAT da ESTG como pelos estudantes cegos, no processo ensino e de aprendizagem de conteúdos matemáticos que requerem suporte visual para a sua perceção e que assumem por isso uma dificuldade acrescida de representação e interpretação para as partes envolvidas.

Os produtos de apoio tais como as TIC e outros instrumentos de apoio e os materiais manipuláveis são de facto facilitadores da aprendizagem, atenuantes de barreiras e por isso adjuvantes e promotores da escola inclusiva. O seu devido aproveitamento dependerá em muito da formação e qualificação que será dada aos docentes que interagem diretamente com estes estudantes, por forma a dotá-los de competências tecnológicas e pedagógicas para que possam otimizar a sua atuação. Um dos resultados desta investigação aponta para a necessidade de maior formação por parte dos docentes, muitas vezes descurada mas que deverá ser facultada, dado serem os docentes que assumem indubitavelmente grande parte do trabalho de inclusão.

Verificou-se que o IPL está desperto para as necessidades dos estudantes com NEE e tem enveredado alguns esforços neste sentido. Contudo a congregação da Matemática e os estudantes cegos encerram no seu conjunto condicionantes bastante peculiares, que obrigam, mais do que a um investimento institucional, a um investimento pessoal e uma grande dedicação por parte dos docentes, numa tentativa de suprir as barreiras identificadas no processo de ensino e de aprendizagem. A formação na área da Matemática por um lado deveria ser redobrada pela elevada componente simbólica e gráfica que a caracteriza e por outro poderá estar condicionada pela sua particular especificidade aos próprios docentes. Reformulando, a formação destes docentes acaba por se circunscrever muitas vezes a eles próprios pela peculiaridade e especificidade das temáticas e conceitos abordados, que limitarão a atuação dos técnicos ou serviços especializados na área da NEE e da Inclusão que possam existir no IPL.

A negligência desta área no Ensino Superior tal como a falta de formação dos seus docentes são uma restrição que deve ser sanada. É crucial investir em modelos de formação que respondam às verdadeiras necessidades e não a constatações hipotéticas frequentemente desfasadas da realidade. A formação na área da Matemática deveria ser comportada pela contratação de especialistas, mas eventualmente circunscrita por um lado pela peculiaridade da temática e por outro pelos custos envolvidos. Contudo a necessidade de encontrar soluções é imperativa, até como forma de rentabilização das ferramentas e recursos disponíveis no IPL. Uma das soluções potencialmente interessante para o DMAT e para o próprio IPL a curto prazo poderia passar pela criação de um Fórum interno de partilhas. Nesse Fórum os docentes que passaram por este processo e todos os interessados poderiam partilhar experiências, expor dúvidas, pedir e debater opiniões, partilhar informação e *links* de pesquisas, etc. Da análise dos dados verifica-se que esta é já uma prática quotidiana e informal entre colegas mas que poderia ser assessorada por uma proatividade entre os serviços especializados do IPL como o CRID, UED, DSI, SAPE ou até mesmo o DMAT de outras Unidades Orgânicas, onde a partilha e o brainstorming poderiam não ser a solução ideal mas pelo menos um aliado importante para a resolução de alguns constrangimentos. Uma interligação de sectores e partilha de esforços conjuntos, não substituindo a necessária formação, serviria sobretudo para reaproveitar e aprimorar empreendimentos conjuntos rentabilizando os investimentos pessoais, a criatividade e dedicação de cada um. No fundo poderia vir a servir como uma forma de reeducação como alegam Silva e Sena (2010) ao permitir aceder a novos cenários onde estariam espelhadas a subjetividade individual na transmissão de conhecimentos e padrões de comportamento. Eventualmente, funcionaria como um pilar de apoio e orientação de práticas para docentes que contactam ou irão contactar com estudantes com estas NEE, ao permitir diluir o conjunto de medos que surgem com o desconhecido, assentindo a possibilidade de responder de forma mais conscienciosa e segura às exigências e solicitações que o ensino da Matemática a estudantes cegos requiere.

Julga-se que o estudo aqui descrito atingiu os objetivos definidos pois permitiu dar resposta à questão de investigação inicial. Foi passível a verificação de vantagens e também algumas desvantagens na utilização da ferramenta Multiplano, que ainda assim poderá ser mais uma alternativa para a transmissão de conceitos matemáticos, a estudantes cegos, transversais aos cursos de Engenharia do Ensino Superior Politécnico, o que poderá asseverar os estudos de Andrade e Silva (2013), Colpes e Laranja (2013), Ceolin *et al.* (2009), Ferronato (2002) e Melo e Guedes (2012).

A investigação patenteou que o Multiplano funciona para expor conceitos matemáticos de índole mais gráfica e visual, que sem o auxílio desta ferramenta não haviam sido concretizados pelas dificuldades inerentes ao processo de transmissão de conteúdos visuais a quem é desprovido de visão. Apesar das limitações identificadas, o Multiplano parece ter contribuído para que os profissionais envolvidos se sentissem mais aptos na concretização prática de esquemas gráficos até então impalpáveis visualmente. Também foi interessante perceber a opinião dos estudantes ao considerarem o Multiplano como um facilitador do trabalho do docente. O que poderá indicar que, quando devidamente explorado, poderá evitar ou pelo menos diminuir algumas supressões de conteúdo dos programas. Contudo, também se diagnosticaram algumas dificuldades. Verificou-se uma limitação ao nível da realização de exercícios, pois exige maior manuseamento e um deslocamento constante de pinos e outros componentes que não se fixam convenientemente na placa, o que condiciona a aprendizagem a quem, para Mendonça *et al.* (2008) tem no toque o mais rápido recetor de informação. Sobressai ainda com este estudo que a utilização do Multiplano deverá ser acompanhada na maioria das vezes por mais componentes/acessórios, outras ferramentas e instrumentos de apoio que lhe diluam as limitações intrínsecas, tal como os instrumentos de natureza semiótica como a fala e interação com o docente.

A alteração conjuntural interposta pela presente investigação permitiu que se experimentassem novas metodologias no ensino e aprendizagem de alguns conceitos matemáticos a estudantes cegos, a qual se revelou benéfica para as partes envolvidas no estudo. Os resultados da investigação apontam no sentido de ocorrer um desenvolvimento geral de competências no âmbito da Matemática, nomeadamente a memorização, vinculação e a facilitação na assimilação de conceitos. Contudo, a presente investigação apresenta algumas limitações tais como: a necessidade de maior abrangência de aplicação do Multiplano (aplicação a mais conceitos), a necessidade de uma disponibilidade temporal mais alargada e de um maior período de experimentação. Essas condições assentiriam uma maior precisão ao permitir perceber a apropriação desta ferramenta para aceder à ZDP onde ocorrerá a aprendizagem, tal como aconteceu com alguns conceitos da UC de Estatística.

Ciente das limitações do presente estudo, ainda assim considera-se que este terá concretizado os objetivos propostos e respondido à questão investigativa. Não olvidando as dificuldades diagnosticadas considera-se que o estudo concedeu um avanço na área sobre a qual se debruçou, apesar de desperto para a exiguidade deste avanço num campo onde ainda muito há a fazer. Não obstante, julga-se que esta investigação permite considerar o Multiplano como

um mediador das partes e um facilitador na transmissão de conhecimentos matemáticos a estudantes cegos no Ensino Superior.

Este estudo terá sido um primeiro passo nesta área no Ensino Superior português, onde apenas se entreabriu uma porta de vários caminhos a percorrer. A peculiaridade do estudo induziu ao interesse do representante do Multiplano em Portugal nos seus resultados, dispondo-se a analisá-los e eventualmente ajustar o guia explicativo e trabalhar em conjunto com o DMAT da ESTG-IPL. Não sendo um estudo estanque, seria interessante um maior aprofundamento e desenvolvimento, onde a partir da presente investigação poderiam nascer novos desafios, investigações e contribuições, com o propósito de intensificar o alcance deste estudo e dar continuidade ao reforço das conclusões extraídas da análise dos dados recolhidos. Seria pertinente a realização de novas experiências abrangentes a mais participantes tais como outros estudantes cegos e também estudantes com baixa visão, outros docentes e a mais instituições de Ensino Superior, avalizando a extensão do conhecimento científico sobre esta ferramenta.

Pelo exposto, seria interessante a análise sob outras perspetivas, numa área onde tanto há a explorar, não apenas pelos olhos de novos participantes mas também sob diferentes pontos de vista de outros investigadores. Tentando novas visões de um mesmo problema numa procura de um progresso de competências onde diferentes visões se cruzassem, mesmo aquelas a quem os olhos teimam em estar cerrados.

## 6. LISTA DE REFERÊNCIAS

- ACAPO. (2014). Como caracterizar a cegueira?. *Associação de Cegos e Amblíopes de Portugal*. Acedido, abril 19, 2014, em [http://www.acapo.pt/index.php?option=com\\_content&view=article&id=202&catid=293](http://www.acapo.pt/index.php?option=com_content&view=article&id=202&catid=293)
- Alarcão, I. (2014). “Dilemas” do jovem investigador. Dos “Dilemas” aos problemas. In: Costa, A., Souza, F. & Souza, D., (org). *Investigação Qualitativa: Inovação, Dilemas e Desafios*, Pp. 103-123. Oliveira de Azeméis: Ludomedia
- Almeida, L., & Freire, T. (2008). *Metodologia de Investigação em Psicologia e Educação*. (5ª ed.). Braga: Psiquilibrios.
- Alves, C. & Morais, C. (2006). Recursos de apoio ao processo de ensino e aprendizagem da matemática. In I. Vale, T. Pimentel, A. Barbosa, L. Fonseca, e P. Canavarro (Orgs.), *Números e álgebra: na aprendizagem da matemática e na formação de professores*, Pp. 335-349. Lisboa: Sociedade Portuguesa de Ciências da Educação – Seção de Educação de Matemática.
- Alves, M., Ribeiro, J. & Simões. F. (2013). Universal Design for Learning (UDL): contributos para uma escola de todos. *CIDTFF - Indagatio Didactica*, 5(4), Pp. 121-146.
- American Foundation for the Blind. (2000). *Educating Blind and Visually Impaired Students: Policy Guidance from OSERS*. Acedido, novembro 28, 2014 em <http://www.afb.org/info/programs-and-services/public-policy-center/education-policy/educating-blind-and-visually-impaired-students--policy-guidance-from-osers/1235>
- Andrade, A. & Silva, D. (2013). Desenvolvimento de metodologias de ensino de função de derivada para alunos deficientes visuais utilizando o multiplano como ferramenta de ensino. *Anais da IV Jornada de Iniciação Científica e Extensão: Ciência, Saúde e Esporte*, Tocantins, 24-25 Out. 2010 (s/p)
- Antunes, A. & Faria C. (2013). A universidade e a pessoa com necessidades especiais: estudo qualitativo sobre perceções de mudança social, institucional e pessoal. In *2º Congresso Luso-Brasileiro em Investigação Qualitativa, Centro de Investigação Didática e Tecnologia na Formação de Formadores*, Aveiro, Out. 2013.

- Assembleia Geral das Nações Unidas. (1948). *Declaração Universal dos Direitos Humanos*, Resolução nº 271 A. Paris. Acedido, outubro 21, 2014, em <http://www.ohchr.org/EN/UDHR/Pages/Language.aspx?LangID>
- Assembleia Geral das Nações Unidas. (1975). *Declaração dos Direitos das Pessoas com Deficiência, Resolução 3447 (XXX)*, 9 Dez. 1975 Acedido, novembro 19, 2014, em [http://direitoshumanos.gddc.pt/3\\_7/IIIPAG3\\_7\\_3.htm](http://direitoshumanos.gddc.pt/3_7/IIIPAG3_7_3.htm)
- Bardin, L. (2004). *Análise de conteúdo*. (3ª ed.). Lisboa: Edições 70.
- Bernardi, M., Prado, M. & Kempfer, M. (2015). Delineando e articulando distintas fontes de dados: O desafio da triangulação no processo de análise qualitativa. In *4º Congresso Ibero-americano em Investigação: Atas do 6º Simpósio Internacional de Educação e Comunicação*, Aracaju, 5-7 Ago. 2015. Pp. 261-264
- Brace, I. (2008). *Questionnaire design: How to plan, structure and write survey material for effective market research*. (2nd ed.). London: Kogan Page Ltd.
- Braz, F., Hermeto, M. & Libardi, H. (2012). Linguagem matemática e a inclusão de alunos com deficiência visual nas engenharias. In *O engenheiro Professor e o Desafio de Educar - Cobenge - XL Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia*, Belém, Set. 2012, Pp. 3-6
- Bogdan, R. & Bilken, S. (1994). *Investigação qualitativa em Educação: fundamentos, métodos e técnicas*. Porto: Porto Editora.
- Bueno, J (1999). Crianças com necessidades educativas especiais, política educacional ea formação de professores: generalistas ou especialistas. *Revista Brasileira de educação especial*, nº 5, Pp- 7-25.
- Carmo, H. & Ferreira, M. (1998). *Metodologia da investigação: guia para auto-aprendizagem*. Lisboa: Universidade Aberta.
- Centro de Recursos para a Inclusão Digital – CRID. (2016). Acedido em janeiro 5, 2016 em <http://crid.esecs.ipleiria.pt/>
- Ceolin, T.; Machado, A. & Nehring, C. (2009). O ensino de matemática e a educação Inclusiva: uma possibilidade de trabalho com alunos deficientes visuais. In *X Encontro Gaúcho de Educação Matemática Comunicação Científica*, Ijuí, 2-5 Jun. 2009.

- Cole, M. & Wertsch, J. (1996). Beyond the Individual-Social Antimony in Discussions of Piaget and Vygotsky. *Human Development*, nº 39, 250-256. Acedido Julho, 7, 2015 em [http://people.ucsc.edu/~gwells/Files/Courses\\_Folder/ED%20261%20Papers/Cole%20%26%20Wertsch.pdf](http://people.ucsc.edu/~gwells/Files/Courses_Folder/ED%20261%20Papers/Cole%20%26%20Wertsch.pdf)
- Collings, D. (2006). *Selecting a questionnaire response scale for student feedback surveys: a comparison of psychometric properties and student preferences among three alternatives*. Master dissertation, Division of Arts, Murdoch University, Perth, Western Australia.
- Colpes K. & Laranja R. (2013). Impressora de gráficos em alto-relevo para cegos: um facilitador no ensino da física e da matemática. In *COBENGE XLI Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia*, Porto Alegre, Pp. 23-26
- Constituição da República Portuguesa: VII Revisão Constitucional (2005). *Assembleia da Republica*. Acedido, dezembro 19, 2014, em <http://www.parlamento.pt/Legislacao/Paginas/ConstituicaoRepublicaPortuguesa.aspx>
- Costa, A, Leitão, F, Morgado, J. & Pinto, J. (2006). *Promoção da educação inclusiva em Portugal – Fundamentos e Sugestões*. Acedido, outubro,23, 2014, em [http://redeinclusao.web.ua.pt/docstation/com\\_docstation/21/fl\\_45.pdf](http://redeinclusao.web.ua.pt/docstation/com_docstation/21/fl_45.pdf)
- Coutinho, C. (2011). *Metodologia de Investigação em Ciências Sociais e Humanas: Teoria e Prática*. (2ª ed.). Coimbra: Almedina.
- Coutinho, C. & Chaves, J. (2002). O estudo de caso na investigação em Tecnologia Educativa em Portugal. *Revista Portuguesa de Educação*, 15(1), Pp. 221-244.
- Cummins, R. & Gullone, E. (2000). Why we should not use 5-point Likert scales: The case for subjective quality of life measurement. *Second International Conference on Quality of Life in Cities*, Singapore, Mar. 2000, Pp. 74-93
- Dias, C. (2012). *Jogos matemáticos adaptados à baixa visão e cegueira*. Tese de Doutoramento, Instituto de Educação – Universidade do Minho, Portugal.

- Dias, M. (1995). *Ver, não ver e conviver*. Lisboa: Secretariado Nacional para a reabilitação e integração das pessoas com deficiência.
- Duval, R. (2011). *Ver e ensinar a Matemática de outra forma: entrar no modo matemático de pensar – os registros de representação semiótica*. São Paulo: PROEM.
- Espadinha, A. (2010). *Modelo de atendimento às necessidades educativas especiais baseado na tecnologia: estudo de caso centrado em alunos com baixa visão*. Dissertação Mestrado, Faculdade de Motricidade Humana - Universidade Técnica de Lisboa, Portugal.
- Fernandes, S. & Healy, L. (2010). A Inclusão de Alunos Cegos nas Aulas de Matemática: explorando Área, Perímetro e Volume através do Tato. *Bolema*, Nº 37, 1111-1135. Acedido outubro 29, 2014 em <http://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/bolema/article/viewFile/4306/3456>
- Ferronato, R. (2002). *A Construção de Instrumento de Inclusão no Ensino da Matemática*. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil.
- Flores, C. & Moretti, M. (2005). O funcionamento cognitivo e semiótico das representações gráficas: ponto de análise para a aprendizagem matemática. In *28ª Reunião Anual da ANPEd*, Caxambu, 16-19 de Out. 2005.
- Fontana, V. & Nunes, L. (2006). Educação e inclusão de pessoas cegas: da escrita braille à internet. *Revista Fafibe*, Vol. 2, pp. 137-9. Acedido, janeiro 22, 2015, em [http://www.academia.edu/1402165/Educa%C3%A7%C3%A3o\\_e\\_inclus%C3%A3o\\_de\\_pessoas\\_cegas\\_da\\_escrita\\_braille\\_%C3%A0\\_internet](http://www.academia.edu/1402165/Educa%C3%A7%C3%A3o_e_inclus%C3%A3o_de_pessoas_cegas_da_escrita_braille_%C3%A0_internet)
- Fontes, F. (2009) Pessoas com deficiência e políticas sociais em Portugal: Da caridade à cidadania social. *Revista Critica de Ciências Sociais*. Nº 86/2009, Pp. 73-93.
- Fortin, M. (2003). *O Processo de investigação: Da concepção à realização*. (3ª ed.). Loures: Lusociência.
- Garcez, A, Duarte, R. & Eisenberg, Z. (2011). Produção e análise de vídeo-gravações em pesquisas qualitativas. *Educação e Pesquisa*, São Paulo, vol. 37 (2), Pp. 249-262.

- Gil, A. (2002). *Como elaborar projetos de pesquisa*. Acedido Janeiro 11, 2015 em [http://www.academia.edu/4405328/GIL\\_Antonio\\_Carlos\\_COMO\\_ELABORAR\\_PROJETOS\\_DE\\_PESQUISA\\_Copia](http://www.academia.edu/4405328/GIL_Antonio_Carlos_COMO_ELABORAR_PROJETOS_DE_PESQUISA_Copia)
- Gil, A. (2008). *Métodos e técnicas de pesquisa social*. Acedido Fevereiro 15, 2015 em <https://ayanrafael.files.wordpress.com/2011/08/gil-a-c-mc3a9todos-e-tc3a9cnicas-de-pesquisa-social.pdf>
- Gray, D. (2004). *Doing research in the real world*. Thousand Oaks: Sage Publications Ltd.
- Grupo de Trabalho para o Apoio a Estudantes com Deficiências no Ensino Superior (GTAEDES) (2015). *Apresentação do GTAEDES*. Acedido em janeiro, 3, 2015 em <http://www.aminharadio.com/gtaedes/apresenta>,
- Healy, L. & Fernandes, S. (2011). Relações entre atividades sensoriais e artefatos culturais na apropriação de práticas matemáticas de um aprendiz cego. *Educar em Revista*, nº Especial 1, 227-243, Acedido julho 21, 2015 em [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0104-40602011000400015](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-40602011000400015)
- Instituto Nacional de Estatística (2014). *Censos*. Acedido, outubro 21, 2014, em [http://censos.ine.pt/xportal/xmain?xpid=CENSOS&xpgid=ine\\_censos\\_indicador&contexto=ind&indOcorrCod=0000660&selTab=tab10](http://censos.ine.pt/xportal/xmain?xpid=CENSOS&xpgid=ine_censos_indicador&contexto=ind&indOcorrCod=0000660&selTab=tab10)
- Instituto Nacional para a Reabilitação (2014). *1ª Plano de Ação para a Integração de Pessoas com Deficiência ou Incapacidade*. Acedido março, 20, 2014 em <http://www.inr.pt/uploads/docs/programaseprojectos/paipdi/PAIPDIdesenv.pdf>
- Instituto Nacional para a Reabilitação (2014). *Educação*. Acedido, outubro 21, 2014, <http://www.inr.pt/content/1/62/educacao>
- Instituto Nacional para a Reabilitação (2014). *O que é a CIF?*. Acedido, outubro 21, 2014, em <http://www.inr.pt/content/1/55/que-cif>
- Instituto Politécnico de Leiria (IPL) (2016). Acedido em janeiro 30, 2016 em <http://www.ipleiria.pt/Paginas/default.aspx>
- Laplane, A. & Batista, C. (2008). Ver, não ver e aprender: a participação de crianças com baixa visão e cegueira na escola. *Caderno Cedes*. Vol. 28, n. 75, Pp.209-227.

- Lei portuguesa n.º 3/2008 de 7 de Janeiro. *Diário da República*, 1.ª série — N.º 4. Ministério da Educação. Acedido, dezembro 19, 2014, em <https://dre.pt/application/dir/pdf1sdir/2008/01/00400/0015400164.PDF>
- Llinares, S. (2013). Professional noticing: a component of the mathematics teacher's professional practice. *Journal of Education Sisyphus*, vol.1, pp. 76-93. Acedido, janeiro 10, 2015 em <http://revistas.rcaap.pt/sisyphus/article/view/3707/2861>
- Maia, F. (1997). *História Recente da Segurança Social*. Lisboa: Comissão do Livro Branco da Segurança Social.
- Manzini, J. (2012). Uso da entrevista em dissertações e teses produzidas em um programa de pós-graduação em educação. *Revista Percurso – NEMO*. 4 (2), Pp.149-171.
- Marconi, M. & Lakatos, E. (2003). *Fundamentos de metodologia científica*. Acedido Fevereiro 07, 2015 em <http://pt.slideshare.net/juliocezarsgt/fundamentos-de-metodologia-cientifica-lakatos-marconi>
- Marson, S., Harrington C. & Walls, A. (2012). Teaching introductory statistics to blind students. *Teaching Statistics*, Vol. 35, 1, Pp 21–25
- Melo, P. & Guedes, H. (2012). Métodos para inclusão de deficientes visuais no ensino da matemática. In *XVI EBRAPEM, Encontro brasileiro estudantes de pós-graduação em educação matemática*, Canoas, 12-14 Nov. 2012.
- Mendes, E. & Malheiro C. (2012). Salas de recursos multifuncionais É possível um serviço “tamanho único” de atendimento educacional especializado? In Organizadores do Livro Miranda, T. & Filho, T. (Orgs.) *O Professor e a Educação Inclusiva: Formação, Práticas e Lugares*. (pp.349-364). Bahia: Editora da Universidade Federal da Bahia.
- Mendonça, A. Miguel, C. Neves G. Micaelo, M. & Reino, V. (2008). *Alunos cegos e com baixa visão - Orientações Curriculares*. Lisboa: Ministério da Educação, Direção-Geral de Inovação e de Desenvolvimento Curricular.
- Ministério da Educação Brasileiro - Secretaria de Educação Especial. (2006). *Saberes e práticas da inclusão: Desenvolvendo competências para o atendimento às necessidades educacionais especiais de alunos cegos e de alunos com baixa visão*. Brasília : MEC,

Secretaria de Educação Especial. Acedido novembro 9, 2015, em <http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/alunoscegos.pdf>

Moreira, M. (1995). *Teorias de Aprendizagens*. São Paulo: EPU.

Moura, A. & Lins, A. (2012 a). Educação matemática e educação inclusiva: uma discussão acerca do ensino da matemática à deficientes visuais. In *Educação Matemática Inclusiva, Trabalhando Matemática: percepções Contemporâneas, VII EPEBEN*, Paraíba, 18-20 de Out. 2012.

Moura, A. & Lins, A. (2012 b). Uso de materiais concretos sob perspectiva inclusiva: uma experiência com geoplano no instituto dos cegos de campina grande. In *Educação Matemática Inclusiva, Trabalhando Matemática: percepções Contemporâneas, VII EPEBEN*, Paraíba, 18-20 de Out. 2012.

National Center For Blind Youth In Science (NCBYS). (2014). *Subject: Questions About Graphing in High School*. Acedido, abril 22, 2014, em <http://www.blindscience.org/blindmath-gems-graphing#questions>

Nielsen, J. (2000). *Why You Only Need to Test with 5 Users*. Acedido Março 18, 2015 em <http://www.nngroup.com/articles/why-you-only-need-to-test-with-5-users/>

Oliveira, H. (2010). *Introdução ao Conceito de Função para Deficientes Visuais com o Auxílio do Computador*. Dissertação de Mestrado, Instituto de Matemática - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil.

Organização Mundial de Saúde (OMS) (2004). *Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde: CIF*. Lisboa: Direção Geral da Saúde. Acedido, dezembro 19, 2014, em [http://www.inr.pt/uploads/docs/cif/CIF\\_port\\_%202004.pdf](http://www.inr.pt/uploads/docs/cif/CIF_port_%202004.pdf)

Organização Mundial da Saúde (OMS) (2008). *Centro Colaborador da OMS para a Classificação de Doenças em Português - Classificação Estatística Internacional de Doenças e Problemas Relacionados à Saúde - CID-10*. Acedido setembro 03, 2015 em <http://www.datasus.gov.br/cid10/V2008/cid10.htm>

Organização Mundial da Saúde (OMS) (2014). *Visual impairment and blindness*. Acedido, outubro 22, 2014, em <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs282/en/>

- Organização das Nações Unidas (2013). *Thematic study on the right of persons with disabilities to education - Report of the Office of the United Nations*. Acedido, abril 19, 2014, em [http://www.ohchr.org/Documents/Issues/Disability/StudyEducation/A\\_HRC\\_25\\_29\\_ENG.pdf](http://www.ohchr.org/Documents/Issues/Disability/StudyEducation/A_HRC_25_29_ENG.pdf)
- Organização das Nações Unidas (2014). *Up to 45 million blind people globally - and growing*. Acedido, dezembro 8, 2014, em <http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2003/pr73/en/>
- Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO) (1994). *Declaração de Salamanca e enquadramento da acção na área das necessidades educativas especiais - Conferência mundial sobre necessidades educativas especiais: acesso e qualidade*. UNESCO - Éducation spéciale, Division d'Éducation de base, Salamanca, Espanha, 7-10 Jun.1994
- Patton, M. (1987). *How to use qualitative methods in evaluation*. (2nd ed). Newbury Park, CA: Sage Publications.
- Patton, M. (2002). *Qualitative research and evaluation methods*. (3rd ed). Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Pellatieri, M. & Grando R. (2010). A importância da videogravacao enquanto instrumento de registro para o professor do pensamento matemático de crianças pequenas. *Horizontes*. 28 (2), Pp. 21-29.
- Pereira, J. (2004). *Análise de dados Qualitativos: Estratégias metodológicas para as Ciências da Saúde, Humanas e Sociais*. (3ª ed.). São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo.
- Pinheiro E., Kakehashi T. e Angelo M. (2005). O uso de filmagem em pesquisas qualitativas. *Revista Latino-Americana de Enfermagem*, 13(5), Pp. 717-722.
- Ponte, P., Serrazina, L., Guimarães, H., Breda, A., Guimarães, F., Sousa, H., Menezes, L., Martins, M. & Oliveira, P. (2007). *Programa de Matemática do Ensino Básico*. Lisboa: Direcção Geral de Inovação e Desenvolvimento Curricular (DGIDC).
- Pretto, N. (2002). Formação de professores exige rede. *Revista Brasileira de Educação*, 20, Pp. 121-131.

- Prodanov, C. & Freitas, E. (2013). *Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico*. (2ª ed.). Novo Hamburgo: Universidade Feevale.
- Resolução do Conselho de Ministros nº97/2010, de 14 de Dezembro. *Diário da República*, 1.ª série — N.º 240. Acedido, dezembro 19, 2014, em [http://www.acessibilidade.gov.pt/legis/rcm97\\_2010\\_undef.pdf](http://www.acessibilidade.gov.pt/legis/rcm97_2010_undef.pdf)
- Richardson, R., Peres, J., Wanderley, J., Correia, L. & Peres, M. (1999). *Pesquisa social: métodos e técnicas*. Acedido Fevereiro 2, 2015 em <http://pt.scribd.com/doc/226198537/01-Richardson-Pesquisa-Social-MCtodos-e-TCcnicas-pdf-PdfCompressor-643562#scribd>
- Ribeiro, J. (2014). As TIC e os Produtos de Apoio na Educação de Alunos com Necessidades Educativas Especiais. In Linhares, R., Ferrreira, S. & Borges, F. (org.). *Infoinclusão e as possibilidades de ensinar e aprender*, Salvador: Editora UFBA, Pp. 15-46.
- Rodrigues, S. E., Fernandes, E., Mourão, J., Almeida, L., Soares, A. P., & Veloso, A. (2007). Estudantes com deficiência no ensino superior: Perceção dos fatores facilitadores e inibidores da integração e do sucesso académico. In A. Barca, M. Peralbo, A. Porto, B. Silva e L. Almeida (Eds.), *Actas do IX Congresso Galego-Portugués de Psicopedagogía*, Corunha, Set. 2007. Pp. 371-392,
- Sampaio, R. & Luz, M. (2009). Funcionalidade e incapacidade humana: explorando o escopo da classificação internacional da Organização Mundial da Saúde. *Cadernos de Saúde Pública*, 25, Acedido, março 23, 2016, em [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0102-311X2009000300002](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-311X2009000300002)
- Santos, F. & Gonçalves, A. (2015). O uso de tecnologias assistivas no ensino superior, para pessoas cegas: um estudo de caso. In *EDUCERE - XII Congresso Nacional de Educação: Formação de Professores, Complexidade e Trabalho Docente*, Curitiba, 26-29 Out. 2015
- Santos, N., Ventura, C., & César, M. (2008). Alunos cegos na aula de matemática. In *Associação de Professores de Matemática (Ed.), Actas do ProfMat*, Elvas, 2-4 Set. 2008.
- Sierra, M. & Barroco, S. (2009) Contribuições de Vigotski para a educação especial nas áreas da surdez, cegueira e surdocegueira. In *IX Congresso Nacional de Psicologia Escolar e Educacional ABRAPEE – Construindo a Prática Profissional na Educação para Todos*, São Paulo, 6- 8, Jul. 2009.

- Silva, L. & Sena, R. (2010). *Poder, autonomia e responsabilização: promoção da saúde em espaços sociais da vida cotidiana*. São Paulo: HUCITEC.
- Serviço de Apoio ao Estudante (SAPE) (2016). *Como trabalhar com estudantes cegos e com baixa visão*. Acedido em janeiro 30, 2016 em <http://sape.ipleiria.pt/files/2012/09/como-trabalhar-com-estudantes-cegos-e-com-baixa-visao.pdf>
- Serviço de Apoio ao Estudante (SAPE) (2016). *Necessidades Educativas Especiais: Manual de apoio para docentes*. Acedido em fevereiro 6, 2016 em [https://drive.google.com/viewerng/viewer?url=http://sape.ipleiria.pt/files/2014/02/M anual\\_Neces\\_Educ\\_Esp\\_docentes1.pdf&hl=pt\\_PT&embedded=true](https://drive.google.com/viewerng/viewer?url=http://sape.ipleiria.pt/files/2014/02/M anual_Neces_Educ_Esp_docentes1.pdf&hl=pt_PT&embedded=true)
- Souza, F., Costa, A. & Moreira, A. (2011). Análise de Dados Qualitativos Suportada pelo Software webQDA. In *VII Conferência Internacional de TIC na Educação (Challenges 2011)*, Braga, 12-13, Mai. 2011.
- Shute, V., Graf, A. & Hansen, E. (2006). *Designing Adaptive, Diagnostic Math Assessments for Individuals With and Without Visual Disabilities*. Acedido em Outubro 29, 2014, em [http://myweb.fsu.edu/vshute/pdf/shute%202006\\_c.pdf](http://myweb.fsu.edu/vshute/pdf/shute%202006_c.pdf)
- Thiel, A. (2012) Representação Semiótica no Plano Cartesiano: estudo do trânsito entre registros de representações matemáticas. In *As Tintas da Pesquisa em Educação Matemática nos Papéis Sociais, XVI EBRAPEM*, Encontro brasileiro estudantes de pós-graduação em educação matemática, Canoas, 12-14 Nov. 2012.
- Tuckman, B. (2002). *Manual de Investigação em Educação*. (2ª ed.). Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Vale, I. (2000). *Didáctica da Matemática e Formação Inicial de Professores num Contexto de Resolução de Problemas e de Materiais Manipuláveis*. Tese de Doutoramento, Universidade de Aveiro, Aveiro.
- Vygotski, L. (1991). *A formação social da mente*. (7ª edição). Cole, M., John-Steiner, V., Scribner, S. & Souberman, E. (coord.). São Paulo. Martins Fontes Editora. Acedido em janeiro 20, 2016, em <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:rmHoKzjVUHk:https://social.stoa.usp.br/pe2012/aula-9-internalizacao-das-fps+&cd=2&hl=en&ct=clnk&gl=pt>

Yin, R. (2003). *Case study research: Design and methods*. (3rd ed). Thousand Oaks: Sage Publications.

## 7. ANEXOS E APÊNDICES

## ANEXO 1 – REDE DE ESCOLAS DE REFERÊNCIA PARA A EDUCAÇÃO DE ALUNOS CEGOS E COM BAIXA VISÃO



### Rede de Escolas de Referência para a Educação de Alunos Cegos e com Baixa Visão

Ano letivo 2013/14

Região	Concelho	Unidades Orgânicas	Nível de educação ou de ensino
Norte	Porto	AE Rodrigues de Freitas	Pré-escolar/Ensinos Básico e Secundário
	Braga	AE Maximinos	Pré-escolar/Ensinos Básico e Secundário
	Viana do Castelo	AE da Abelheira	Pré-escolar/Ensino Básico
		AE de Monserrate	Ensino Secundário
	Vila Real	AE Diogo Cão	Pré-escolar/Ensino Básico
		ES Camilo Castelo Branco	Ensino Secundário
	Bragança	AE Abade Baçal	Pré-escolar/Ensinos Básico e Secundário
Penafiel	AE Joaquim Araújo	Pré-escolar/Ensinos Básico e Secundário	
Centro	Coimbra	AE Coimbra Centro	Pré-escolar/Ensinos Básico e Secundário
	Aveiro	AE de Aveiro	Pré-escolar/Ensinos Básico e Secundário
	Castelo Branco	AE Amato Lusitano	Pré-escolar/Ensinos Básico e Secundário
	Guarda	AE da Sé	Pré-escolar/Ensinos Básico e Secundário
	Leiria	AE Domingos Sequeira	Pré-escolar/Ensinos Básico e Secundário
		AE Zona Urbana de Viseu	Pré-escolar/Ensino Básico
Viseu	ES Emídio Navarro	Ensino Secundário	
Lisboa e Vale do Tejo	Lisboa	AE das Olaias	Pré-escolar/Ensino Básico
		ES Maria Amália Vaz de Carvalho	Ensino Secundário
	Torres Vedras	AE Padre Vitor Melícias	Pré-escolar/Ensino Básico
		AE Henriques Nogueira	Ensino Secundário
	Benavente	AE de Benavente	Pré-escolar/Ensinos Básico e Secundário
	Entroncamento	AE do Entroncamento	Pré-escolar/Ensinos Básico e Secundário
	Cascais	AE S. João do Estoril	Pré-escolar/Ensinos Básico e Secundário
	Almada	AE Romeu Correia	Pré-escolar/Ensinos Básico e Secundário
	Santarém	AE Sá da Bandeira	Pré-escolar/Ensinos Básico e Secundário
	Setúbal	AE Sebastião da Gama	Pré-escolar/Ensinos Básico e Secundário
	Sintra	AE Rio de Mouro	Pré-escolar/Ensinos Básico e Secundário
	Loures	AE n.º 1 de Loures	Pré-escolar/Ensino Básico
AE 4 de Outubro		Ensino Secundário	
Caldas da Rainha	AE Raúl Proença	Pré-escolar/Ensinos Básico e Secundário	
Alentejo	Évora	AE n.º 2 de Évora	Pré-escolar/Ensinos Básico e Secundário
	Portalegre	AE do Bonfim	Pré-escolar/Ensinos Básico e Secundário
	Beja	AE n.º 2 de Beja	Pré-escolar/Ensinos Básico e Secundário



Direção-Geral da Educação ■ Av. 24 de Julho, 140 - 1399-025 Lisboa - Portugal  
 Telef.: +(351) 21 393 45 00 - Fax: +(351) 21 393 46 95 ■ Email: dge@dge.mec.pt Internet: www.dge.mec.pt

## ANEXO 2 – COMO TRABALHAR COM ESTUDANTES CEGOS E COM BAIXA VISÃO – SAPE

### Sítios de interesse

ACAPO  
[www.acapo.pt](http://www.acapo.pt)

Accessible Lifelong Learning for Higher Education  
<http://www.eu4all-project.eu/>

BAES: Biblioteca Aberta do Ensino Superior  
<http://baes.up.pt>

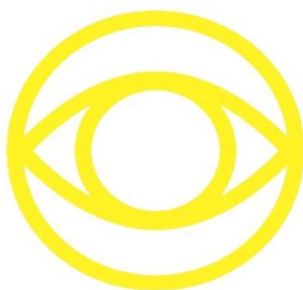
European Union of the Blind  
<http://www.euroblind.org/>

Sobre a Deficiência Visual  
<http://deficienciavisual.com.sapo.pt/index.html>

Instituto Nacional de Reabilitação  
<http://www.inr.pt>

### Bibliografia

Pereira, F. (Coord.) (2008). *Alunos Cegos e com Baixa Visão. Orientações Curriculares*. Direção-Geral de Inovação e de Desenvolvimento Curricular/Direção de Serviços da Educação Especial e do Apoio Sócio-Educativo.



**A Deficiência Visual é um dano do Sistema Visual parcial ou global podendo variar quanto às suas causas (traumatismo, doença, malformação) deficiente nutrição e/ou natureza (congénita, adquirida ou hereditária) e traduz-se numa redução ou numa perda de capacidade para realizar tarefas visuais (ler, reconhecer rostos).**

Segundo a OMS (Organização Mundial de Saúde), a deficiência visual engloba 2 grandes categorias: a Cegueira e a Ambliopia. Neste sentido, podemos considerar uma pessoa cega como sendo aquela que não possui potencial visual mas que pode, por vezes, ter uma percepção da luminosidade. A ambliopia, também conhecida por baixa-visão, significa uma reduzida capacidade visual - qualquer que seja a origem - e que não melhora através de correção óptica.

### Para mais informações

**SAPE**  
Serviço de Apoio ao Estudante  
[www.sape.iplleiria.pt](http://www.sape.iplleiria.pt)  
[www.facebook.com/sapeipl](https://www.facebook.com/sapeipl)

**CRID**  
Centro de Recursos para a Inclusão Digital  
[www.crid.esecs.iplleiria.pt](http://www.crid.esecs.iplleiria.pt)

**SAS**  
Serviços de Ação Social  
[http://www.iplleiria.pt/portal/iplleiria?p\\_id=10219](http://www.iplleiria.pt/portal/iplleiria?p_id=10219)

**IACIT**  
Unidade de Investigação Inclusão e Acessibilidade em Ação  
[www.iact.iplleiria.pt](http://www.iact.iplleiria.pt)

**UED**  
Unidade de Ensino a Distância  
<http://www.ued.iplleiria.pt/>  
[http://www.facebook.com/ued.ipl](https://www.facebook.com/ued.ipl)

### Orientações gerais para o professor

Estratégias de organização e gestão da sala de aula;

Ler em voz alta enquanto escreve no quadro;

Proporcionar informações verbais que permitam ao estudante aperceber-se dos acontecimentos ocorridos na sala de aula;

Alertar o estudante sempre que ocorram mudanças na disposição da sala de aula;

Escrever com uma cor que contraste com a cor do quadro (e.g branco/preto);

Sempre possível, evitar os reflexos da luz no quadro e na superfície de trabalho (fechando as cortinas ou usando posters que tapem as janelas);

Evitar posicionar-se em frente da janela;

Não posicionar o estudante de frente para uma fonte de luz (natural ou artificial);

Colocar o estudante no lugar na sala de aula que lhe proporciona um melhor campo de visão e permitir que mude de lugar, consoante as tarefas em causa e as ajudas óticas e/ou técnicas que utiliza;

Permitir que o estudante faça uma pausa sempre que apresente sinais de fadiga, tais como olhos lacrimejantes, vermelhos ou dores de cabeça;

Sempre que possível alternar as tarefas que exigem maior esforço visual com tarefas não visuais;

Dar algum tempo para que o estudante se adapte às mudanças de intensidade de luz, por exemplo quando vem do exterior;

Assegurar-se se o estudante necessita de iluminação adicional (candeeiro de tarefas) e se as condições de iluminação são as adequadas (intensidade, tipo e direcionalidade da fonte de luz);

Conferir ao estudante o tempo necessário para que possa realizar tarefas que exijam maior esforço visual, como a leitura;

Permitir a utilização de portáteis com auscultadores, pois torna o registo de apontamentos mais eficiente.

Fornecer formatos alternativos (Braille ou formato digital acessível) do material impresso necessário para a aula.

## Como trabalhar com estudantes cegos e com baixa visão



**IPL**  
Instituto Politécnico de Leiria

2012

É de evitar quaisquer considerações sentimentais sobre a cegueira ou referências a ela como um tormento;

Evite expressões de espanto quando algum cego executa tarefas usuais do dia-a-dia.

### Dicas para adaptar os materiais de trabalho

O mais importante é que possa perceber, junto do estudante, qual a estratégia mais funcional para adaptar os materiais de estudo. Habitualmente os estudantes que chegam ao ensino superior estão já habituados a um conjunto de estratégias que passam pela preferência de um determinado leitor de ecrã, utilização exclusiva de braille, entre outras.

De qualquer modo, e para que os seus documentos cumpram as regras gerais da acessibilidade sugerimos que consultem: <http://www.eu4all-project.eu/sitios/default/files/content-files/page/1103/guia-producao-materiais-digitais-acessiveisjun11.pdf>

Neste Manual disponível online encontra informações sobre como criar documentos texto, folhas de cálculo; apresentações PowerPoint e ficheiros PDF acessíveis, bem como algumas dicas para a correção de exercícios/testes. (ver também *Como produzir documentos digitais acessíveis?*)

Para além disso, será importante conhecer os recursos disponíveis no Centro de Recursos para a Inclusão Digital - CRID (sedeado na Escola Superior de Educação e Ciências Sociais do IPL) onde é possível imprimir documentos em braille e imagens/gráficos com relevo. Consultem: <http://www.crid.iplleiria.pt/>

Por fim, no início do ano letivo pode ser importante algum apoio em termos de orientação e mobilidade que tem como finalidade ajudar o estudante cego e/ou com baixa visão a construir o mapa cognitivo do espaço que o rodeia e a deslocar-se nesse espaço. Deste modo, a pergunta «Quer ajuda?» nunca é incorreta. Pelo contrário, qualquer cego ou ambliope ficará confuso e descontente se o pegarem pelo braço, puxando-o, sem uma palavra.



escola superior de tecnologia e gestão  
Instituto Politécnico de Leiria

# SEMINÁRIO

## Workshop: Introdução ao Multiplano

18-11-2014 / 14:30 / [A.S1.12]

### CURSO:

[Não aplicável]

### ORADOR:

[Aquilino Eurico Lopes Rodrigues]

### RESUMO:

[Neste workshop será apresentado o recurso educativo Multiplano para a aprendizagem da Matemática. Este recurso torna a Matemática mais acessível, inclusive aos alunos cegos. Inclui-se demonstração da sua aplicação em diversos conteúdos curriculares do ensino básico e secundário. Os participantes serão convidados a explorar esta ferramenta.]

### REFERÊNCIA BIOGRÁFICA:

[Nascido a 10 de julho de 1967, licenciou-se em Matemática Aplicada e é mestre em Comunicação Alternativa e Tecnologias de Apoio pela Universidade Lusófona. Iniciou a sua atividade profissional em 1988 como coordenador do curso de introdução à informática para deficientes visuais, na Associação Promotora de Emprego de Deficientes Visuais (APEDV), em Lisboa. Trabalhou desde então sempre ligado à problemática da deficiência visual, acumulando grande experiência no domínio das tecnologias de apoio e nos meios alternativos de comunicação. Atualmente é docente convidado na Univ. Lusófona e dirige a Electrosertec, empresa especializada em serviços e tecnologias de apoio à deficiência. Criou em 2009 o CEFAS – Centro Especializado em Formatos Alternativos, um serviço que produz materiais em Braille, imagens táteis e áudio.]

## ANEXO 4 – IMAGENS DE MÁQUINA DE PERKINS, ESTOJOS DE DESENHO E ZY-FUSE

Máquina de Perkins (Fonte: Atbraille. Máquina de escrever em Braille PERKINS acedido em janeiro, 4, 2016 em <http://www.atbraille.com.mx/index.php?contenido=producto&id=0149>)



Estojo de desenho (Fonte: Ataraxia. Material de Desenho acedido em janeiro, 4, 2016 em <http://www.ataraxia.pt/matdesenho.php>)



Zy-Fuse (Fonte: Ataraxia. Zy-Fuse acedido em janeiro, 4, 2016 em <http://www.ataraxia.pt/zyfuse.php>)



ANEXO 5 – PLANO CURRICULAR CURSOS DE ENGENHARIA – ESTG –IPL

**Plano curricular - Licenciatura em Engenharia Automóvel**

<b>1º Ano</b>				
<b>Código</b>	<b>Unidade Curricular</b>	<b>Período</b>	<b>ECTS</b>	<b>Duração</b>
9741201	Análise Matemática	S1	6	1º ano
9741202	Álgebra Linear	S1	5	1º Ano
9741203	Física	S1	6	1º Ano
9741204	Química e Materiais	S1	5	1º Ano
9741205	Termodinâmica e Máquinas Térmicas	S1	6	1º Ano
9741206	Inglês	S1	2	1º Ano
9741207	Matemática Aplicada	S2	6	1º Ano
9741208	Estatística	S2	3	1º Ano
9741209	Desenho Técnico	S2	5	1º Ano
9741210	Sistemas Digitais	S2	5	1º Ano
9741211	Eletrotecnia Geral	S2	5	1º Ano
9741212	Programação	S2	6	1º Ano

**Plano curricular - Licenciatura em Engenharia Civil**

<b>1º Ano</b>				
<b>Código</b>	<b>Unidade Curricular</b>	<b>Período</b>	<b>ECTS</b>	<b>Duração</b>
9741201	Análise Matemática	S1	6	1º ano
9741202	Álgebra Linear	S1	5	1º Ano

<b>1º Ano</b>				
<b>Código</b>	<b>Unidade Curricular</b>	<b>Período</b>	<b>ECTS</b>	<b>Duração</b>
9741203	Física	S1	6	1º Ano
9741204	Química e Materiais	S1	5	1º Ano
9741205	Termodinâmica e Máquinas Térmicas	S1	6	1º Ano
9741206	Inglês	S1	2	1º Ano
9741207	Matemática Aplicada	S2	6	1º Ano
9741208	Estatística	S2	3	1º Ano
9741209	Desenho Técnico	S2	5	1º Ano
9741210	Sistemas Digitais	S2	5	1º Ano
9741211	Eletrotécnica Geral	S2	5	1º Ano
9741212	Programação	S2	6	1º Ano

### **Plano curricular - Licenciatura em Engenharia da Energia e do Ambiente**

<b>1º Ano</b>				
<b>Código</b>	<b>Unidade Curricular</b>	<b>Período</b>	<b>ECTS</b>	<b>Duração</b>
9648101	Análise Matemática	S1	6	1º Ano
9648102	Álgebra Linear	S1	5	1º Ano
9648103	Física	S1	6	1º Ano
9648104	Química I	S1	6	1º Ano
9648105	Desenvolvimento Sustentável	S1	5	1º Ano
9648106	Inglês	S1	2	1º Ano
9648107	Matemática Aplicada	S2	6	1º Ano
9648108	Estatística	S2	3	1º Ano
9648109	Química II	S2	5	1º Ano

<b>1º Ano</b>				
<b>Código</b>	<b>Unidade Curricular</b>	<b>Período</b>	<b>ECTS</b>	<b>Duração</b>
9648110	Electrotecnia Geral	S2	5	1º Ano
9648111	Tratamento de Informação Ambiental	S2	4	1º Ano
9648112	Computadores e Programação	S2	7	1º Ano

### **Plano curricular - Licenciatura em Engenharia e Gestão Industrial**

<b>1º Ano</b>				
<b>Código</b>	<b>Unidade Curricular</b>	<b>Período</b>	<b>ECTS</b>	<b>Duração</b>
9104155	Análise Matemática	S1	6	1º Ano
9104156	Álgebra Linear	S1	5	1º Ano
9104157	Física	S1	6	1º Ano
9104158	Programação	S1	6	1º Ano
9104159	Economia	S1	5	1º Ano
9104160	Inglês	S1	2	1º Ano
9104161	Matemática Aplicada	S2	6	1º Ano
9104162	Estatística	S2	3	1º Ano
9104163	Mecânica Aplicada	S2	5	1º Ano
9104164	Química e Ciência dos Materiais	S2	6	1º Ano
9104165	Desenho Técnico	S2	5	1º Ano
9104166	Introdução à Gestão Industrial	S2	5	1º Ano

## Plano curricular - Licenciatura em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores

1º Ano   Tronco Comum				
Código	Unidade Curricular	Período	ECTS	Duração
9112101	Análise Matemática	S1	6	1º Ano
9112102	Álgebra Linear	S1	5	1º Ano
9112103	Física I	S1	6	1º Ano
9112104	Inglês	S1	2	1º Ano
9112105	Circuitos Elétricos I	S1	6	1º Ano
9112106	Sistemas Digitais	S1	5	1º Ano
9112107	Estatística	S2	3	1º Ano
9112108	Matemática Aplicada	S2	6	1º Ano
9112109	Programação de Computadores I	S2	6	1º Ano
9112110	Física II	S2	4	1º Ano
9112111	Circuitos Elétricos II	S2	6	1º Ano
9112112	Eletrónica I	S2	5	1º Ano

## Plano curricular - Licenciatura em Engenharia Informática

1º Ano   Tronco Comum				
Código	Unidade Curricular	Período	ECTS	Duração
9119201	Análise Matemática	S1	6	1º Ano
9119202	Álgebra Linear	S1	5	1º Ano
9119203	Física Aplicada	S1	6	1º Ano
9119204	Programação I	S1	7	1º Ano
9119205	Sistemas Computacionais	S1	6	1º Ano

**1º Ano | Tronco Comum**

<b>Código</b>	<b>Unidade Curricular</b>	<b>Período</b>	<b>ECTS</b>	<b>Duração</b>
9119206	Matemática Discreta	S2	6	1º Ano
9119207	Estatística	S2	3	1º Ano
9119208	Programação II	S2	7	1º Ano
9119209	Tecnologias de Internet	S2	6	1º Ano
9119210	Sistemas Operativos	S2	6	1º Ano
9119211	Inglês	S2	2	1º Ano

**1º Ano**

<b>Código</b>	<b>Unidade Curricular</b>	<b>Período</b>	<b>ECTS</b>	<b>Duração</b>
9123101	Análise Matemática	S1	6	1º Ano
9123102	Álgebra Linear	S1	5	1º Ano
9123103	Física	S1	6	1º Ano
9123104	Programação	S1	6	1º Ano
9123105	Inglês	S1	2	1º Ano
9123106	Química e Materiais	S1	5	1º Ano
9123107	Matemática Aplicada	S2	6	1º Ano
9123108	Estatística	S2	3	1º Ano
9123109	Desenho Técnico	S2	5	1º Ano
9123110	Tecnologia dos Materiais	S2	6	1º Ano
9123111	Tecnologia Mecânica I	S2	5	1º Ano
9123112	Mecânica Aplicada	S2	5	1º Ano

## ANEXO 6 – ANÁLISE DE CONTEÚDO (ENTREVISTAS E GRUPO DE DISCUSSÃO) - WEBQDA



Nome do Nó: Dificuldades na utilização do braille na aprendizagem da matemática.

Fontes Internas/Daniel - Entrevista ANTES 2 Referências | 1.85%  
Referência 1 | 1.51%

Tenho conhecimento mas não uso. Porque não corresponde às minhas exigências

Referência 2 | 0.34%

Não uso sequer.

Fontes Internas/Vídeo 252 Comparação entre Multi... 5 Referências | 31.39%  
Referência 1 | 5.54%

e quiserem viver no mundinho vosso é óbvio que é mais rápido, se não quiserem não funciona.

Referência 2 | 6.63%

mas tem que ser visto o teu lado e o lado do professor, uma coisa é o que usa em casa outra é em sala de aula

Referência 3 | 5.96%

das pessoas que eu conheço e mesmo as que já nasceram cegas, metem o braille completamente de lado

Referência 4 | 4.01%

Mas de matemática não podem obrigar os professores a saber braille

Referência 5 | 9.25%

Daniel: se achas que o braille é mais rápido e tem mais desempenho porque não o utilizaste?  
Nelson: porque cheguei a um sítio onde ninguém o sabia ler.

Fontes Internas/Nelson - Entrevista ANTES 2 Referências | 5.2%  
Referência 1 | 1.39%

o único se não é que não existe grandes publicações em braille

Referência 2 | 3.81%

É sobretudo a visualização gráfica, figuras, geometria, triângulos, curvas e esferas.  
No ensino superior não existem sequer livros de matemática em braille, nem digitais

Fontes Internas/Diogo - Entrevista ANTES 3 Referências | 14.34%  
Referência 1 | 0.42%

excetuando claro os gráficos

Referência 2 | 8.57%

A maior dificuldade do braille matemático é na conversão de tinta para braille porque os softwares não estão adaptados à grafia matemática. O braille é constituído por várias grafias (matemática, música, química, língua portuguesa, informática, etc) por ex. os parênteses curvos da língua portuguesa, são ligeiramente diferentes da matemática (1O é composto por duas células abrir e fechar e da 2O é só composto por uma)

Normalmente a tradução de tinta para braille a minha professora de apoio no secundário fazia-a a mão, precisamente pela limitação que os computadores tinham.

Referência 3 | 5.35%

s tenho noção que se pedisse um teste de matemática em braille que o CRID não teria competências, dada a diferença entre a grafia braille e matemática (e programa que existe lá não tem essa grafia, nem as pessoas o conhecimento suficiente, há convenções que se utilizam para a matemática, que só os professores especializados em braille tem esse conhecimento)

Nome do Nó: Facilidades na utilização do braille na aprendizagem da matemática.

Fontes Internas/Vídeo 252 Comparação entre Multi... 6 Referências | 30.78%

Referência 1 | 3.65%

a ler o braille é mais rápido em braille do que computador.

Referência 2 | 2.49%

Pois é o braille é mais rápido, para mim.

Referência 3 | 4.2%

estamos a falar em desempenho e é inegável que braille é mais rápido

Referência 4 | 4.74%

vai ensinar toda a matemática desde o básico no computador, desgraçado do cego

Referência 5 | 2.8%

Mas é claro que faz sentido aprender braille.

Referência 6 | 12.9%

Contas em braille com 6 ou 7 linhas no computador custa muito e perdemo-nos nas contas, nisso o braille é melhor. Em vez de demorar 4 horas de volta de um exame nacional se fosse em computador passava a 10 horas.

Fontes Internas/Nelson - Entrevista ANTES 1 Referência | 0.69%

Referência 1 | 0.69%

Sim uso com bastante frequência

Fontes Internas/Diogo - Entrevista ANTES 3 Referências | 6.5%

Referência 1 | 1.49%

Sim uso com muita frequência. É tão importante para um cego como a grafia a tinta o é, para quem vê.

Referência 2 | 1.56%

Considero que não há limitações na grafia matemática em braille é adaptável a qualquer tipo de exercício,

Referência 3 | 3.45%

Mas de resto tudo é possível fazer com o braille, há símbolos matemáticos para tudo. O braille dá para representar alguns gráficos matemáticos mais simples, mas não vale a pena representar todos, porque informação a mais só complica

Nome do Nó: Meio preferencial para a aquisição da informação

Fontes Internas/Daniel - Entrevista ANTES 1 Referência | 3.25%  
Referência 1 | 3.25%

Tateando. Porque fico com a imagem mais real na cabeça, uma coisa é ouvir o que é que alguém está a imaginar, outra coisa é eu chegar às minhas próprias conclusões.

Fontes Internas/Nelson - Entrevista ANTES 1 Referência | 3.05%  
Referência 1 | 3.05%

Tateando, porque é mais simples. Para mim ou a pessoa consegue descrever muito bem e a descrição auditiva funciona ou então nada feito.

Fontes Internas/Diogo - Entrevista ANTES 1 Referência | 6.98%  
Referência 1 | 6.98%

Depende do tipo de gráfico. Se for um gráfico com uma curva em sentido geral, se calhar basta falar o que é, agora se for para ver ao detalhe é melhor o tátil. Se bem que há situações que nem um nem outro funcionam, por exemplo como é o caso de um gráfico de grande escala e com muita informação.

Por exemplo nos livros escolares (até ao secundário, dado que no ensino superior não existem livros matemáticos em braille) os gráficos que apareciam eram os mais simples.

Nome do Nó: Dificuldades dos estudantes cegos na aprendizagem da matemática

Fontes Internas/Daniel - Entrevista ANTES 1 Referência | 1.25%

Referência 1 | 1.25%

acho que a maior dificuldade é mais a visualização de formas.

Fontes Internas/Vídeo 254 Multiplano e matrizes 2 Referências | 7.1%

Referência 1 | 5%

Eu também fiz análise e isso tudo, mas sei o que me custou a mudança do secundário para o superior. Foi muito difícil.

Referência 2 | 2.1%

Latex, abre chaveta, fecha chaveta, demorava tanto

Fontes Internas/Diogo - Entrevista APÓS MULTIPLAN... 1 Referência | 2.91%

Referência 1 | 2.91%

pois o material que foi disponibilizado na universidade do algarve não satisfazia porque os conteúdos não eram adaptados

Fontes Internas/Diogo - Entrevista ANTES 2 Referências | 4.32%

Referência 1 | 2.24%

lgumas. Não associo diretamente nem ao braille nem aos métodos utilizados mas ao facto de não ver, isso é que dificulta e não os sistemas implementados

Referência 2 | 2.08%

im para o 3Oano do curso, já com as matemáticas feitas. No Algarve só utilizei latex não adaptado. Que era horrível e muito difícil de ler.

Nome do Nó: Estratégias utilizadas no percurso escolar na aprendizagem da matemática

Fontes Internas/Daniel - Entrevista ANTES 1 Referência | 0.95%  
Referência 1 | 0.95%

Usava o computador com apoio do leitor de ecrã,

Fontes Internas/Diogo - Entrevista APÓS MULTIPLAN... 1 Referência | 8.54%  
Referência 1 | 8.54%

Álgebra Linear: LATEX - 2 (não era adaptado) e Ficheiros txt (adaptado pelo aluno)- 4

Análise Matemática: LATEX - 2 (não era adaptado)

Estatística: Latex 2 (não era adaptado);Ficheiros txt- 3 Adaptado pelo aluno; Materiais manipuláveis: (durante as explicações que eu paguei à parte, foi-me facultado material em braille) e Excel (pesquisa autónoma) 5

Fontes Internas/Nelson - Entrevista ANTES 2 Referências | 11.18%  
Referência 1 | 4.19%

Nas contas e nas fórmulas para mim o braille funciona perfeitamente e nunca tive problema, a coisa complica-se na parte da visualização de imagens matemáticas, como é o caso dos gráficos.

Referência 2 | 6.99%

Braille, trabalhei muito à base do braille, com a máquina de Perkins que funcionava para muita coisa na matemática, usei também canetas, plasticinas e estojo de desenho eu sou apologista do estojo de desenho, acho que é muito fácil de trabalhar e dá para fazer muita coisa. Já os desenhos a quente detestava-os.

Fontes Internas/Diogo - Entrevista ANTES 1 Referência | 9.29%  
Referência 1 | 9.29%

ntes do ensino superior usava:

Estojo de desenho, que era composto por placa de madeira, borrachas e folhas A4 e um conjunto de ferramentas adaptadas: rodas dentadas, compassos, esquadro, régua, transferidor, recortilha com várias texturas, que permitia que se sentisse o relevo do desenho.

Utilizei também cartolinas, cubos, pirâmides, bola saltitona, esferas, pasta de chumbo, tinta de tecido.

Zy-fuse (impressora de relevos táteis), mas para quem vê a tinta começa a ficar esborratada e isso era um problema para quem vê. E também desenhos a quente no plástico ma que deformavam com alguma facilidade, começava a rasgar.

Nome do Nó: Técnicas e estratégias de ensino e aprendizagem na matemática

Fontes Internas/Daniel - Entrevista ANTES 1 Referência | 2.89%  
Referência 1 | 2.89%

Canetas e apontamentos adaptados. Tentava-se mostrar os conceitos com o que havia, usavam também o meu dedo para tentar fazer o desenho gráfico.

Fontes Internas/Daniel - Entrevista APÓS MULTIPLA... 1 Referência | 9.09%  
Referência 1 | 9.09%

Álgebra Linear: Ficheiros txt - pontuação: 4 e Material manipulável: canetas - pontuação 4.  
Análise Matemática: LaTeX - pontuação: 4 Ficheiros txt - pontuação: 4 Material manipulável: canetas, réguas e fios maleáveis - pontuação 4

Fontes Internas/Nelson - Entrevista APÓS MULTIPLA... 1 Referência | 9.89%  
Referência 1 | 9.89%

Álgebra Linear: ASCII MathML -3 (mas adaptado); Ficheiros txt- 4 e Material manipulável. Qual? (estojo material de desenho do próprio aluno - 4  
Análise Matemática: LaTeX - pontuação: 4 Ficheiros txt - pontuação: 5; Material manipulável: estojo material de desenho do próprio aluno - 4.

Fontes Internas/Nelson - Entrevista ANTES 1 Referência | 8.73%  
Referência 1 | 8.73%

No IPL cheguei a usar o Estojo de desenho, que era meu, usei também canetas e muita adaptação da informação (que os professores faziam para nós). O IPL chegou a disponibilizar a linha de Braille mas para a matemática não funciona. Ainda foi feito um teste em Braille. Se calhar havia material no CRID que até tinha dado jeito, mas sinceramente não sabia qual era o material que lá existia.

Fontes Internas/Diogo - Entrevista ANTES 1 Referência | 4.98%  
Referência 1 | 4.98%

Só este ano é que tive estatística no Mestrado e a professora adaptava os diapositivos (ex. Latex), adaptou a interação com os sistema R, pelo facto de este não ser acessível aos leitores de ecrã, usávamos a linha de comandos do sistema R, usamos o multiplano (sobretudo para a aprendizagem do conceito associado ao erro) e Excel.

Fontes Internas/Professora Estatística - Liliana 1 Referência | 15.05%  
Referência 1 | 15.05%

LaTeX ( código Tex) 4 Usei o Latex, mas p código foi limpo, para eles conseguirem entender. O Latex não foi usado na sua forma pura, apenas foram usadas algumas funções do Latex nas fórmulas matemáticas. Mas a maior parte do código Latex foi limpo para ser mais fácil para eles conseguirem ler os conteúdos. Portanto como eu e outros professores tivemos esse cuidado de fazer a limpeza do código não houve qualquer dificuldade no seu uso. E acabou por funcionar mas reconheço que não estamos a usar a linguagem Latex, mas apenas alguns comandos do Latex. A fonte pura acabei por não usar, por isso é difícil atribuir uma classificação.

Ficheiros txt 5 Transcrevi os powerpoints que dava nas aulas para ficheiros txt, para serem acessíveis aos estudantes cegos. Estes ficheiros txt continham o que eu tinha escrito em Latex, mas com o código limpo.

Software R 4 Não utilizaram o R Comander, utilizaram só o R. Tiveram que adaptar as funcionalidades do R Comander para o R, utilizando linguagem de programação para fazer exatamente as mesmas que coisas que o R Comander faz mas de uma forma mais "User Friendly". Este acabou também por ser fundamental. Não quer dizer que eles tenham atingido tudo, tudo, porque como era linguagem de programação aí também facilitamos um pouco e fornecemos formulários com alguns comandados, não tinham que saber aquilo de cor, que não era esse o objetivo. O objetivo era que soubessem fazer as coisas tem que saber usá-lo mas não tem que saber a linguagem que está por trás. Tinham que escolher no formulário qual era a função que ia fazer aquilo que se estava a pedir, utilizavam aquele código e adaptavam o código.

Fontes Internas/Professora Algebra Linear - Ana L... 1 Referência | 16.24%

Referência 1 | 16.24%

PDF - 1 - Foram feitas várias tentativas com diferentes modelos. Foi um bocado um processo de tentativa e erro. Experimentei, mas o leitor de ecrã não lia bem os caracteres

Latex - 1 - Fez uma experiência com o Daniel mas não resultou

ASCIIMathML - 4- funcionou em parte. Tive que acertar o tipo de formato cada vez que utilizava e acabava por funcionar em conjunto com os ficheiros txt. Porque como era um formato texto era lido pelo word. Ou seja o ASCIIMathML e o Ficheiro txt funcionaram em conjunto.

Material manipulável. Qual? - 3 - Utilizei réguas, canetas e estojo de desenho emprestado pelo Nelson

Fontes Internas/Docente Análise Matemática - Ana ... 1 Referência | 14.15%

Referência 1 | 14.15%

PDF -X -Nunca usou formato pdf acessível, mas estudantes afirmam que nem vale a pena.

LaTeX ( código Tex) -5 - Utilizei sobretudo o Latex adaptado, uma linguagem previamente preparada baseada no Latex. O Latex para produzir texto científico tem muitas formalidades, nas aulas foi utilizado adaptado de modo a agilizar e facilitar a leitura pelo leitor de ecrã. Mas nem o

latex nem o ficheiro txt permitia trabalhar com a representação gráfica deste exercício foi usado o material manipulável. Mas estava sempre dependente do material que encontrasse ou arranjasse ou da minha capacidade inventiva

Ficheiros txt - 5 -Trabalhou sobretudo com o word, que resolvia algumas situações mas não funcionava para as fórmulas matemáticas

Material manipulável. Qual? - 4 - Canetas, folhas de papel e fios manipuláveis

Nome do Nó: Facilidade do processo de ensino e aprendizagem da matemática no IPL

Fontes Internas/Daniel - Entrevista ANTES 1 Referência | 1.41%  
Referência 1 | 1.41%

Sim, favoreceram o certo é que passei e consegui fazer as matemáticas.

Fontes Internas/Vídeo 254 Multiplano e matrizes 3 Referências | 59.39%  
Referência 1 | 14.42%

Diogo: Mas deu porque era aqui (IPL), porque tens sítios que não adaptam.

Daniel: tu quando chegaste aqui (IPL) já tinhas o terreno muito mansinho, porque eu quando aqui cheguei ninguém sabia o que era um ceguinho. Porque eu levei com provas orais de matemática, no 3º fator tu já não te lembras do 1º e levei com latex adaptado e não adaptado

Referência 2 | 37.49%

Daniel: por isso é que ele veio para aqui (IPL)

Diogo: (no algarve) a professora para não ter trabalho nenhum com os ceguinhos, passava o latex integral, fazia no editor dela, carrega nos símbolos e aquilo desenha e depois dava-nos só o latex. Estava tudo sujo.

Conceição: Basicamente fazemos os apontamentos para os alunos em Latex, e depois compilamos e convertemos e em pdf e damos aos alunos o pdf. Os materiais de apoio que disponibilizamos aos alunos que veem não podem ser exatamente iguais aos que nós disponibilizamos a vocês. Nós disponibilizamos pdf aos alunos mas que vocês não conseguem ler por causa dos números, matrizes e das fórmulas, portanto temos que vos dar o sítio onde nós escrevemos, o problema é que na matemática quando usamos o latex aquilo tem muita informação que não interessa. Das duas uma ou se limpa essa informação em latex ou utilizamos o bloco de notas

Referência 3 | 7.48%

Vocês basicamente ficavam com um caderno igual ao dos outros, tirando a parte gráfica, mas no computador. Não há nenhuma lei nesse sentido, mas o IPL adotou o sistema de adaptação

Fontes Internas/Nelson - Entrevista ANTES 2 Referências | 6%  
Referência 1 | 5.46%

O IPL chegou a disponibilizar a linha de Braille mas para a matemática não funciona. Ainda foi feito um teste em Braille. Se calhar havia material no CRID que até tinha dado jeito, mas sinceramente não sabia qual era o material que lá existia.

Referência 2 | 0.54%

Sim foram os suficientes

Fontes Internas/Diogo - Entrevista ANTES 2 Referências | 8.43%

Referência 1 | 5.25%

Foram os suficientes, não usamos mais porque não foram necessários. Se tivessem sido necessários poderíamos ter trabalhado com outros recursos que o IPL tem, nomeadamente o CRID. Sei que no CRID existe algum equipamento adaptado aos alunos cegos e há pouco tempo recorri aos serviços deles, mas nunca usei os recursos do CRID para a área da matemática,

Referência 2 | 3.18%

A professora de estatística comentou comigo e com alguma razão como é eu me ia dar a parte final da matéria (canto noroeste, acho eu que era o nome) acabamos por usar o excel e funcionou. E demos todo o programa.

Fontes Internas/Professora Estatística - Liliana 2 Referências | 5.28%

Referência 1 | 1.33%

Eu tive boas experiências (tanto com o Nelson como com o Diogo) não sei se seria assim com todos os alunos cegos, mas eles dedicaram-se bastante.

Referência 2 | 3.95%

A comunicação fazia-se através do apoio dos softwares indicados ficheiro txt Latex e R, mas sempre com as adaptações necessárias senão seria muito complicado para os alunos perceberem e funcionou à exceção das representações gráficas que foram excluídas do programa. Mas o programa foi dado e o aluno teve resultados positivos, também porque era muito dedicado. Portanto a comunicação apesar das limitações óbvias estabeleceu-se bem.

Fontes Internas/Professora Algebra Linear - Ana L... 2 Referências | 6.34%

Referência 1 | 4.56%

Foram também feitas algumas experiências com impressões em relevo (com o apoio do CRID) mas tinham que ser muito bem planeadas e exigia que fossem feitos em tamanhos grandes

Referência 2 | 1.78%

Traduzi também um teste em braille para o Nelson com a ajuda do CRID

Fontes Internas/Docente Análise Matemática - Ana ... 1 Referência | 1.76%

Referência 1 | 1.76%

Ultrapassei dificuldades que tinha com base na minha criatividade e com base na experiência do aluno.

Nome do Nó: Dificuldades no Processo de ensino e aprendizagem da matemática no IPL

Fontes Internas/Daniel - Entrevista ANTES 4 Referências | 15.87%  
Referência 1 | 6.28%

Sim tenho a noção que houve coisas que não fizemos. Em estatística havia gráficos e nós não demos nada disso. Gerávamos gráficos com os comandos do R mas não tínhamos a noção se estava certo ou não. E na Matemática Discreta, também não fizemos aos autómatos. Não se mudou muita coisa no programa mas mudou-se alguma.

Referência 2 | 4.34%

A parte em que eu senti mais dificuldade foi mesmo visualizar gráficos e formas porque o resto mesmo a falta da calculadora não impedia que não se fizesse. Gerar um gráfico ia ser sempre para mim, impossível para ver.

Referência 3 | 3.41%

Porque às vezes até se podiam ter ideias, mas chegava-se à conclusão que não resultava ou não dava para toda a gente, o que funciona para um pode não funcionar para outro.

Referência 4 | 1.84%

Chegamos a procurar com a professora Ana Lemos calculadoras para fazer contas mas não havia.

Fontes Internas/Vídeo 254 Multiplano e matrizes 1 Referência | 2.86%  
Referência 1 | 2.86%  
e ficavam com um caderno igual ao dos outros, tirando a parte gráfico

Fontes Internas/Nelson - Entrevista ANTES 2 Referências | 7.73%  
Referência 1 | 1.59%  
Utilizamos também a linguagem C mas não gostei por causa da pontuação.

Referência 2 | 6.14%

O problema era sempre a questão da transmissão de conceitos, tais como as matrizes, senos, cossenos, figuras e a dificuldade em as desenhar, mas havia coisas que eu já conhecia, mas as matrizes por exemplo não conhecia e foi difícil tentar perceber o que estávamos a falar.

Fontes Internas/Professora Estatística - Liliana 5 Referências | 21.85%  
Referência 1 | 4.95%

O Latex não foi usado na sua forma pura, apenas foram usadas algumas funções do Latex nas fórmulas matemáticas. Mas a maior parte do código Latex foi limpo para ser mais fácil para eles conseguirem ler os conteúdos. Portanto como eu e outros professores tivemos esse cuidado de fazer a limpeza do código não houve qualquer dificuldade no seu uso. E acabou por funcionar mas reconheço que não estamos a usar a linguagem Latex, mas apenas alguns comandos do Latex. A fonte pura acabei por não usar, por isso é difícil atribuir uma classificação.

Referência 2 | 1.84%

Tiveram que adaptar as funcionalidades do R Commander para o R, utilizando linguagem de programação para fazer exatamente as mesmas que coisas que o R Commander faz mas de uma forma mais "User Friendly".

Referência 3 | 4.85%

m termos de representação gráfica não recorri a nenhum dos formatos, pela dificuldade de visualização para os estudantes, nem sequer abordei as questões gráficas. Optamos por não entrar por aí. Porque era uma coisa difícil para nós lhe explicarmos e para eles apreenderem. E depois pelo facto de termos de dar os apoios mais intensos dos conceitos para esses alunos também fazia com que não tivessem grande tempo para dar tudo, portanto abdicamos de alguma coisa e optamos por abdicar do que para eles seria mais difícil de perceber.

Referência 4 | 7.61%

Referência 5 | 2.6%

Nome do Nó: Dificuldades dos docentes no processo de transmissão de conhecimentos matemáticos

Fontes Internas/Daniel - Entrevista ANTES 1 Referência | 5.61%  
Referência 1 | 5.61%

Senti dificuldade dos docentes não tanto pela falta de material mas pela falta de prática. Na minha opinião a dificuldade é dos dois lados porque eu também nunca tinha passado por isso. A ideia era tentar que da maneira mais fácil arranjar uma estratégia que resolvesse o problema.

Fontes Internas/Vídeo 254 Multiplano e matrizes 1 Referência | 10.51%  
Referência 1 | 10.51%

Daniel: Agora pensa no outro lado e a matéria ser em braille e o professor de certeza que não se desenrascava.

Conceição: é muito mais difícil. Limpara o Latex dá muito menos trabalho que aprender braille. Aprender braille não é propriamente fácil

Fontes Internas/Vídeo 252 Comparação entre Multi... 1 Referência | 8.15%  
Referência 1 | 8.15%

a ideia não é só resolver o problema do ceguinho, o problema depois é o professor que vai ficar ceguinho a olhar para a tua resolução.

Fontes Internas/Nelson - Entrevista ANTES 1 Referência | 2.89%  
Referência 1 | 2.89%

Tenho a perceção das dificuldades dos professores sei que houve coisas que não foram lecionadas e outras que não foram avaliadas

Nome do Nó: Propostas de outras estratégias e produtos para aprendizagem da matemática no IPL

Fontes Internas/Daniel - Entrevista ANTES 1 Referência | 6.16%  
Referência 1 | 6.16%

Por exemplo o multiplano ou outros materiais manipuláveis do género. Não há grande coisa a nível de tecnologias. Existem muitas calculadoras científicas mas na parte da acessibilidade não funcionam. No telemóvel hoje já existe uma calculadora científica que funciona, pelo menos no IOS, mas na altura não havia

Fontes Internas/Nelson - Entrevista ANTES 1 Referência | 6.7%  
Referência 1 | 6.7%

Sobretudo estratégias que possam trabalhar mais a parte gráfica e de imagens, isso sim seria importante. Sinceramente não conheço programas nesse sentido, talvez uma solução mais rápida sobretudo para os professores passe pelo multiplano, não para fazer exercícios mas para transmitir os conceitos.

Fontes Internas/Diogo - Entrevista ANTES 1 Referência | 5.96%  
Referência 1 | 5.96%

ei que há formas de trabalhar a matemática com os cegos, mas são muito recentes e nem ainda sei trabalhar com elas. Sei que há a Mathplayer 4.0 versão beta que é compatível com NVDA, que dá para trabalhar com fórmulas matemáticas no word. Mas não sei como funciona, é uma tecnologia muito recente. É parecido com o latex mas muito melhor. Depois mediante cada situação deverá adequar-se as soluções.

Nome do Nó: Desvantagens na utilização do multiplano

Fontes Internas/Daniel - Entrevista ANTES 1 Referência | 1.84%

Referência 1 | 1.84%

Na parte da resolução tem que ser com exercícios muito simples. Pois implica muita memória.

Fontes Internas/Vídeo 252 Comparação entre Multi... 1 Referência | 7.73%

Referência 1 | 7.73%

Tudo o que faz no multiplano faz na máquina de braille retas mesmo diagonais (mas mais à frente, verificam que não faz curvas).

Fontes Internas/Vídeo - Pontos fortes e fracos do... 7 Referências | 67.7%

Referência 1 | 16.5%

Daniel: uma das desvantagens é por ser um processo lento

Diogo: é pequeno para determinadas figuras. E poderia também ter letras que poderiam ser interessantes para alguns exercícios matemáticos, se bem que para não confundir a grafia numérica e alfabética deveriam ter formatos diferentes, senão torna-se mais complicado. Tem pinos a menos, devia ter mais variedade de peças

Referência 2 | 10.05%

Nelson: não tem qualidade de construção, há pinos parece que sobraram restos de plástico, em que o acabamento do plástico é levantado tornando-se bicudo, e acaba por magoar os dedos e até vir a confundir com o relevo em braille.

Referência 3 | 15.31%

Diogo: os pinos não se seguram com facilidade na placa e saltam com muita facilidade. Pinos saltam com muita facilidade. Com base em metal por baixo dos buracos e pinos com ímã isso é que era! Eu não gostei nada de o manual não estar acessível para nós, O manual devia estar acessível ou em braille ou um cd que pudesse ser lido por leitor de ecrã.

Referência 4 | 12.11%

Mas eu preferia a utilização de um estojo de desenho, acho pelo menos para mim que durante o secundário o utilizei é mais fácil de trabalhar (tem varias texturas diferentes), se bem que na marcação dos números em braille na pauta é péssimo, porque temos que escrever à pauta.

Referência 5 | 2.98%

Diogo: Concordo que o estojo de desenho é mais fácil também para mim

Referência 6 | 2.33%

Mas para fazer desenhos o estojo de desenho é ótimo.

Referência 7 | 8.42%

acho que é muito bom para ensino da matemática na fase inicial para estudos avançados poderá ser mais limitativo. O multiplano funciona mas sempre com suporte do computador ou algo do género.

Fontes Internas/Daniel - Entrevista APÓS MULTIPLA... 4 Referências | 9.79%

Referência 1 | 1.47%

- Tempo despendido: Demora muito tempo

Referência 2 | 0.81%

mas para resolver não

Referência 3 | 6.81%

Mas só funciona para a representação, para a execução não dá. É melhor no computador.  
(NOTA: Apesar de ter que passar a imagem para o computador para se orientar com os números)

Referência 4 | 0.7%

Demora muito tempo

Fontes Internas/Nelson - Entrevista APÓS MULTIPLA... 4 Referências | 9.31%

Referência 1 | 0.61%

Demora muito tempo

Referência 2 | 3.48%

contudo acho que se tivéssemos a máquina de braille Perkins também se podia obter resultados idênticos

Referência 3 | 3.04%

Demora muito tempo. Mas não me recordo comparativamente o tempo que demorávamos em aula.

Referência 4 | 2.18%

mas com o estojo de desenho também se obteria o mesmo resultado.

Fontes Internas/Diogo - Entrevista APÓS MULTIPLAN... 8 Referências | 20.38%

Referência 1 | 3.01%

mesmo assim a máquina de braille Perkins (também porque estou mais habituado), ganha desde que não exija gráficos com curvas

Referência 2 | 1.5%

Se os pins não abanassem tanto tornava tudo muito mais fácil.

Referência 3 | 0.44%

Demora muito tempo

Referência 4 | 0.49%

Demora muito tempo.

Referência 5 | 6.62%

Apesar de funcionar para o referencial em braille através da ajuda da máquina de braille perkins, era mais fácil porque estava mais junto e era mais fácil contar os pontinhos (apesar de no Ensino superior nunca ter sido usado) agora sentiu dificuldade a contar os buracos.

Referência 6 | 3.37%

A nível visual e dado que havia 3 multiplanos foi mais fácil perceber alguns conceitos, nomeadamente com a exemplificação das retas em 3D.

Referência 7 | 2.28%

Facilidade de execução não sei, porque quem fazia o exercício no multiplano era a professora.

Referência 8 | 2.67%

Não tenho muita noção do tempo despendido, porque era a professora que fazia as representações no multiplano.

Fontes Internas/Nelson - Entrevista ANTES 1 Referência | 2.82%

Referência 1 | 2.82%

Porque não dá para mexer e fazer grandes mudanças no exercício quando colocado no multiplano, desmonta-se com muita facilidade

Fontes Internas/Diogo - Entrevista ANTES 1 Referência | 1.56%

Referência 1 | 1.56%

Nada que o braille não possa dar resposta. Porque até na máquina braille dá para fazer retas e diagonais.

Fontes Internas/Professora Estatística - Liliana 5 Referências | 12.94%

Referência 1 | 1.52%

O multiplano serviu sobretudo para a exposição teórica de conceitos, através da exemplificação gráfica no multiplano e não tanto para a realização de exercícios práticos

Referência 2 | 0.66%

. Contudo indica que para a resolução de problemas/exercícios é limitativo

## Referência 3 | 2.35%

Não ficam coisas perfeitas, lá está o Multiplano também tem algumas limitações em termos dos materiais a usar, até houve casos que eu utilizei outros materiais que não faziam parte do Multiplano, umas linhas, fios maleáveis para tentar superar essas limitação

## Referência 4 | 5.81%

te as placas são muito rígidas não dá para fazer muito mais, restringindo-nos aos componentes que o compõe, é preciso usar a imaginação e outros materiais para fazermos coisas mais diversificadas. Limitações da ferramenta: os pines eram ligados através de elásticos, contudo os pines eram demasiado grandes e saem com muita facilidade da placa. Seria importante a utilização de arames maleáveis para trabalhar curvas e retas. Seria importante a inserção nesta ferramenta de referenciais (i.é, eixo x e eixo y com numeração positiva e negativa), neste caso cada furo da placa funcionou como uma unidade de medida, o que não foi muito prático

## Referência 5 | 2.6%

Mas não daria se nos cingirmos apenas ao material que compõem o Multiplano, seria sempre importante acrescentar os fios, linhas e outras coisas do género se calhar poder-se-ia ir mais além.

Mas está limitado a representações mais simples, que dão sobretudo para a explicação dos conceitos

## Fontes Internas/Professora Algebra Linear - Ana L... 2 Referências | 7.26%

## Referência 1 | 3.59%

Multiplano é demasiado moroso, talvez com a prática e ao longo do tempo inserir matrizes se torne mais fácil. É exigida mais experiência

## Referência 2 | 3.67%

É boa, mas há limitação do multiplano com números com dois dígitos e com os números fracionários (não foi testado mas deve ser mais difícil)

## Fontes Internas/Docente Análise Matemática - Ana ... 4 Referências | 19.91%

## Referência 1 | 5.8%

Talvez o material não seja tão maleável como poderia ser. Mas confesso que não estudei as potencialidades todas, mas procurei tutoriais na Internet e não encontrei nada nesta área/temática. Confesso que há situações em que o recurso ao computador é fundamental e deverão trabalhar em conjunto. Como foi o caso do exercício proposto

## Referência 2 | 1.11%

Confesso que andei à procura de tutorias no youtube. Sem sucesso

## Referência 3 | 2.59%

mas requer que se saiba trabalhar muito bem com a ferramenta. Tem a limitação de ser pequeno para a exemplificação de determinadas figuras gráficas.

## Referência 4 | 10.41%

Esta ferramenta como todas as manuais ou manipuláveis tem que ser usadas com ponderação. Deve-se utilizar o multiplano se ele for a forma mais fácil e rápida a utilizar em determinado momento e tem a vantagem de ser universal. Mas se a determinado momento eu perceber que se o multiplano vai ser mais moroso do que pegar num objeto que tenha à minha frente não tem sentido. Exemplo construir um cilindro no multiplano quando é mais fácil pegar num objeto cilíndrico. Mas a troca de experiências é muito importante, seria importante a existência de um fórum onde pudessem ser trocadas experiências.

Nome do Nó: Vantagens na utilização do multiplano

Fontes Internas/Daniel - Entrevista ANTES 1 Referência | 7.59%  
Referência 1 | 7.59%

Sim, sobretudo na matemática básica. Se bem que o multiplano dá para ver o que é uma matriz e isso não é matemática básica. Eu vejo que é uma ferramenta importante para ter a noção visual de como é que são as coisas e de como é que funcionam as coisas. É muito mais fácil para o professor explicar o que é uma linha e uma coluna e o que é que troca com o quê do que num computador.

Fontes Internas/Video - Pontos fortes e fracos do... 6 Referências | 20.27%  
Referência 1 | 1.8%

Diogo: ajuda a ter uma noção mais clara.

Referência 2 | 2.63%

Diogo: dá para ter uma imagem mais aproximada da realidade.

Referência 3 | 5.97%

Nelson: ajuda claro, porque há resoluções que feito pela forma gráfica é mais fácil chegar a valores do que só com os cálculos mentais.

Referência 4 | 4.74%

se bem que na marcação dos números em braille o multiplano bate o estojo de desenho em termos de legendagem.

Referência 5 | 2.37%

Diogo: Melhor representação gráfica.

Nelson: é isso.

Referência 6 | 2.76%

acho que é muito bom para ensino da matemática na fase inicial

Fontes Internas/Daniel - Entrevista APÓS MULTIPLA... 7 Referências | 34.69%  
Referência 1 | 9.32%

Álgebra Linear:

- Facilidade de execução: Para mim também deu para ver melhor o que estávamos a tratar. Computador não dá pra a parte gráfica. Nota: (Não sabe braille tornou-se muito complicado. Grande parte do trabalho foi no computador)

Referência 2 | 3.44%

Representação gráfica de conteúdo: Para desenhar é muito bom, porque facilita visualização

Referência 3 | 1.39%  
para dar uma noção visual das coisas

Referência 4 | 2.82%  
Compreensão do conceito: Foi mais fácil perceber o que se estava a tratar

Referência 5 | 3.6%  
Facilidade de execução: Foi fácil de executar o exercício e até ajudou a relembrar a matéria.

Referência 6 | 5.84%  
Como tem que se multiplicar linha por coluna é mais fácil de ler no multiplano do que no computador, que não está separado nem é lido linha por coluna

Referência 7 | 8.28%  
Representação gráfica de conteúdo: Deu para ter uma noção do gráfico e onde estavam, os quadrantes, as retas e os pontos.  
- Compreensão do conceito: Sim, percebeu-se bem o conceito, através do uso do multiplano.

Fontes Internas/Nelson - Entrevista APÓS MULTIPLA... 8 Referências | 22%

Referência 1 | 6.07%  
Álgebra Linear:  
- Facilidade de execução: Multiplicar matrizes torna-se bem mais fácil, porque é mais fácil perceber do que se está a tratar e distinguir as linhas das colunas.

Referência 2 | 3.68%  
Visualização das matrizes muito mais simples, do que a feita através dos métodos utilizados em sala de aula,

Referência 3 | 2.08%  
Matriz mais fácil de visualizar não exige tanta concentração.

Referência 4 | 1.33%  
Deu para perceber muito bem o conteúdo

Referência 5 | 2.22%  
Foi mais fácil executar o exercício e tatear no espaço as retas.

Referência 6 | 1.47%  
Deu para ter uma noção das retas no espaço,

Referência 7 | 3.58%  
Relativamente ao notepad, acho que foi bem mais fácil e deu mais jeito ter a matriz feita no

multiplano.

Referência 8 | 1.57%

Deu para ter uma noção mais clara do conceito.

Fontes Internas/Diogo - Entrevista APÓS MULTIPLAN... 7 Referências | 36.64%

Referência 1 | 5.77%

Álgebra Linear:

- Facilidade de execução: Nas matrizes funciona muito bem, sobretudo a multiplicar matrizes torna-se mais fácil. É mais fácil perceber o que estamos a fazer. Leitura mais rápida que no computador, em escrita menos rápido

Referência 2 | 2.67%

Porque nós conseguimos ter logo uma noção, isto é uma tabela de 3 por 3. É muito mais fácil com multiplano.

Referência 3 | 1.58%

Deu para perceber bem o conceito e ficar com a imagem na cabeça.

Referência 4 | 9.15%

isualização das matrizes muito mais simples. O multiplano dá-nos uma imagem direta. Portanto, enquanto no computador temos uma imagem de uma linha (porque só andamos de célula em célula). No computador temos que montar o puzzle todo e montar peça a peça para ficarmos com a imagem da matriz na cabeça de uma vez, enquanto no multiplano ficamos logo com a imagem toda na cabeça

Referência 5 | 6.02%

Análise Matemática:

- Facilidade de execução: Com a ajuda da docente e explicação foi relativamente simples fazer o exercício, pois o material que foi disponibilizado na universidade do algarve não satisfazia porque os conteúdos não eram adaptados

Referência 6 | 4.17%

Quando fazia o exercício não usava o multiplano, este era para a transmissão do conteúdo e sua compressão. Depois os exercícios eram feitos no computador em excel e txt.

Referência 7 | 7.28%

a professora desenhou no multiplano e eu percebi o conceito através do multiplano. Quando estava a fazer qualquer exercício e já não usava o multiplano, mas vinha-me sempre à cabeça em termos de conceito e para poder dar a resposta correta vinha-me a imagem que a professora desenhou no multiplano.

Fontes Internas/Nelson - Entrevista ANTES 1 Referência | 0.67%  
Referência 1 | 0.67%  
Olha para as matrizes foi bom.

Fontes Internas/Diogo - Entrevista ANTES 1 Referência | 1.49%  
Referência 1 | 1.49%  
nas curvas é que o multiplano é melhor isso é verdade. Porque o braille não dá para fazer curvas.

Fontes Internas/Professora Estatística - Liliana 9 Referências | 26.6%  
Referência 1 | 6.92%  
Na parte da Estatística: Intervalos de confiança, testes de hipóteses, p-value, região crítica/rejeição, regressão linear, análise bi-variada e variada. Esta uc por ser do Mestrado está dividida em 2 partes: Estatística e Investigação operacional (esta última não fazia parte do programa da Estatística que se dá no 1º ano do curso de engenharia). O Multiplano na parte da Investigação operacional foi usado para a parte de representação gráfica da região admissível e na resolução gráfica dos problemas de programação linear. Que só abordei porque tinha o Multiplano, caso contrário seria muito difícil, porque uma vez mais iria limitar a explicação do conceito teórico sem o apoio gráfico, porque nenhum do software utilizado (Latex, txt e R) não leem figura

Referência 2 | 1.1%  
Foi útil, ajudou a clarificar conceitos anteriores e a expor novos conceitos, que não seriam possíveis sem o multiplano.

Referência 3 | 0.31%  
O multiplano foi utilizado no exam

Referência 4 | 8.17%  
Eu só posso comparar a parte da Estatística, que foi a parte que dei aos dois alunos cegos. Agora recorrendo ao Multiplano e na parte da Estatística, abordei alguns conceitos: Intervalos de confiança, testes de hipóteses, p-value, região crítica/rejeição, regressão linear, análise bi-variada e variada, dei estes conceitos ao Nelson mas não lhe expliquei a abordagem gráfica. E nesse aspeto foi vantajoso porque o Diogo apreendeu rapidamente por recorrer ao Multiplano, principalmente no caso dos Intervalos de confiança, na região crítica e no p-value, por recorrer ao Multiplano ele apreendeu facilmente estes conceitos. Aliás ele depois nos raciocínios que fazia até tenho noção que ele pensava no gráfico, na figura que nós fizemos e construímos no Multiplano para tomar a decisão de que procedimentos é que ia considerar. Como o pude utilizar sim foi positivo deu para acrescentar alguma co

## Referência 5 | 3.11%

Não foi muito. Eu tinha o cuidado de antes das aulas de apoio (só foi usado aí e nunca nas aulas) e sempre que eu considerava que era necessário utilizar o Multiplano, construía as figuras previamente. É claro que anteriormente há uma preparação à aula de apoio e já apresentava a construção feita para não estar a perder tempo na aula de apoio

## Referência 6 | 3.9%

A parte da Investigação Operacional (que só foi dada agora no Mestrado e com o Diogo porque não fazia parte do currículo do 1º ano) e formalização dos problemas para eles esta parte inicial é complicada. Por causa da notação ser um bocadinho pesada  
No fundo eu utilizei mais o Multiplano para a introdução dos conceitos teóricos para expor de forma mais clara alguns conceitos que sem o gráfico serão mais difíceis de compreender

## Referência 7 | 1.07%

Foi importante sobretudo para a introdução de alguns conceitos teóricos pontualmente em algumas matérias que eu o use

## Referência 8 | 1.01%

Sim favoreceu a compreensão do conceito, sem dúvida nenhuma.  
É intuitivo? Acho que sim acabou por ser intuitivo

## Referência 9 | 1.01%

Mas que sem a ajuda do Multiplano é verdade que a parte mais gráfica da matéria é excluída e nem é abordada seq

## Fontes Internas/Professora Algebra Linear - Ana L... 3 Referências | 6.04%

## Referência 1 | 1.28%

é mais fácil no multiplano por causa das colunas.

## Referência 2 | 3.82%

multiplano facilita a compreensão do conceito sobretudo na multiplicação (as colunas acabam por ser mais difíceis até mesmo para os normovisuais)

## Referência 3 | 0.94%

É intuitivo? Sim, de um modo geral.

## Fontes Internas/Docente Análise Matemática - Ana ... 6 Referências | 18.66%

## Referência 1 | 2.09%

Um aluno que não conheça nada e comece de raiz, o multiplano é uma forma de uniformizar o ensino para todos os invisuais

## Referência 2 | 3.71%

Tempo de construção é grande, mas isto devia funcionar mais como ferramenta em que o professor leva já gráfico/exercício pronto. Não tenho noção mas é das disciplinas mais morosas, tanto de uma forma como outra.

## Referência 3 | 5.64%

Representação gráfica basicamente não existia, exercícios eram feitos sem representação gráfica. Hipérbolas e curvas ou por ex função  $Y=1$ , que na altura fiz com linhas. Aqui foi mais fácil representar esses conceitos.

O exercício 3 nunca foi resolvido durante a aula prática porque não havia condições para o exemplificar.

## Referência 4 | 3.6%

Depende é caso a caso. Aqui considero que funcionou até porque este foi um exercício que nunca foi resolvido durante as aulas, porque não havia condições, quanto muito era feito à mão. E agora foi possível.

## Referência 5 | 0.7%

Mas de um modo geral até é intuitivo.

## Referência 6 | 2.92%

Sobretudo pela parte gráfica no plano (planar). Sei que há possibilidades de trabalhar o multiplano a 3D, mas não explorei essa possibilidade, acredito que seja possível

Nome do Nó: Aplicabilidade do multiplano

Fontes Internas/Video - Pontos fortes e fracos do... 1 Referência | 3.42%  
Referência 1 | 3.42%

Outros conceitos matemáticos a trabalhar: trigonometria, bissetriz, geometria

Fontes Internas/Nelson - Entrevista ANTES 1 Referência | 0.65%  
Referência 1 | 0.65%

Olha para as matrizes foi bom

Fontes Internas/Diogo - Entrevista ANTES 1 Referência | 2.2%  
Referência 1 | 2.2%

usei-o depois nas aulas da Professora Liliana, na Estatística este ano no Mestrado, lembro-me de o ter usado no para explicar o conceito do p-value

Fontes Internas/Professora Estatística - Liliana 2 Referências | 2.53%  
Referência 1 | 1.01%

Eventualmente na análise matemática poderá ser usado, apesar de algumas limitações que o Multiplano tem par is

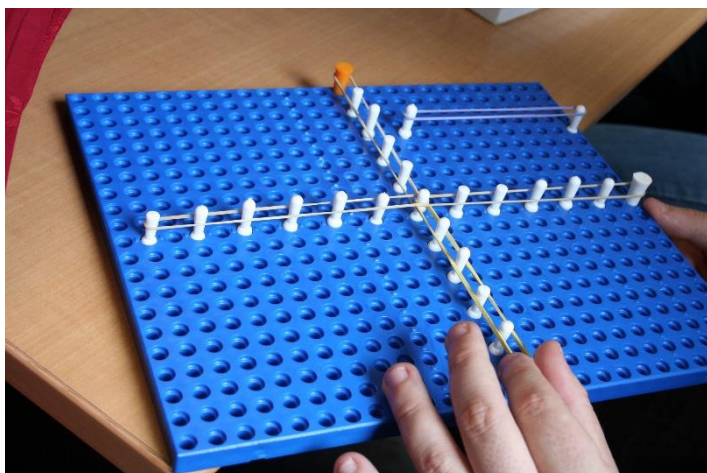
Referência 2 | 1.52%

Eventualmente, fazer alguma representação na parte dos integrais, das áreas, nas funções trigonométricas inversas, nas funções vetoriais poder-se-ia fazer alguma coisa

Fontes Internas/Professora Álgebra Linear - Ana L... 1 Referência | 2.67%  
Referência 1 | 2.67%

Trigonometria, que é das partes mais difíceis da matemática e o multiplano é possível que facilite.

APÊNDICE 1 – IMAGENS DO MULTIPLANO



## APÊNDICE 2 – QUESTIONÁRIO DOCENTES DMAT – ESTG

14/01/2015

Questionário Docentes DMAT ESTG-IPL

### Questionário Docentes DMAT ESTG-IPL

Este questionário enquadra-se numa investigação no âmbito da Dissertação de Mestrado em Comunicação Acessível, da Escola Superior de Educação e Ciências Sociais do Instituto Politécnico de Leiria (ESECS-IPL/Leiria). Os resultados obtidos serão utilizados apenas para fins de investigação, sendo realçado que as respostas dos inquiridos representam apenas a sua opinião individual e não da Instituição a que pertencem.

O questionário é anónimo, as declarações de cada participante serão tratadas de forma confidencial. A apresentação dos resultados será feita de maneira a não permitir a identificação das pessoas envolvidas.

Não existem respostas certas ou erradas. Por isso solicitamos que responda de forma espontânea e sincera a todas as questões.

A aplicação deste questionário é da responsabilidade de Carla João da Silva Costa ([carla.s.costa@ipleiria.pt](mailto:carla.s.costa@ipleiria.pt)) com a orientação do Professor Doutor Jaime Ribeiro e coorientação da Professora Doutora Conceição Nogueira. A sua opinião é fundamental para a recolha de dados.

Muito obrigada.

\*Obrigatório

1. Há quantos anos leciona unidades curriculares de Matemática no Ensino Superior? \*

.....

2. Assinale as unidades curriculares que lecionou nos últimos 5 anos. \*

Assinale tudo o que se aplique.  
Marque todas que se aplicam.

- Álgebra Linear  
 Análise Matemática  
 Estatística (das Engenharias)  
 Matemática Discreta  
 Outro: .....

3. Já lecionou alguma unidade curricular de Matemática a estudantes cego(a)s? \*

Marcar apenas uma oval.

- Sim  
 Não Ir para a pergunta 19.

4. 3.1 Que unidade(s) curricular(es) lecionou a estudantes cego(a)s? \*

Enuncie todas as unidades curriculares que lecionou a estudantes cegos.

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

5. 3.2 Assinale em que medida considera, que as unidades curriculares abaixo indicadas possuem uma forte componente visual (isto é, conceitos que requerem representação gráfica). \*

Deve responder apenas para as unidades curriculares que assinalou na Questão 2, nas restantes deverá assinalar "Não se aplica". Marcar apenas uma oval por linha.

	Nunca	Algumas vezes	Quase sempre	Sempre	Não se aplica
Álgebra Linear	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Análise Matemática	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Estatística (das Engenharias)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Matemática Discreta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

[https://docs.google.com/forms/d/11KyMkYIfdbbCr4eNFZ7bgE4AG6ua1AV6up\\_h30p14fc/printform](https://docs.google.com/forms/d/11KyMkYIfdbbCr4eNFZ7bgE4AG6ua1AV6up_h30p14fc/printform)

1/6

6. 3.3 Na sua opinião quais as principais dificuldades sentidas pelos estudantes cego(a)s na aprendizagem de matemática. \*

.....

.....

.....

.....

.....

7. 3.4 Quais as principais dificuldades que sentiu na transmissão de conceitos matemáticos aos estudantes cego(a)s? \*

.....

.....

.....

.....

.....

8. 3.5 Assinale as estratégias adotadas na leção a estudantes cego(a)s da(s) unidade(s) curricular(es) referida(s) no ponto anterior. \*
- Deverá assinalar todas as opções (no caso de considerar que a opção de resposta não se adequa, deverá assinalar "Não se aplica")
- Marcar apenas uma oval por linha.

	Nunca	Algumas vezes	Quase sempre	Sempre	Não se aplica
Aulas de apoio (individuais) no gabinete	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Produção de Conteúdos Adaptados	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Utilização de ferramentas de apoio	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Outras	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

9. 3.5.1 Das estratégias acima indicadas, dê exemplos concretos daquelas que utilizou. \*
- Exemplos de software de produção conteúdos adaptados, ferramentas de apoio etc.

.....

.....

.....

.....

.....

10. 3.6 Numa sala de aula/gabinete de apoio, como se operacionalizaram as dúvidas, destes estudantes, que surgiram em conceitos matemáticos, que requerem representação gráfica? \*

.....

.....

.....

.....

.....

11. 3.7 Relativamente à sua experiência com estudantes cego(a)s, assinale as opções que considera mais adequadas. \*  
Deverá assinalar todas as opções (no caso de considerar que a opção de resposta não se adequa, deverá assinalar "Não se aplica")  
Marcar apenas uma oval por linha.

	Nunca	Algumas vezes	Quase sempre	Sempre	Não se aplica
Os conceitos matemáticos que requerem representação gráfica foram transmitidos com restrições aos estudantes cegos.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
A forte componente visual de alguns conceitos matemáticos impediu a sua abordagem.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Outro.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

12. 3.7.1 Se assinalou a opção "Outro", indique qual.

.....

.....

.....

.....

.....

13. 3.8 Considera que os conceitos matemáticos que requerem representação gráfica foram assimilados de forma equivalente à dos estudantes normovisuais? \*  
Selecione uma opção.  
Marcar apenas uma oval.

Concordo totalmente

Concordo

Discordo

Discordo totalmente

14. 4. O IPEiria disponibilizou ferramentas/estratégias/formação para colmatar as dificuldades no processo de ensino e aprendizagem de estudantes cego(a)s? \*  
Marcar apenas uma oval.

Sim

Não Ir para a pergunta 19.

15. 4.1 Selecione a tipologia ferramentas/estratégias/formação disponibilizadas pelo IPEiria para colmatar as dificuldades no processo de ensino e aprendizagem de estudantes cego(a)s? \*  
Selecione tudo o que se aplique.  
Marque todas que se aplicam.

Disponibilizou ferramentas (ex.: Tecnologias ou outros produtos)

Disponibilizou estratégias (ex.: Aulas de apoio, medidas especiais, etc.)

Disponibilizou formação

Outro: .....

16. 4.1.1 Quais as ferramentas/estratégias/formação que o IPLeia disponibilizou para colmatar as dificuldades no processo de ensino e aprendizagem de estudantes cego(a)s? \*

Enuncie ferramentas/estratégias/formação disponibilizados pelo IPLeia aos docentes e aos estudantes.

.....

.....

.....

.....

.....

17. 4.1.1.1 Assinale em que medida as ferramentas/estratégias/formação resultaram. \*

Deverá assinalar todas as opções (no caso de considerar que a opção de resposta não se adequa, deverá assinalar "Não se aplica")

Marcar apenas uma oval por linha.

	Não resultaram	Resultaram pouco	Resultaram	Resultaram Muito	Não se aplica
Ferramentas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Estratégias	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Formação	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Outro	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

18. 4.1.1.2 Justifique \*

Indique as razões porque resultaram ou não.

.....

.....

.....

.....

19. 5. Conhece o Multiplano? \*

Marcar apenas uma oval.

Sim

Não Ir para a pergunta 26.

20. 5.1 Como ficou conhecedor do Multiplano? \*

Marcar apenas uma oval.

Através do Workshop: Introdução ao Multiplano

Através de colegas

Pesquisa autónoma de produtos para apoio ao ensino da Matemática a cegos

Em formação frequentada

Em evento científico

Outro: .....

21. 5.2 Se sim, há quanto tempo é conhecedor desta ferramenta? \*  
*Marcar apenas uma oval.*
- Desde do workshop: Introdução ao multiplano
- Há menos de 1 ano
- Entre 1 a 3 anos
- Entre 3 a 5 anos
- Há mais de 5 anos
22. 6. Frequentou o Workshop: Introdução ao Multiplano? \*  
*Marcar apenas uma oval.*
- Sim
- Não
23. 7. Considera pertinente a utilização do Multiplano, para transmissão de conhecimentos matemáticos no âmbito do ensino de Matemática a estudantes cego(a)s? \*  
*Marcar apenas uma oval.*
- Nada pertinente
- Pouco pertinente
- Pertinente
- Muito pertinente
24. 7.1 Justifique \*  
Na sua opinião, na abordagem de que conceitos poderá ser ou não pertinente.
- .....
- .....
- .....
- .....
- .....
- .....
25. 8. Considera importante a aquisição de um Multiplano por parte do IPEiria? \*  
*Marcar apenas uma oval.*
- Nada importante
- Pouco importante
- Importante
- Muito importante
- Sem opinião
26. 9. Na sua opinião, está de acordo que seria importante a utilização de ferramentas de apoio à transmissão de conceitos matemáticos a estudantes cegos? \*  
*Marcar apenas uma oval.*
- Concordo totalmente
- Concordo
- Discordo
- Discordo totalmente
- Sem opinião

27. 10. Conhece outras ferramentas de apoio (para além do Multiplano), para a transmissão de conceitos matemáticos a estudantes cegos? \*

Marcar apenas uma oval.

Sim

Não Após a última pergunta desta seção, ir para a pergunta 29.

28. 10.1 Se assinalou a opção "Sim", indique qual ou quais.

.....

.....

.....

.....

.....

MUITO OBRIGADA PELA SUA COLABORAÇÃO

29. 11. Se considerar pertinente, deixe os seus comentários.

.....

.....

.....

.....

.....



## APÊNDICE 3 – TABELA PARA VALIDAÇÃO DAS QUESTÕES OPERACIONAIS DO QUESTIONÁRIO

### **Objetivos Específicos do questionário:**

1. Identificar, junto dos docentes do DMAT da ESTG que lecionaram UC's a estudantes cegos, as dificuldades sentidas na transmissão de conceitos matemáticos a estudantes cegos.
2. Identificar as estratégias utilizadas no DMAT da ESTG para a transmissão de conceitos matemáticos a estudantes cegos, na opinião dos docentes.
3. Determinar se as estratégias adotadas pelos docentes do DMAT da ESTG na veiculação de conceitos matemáticos foram adequadas aos estudantes cegos, na opinião dos docentes.
4. Identificar/determinar com base nas respostas obtidas pelos docentes e estudantes, soluções alternativas às estratégias atualmente utilizadas pelos docentes do DMAT da ESTG para a veiculação de conceitos matemáticos a estudantes cegos.
5. Identificar, após a apresentação do Multiplano, a pertinência deste instrumento na transmissão de conceitos matemáticos abordados no âmbito das unidades curriculares de base de uma Engenharia.

### **Classificação das Questões:**

- Questões abertas
- Questões fechadas do tipo:
  - Escolha múltipla
  - Preenchimento numérico (quantificação e frequência)
  - Sim/não
  - Escala tipo Likert (grau de relevância entre Acordo Total e Desacordo Total)

<b>Objetivos do Questionário</b>	<b>Questão</b>
Experiência Profissional	1. Há quantos anos leciona unidades curriculares de matemática no ensino superior? 2. Assinale as unidades curriculares que lecionou nos últimos 5 anos. 3. Já lecionou alguma unidade curricular de Matemática a estudantes cego(a)s? 3.1 Que unidade(s) curricular(es) lecionou a estudantes cego(a)s?
Identificar as dificuldades sentidas na transmissão de conceitos matemáticos a estudantes cegos	3.2 Assinale em que medida considera, que as unidades curriculares abaixo indicadas possuem uma forte componente visual (isto é, conceitos que requerem representação gráfica). 3.3 Na sua opinião quais as principais dificuldades sentidas pelos estudantes cego(a)s na aprendizagem de matemática. 3.4 Quais as principais dificuldades que sentiu na transmissão de conceitos matemáticos aos estudantes cego(a)s?
Identificar as estratégias utilizadas para a transmissão de conceitos matemáticos a estudantes cegos	3.5 Assinale as estratégias adotadas na leção a estudantes cego(a)s da(s) unidade(s) curricular(es) referida(s) no ponto anterior. 3.5.1 Das estratégias acima indicadas, dê exemplos concretos daquelas que utilizou. 3.6 Numa sala de aula/gabinete de apoio, como se operacionalizaram as dúvidas, destes estudantes, que surgiram em conceitos matemáticos, que requerem representação gráfica? 3.7 Relativamente à sua experiência com estudantes cego(a)s, assinale as opções que considera mais adequadas. (Os conceitos matemáticos que requerem representação gráfica foram transmitidos com restrições aos estudantes cegos; A forte componente visual de alguns conceitos matemáticos impediu a sua

Objetivos do Questionário	Questão
	<p>abordagem; Outro.) 3.7.1 Se assinalou a opção "Outro", indique qual.</p> <p>4. O IPEiria disponibilizou ferramentas/estratégias/formação para colmatar as dificuldades no processo de ensino e aprendizagem de estudantes cego(a)s?</p> <p>4.1 Selecione a tipologia ferramentas/estratégias/formação disponibilizadas pelo IPEiria para colmatar as dificuldades no processo de ensino e aprendizagem de estudantes cego(a)s?</p> <p>4.1.1 Quais as ferramentas/estratégias/formação que o IPEiria disponibilizou para colmatar as dificuldades no processo de ensino e aprendizagem de estudantes cego(a)s?</p>
<p>Determinar se as estratégias adotadas foram adequadas</p>	<p>3.8 Considera que os conceitos matemáticos que requerem representação gráfica foram assimilados de forma equivalente à dos estudantes normovisuais?</p> <p>4.1.1.1 Assinale em que medida as ferramentas/estratégias/formação resultaram.</p> <p>4.1.1.2 Justifique</p>
<p>Recolher opinião sobre a pertinência da ferramenta Multiplano na transmissão de conceitos matemáticos a estudantes cegos</p>	<p>5. Conhece o Multiplano?</p> <p>5.1 Como ficou conhecedor do Multiplano?</p> <p>5.2 Se sim, há quanto tempo é conhecedor desta ferramenta.</p> <p>6. Frequentou o Workshop: Introdução ao Multiplano?</p> <p>7. Considera pertinente a utilização do Multiplano, para transmissão de conhecimentos matemáticos no âmbito do ensino de Matemática a estudantes cego(a)s?</p> <p>7.1 Justifique (Na sua opinião, na abordagem de que conceitos poderá ser ou não pertinente.)</p>
<p>Identificar potenciais soluções alternativas às estratégias em vigor no IPL, para a veiculação de conceitos matemáticos a estudantes cegos</p>	<p>8. Considera importante a aquisição de um Multiplano por parte do IPEiria?</p> <p>9. Na sua opinião, está de acordo que seria importante a utilização de ferramentas de apoio à transmissão de conceitos matemáticos a estudantes cegos?</p> <p>10. Conhece outras ferramentas de apoio (para além do Multiplano), para a transmissão de conceitos matemáticos a estudantes cegos?</p> <p>10.1 Se assinalou a opção "Sim", indique qual ou quais.</p>

## APÊNDICE 4 – PLANEAMENTO PARA CATEGORIZAÇÃO DAS ENTREVISTAS<sup>54</sup>

### ENTREVISTA PARA ESTUDANTES CEGOS (ANTES DA APLICAÇÃO DO MULTIPLANO)

A) Categoria de Análise	AA) Subcategoria	AAA) Indicadores	AAAA) Objetivos	AAAAA) Questões
B) Caracterização da cegueira	BB1) Tipo cegueira BB2) Utilização de Braille BB3) Meio preferencial para a aquisição de informação	BBB1) Referências ao diagnóstico de cegueira, e a exemplos das memórias visuais existentes. BBB2.1e BBB2.2) Evidências sobre o conhecimento e uso do sistema Braille, dificuldades e/ou limitações sentidas deste sistema para a área da matemática BBB3) Menções que identifiquem o meio preferencial para a aquisição de informação se o tato e/ou audição	BBBB1) Recolher informação sobre o tipo de cegueira; BBBB1.2 e BBBB1.3) Compreender se existem experiências visuais adquiridas; BBBB2.1e BBBB2.2) Recolher informação sobre o uso do sistema Braille BBBB3) Compreender o meio preferencial para a assimilação de informação	BBBBB1) Visão residual? Tipo de cegueira: Congénita ou adquirida? BBBBB1.1) Etiologia/causa? BBBBB1.2) Se adquirida, desde que idade? BBBBB1.3) Tem memória de algumas imagens e cores? BBBBB2.1) Tem conhecimento e usa o sistema Braille? Se sim, usa com frequência ou se não usa, qual o motivo? BBBBB2.2) A nível Matemático quais as limitações? BBBBB3) Qual a melhor estratégia para assimilar o conceito de uma imagem, por exemplo no caso de um gráfico de barras ou circular, através da sua descrição auditiva ou tateando-o?
C) Particularidades da aprendizagem da Matemática	CC4) Dificuldades - Emergente dos dados CC5) Estratégias já utilizadas: - Estratégias pedagógicas, - Equipamentos, - Materiais.	CCC4) Menções a dificuldades na aprendizagem da Matemática ao longo do percurso académico enunciando algumas dessas vivências. CCC5) Evidências da utilização de materiais de apoio, nas Instituições de ensino frequentadas antes do IPL (tanto de ensino secundário, como superior se assim for o caso)	CCCC4) Recolher informação sobre eventuais dificuldades na aprendizagem da matemática antes e durante o Ensino Superior e os principais conceitos matemáticos onde essas dificuldades foram sentidas CCCC5) Identificar estratégias e materiais de apoio na área da matemática antes do ingresso no IPL.	CCCCC4) Na sua experiência académica (incluindo básico, secundário e superior) considera que existiram dificuldades na aprendizagem da matemática? Que tipo de dificuldade?  CCCCC5) No seu percurso académico até chegar ao IPL foram utilizadas estratégias, tecnologias, equipamentos ou outros materiais para aprendizagem da matemática? Quais?
D) Materiais de apoio utilizados no IPL	DD6 e DD7) Estratégias e tecnologias de apoio no IPL: -Estratégias pedagógicas, -Equipamentos, -Materiais. DD8) Melhorias: -Estratégias pedagógicas, -Equipamentos, -Materiais.	DDD6) Referências dos materiais, estratégias e tecnologias de apoio no IPL, enunciando-os DDD7) Alusões de como os estudantes perceberam a transmissão de conhecimentos matemáticos, incluindo a percepção das dificuldades dos professores e modificações verificadas no currículo DDD8) Menções a reflexões e conhecimentos de outras estratégias úteis para a aprendizagem da matemática	DDDD6) Recolher informação que permita identificar os diferentes materiais de apoio facultados pelo IPL. DDDD7) Compreender se os materiais de apoio e estratégias disponibilizadas pelo IPL para a aprendizagem da matemática funcionaram. DDDD8) Identificar melhorias para o processo de ensino e da aprendizagem da matemática no IPL	DDDDD6) Desde que frequenta o IPL foram utilizadas estratégias, tecnologias, equipamentos ou outros materiais para aprendizagem da matemática? DDDDD7) Considera as estratégias / tecnologias / equipamentos / materiais utilizadas no IPL favorecem a compreensão de conceitos matemáticos? DDDD7.1) Teve noção se existiram dificuldades sentidas pelos professores e/ou modificações verificadas no currículo? DDDDD8) No seu entender que outras estratégias podem ser úteis para favorecer o ensino/aprendizagem da matemática no IPL?

<sup>54</sup> **Introdução - Explicar ao entrevistado:** Esta entrevista enquadra-se numa investigação no âmbito da Dissertação de Mestrado em Comunicação Acessível, da Escola Superior de Educação e Ciências Sociais do Instituto Politécnico de Leiria. Os resultados obtidos serão utilizados apenas para fins de investigação, realçando o facto de as respostas dos entrevistados representarem apenas a sua opinião individual e não da Instituição a que pertencem. As entrevistas são anónimas e as declarações de cada participante serão tratadas de forma confidencial. A apresentação dos resultados será feita de maneira a não permitir a identificação das pessoas envolvidas. A opinião dos entrevistados é fundamental para a recolha de dados e não existem respostas certas ou erradas. Por isso se solicita que responda de forma espontânea e sincera a todas as questões. Informamos ainda que o entrevistado é livre de desistir se assim o entender, sem que daí resulte qualquer malefício para o mesmo. (Dar consentimento informado a assinar e solicitar autorização para a gravação da entrevista. Perguntar: Tem alguma dúvida? Gostaria de colocar alguma questão?)

A) Categoria de Análise	AA) Subcategoria	AAA) Indicadores	AAAA) Objetivos	AAAAA) Questões
E) Ferramenta Multiplano	EE9 e EE10) Conhecimento do Multiplano EE11) Aplicabilidade Multiplano	EEE 9 e EEE10) Menções a exercícios realizados com o Multiplano EEE11) Evidências sobre a forma como os estudantes percebem a utilidade do Multiplano, incluindo a aplicabilidade a que conceitos matemáticos, identificando-os.	EEEE9 e EEEE10) Identificar o conhecimento sobre o Multiplano e o seu uso. EEEE11) Recolher informação sobre a aplicabilidade do Multiplano a conceitos matemáticos específicos	EEEE9) Conhece o multiplano? Sim/Não EEEE10) Já o usou? Sim/Não EEEE11) Considera pertinente a aplicação do multiplano para a aprendizagem de conceitos matemáticos?

### ENTREVISTA A ESTUDANTE APÓS A APLICAÇÃO DO MULTIPLANO A CADA UM DOS EXERCÍCIOS (ANÁLISE MATEMÁTICA E ÁLGEBRA LINEAR)

A) Categoria de Análise	AA) Subcategoria	AAA) Indicadores	AAAA) Objetivos	AAAAA) Questões
B) Método tradicional <sup>55</sup> para a resolução de exercício	BB1 e BB2) Meio de aquisição/transmissão de informação	BBB1) Referências ao tipo de método utilizado ao longo das aulas para a resolução do exercício proposto	BBB1) Identificar qual o método tradicional para a resolução de exercício;	BBBBB1) Identifique os formatos/recursos/materiais utilizados nas aulas (método tradicional) para o exercício proposto: - PDF - Latex ( código Tex) - ASCII MathML - Ficheiros Txt - Software R - Material manipulável. Qual? - Outro. Qual?
C) Aplicação do Multiplano para a resolução do exercício	CC3 a CC5) Dificuldades/Facilidades da utilização do Multiplano	CCC3) Evidências sobre o nível de satisfação da aplicação do multiplano;  CCC4) Menções a dificuldades/facilidades na aplicação do método tradicional de resolução do exercício face ao multiplano (em termos de facilidade, tempos, representações e compreensão);  CCC5) Referências a outros conceitos matemáticos com aplicabilidade prática no multiplano.	CCCC3) Recolher nível de satisfação na utilização do multiplano para a resolução de exercício;  CCCC4) Identificar dificuldades e facilidades na aplicação do multiplano face ao método tradicional;  CCCC5) Recolher informação sobre a aplicabilidade do Multiplano a outros conceitos matemáticos específicos.	CCCCC3) Numa escala de Satisfação 1 a 5 (em que 1= Não satisfaz, 2= Satisfaz Pouco, 3= Satisfaz, 4= Satisfaz Bem, 5 =Satisfaz Plenamente) como considera a resolução do exercício através da aplicação do Multiplano?  CCCCC4) Indique as dificuldades e facilidades entre a resolução do exercício pelo método tradicional e o multiplano, ao nível de: - Facilidade de execução: - Tempo despendido: - Representação gráfica de conteúdo: - Compreensão do conceito:  CCCCC5) Para que outros conceitos matemáticos, considera pertinente a aplicação do multiplano?

<sup>55</sup> Método tradicional – método que foi usado ao longo das aulas para explicação de conteúdos matemáticos e concretização deste tipo de exercício.

## ENTREVISTA A DOCENTE APÓS A APLICAÇÃO DO MULTIPLANO A CADA UM DOS EXERCÍCIOS (ANÁLISE MATEMÁTICA E ÁLGEBRA LINEAR)

A) Categoria de Análise	AA) Subcategoria	AAA) Indicadores	AAAA) Objetivos	AAAAA) Questões
B) Método tradicional <sup>56</sup> para a resolução de exercício	BB1 a BB3) Técnicas e estratégias de ensino-aprendizagem	<p>BBB1) Referências ao tipo de método utilizado ao longo das aulas para a resolução do exercício proposto</p> <p>BBB2) Evidências sobre a complexidade ou não na utilização do método aplicado ao longo das aulas (ao nível de produção, transmissão e comunicação de conteúdos)</p> <p>BBB3) Evidências sobre o nível de satisfação do método aplicado ao longo das aulas.</p>	<p>BBBB1) Identificar qual o método tradicional para a resolução de exercício;</p> <p>BBBB2) Recolher eventuais complexidades na utilização do método tradicional para a resolução de exercício;</p> <p>BBBB3) Recolher nível de satisfação na utilização do método tradicional para a resolução de exercício.</p>	<p>BBBBB1) Quais os formatos/recursos/materiais que foram utilizados para a concretização/demonstração nas aulas (método tradicional) para o exercício proposto.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Latex ( código Tex)</li> <li>- ASCIIMathML</li> <li>- Ficheiros Txt</li> <li>- Software R</li> <li>- Material manipulável. Qual?</li> <li>- Outro. Qual?</li> </ul> <p>BBBBB2) Quais as dificuldades/facilidades identificadas, através do método tradicional, ao nível da:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Produção/representação gráfica:</li> <li>- Transmissão/explicação do conceito:</li> <li>- Comunicação numa linguagem matemática (escrita) apropriada</li> </ul> <p>BBBBB3) Numa escala de Satisfação 1 a 5 (em que 1= Não satisfaz, 2= Satisfaz Pouco, 3= Satisfaz, 4= Satisfaz Bem, 5 =Satisfaz Plenamente) em que medida considera que os formatos/recursos/materiais tradicionais concretizaram os objetivos pretendidos (de que forma os conteúdos foram assimilados pelos estudantes)?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Latex ( código Tex)</li> <li>- ASCIIMathML</li> <li>- Ficheiros Txt</li> <li>- Software R</li> <li>- Material manipulável. Qual?</li> <li>- Outro. Qual?</li> </ul>
C) Aplicação do Multiplano para a resolução do exercício	CC4 a CC6) Dificuldades/Facilidades da utilização do Multiplano	<p>CCC4) Menções a dificuldades/facilidades na aplicação do método tradicional de resolução do exercício face ao multiplano (em termos de facilidade, tempos, representações e compreensão) e a sua capacidade empírica ou não;</p> <p>CCC5) Evidências sobre o nível de satisfação do multiplano para a resolução do exercício proposto;</p> <p>CCC6) Referências a outros conceitos matemáticos com aplicabilidade prática no multiplano</p>	<p>CCCC4) Identificar dificuldades/facilidades do multiplano para a resolução de exercício face ao método tradicional;</p> <p>CCCC5) Recolher o nível de satisfação na utilização do multiplano para a resolução de exercício;</p> <p>CCCC6) Recolher informação sobre a aplicabilidade do Multiplano a outros conceitos matemáticos específicos.</p>	<p>CCCCC4) Indique as dificuldades e/ou facilidades entre a resolução do exercício pelo método tradicional e o multiplano, ao nível de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Facilidade de execução</li> <li>- Tempo despendido</li> <li>- Representação gráfica de conteúdo</li> <li>- Compressão do conceito</li> </ul> <p>É intuitivo?</p> <p>CCCCC5) Numa escala de Satisfação 1 a 5 (em que 1= Não satisfaz, 2= Satisfaz Pouco, 3= Satisfaz, 4= Satisfaz Bem, 5 =Satisfaz Plenamente) como considera a resolução do exercício através da aplicação do Multiplano?</p> <p>CCCCC6) Para que outros conceitos matemáticos considera pertinente a aplicação do multiplano?</p>

<sup>56</sup> Método tradicional – método que foi usado ao longo das aulas para explicação de conteúdos matemáticos e concretização deste tipo de exercício.

## ENTREVISTA A ESTUDANTE APÓS A APLICAÇÃO DO MULTIPLANO NAS AULAS DE APOIO DE ESTATÍSTICA

A) Categoria de Análise	AA) Subcategoria	AAA) Indicadores	AAAA) Objetivos	AAAAA) Questões
B) Método tradicional <sup>57</sup> para a resolução dos exercícios de Estatística	BB1 e BB2) Meio de aquisição/transmissão de informação	<p>BBB1) Referências ao tipo de método utilizado ao longo das aulas (no passado) para a resolução dos exercícios da UC de Estatística</p> <p>BBB2) Evidências sobre o nível de satisfação no método tradicional na resolução dos exercícios de Estatística;</p>	<p>BBBB1) Identificar qual o método tradicional para a resolução dos exercícios de Estatística;</p> <p>BBBB2) Recolher nível de satisfação no método tradicional na resolução dos exercícios de Estatística;</p>	<p>BBBBB1) No 1º ano do curso teve aulas de Estatística? Se sim, identifique os formatos/recursos/materiais foram utilizados durante essas aulas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- PDF</li> <li>- Latex ( código Tex)</li> <li>- ASCIIMathML</li> <li>- Ficheiros Txt</li> <li>- Software R</li> <li>- Material manipulável. Qual?</li> <li>- Outro. Qual?</li> </ul> <p>BBBBB2) Numa escala de Satisfação 1 a 5 (em que 1= Não satisfaz, 2= Satisfaz Pouco, 3=Satisfaz, 4=Satisfaz Bem, 5=Satisfaz Plenamente) como classifica os formatos/recursos/materiais aplicados ao longo das aulas de Estatísticas do 1º ano para a assimilação/compreensão da matéria lecionada?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- PDF</li> <li>- Latex ( código Tex)</li> <li>- ASCIIMathML</li> <li>- Ficheiros Txt</li> <li>- Software R</li> <li>- Material manipulável. Qual?</li> <li>- Outro. Qual?</li> </ul>
C) Aplicação do Multiplano para a resolução dos exercícios durante as aulas de apoio de Estatística	CC3 a CC4) Dificuldades/Facilidades da utilização do Multiplano	<p>CCC3) Evidências sobre o nível de satisfação da aplicação do multiplano ao longo das aulas de apoio de Estatística;</p> <p>CCC4) Menções a dificuldades/facilidades na aplicação do método tradicional de resolução dos exercícios de Estatística face ao multiplano (em termos de facilidade, tempos, representações e compreensão);</p>	<p>CCCC3) Recolher nível de satisfação na utilização do multiplano para a resolução dos exercícios ao longo das aulas de apoio de Estatística;</p> <p>CCCC4) Identificar dificuldades e facilidades na aplicação do multiplano face ao método tradicional;</p>	<p>CCCCC3) Numa escala de Satisfação 1 a 5 (em que 1= Não satisfaz, 2= Satisfaz Pouco, 3= Satisfaz, 4= Satisfaz Bem, 5 =Satisfaz Plenamente) como considera a utilização do Multiplano para a assimilação/compreensão da matéria lecionada durante as aulas de Estatística do presente ano letivo?</p> <p>CCCCC4) Indique as dificuldades e facilidades entre o ensino-aprendizagem pelo método tradicional e o multiplano, ao nível de: (É importante que registre os aspetos todos)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Facilidade de execução:</li> <li>- Tempo despendido:</li> <li>- Representação gráfica de conteúdo:</li> <li>- Compressão do conceito:</li> </ul>

<sup>57</sup> Método tradicional – método que foi usado no passado ao longo das aulas para explicação de conteúdos matemáticos e concretização dos exercícios da UC de Estatística.

## ENTREVISTA A DOCENTE APÓS A APLICAÇÃO DO MULTIPLANO DO MULTIPLANO NAS AULAS DE APOIO DE ESTATÍSTICA

A) Categoria de Análise	AA) Subcategoria	AAA) Indicadores	AAAA) Objetivos	AAAAA) Questões
B) Método tradicional <sup>58</sup> para a resolução dos exercícios de Estatística	BB1 a BB3) Técnicas e estratégias de ensino-aprendizagem	<p>BBB1) Referências ao tipo de método utilizado ao longo das aulas para a resolução do exercício proposto</p> <p>BBB2) Evidências sobre a complexidade ou não na utilização do método aplicado ao longo das aulas (ao nível de produção, transmissão e comunicação de conteúdos)</p> <p>BBB3) Evidências sobre o nível de satisfação do método aplicado ao longo das aulas</p>	<p>BBBB1) Identificar qual o método tradicional para a resolução de exercício;</p> <p>BBBB2) Recolher eventuais complexidades na utilização do método tradicional para a resolução de exercício;</p> <p>BBBB3) Recolher nível de satisfação na utilização do método tradicional para a resolução de exercícios</p>	<p>BBBBB1) Quais os formatos/recursos/materiais que foram utilizados nas aulas de Estatística para o ensino aprendizagem do 1º estudante cego.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Latex ( código Tex)</li> <li>- ASCIIMathML</li> <li>- Ficheiros Txt</li> <li>- Software R</li> <li>- Material manipulável. Qual?</li> <li>- Outro. Qual?</li> </ul> <p>BBBBB2) Quais as dificuldades/facilidades identificadas, através do método tradicional, ao nível da:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Produção/representação gráfica:</li> <li>- Transmissão/explicação do conceito:</li> <li>- Comunicação numa linguagem matemática (escrita) apropriada:</li> </ul> <p>BBBBB3) Numa escala de Satisfação 1 a 5 (em que 1= Não satisfaz, 2= Satisfaz Pouco, 3= Satisfaz, 4= Satisfaz Bem, 5 =Satisfaz Plenamente) em que medida considera que os formatos/recursos/materiais tradicionais concretizaram os objetivos pretendidos (de que forma os conteúdos foram assimilados pelos estudantes)?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Latex ( código Tex)</li> <li>- ASCIIMathML</li> <li>- Ficheiros Txt</li> <li>- Software R</li> <li>- Material manipulável. Qual?</li> <li>- Outro. Qual?</li> </ul>
C) Aplicação do Multiplano para a resolução dos exercícios durante as aulas de apoio de Estatística	CC4 a CC6) Dificuldades/Facilidades da utilização do Multiplano	<p>CCC4) Menções a dificuldades/facilidades na aplicação do método tradicional de resolução do exercício face ao multiplano (em termos de facilidade, tempos, representações e compreensão) e a sua capacidade empírica ou não;</p> <p>CCC5) Evidências sobre o nível de satisfação do multiplano para a resolução do exercício proposto;</p> <p>CCC6) Referências a outros conceitos matemáticos com aplicabilidade prática no multiplano</p>	<p>CCCC4) Identificar dificuldades/facilidades do multiplano para a resolução de exercício face ao método tradicional;</p> <p>CCCC5) Recolher o nível de satisfação na utilização do multiplano para a resolução de exercício;</p> <p>CCCC6) Recolher informação sobre a aplicabilidade do Multiplano a outros conceitos matemáticos específicos.</p>	<p>CCCCC4) Indique as dificuldades e/ou facilidades entre o ensino-aprendizagem pelo método tradicional e o multiplano, ao nível da:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Facilidade de execução</li> <li>- Tempo despendido</li> <li>- Representação gráfica de conteúdo</li> <li>- Compressão do conceito</li> <li>É intuitivo?</li> </ul> <p>CCCCC5) Numa escala de Satisfação 1 a 5 (em que 1= Não satisfaz, 2= Satisfaz Pouco, 3= Satisfaz, 4= Satisfaz Bem, 5 =Satisfaz Plenamente) como considera a aplicação do Multiplano para a transmissão de conteúdos/conceitos estatísticos?</p> <p>CCCCC6) Para que outros conceitos matemáticos considera pertinente a aplicação do multiplano?</p>

<sup>58</sup> Método tradicional – método que foi usado no passado ao longo das aulas para explicação de conteúdos matemáticos e concretização dos exercícios da UC de Estatística.



## APÊNDICE 5 - EXERCÍCIOS APLICADOS NAS OBSERVAÇÕES DIRETAS

### Apêndice 5.1 Exercício de Álgebra Linear

Este exercício tem uma questão com 4 alíneas.

QUESTÃO 1: Considere as matrizes A, B, C e X dadas no multiplano:

QUESTÃO 1a: Calcule  $C^T$ .

QUESTÃO 1b: Calcule, se possível,  $A+2C$ .

QUESTÃO 1c: Calcule, se possível,  $AC$ .

QUESTÃO 1d: Indique a matriz ampliada/aumentada e resolva o sistema  $AX=B$  pelo método de eliminação de Gauss.

### Apêndice 5.2 Exercício de Análise Matemática<sup>59</sup>

1. Represente o gráfico da função no multiplano  $g(x)=\{(3, \text{ se } x \geq 1), (-x+3, \text{ se } x < 1)\}$
2. Considere o gráfico da função representada no multiplano. Determine a função que o representa e calcule a sua derivada. (*Dar gráfico*)
3. Determine e descreva geometricamente os domínios das funções com as seguintes expressões analíticas:
  - (a)  $f(x,y)=1/\sqrt{x-y^2}$
  - (b)  $f(x,y)=\sqrt{x^2-y^2-4}$
4. Considere a função  $f: \mathbb{R}^2 \rightarrow \mathbb{R}$  com expressão analítica  $f(x,y)=1-2x+y$ .
  - (a) Determine os cortes dos gráficos de  $f$  com os planos coordenados.
  - (b) Esboce o gráfico de  $f$ , indicando o tipo de superfície em questão.
  - (c) Esboce um mapa de curvas de nível de  $f$ .

---

<sup>59</sup> *Ideias da Docente para resolução do exercício e representação no Multiplano:*

- A) No multiplano, utilizar 4 pinos e dois elásticos para representar o referencial ortonormado  $xOy$ .
- B) As funções cuja representação gráfica é uma reta, podem ser representadas utilizando dois pinos e um elástico. Os pinos devem corresponder a dois pontos evidentes no referencial  $xOy$  para a determinação da equação da reta.
- C) Para a representação de funções quadráticas utilizar as formas parabólicas do multiplano.
- D) Para representar hipérbolas utilize pinos e elásticos.
- E) Para representar circunferências utilize os instrumentos do multiplano