

UNIVERSIDADE ABERTA



UNIVERSIDADE
AbERTA
www.uab.pt

**AS TECNOLOGIAS TRIDIMENSIONAIS COMO CONTRIBUTO PARA A
APRENDIZAGEM DA MATEMÁTICA NO ENSINO SUPERIOR**

Teresa Coimbra

**Doutoramento em Educação, na área de especialização em
Educação a Distância e Elearning**

2017

UNIVERSIDADE ABERTA



UNIVERSIDADE
AbERTA
www.uab.pt

**AS TECNOLOGIAS TRIDIMENSIONAIS COMO CONTRIBUTO PARA A
APRENDIZAGEM DA MATEMÁTICA NO ENSINO SUPERIOR**

Teresa Coimbra

**Doutoramento em Educação, na área de especialização em
Educação a Distância e Elearning**

Tese de Doutoramento orientada pela Professora Doutora Teresa Margarida Loureiro
Cardoso e coorientada pelo Professor Doutor Artur Jorge dos Santos Mateus

2017

RESUMO

Na presente investigação conjugam-se três alicerces da atualidade, a aprendizagem da matemática, o ensino superior e as tecnologias, nomeadamente as tridimensionais, e em particular a realidade aumentada (RA). Estes são domínios ainda pouco analisados, incluindo em Portugal. Assim, procurou-se contribuir para estas áreas de conhecimento com a finalidade de problematizar o papel das tecnologias tridimensionais no ensino e na aprendizagem da Matemática.

Metodologicamente optou-se pelo *Design-Based Research* (DBR), numa abordagem mista (quantitativa e qualitativa), de índole descritiva. Os instrumentos de recolha de dados incluem, além de grelhas de observação participante, inquéritos previamente validados e testados, o que permite triangular os dados obtidos. O inquérito por entrevista foi aplicado a docentes de Análise Matemática e o inquérito por questionário disponibilizado *online* a estudantes de Engenharia do Instituto Politécnico de Leiria.

Como resultados, salienta-se o facto de a implementação destas tecnologias tridimensionais permitir aos estudantes alcançar a autonomia necessária para que possam apreender conceitos mais abstratos, quer em sala de aula, quer recorrendo a uma plataforma *online*, onde os conteúdos 3D criados em Realidade Aumentada foram disponibilizados. Constata-se ainda uma clara receptividade por parte dos estudantes em integrar dispositivos móveis nas aulas, para recorrer àquele tipo de conteúdos. De igual modo, os docentes inquiridos revelam abertura para usar as tecnologias tridimensionais, embora não o façam devido a limitações como o tempo, a extensão do programa, o número excessivo de estudantes em sala de aula, e o próprio desconhecimento sobre as mesmas.

Em suma, e também porque neste estudo confirmámos a nossa convicção de que o papel das tecnologias tridimensionais é significativo e relevante, continuaremos a recorrer à realidade aumentada como contributo para uma melhor e mais motivadora aprendizagem da matemática.

Palavras-chave: Realidade Aumentada, Análise Matemática, Estudantes e docentes de Ensino Superior, Conteúdos 3D e *Mobile Learning*.

ABSTRACT

In this research, three current themes were considered: the learning of mathematics, higher education, and three-dimensional technologies (especially augmented reality). These scientific fields need further analysis, including in Portugal. Thus, we sought to contribute to these areas of knowledge in order to reflect on the role of three-dimensional technologies in the teaching and learning of mathematics.

Methodologically, Design-Based Research (DBR) was selected, in a descriptive, quantitative and qualitative approach. Data collection instruments include, in addition to participant observation grids, previously validated and tested surveys. The interview survey was applied to teachers of Mathematical Analysis and the questionnaire survey made available online to students of engineering at the Polytechnic Institute of Leiria (Portugal).

We conclude that the use of these three-dimensional technologies allows students to achieve the necessary autonomy, so that they can grasp more abstract concepts, either in the classroom or through an online platform, where 3D contents created in Augmented Reality were made available. There is also a clear willingness by the students to use mobile devices in classes, with the aim of exploring that type of 3D content. The teachers we interviewed are also willing to use three-dimensional technologies, although they seldom do it, due to constraints such as the time length of the classes, the extent of the curricula, the excessive number of students in the classroom, and the lack of knowledge about them.

In sum, we have confirmed our conviction that the role of three-dimensional technologies is significant and relevant. Therefore, we will continue to resort to augmented reality as a contribution to a better and more motivating learning of mathematics.

Keywords: Augmented Reality, Mathematical Analysis, Higher Education Students and Teachers, 3D Contents and Mobile Learning.

AGRADECIMENTOS

O doce sabor de dar por terminado mais um desafio conduz inevitavelmente à certeza de que o caminho traçado só foi possível com o apoio de muitos que estão sempre perto, e de tantos outros que acreditaram, tal como eu, neste Projeto.

À *Professora Doutora e Amiga Teresa Cardoso*, orientadora, pela excelente profissional que é, por me ter mostrado o caminho, fazendo-me acreditar que iríamos chegar lá... Sempre presente, sempre disponível, sempre assertiva...

Ao *Professor Doutor e Amigo Artur Mateus*, coorientador, por ter partilhado o seu saber e a sua experiência, tornando exequível um sonho que há algum tempo atrás parecia tão distante...

À *equipa de investigadores do CDRSP – IPL*, e ao seu diretor, *Professor Doutor Nuno Alves*, que colaboraram de perto na execução deste Projeto com imensa dedicação.

Ao diretor da ESTG-IPL, *Professor Doutor Pedro Martinho*, aos *docentes do Departamento de Matemática*, e ao *Coordenador Professor Doutor Luís Coutrim*, por tornarem possível a execução desta investigação, partilhando a sua experiência, e em particular às colegas *Alexandra Baptista* e *Alexandra Seco* por toda a energia e sabedoria que dedicaram a este projeto, demonstrando a paixão pela Matemática.

Aos meus *Pais* por Tudo. À minha *Mãe* por ser a minha âncora e por ser a pessoa que me permite sempre sonhar.

Ao *João* pela paciência, por acreditar em mim, e por ser aquele Amigo desde Sempre... Aos meus Filhos, *Diogo* e *Francisco*, porque são eles que justificam Tudo o que me move e me inspira, são o meu Sorriso!

Grata por tudo!

NOTA PRÉVIA

Este trabalho de investigação segue as *Normas de Apresentação das Dissertações [Mestrado] e das Teses [Doutoramento] da Universidade Aberta*. Estas normas estão disponíveis em http://www.uab.pt/c/document_library/get_file?uuid=971efb19-a547-40c9-a4a2-922a7df3d562&groupId=10136, tendo sido consultadas pela última vez no dia 17 de novembro de 2016.

ÍNDICE GERAL

RESUMO.....	V
ABSTRACT	VII
AGRADECIMENTOS	IX
NOTA PRÉVIA	XI
ÍNDICE GERAL	XIII
ÍNDICE DE QUADROS.....	XIV
ÍNDICE DE FIGURAS	XV
ÍNDICE DE GRÁFICOS	XVII
ÍNDICE DE ANEXOS.....	XVIII
LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS.....	XIX
I. INTRODUÇÃO.....	21
II. CONTEXTUALIZAÇÃO DO ESTUDO.....	29
1. ENQUADRAMENTO TEÓRICO	31
1.1 TIC	32
1.2. MOBILE LEARNING.....	37
1.3. REALIDADE AUMENTADA.....	41
2. ENQUADRAMENTO METODOLÓGICO	59
2.1. FUNDAMENTOS METODOLÓGICOS.....	59
2.2. OPÇÕES METODOLÓGICAS.....	74
III. CONTRIBUTOS DO ESTUDO	91
1. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS	105
2. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS E CONCLUSÕES.....	130
2.1. ENTREVISTAS AOS DOCENTES.....	130
2.2. ENTREVISTAS AOS ESTUDANTES.....	139
IV. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	149
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	163
ANEXOS	I

ÍNDICE DE QUADROS

QUADRO: II.2.1 – ETAPAS DE DBR DA INVESTIGAÇÃO REALIZADA.....	72
QUADRO: III.1.1 – GRELHA DE OBSERVAÇÃO EM SALA DE AULA – PRÉ-TESTE E AULAS DE IMPLEMENTAÇÃO.....	75
QUADRO: III.1.2 – CODIFICAÇÃO DOS INSTRUMENTOS DE RECOLHA DE DADOS	81
QUADRO: III.1.3 – INQUÉRITO POR ENTREVISTA	83
QUADRO: III.1.4 – QUESTIONÁRIOS AOS ESTUDANTES.....	85
QUADRO: III.1.5 – ETAPAS DA INVESTIGAÇÃO: DESIGNAÇÃO E CODIFICAÇÃO	115
QUADRO: III.1.6 – ETAPAS DETALHADAS DA INVESTIGAÇÃO / DBR.....	116
QUADRO: III.1.7. – QUESTIONÁRIO REALIZADO EM SALA DE AULA DEPOIS DE IMPLEMENTADOS OS CONTEÚDOS EM RA (PRÉ-TESTE)	121
QUADRO: III.1.8 – GRELHA DE OBSERVAÇÃO EM SALA DE AULA – TP1.....	125
QUADRO: III.1.9 – GRELHA DE OBSERVAÇÃO EM SALA DE AULA – TP2.....	126
QUADRO: III.1.10 – GRELHA DE OBSERVAÇÃO EM SALA DE AULA – TP3.....	127
QUADRO: III.1.11 – GRELHA DE OBSERVAÇÃO EM SALA DE AULA – TP4.....	128
QUADRO: III.1.12 – GRELHA DE OBSERVAÇÃO EM SALA DE AULA – TP5.....	129

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA: II.1.1 – EVOLUÇÃO HISTÓRICA DA RA COM REFERÊNCIA A MARCOS RELEVANTES NO DOMÍNIO DA EVOLUÇÃO TECNOLÓGICA DOS COMPUTADORES, DAS TIC E DOS SISTEMAS DE EXIBIÇÃO DE IMAGEM.....	44
FIGURA: II.1.2 – SENSORAMA (FONTE: <i>U.S. PATENT</i> 3050870).....	45
FIGURA: II.1.3 – CONTINUIDADE ENTRE A REALIDADE VIRTUAL E O MUNDO REAL (MILGRAM ET AL, 1994).....	46
FIGURA: II.1.4 – INTEGRAÇÃO DA TECNOLOGIA DE DIGITALIZAÇÃO DE NÃO CONTACTO COM CONTEÚDOS VIRTUAIS: DIGITALIZAÇÃO DO CAMPO DE VISÃO DO SENSOR IDENTIFICANDO OBJETOS E SUAS FORMAS (OCCIPITAL, 2013).....	48
FIGURA: II.1.5 – INTEGRAÇÃO DA TECNOLOGIA DE DIGITALIZAÇÃO DE NÃO CONTACTO COM CONTEÚDOS VIRTUAIS: EXEMPLO DE APLICAÇÃO (STRUCTURE SENSOR, 2014).....	48
FIGURAS: II.1.6 – SISTEMA <i>CONSTRUCT3D</i> PARA APRENDIZAGEM COLABORATIVA (A) PRESENCIAL E (B) REMOTAMENTE	50
FIGURA: II.1.7 – REPRESENTAÇÃO TRIDIMENSIONAL DA OBTENÇÃO DE UMA HIPÉRBOLE POR INTERSEÇÃO DE UM PLANO NUM SÓLIDO GEOMÉTRICO (COIMBRA, T. ET AL.,2015)...	52
FIGURA: II.1.8 – REPRESENTAÇÃO TRIDIMENSIONAL DE UM CORAÇÃO HUMANO (COIMBRA, T. ET AL., 2015).....	57
FIGURA: II.1.9 – REPRESENTAÇÃO TRIDIMENSIONAL DA DUPLA HÉLICE DE ADN (COIMBRA, T. ET AL., 2015).....	57
FIGURA: II.2.1 – PROCESSO DBR BANNAN-RITLAND (2003).....	65
FIGURA: II.2.2 – CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE DBR (WANG E HANNAFIN, 2005).....	67
FIGURA: II.2.3 – PREDICTIVE RESEARCH <i>VERSUS</i> DBR (REEVES, 2006).....	71
FIGURA: III.1.1 – CAPA DO MANUAL 3D IMPLEMENTADO NESTA INVESTIGAÇÃO.....	93
FIGURA: III.1.2 – VÍDEO EXPLORATÓRIO- CONTEÚDOS EM RA DO MANUAL 3D	94

FIGURA: III.1.3 – IMAGENS RETIRADAS DO VÍDEO EXPLORATÓRIO.....	94
FIGURA: III.1.4 – IMAGENS DE VÁRIOS VÍDEOS EXPLICATIVOS DE CONTEÚDOS EM RA DO MANUAL 3D.....	95
FIGURA: III.1.5 – FASES DE EDIÇÃO, PUBLICAÇÃO E CONSULTA DOS CONTEÚDOS EM RA..	98
FIGURA: III.1.6 – FASES DE EDIÇÃO DOS CONTEÚDOS EM RA.....	99
FIGURA: III.1.7 – ESTRUTURA DE UM FICHEIRO STL.....	100
FIGURA: III.1.8 – FASE II DE EDIÇÃO: APLICAÇÃO DOS CONTEÚDOS NA APLICAÇÃO RA....	101
FIGURA: III.1.9 – FASE III DE EDIÇÃO: PUBLICAÇÃO DOS CONTEÚDOS RA.....	102
FIGURA: III.1.10 – FASE IV DE CONSULTA: CONSULTA DOS CONTEÚDOS RA.....	103
FIGURAS III.1.11 E III.1.12 - IMPLEMENTAÇÃO DE CONTEÚDOS 3D EM RA NUMA AULA DE AM.....	117
FIGURAS: III.1.13 E III.1.14 – PRÉ-TESTE DA APLICAÇÃO DOS CONTEÚDOS EM RA EM SALA DE AULA.....	118
FIGURA: III.1.15– RESUMO DAS CATEGORIAS MAIS OBSERVADAS NAS AULAS DE IMPLEMENTAÇÃO.....	124
FIGURA: III.2.1. ASPETOS CONCORDANTES E DISCORDANTES ENTRE DOCENTES E ESTUDANTES.....	146

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO: III.1.1 – FREQUÊNCIA DE ESTUDANTES DE ENGENHARIA POR TURNO, NA GLOBALIDADE DOS CURSOS (MÁXIMO VERSUS MÉDIA).....	105
GRÁFICO: III.1.2 – FREQUÊNCIA MÉDIA DE ESTUDANTES DE TODOS OS CURSOS DE ENGENHARIA, POR TURNO.....	106
GRÁFICO: III.1.3 – FREQUÊNCIA DE ESTUDANTES DE TODOS OS CURSOS DE ENGENHARIA, POR TURNO, EM 3 ANOS LETIVOS (MÁXIMO VERSUS MÉDIA).....	107
GRÁFICO: III.1.4 – PERCENTAGEM MÉDIA DE ESTUDANTES QUE SE SUBMETERAM A UM DETERMINADO NÚMERO DE AVALIAÇÕES, EM 3 ANOS LETIVOS.....	109
GRÁFICO: III.1.5 – PERCENTAGEM MÉDIA DE ESTUDANTES NÃO AVALIADOS, DE APROVADOS FACE AOS AVALIADOS E AOS INSCRITOS, E OS AVALIADOS FACE AOS INSCRITOS.....	110
GRÁFICO: III.1.6 – PERCENTAGEM MÉDIA DE ESTUDANTES APROVADOS E NÃO APROVADOS FACE AOS INSCRITOS.....	111

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO I - DIÁRIO DE INVESTIGAÇÃO	III
ANEXO II - ANÁLISE AOS INQUÉRITOS DE PRÉ-TESTE (INVESTIGADORES)	XXXI
ANEXO III - ANÁLISE AOS INQUÉRITOS DE PRÉ-TESTE (DOCENTES)	XLI
ANEXO IV - INQUÉRITO POR ENTREVISTA	LV
ANEXO V - MATRIZ DOS OBJETIVOS DO INQUÉRITO POR ENTREVISTA	LXIII
ANEXO VI - DADOS DAS ENTREVISTAS (NÃO TRATADOS)	LXXI
ANEXO VII - QUESTIONÁRIO AOS ESTUDANTES	LXXXIII
ANEXO VIII - MATRIZ DE OBJETIVOS DO QUESTIONÁRIO DOS ESTUDANTES	LXXXIX
ANEXO IX - DADOS DOS QUESTIONÁRIOS (NÃO TRATADOS)	XCIV
ANEXO X - GRELHA DE OBSERVAÇÃO	CXIII
ANEXO XI - GRELHA DE OBSERVAÇÃO - PRÉ-TESTE	CXVII
ANEXO XII - GRELHAS DE OBSERVAÇÃO - AULAS DE IMPLEMENTAÇÃO	CXXI
ANEXO XIII - QUESTIONÁRIO A ESTUDANTES NAS AULAS DE IMPLEMENTAÇÃO	CXXXI
ANEXO XIV - RELATÓRIO AO QUESTIONÁRIO EM SALA DE AULA (PRÉ-TESTE)	CXXXV
ANEXO XV - RELATÓRIO AO QUESTIONÁRIO EM SALA DE AULA - IMPLEMENTAÇÃO	CXLI
ANEXO XVI - REA “COMO INSTALAR O JUNAIO E ACEDER AOS CONTEÚDOS?”	CXLVII
ANEXO XVII - NOTAS DE IMPRENSA	CLIII

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

3D (Tridimensional)

AM (Análise Matemática)

CDRSP (Centro para o desenvolvimento Sustentado e Rápido do Produto)

DBR (Design-Based Research)

EAU (Engenharia Automóvel)

ECD (Engenharia Civil Diurno)

ECPL (Engenharia Civil Pós-Laboral)

EED (Engenharia Eletrotécnica Diurno)

EEPL (Engenharia Eletrotécnica Pós-Laboral)

EENA (Engenharia de Energia e Ambiente)

EID (Engenharia Informática Diurno)

EIPL (Engenharia Informática Pós-Laboral)

EMD (Engenharia Mecânica Diurno)

EMPL (Engenharia Mecânica Pós-Laboral)

ESTG (Escola Superior de Tecnologia e Gestão)

IPL (Instituto Politécnico de Leiria)

PDA (*Personal Digital Assistants*)

PTE (Plano Tecnológico da Educação)

RA (realidade aumentada)

TIC (Tecnologias da informação e comunicação)

UC (Unidade Curricular)

I. INTRODUÇÃO

A necessidade de aproximar o ensino, tantas vezes enraizado em mecanismos menos atuais, às tecnologias, face ao célere desenvolvimento destas, assim como a percepção de que existem fatores potenciadores para uma aprendizagem significativa, nomeadamente em áreas como as ciências, precipitaram o crescente interesse em investigar esta relação e a visão que os vários intervenientes possuem relativamente a estas realidades. Fazendo o enquadramento desta visão com o ensino da matemática em áreas como a engenharia, torna-se inevitável a inclusão das tecnologias tridimensionais nesta investigação, já que estas, por si só, conferem a possibilidade de manipular conteúdos e aproximar a realidade da teoria, facilitando mesmo a compreensão de conceitos mais abstratos.

O crescente desenvolvimento das tecnologias ligadas ao contexto educativo, nomeadamente a sua integração no processo de ensino e aprendizagem, desencadeou a necessidade de investigar muitos dos aspetos que envolvem esta temática. Tal é de suma importância se nos enquadrarmos numa era onde as tecnologias móveis, as redes sociais, as comunidades virtuais, entre outros, fazem parte do ensino e da aprendizagem, e em particular da forma de estar e de pensar dos estudantes.

Apesar de ser unânime a importância que os estudantes atribuem às tecnologias e a forma espontânea como se relacionam com elas, não existe consenso quanto à importância de as integrar no processo de ensino e aprendizagem. Por outro lado, subsiste a dúvida de como realmente estas podem ser uma mais-valia, ainda que o sejam, conforme pode ser constatado na literatura. A UNESCO em 2013 publica um Guia em que recomenda o uso de dispositivos móveis na educação, e de entre os 13 motivos apresentados que favorecem esta utilização, surge a otimização do tempo em sala de aula, uma das questões abordadas nesta investigação. De mencionar que num estudo transversal mais recente, Cleophas, M. et al. (2015) reforçam a forte conexão entre o *mobile learning* e a matemática, como sendo uma área que desperta grande interesse aos investigadores.

De várias tecnologias existentes, e que podem potenciar a motivação, a compreensão e um maior à-vontade com os conteúdos, destacaremos as que se baseiam nas tecnologias tridimensionais com forte interatividade, como a Realidade Aumentada (RA).

A pertinência desta investigação, além de incluir um caráter inovador no que à Realidade Aumentada no Ensino Superior diz respeito, trata de uma das áreas mais desafiantes na Educação, a matemática, e a complexidade cognitiva que lhe está associada, nomeadamente em áreas como as engenharias. Segundo menciona Domingos (2003, p. 1), no seu trabalho de investigação, “estudos internacionais, nacionais e as práticas do quotidiano do professor são reveladores das dificuldades com que os alunos se debatem ao longo da sua vida escolar, nomeadamente no que se refere à aprendizagem da Matemática.” Estas dificuldades são sentidas no Ensino Superior, em disciplinas onde conteúdos matemáticos mais complexos exigem dos estudantes capacidades de abstração face a determinados conceitos. Esta quase limitação manifesta-se sobretudo na manipulação de objetos matemáticos definidos simbolicamente, e que exigem uma maior perceção espacial e de conexão com os conceitos. Nestas áreas disciplinares verifica-se, desde há muito, elevados níveis de retenção nos primeiros anos.

Especificamente, e dado o nosso contexto, a Unidade Curricular de Análise Matemática, ministrada em cursos como as Engenharias ou Matemática, exige que os alunos tenham esta capacidade de manipular os conceitos a partir da sua definição formal e, por isso, torna-se importante saber como é que os mesmos são construídos e compreendidos a partir dos conhecimentos que deveriam ser adquiridos no ensino secundário. Pensamos que, com este trabalho, seja possível abrir novos horizontes e colocar as novas tecnologias ao serviço de áreas tão significativas como a matemática.

Segundo Domingos (2003, p. 2), “em Portugal são raros os estudos que se debruçam sobre a compreensão dos conceitos matemáticos abordados neste nível de ensino”. Esta é uma realidade que ao longo dos últimos anos não teve grandes mudanças, pelo menos não de uma forma significativa, já que as sucessivas mudanças nos currículos não têm tornado a matemática, nem a sua compreensão, mais ajustadas aos vários contextos académicos, obrigando muitas vezes os estudantes a abandonar áreas como as

Ciências com aplicações matemáticas. Contudo, no ensino superior existe a possibilidade de flexibilizar metodologias e estar mais aberto à implementação de tecnologias capazes de inverter de certa forma este ciclo. Domingos (2003, p. 2) afirma mesmo que “a matemática do pós-secundário pode ser vista como uma educação superior num microcosmos, isto é, cada professor tem autonomia para estabelecer o currículo da sua disciplina.” É por também comungarmos de certa forma desta perspetiva que nesta investigação nos preocupámos em conhecer o que estudantes e docentes pensam, e como poderiam estar ou não recetivos a novas metodologias complementares, com recurso à realidade aumentada, integrada em conceitos matemáticos mais abstratos.

Esta é uma investigação que, aspirando antever o futuro, quer perceber como implementá-lo em contextos emergentes. Muito recentemente foi publicado um artigo¹ que revela o interesse da Apple na Realidade Aumentada, tendo mesmo adquirido empresas da área, sendo uma delas a Metaio, com a qual esta investigação está intimamente relacionada, já que foi este *software* que usámos para a programação dos conteúdos 3D em Realidade Aumentada. Tendo sido descontinuado, numa fase posterior à implementação desses referidos conteúdos 3D, sentiu-se ainda assim a necessidade de encontrar alternativas, igualmente válidas e testadas, como por exemplo o ARToolKit e o Argon.

Além deste, outros desafios foram sentidos, como em qualquer estudo e trabalho, sendo que algumas das opções antecipadas numa fase preliminar da investigação ficaram em aberto. Por exemplo, inicialmente, foram encetados vários contactos com a Unidade de Ensino a Distância (UED) do IPL, com o intuito de integrarmos os conteúdos construídos em Realidade Aumentada, presentes na forma de Manual de Apoio às aulas, na plataforma do Instituto, especificamente na Unidade Curricular (UC) de Análise Matemática, para os cursos de Engenharia. Por constrangimentos éticos não o fizemos, já que este manual deveria estar disponível para todos os alunos inscritos nesta UC, o que não foi possível assegurar por questões que nos foram alheias. Surgiu ainda a possibilidade de criar um

¹ http://tek.sapo.pt/mobile/equipamentos/artigo/apple_esta_de_olho_na_realidade_aumentada_pode_estar_a_desenvolver_oculos_inteli-49581iye.html (15-11-2016)

grupo de consulta *online* e um grupo de contacto presencial (na sala de aula), mas tal revelou-se igualmente difícil de assegurar por questões que, uma vez mais, nos foram alheias.

Por outro lado, estando esta investigação focada em conteúdos tridimensionais como contributo para a aprendizagem da matemática, chegou a equacionar-se a criação de conteúdos específicos através da Impressão 3D. Esta, além de ser uma estratégia inclusiva, permitiria uma interação diferenciadora. Contudo, além de toda a exigência na implementação em termos logísticos, iria desfocar do cerne do estudo, centrando-o em conteúdos e impossibilitando um enfoque na implementação e na avaliação dos resultados em sala de aula, entre outros aspetos, dos conteúdos 3D em RA.

Nesta investigação existiu, desde o início, a preocupação em tornar exequível a conexão entre conceitos mais abstratos ligados à matemática e às tecnologias, em particular as tridimensionais. Construir esta ligação tornou-se ainda mais pertinente por dois fatores preponderantes, entre eles o facto de estes conceitos estarem relacionados com uma UC ministrada no Ensino Superior e por terem sido construídos conteúdos em Realidade Aumentada mantendo a articulação com os materiais já existentes. Garantiu-se, pois, a integração de conteúdos em RA no ensino da matemática, em contextos de ensino superior. Estes conteúdos tridimensionais, de fácil acesso com recurso a um Manual de Apoio, construído integralmente e de raiz para esta investigação, foram adaptados de forma rigorosa ao programa da UC. Para que tal fosse possível, foi mantido um contacto próximo com todos os agentes (docentes, coordenadores de curso, coordenadores de departamento, direção da escola e investigadores).

O tema de investigação pode então ser apresentado na forma de uma questão central: “De que modo as Tecnologias Tridimensionais potenciam o ensino e a aprendizagem da Matemática?”. As questões específicas de investigação e os respetivos objetivos são explicitados de seguida.

1. Qual o impacto de tecnologias tridimensionais no aprofundamento de conteúdos matemáticos?

Objetivo: Problematizar o papel das tecnologias tridimensionais no ensino e na aprendizagem da matemática.

2. Que estratégias e instrumentos são utilizados no ensino da matemática, em alguns conteúdos passíveis de serem apreendidos com recurso a tecnologias tridimensionais, no IPL?

Objetivo: Conhecer práticas de ensino da matemática com recurso a tecnologias tridimensionais, no IPL.

3. Que estratégias devem ser adotadas na implementação de tecnologias tridimensionais para o ensino e a aprendizagem da matemática?

Objetivos: Conhecer potencialidades e limitações da realidade aumentada para o ensino e a aprendizagem da matemática; Descrever estratégias que potenciem o uso de tecnologias tridimensionais no ensino e na aprendizagem da matemática.

4. Quais as expectativas que estudantes e docentes têm quanto à utilização de tecnologias tridimensionais no ensino e na aprendizagem da matemática?

Objetivo: Analisar a perceção de estudantes e docentes de matemática relativamente às diferentes tecnologias tridimensionais implementadas.

5. Quais as dificuldades e os pontos fortes apontados por docentes e estudantes, em relação à implementação de tecnologias tridimensionais no ensino da matemática?

Objetivo: Mapear os principais problemas e desafios subjacentes à implementação de tecnologias tridimensionais no ensino e na aprendizagem da matemática, no IPL.

As hipóteses de investigação são: a implementação de tecnologias tridimensionais, nomeadamente a Realidade Aumentada, no ensino da Matemática fomenta a motivação dos estudantes para a aprendizagem; recursos tridimensionais integrados numa unidade curricular de Matemática proporcionam ao docente mais tempo para o ensino de questões mais complexas.

A concluir a introdução, refere-se que esta tese se organiza em 4 partes. A parte I inclui a contextualização do estudo, a descrição das motivações para a sua realização, bem como a definição das questões e dos objetivos da investigação.

Na parte II incluímos o enquadramento teórico subdividido em três domínios de referência, Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC), *Mobile Learning* e Realidade Aumentada (RA). Qualquer uma destas áreas será apresentada sob várias perspetivas, nomeadamente a visão nacional face à internacional, o ponto de vista dos estudantes e dos docentes, outros estudos integrados no âmbito do Ensino Superior e no contexto específico da matemática. Ainda nesta parte inclui-se o enquadramento metodológico, subdividido em fundamentos e opções metodológicas, dando-se particular atenção à DBR e ao contexto de investigação.

Na parte III estão incluídos os contributos para a Aprendizagem da Matemática no Ensino Superior, correspondendo à Apresentação e Análise de Dados e Discussão dos Resultados e Conclusões.

Na parte IV explicitam-se as considerações finais, retomando a síntese das conclusões, e apresentam-se limitações do estudo e perspetivas para futuras investigações.

II. CONTEXTUALIZAÇÃO DO ESTUDO

1. ENQUADRAMENTO TEÓRICO

O presente enquadramento teórico pretende introduzir alguns conceitos basilares, que ajudem a alicerçar o entendimento acerca do problema de investigação, com foco primordial nas tecnologias tridimensionais, nomeadamente a Realidade Aumentada.

É inquestionável a expansão tecnológica que o mundo tem assistido nos últimos anos, com repercussões em quase todos os aspetos da vida quotidiana e, inevitavelmente, na educação. O conceito de alfabetização mudou em termos globais já que a tecnologia tornou-se uma nova “linguagem” e conseqüentemente uma prioridade na política internacional, de forma a preparar cidadãos capazes de utilizar novas tecnologias para apoiar o desenvolvimento social e melhorar a produtividade económica (UNESCO, 2008). Estudantes e docentes são atores preponderantes em todo este processo.

Crianças e jovens crescem e são educados em ambientes altamente mediados pela tecnologia, principalmente a audiovisual e a digital. Os novos utilitários, acessíveis de forma quase instantânea, e que são encarados como uma necessidade, conquistam desde cedo a atenção dos mais jovens, que desenvolvem grande aptidão e destreza na sua utilização.

Importa apresentar um enquadramento atual e evolutivo sobre áreas cruciais que alicerçam esta investigação, entre elas as Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), o *Mobile Learning*, e a Realidade Aumentada (RA). Teremos presente a visão de estudantes e docentes, em particular no contexto do Ensino Superior, e contextualizados no ensino da Matemática. Serão apresentados estudos nacionais e internacionais relacionados com estes contextos. Faremos um estudo mais exaustivo das Tecnologias Tridimensionais, e em particular da Realidade Aumentada, ao longo dos últimos 80 anos.

1.1 TIC

A utilização das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), no processo de ensino e de aprendizagem, tem sido amplamente referenciada como significativo para todos os níveis de ensino e tem despoletado vários debates onde são identificadas inúmeras vantagens (cf. por exemplo: Ribeiro, Moreira & Almeida, 2009). É inquestionável que estas ferramentas são extremamente positivas e podem potenciar a motivação na aprendizagem através das e com as tecnologias, conduzindo a uma efetiva construção do conhecimento. Os resultados desta investigação corroboram essa mesma perspetiva, quer por parte dos docentes como dos estudantes, como analisaremos nos capítulos dos Resultados e das Conclusões.

A nível europeu destacamos o Relatório de Impacto das TIC da *European SchoolNet* (Balanskat, Blamire & Kefala, 2006) e o relatório anual de 2007 da *British Educational Communications and Technology Agency* (BECTA, 2007) que enunciam as vantagens da utilização das TIC, nomeadamente por alunos com necessidades educativas.

Sancho e Hernández (2006, p. 148), reportando-se à utilização educativa das TIC, sintetizam: “A utilização das TIC possibilita respostas variadas, porque permite diferentes formas de apresentação da informação, maneiras diversificadas de expressão e aprendizagem e formas variadas de envolvimento, para dar resposta à complexidade de facetas da aprendizagem e do ensino.”

Nesta perspetiva funcional e adaptativa, as TIC poderão cativar diferentes intervenientes, que recorrendo a outras metodologias poderiam revelar-se desinteressados e com uma atitude face à aprendizagem mais passiva.

No âmbito das TIC é importante referenciar a perspetiva inclusiva, sendo que esta implica não a adaptação do estudante à escola mas antes o inverso, sendo imprescindível a garantia de recursos humanos preparados e ainda de recursos materiais capazes de ir ao encontro de todo e qualquer estudante. Entenda-se que inclusão pode ser percecionada face à diversidade de estudantes que integram o ensino superior atualmente, assim como as suas expectativas, necessidades e competências de base que trazem do ensino secundário. No contexto específico desta investigação, e conforme antes mencionado, considerou-se a hipótese de integrar nas aulas de implementação objetos tridimensionais

recorrendo à impressão 3D, com o intuito de permitir que estudantes cegos pudessem ter igual oportunidade de perceberem os conteúdos imbuídos de maior abstração matemática. Tal não se revelou possível devido a opções intrínsecas à estratégia definida para esta investigação, bem como de constrangimentos extrínsecos, que nos foram alheios.

Existe em alguns contextos o mito de que a simples introdução do computador em sala de aula gera efeitos automáticos, benéficos para o processo de ensino e de aprendizagem. Contudo, para que tal aconteça, entre outros aspetos, é necessária a implementação de metodologias pedagógicas que rentabilizem o potencial que as TIC podem transportar. Sancho & Hernández (2006) referem mesmo que existem várias evidências de que as tecnologias por si só não incutem mudanças significativas, sendo que os docentes desempenham um papel preponderante, o principal papel, segundo estes autores. O conhecimento do docente e a sua experiência face às TIC são de suma importância, porém a compreensão que estes possuem em relação aos objetivos que se pretendem alcançar, do potencial das TIC (Cowie & Jones, 2009) e de como este pode ser rentabilizado ao serviço do ensino, é preponderante. Esta é uma preocupação sentida desde há muito, o que podemos constatar num artigo de Niess (2005), com o título “Preparing teachers to teach science and mathematics with technology: Developing a technology pedagogical content knowledge”. De salientar que nesta investigação os docentes que ministram a UC de Análise Matemática foram questionados sobre a implementação de tecnologias em contexto de sala de aula, sendo interessante assinalar as conclusões apresentadas nos capítulos finais, entre elas o facto de existir algum desconhecimento face à Realidade Aumentada, em particular no ensino, e o recurso ainda recorrente a métodos expositivos e orais. Por contraponto, existem experiências em sala de aula mais dinâmicas e com recurso a *softwares* de matemática, com uma interação mais unidirecional, e que poderão fazer antever uma maior abertura para estas transformações no processo de ensino e aprendizagem.

Assim, é desejável e expectável que os docentes adquiram as competências tecnológicas, como utilizadores e como atores de um processo de suporte à aprendizagem, estando desta forma mais preparados para proporcionar autonomia aos seus alunos com

as vantagens que a tecnologia pode trazer. As escolas e as salas de aula, presenciais e virtuais, devem ter docentes equipados com recursos e capacidades em tecnologia que permitam facilitar o conhecimento, ao mesmo tempo que se incorporam conceitos e competências em TIC (UNESCO, 2008).

Há cerca de uma década, a insuficiência de qualificações do corpo docente continuava a ser uma das principais barreiras à modernização tecnológica (Costa, Rodrigues, Peralta, Cruz, Reis, Ramos & Valente, 2008). Entretanto, Ribeiro (2012) afirma que, de acordo com dados do Ministério da Educação, cerca de 25% a 30% do corpo docente frequentou, por ano, ações de formação em tecnologia. Contudo, esta percentagem é manifestamente reduzida e pouco alinhada com orientações nacionais e até europeias.

Verificou-se que, há relativamente poucos anos, se encetou o apetrechamento informático das escolas com o lançamento de diretivas, políticas e projetos de financiamento nacionais e europeus, que procuraram combater a infoexclusão e o analfabetismo informático, assim como potenciar a utilização das TIC como instrumento pedagógico (Ribeiro, 2012). No panorama nacional discutem-se os novos papéis da escola e do professor, as preocupações e implicações subjacentes a nível de estratégias pedagógicas e de formação dos agentes educativos na utilização educativa das TIC. As iniciativas públicas e privadas que visam a utilização das TIC nas escolas, em Portugal, são já muito frequentes, com a sua génese mais entusiástica na década de 80 do século passado (Ribeiro, 2012).

Continua a assistir-se a profundas reformas a nível da integração das TIC no processo de ensino e aprendizagem. O Plano Tecnológico da Educação (PTE²), aprovado pela Resolução de Conselho de Ministros n.º 137/2007, de 18 de setembro, teve como objetivo estratégico colocar Portugal entre os cinco países europeus mais avançados na modernização tecnológica do ensino em 2010, visando a melhoria dos processos de ensino e de aprendizagem e para o reforço das qualificações das novas gerações, através da concretização de um conjunto integrado de programas e projetos de modernização tecnológica das escolas. Atualmente o PTE visa tornar a escola num espaço de

² <http://www.parque-escolar.pt/pt/empresa/plano-tecnologico-da-educacao.aspx>

interatividade e de partilha de conhecimento sem barreiras, certificando as competências TIC de professores, alunos e funcionários, e preparando as crianças e os jovens para a sociedade do conhecimento. O Plano Tecnológico da Educação é composto por três eixos de atuação – Tecnologia, Conteúdos e Formação, que cobrem, de forma integrada e transversal, todos os domínios relacionados com a modernização do sistema educativo em Portugal.

Quando nos focamos no ensino superior surgem muitos estudos relativamente recentes, no que às TIC diz respeito. Na última década as instituições de ensino superior em Portugal, tal como noutras partes do mundo, foram introduzindo práticas de *Elearning*, de tal forma que atualmente todas elas utilizam, no contexto educacional, alguma modalidade de ambiente virtual de aprendizagem. A forma como estas são potenciadas nas práticas pedagógicas, as estratégias utilizadas ou os fatores de sucesso que lhes estão associados, não são consensuais nem claros (Costa & Morgado, 2014). Estas autoras afirmam mesmo que: “Mais de uma década após a Declaração de Bolonha, e das alterações exigidas pelo processo de mudança estrutural e funcional que se lhe seguiu, o ensino superior continua a viver momentos difíceis de mudança no espaço europeu, e concretamente em Portugal.” (p. 63)

Tem-se verificado um constante e exponencial desenvolvimento das tecnologias educacionais, assim como da educação a distância e do *elearning*, surgindo uma abertura para novos públicos que pretendem aceder a este tipo de ensino. Contudo, este cenário de novas expectativas e de inovação gera dentro da comunidade educativa, docentes e estudantes, incertezas, novas inquietações e alguma resistência face a novos desafios. Tem existido uma maior pressão neste âmbito às instituições de ensino superior, para que consigam dar respostas imediatas a estas necessidades emergentes. A celeridade em obter respostas, “uma compreensão teórica insuficientemente alargada e coerente das práticas em educação a distância e *elearning*, por dificuldade em encontrar sentido no leque de possibilidades” (*ibid, idem*), tem precipitado algumas práticas e conseqüentemente comprometido algumas expectativas.

Neste processo de implementação das tecnologias digitais na educação, tem surgindo alguma complexidade, não expectável inicialmente, e, como anteriormente

aludido, as vantagens da sua utilização não parecem ser claramente evidentes nem fundamentadas (Guri-Rosenblit & Gros, 2011). Foram criadas expectativas nas duas últimas décadas face à aprendizagem mediada por tecnologias, preconizando-se uma mudança de papéis, em que os estudantes assumiriam de certa forma o domínio e controlo deste processo, o que na realidade não se concretizou em pleno. Existe ainda, neste campo científico, alguma imaturidade no que toca por exemplo à terminologia, em virtude de se considerar um domínio relativamente recente e, por isso, com limites ainda pouco precisos (cf. Por exemplo: Sangrà, Vlachopoulos, Cabrera & Bravo, 2011).

Ao nível do ensino superior têm sido desenvolvidas várias iniciativas em prol da investigação tecnológica educacional, analisando-se, avaliando-se e refletindo sobre tendências, necessidades e resultados inerentes à produção científica. Continua a existir a necessidade de melhor compreender o estado da arte da investigação nestes contextos, nomeadamente na educação a distância e *elearning*, colmatando num futuro próximo as lacunas já identificadas.

Cardoso *et al.* (2007) referem, num trabalho sobre a tutoria no fórum on-line, que é de esperar que os progressos de natureza tecnológica venham a tornar menos exigente o esforço do tutor, designadamente, com *software* que facilite a estruturação do debate. Referem ainda que o facto de o *software* já permitir que o tutor organize a informação de vários modos é um avanço útil, contudo a tecnologia tem que progredir noutras direções, como no caso da aprendizagem móvel ou *mobile learning*, que se perspetiva a seguir.

1.2. MOBILE LEARNING

O *mobile learning* pode ser entendido como o uso conectado, interativo e personalizado de dispositivos portáteis, em diversos contextos, nomeadamente em salas de aula, na aprendizagem colaborativa, no aconselhamento e orientação de estudantes (Traxler, 2011). A aprendizagem apoiada por tecnologias móveis (*mobile learning*) é um processo de aprendizagem que pode acontecer em qualquer lugar e a qualquer hora (Moura, 2016). O conceito de *mobile learning* tem vindo a evoluir em paralelo com a evolução tecnológica. A UNESCO (2008) define *mobile learning* como a aprendizagem que acontece usando tecnologias móveis (*smartphones*, leitores de livros digitais e *tablets*), oferecendo acesso à comunicação e informação como nunca aconteceu antes.

Os dispositivos móveis, entre eles o telemóvel ou o *tablet*, entre outros, têm vindo a ser usados como ferramentas de aprendizagem em *mobile learning*. Esta implementação nem sempre é vista de forma positiva, quer por educadores (pais e encarregados de educação), quer por uma parte significativa da comunidade educativa, em contextos de escolaridade obrigatória. Uma das razões mais apontada é o fator distração, já que a associação destes dispositivos é inevitável ao mundo dos jogos digitais, sendo que nestas idades os alunos vêm estes objetos como plataformas de jogo, e meio de comunicação.

Kuznekoff & Titsworth (2013) realizaram um estudo sobre o uso dos smartphones na aprendizagem, num contexto específico em que os estudantes vêm um vídeo sobre um conteúdo letivo e em simultâneo recebem e enviam mensagens e publicam *tweets*. Estando estes numa fase do crescimento cognitivo, os resultados corroboram que os estudantes quando trocam mensagens durante a atividade memorizam menos detalhes da aula e obtêm resultados mais baixos nos testes. Por outro lado, os estudantes que tiram apontamentos durante a aula obtêm pontuação mais elevada do que aqueles que não o fazem. Apesar de os resultados do estudo apontarem para um nível significativo de distração, em virtude da multitarefa, estes autores consideram que é preciso encontrar um equilíbrio na utilização destes dispositivos móveis, já que o uso destes pode ajudar a reter informação e transformá-la em conhecimento. Segundo defende Moura (2016: p. 20)

“É por isso que o papel do professor é crucial, no sentido de usar a tecnologia de forma inovadora, através de experiências de aprendizagem baseadas em trabalho de equipa, resolução de problemas da vida real, simulações, jogos educativos e abordagens mais colaborativas e interativas.”

Há outros estudos ainda (entre outros: Moura, 2010) que apontam para uma boa aceitação por parte dos estudantes da integração de dispositivos móveis como ferramentas de apoio às atividades de aprendizagem, nomeadamente os seus próprios telemóveis, incorporando-os naturalmente nas suas práticas de estudo e explorando as várias funcionalidades através de diferentes atividades curriculares, dentro e fora da sala de aula, de forma individual e colaborativa. A autora afirma nas suas conclusões que “*o telemóvel é usado como ferramenta mediadora de aprendizagem, e possibilitou tirar dúvidas e aprender quando era mais conveniente, [...] aumentou a motivação do aluno pela disciplina e o aperfeiçoamento da leitura em língua estrangeira.*” (p. viii).

Num outro estudo, sobre Sistemas de Aprendizagem Móveis (*m-learning systems*), Ismail, Idrus & Gunasegaran (2010) constata a manifesta satisfação por parte dos utilizadores em usar estas ferramentas de aprendizagem adicionais, sentindo-se apoiados e motivados para a utilização de aplicativos móveis com uma linguagem acessível. De facto, os sistemas usualmente utilizados em *m-learning*, como os referidos sistemas móveis de comunicação, podem, quando integrados com conteúdos de RA, potenciar as observações/explorações de campo, já que se pode explicar a realidade observada com a adição (i.e. aumentada) de conteúdos virtuais adicionais (vídeos explicativos, esquemas, desenhos tridimensionais, entre outros). Esta interação contribui para uma maior autonomia no processo de aprendizagem. Recorde-se ainda que conteúdos disponibilizados e desenvolvidos com recurso às tecnologias de RA podem ser acedidos em qualquer contexto recorrendo aos sistemas de apoio ao *m-learning*, como os já referidos telemóveis ou *tablets*.

Cadavieco *et al.* (2012) apresentam uma análise das experiências educacionais relacionadas com a utilização de dispositivos móveis na sala de aula, em que incluem uma proposta em que as tecnologias de Realidade Aumentada são aplicadas para apoiar a explicação de conceitos por meio da adição de informações ao objeto que está a ser

gravado por um dispositivo móvel. Esta técnica depende da análise dos recursos da imagem e da sua combinação, usando um aplicativo de *software* que sobrepõe dados armazenados com imagens reais. Esta metodologia está configurada para melhorar a produção educacional dos alunos através da aplicação desses recursos tecnológicos.

Num estudo exploratório relativamente atual, Cardoso (2012) afirma que:

“apesar de se evidenciar um predomínio do *mobile learning*, com incidência na utilização de podcasts e de telemóveis em contextos educativos diversificados, os dados obtidos sugerem que a temática perspetivada é uma realidade em Portugal, que pelas potencialidades salientadas, importa continuar a aprofundar.” (p.61)

No mesmo estudo, com o intuito de aferir o nível em que se encontra a investigação em contexto nacional sobre jogos e *mobile learning*, a autora conclui que a “investigação portuguesa [...] já não está num nível elementar” (idem, p. 73), antecipando que novas (re)descobertas neste campo venham a ocorrer.

Numa abordagem ainda mais recente, Cleophas *et al.* (2015) referem-se a “uma área que apresenta um maior interesse dos pesquisadores, conciliando o uso do m-learning e da matemática”, sendo que “a divergência de opiniões está em grande parte centrada na falta de formação contínua de docentes, dificultando a integração [...] [das tecnologias móveis] em sala de aula”.

Mais recentemente ainda, Barros & Carvalho (2016) articulam a aprendizagem de operações com polinómios e o *mobile learning*, através da criação do jogo Tempoly. Nas palavras destes autores:

“É amplamente reconhecido, nomeadamente no programa nacional de matemática, que a aprendizagem da matemática deve ser realizada recorrendo a estratégias diversificadas, entre as quais se incluem o recurso aos jogos. Tendo esta necessidade em mente, foi criado um projeto de investigação e desenvolvimento, que incide sobre o desenho e utilização de um jogo móvel na aprendizagem das operações aritméticas com polinómios, na disciplina de Matemática no 3º Ciclo do Ensino Básico e do Ensino Secundário.”

Abreu e Cardoso (2016) apresentaram um mapeamento de estudos em acesso aberto sobre *mobile learning* e educação, para sintetizar parte do estado atual do conhecimento e da investigação nestes domínios. Assim, efetuando uma revisão da literatura, a partir de documentos disponíveis na Internet, em bases de dados eletrónicas disponíveis *online* e especializadas em educação, os autores constatarem que o desenvolvimento do *mobile learning* tem sido muitas vezes movido pela necessidade pedagógica, a inovação tecnológica e as oportunidades de financiamento. Ou seja, o retrato que traçam do que tem sido a investigação nestas áreas permite concluir que o foco está simultaneamente na pedagogia e nas tecnologias. E que só desta forma é possível garantir que o *m-learning* atinja o seu potencial, e a aprendizagem se efetue em qualquer parte por qualquer tipo de pessoas, permitindo, nomeadamente aos estudantes, a possibilidade de assumirem o controlo da sua aprendizagem de uma forma diferenciada. Nas palavras dos referidos autores, “se usadas de forma eficaz, as tecnologias móveis podem suportar abordagens construtivistas na aprendizagem e constituir ferramentas para expandir a discussão para além da sala de aula e proporcionar novas formas para os alunos colaborarem e comunicarem.” (p.28) Também a RA permite fomentar a colaboração e comunicação, como constataremos, em particular na secção seguinte.

1.3. REALIDADE AUMENTADA

As tecnologias tridimensionais, baseadas quer numa perceção tangível, como o caso da impressão 3D, quer numa perceção intangível, como a realidade aumentada (RA), encontram-se atualmente num estado de maturidade que permite de forma acessível e eficiente a sua aplicação e capitalização no domínio do ensino. A sua articulação com as tecnologias da informação e comunicação (TIC) flexibilizam a sua utilização e o seu acesso, de forma presencial ou remota. Estamos, assim, inseridos num ecossistema com condições que permitem dinamizar o ensino e a aprendizagem através do desenvolvimento de conteúdos que rentabilizem os recursos que temos ao nosso dispor. Deste modo, verifica-se a nível internacional uma grande dinâmica exploratória com o desenvolvimento de diversos trabalhos de investigação, dinâmica que começa a ser registada também a nível nacional, como apresentaremos mais à frente.

É importante referir que quando mencionamos o conceito 3D não se pretende incluir uma visão onde os modelos *online* simulam no virtual exatamente o espaço presencial, com salas, projetor, docente, entre outros, ou seja, recriando-se toda a ambiência de uma turma. O que de facto é essencial para o estudante é interagir com um cenário relacionado com a sua aprendizagem, de modo a simular o funcionamento real e dinâmico desse mesmo cenário. Como antes mencionado, são muitos os exemplos e em várias áreas do conhecimento (cf. ainda, e entre outros, Fernandes, 2013) onde é possível implementar as tecnologias tridimensionais de forma demonstrativa e motivando para a aquisição de competências e de novos conhecimentos.

Ao considerar as tecnologias tridimensionais, como a capacidade de fazer a impressão tridimensional (3D), a captura de formas tridimensionais (digitalização 3D) e a integração no mundo real de elementos virtuais (RA), verificamos que o seu desenvolvimento tem em comum a evolução tecnológica no domínio dos computadores e que se encontra ligado à integração das tecnologias da informação e comunicação no nosso quotidiano. Justifica-se então que se estabeleça esse paralelismo, no âmbito do desenvolvimento dos computadores, pelas semelhanças encontradas, tal como a seguir se explicita. De facto, as tecnologias tridimensionais de conteúdos intangíveis, como a RA,

estão estreitamente ligadas à capacidade e ao cálculo computacional e, desta forma, a sua disponibilização está relacionada com o trajeto do desenvolvimento dos computadores pessoais. Recorde-se que a RA representa a integração de imagens virtuais no mundo real; esta integração é efetuada através da utilização das TIC. Jorge (2016) define a RA como uma tecnologia que poderá permitir, além da visualização, a interação e manipulação de objetos virtuais no mundo real de uma forma imersiva, colmatando de certa forma o carácter prático muitas vezes dissociado do *elearning*.

De seguida traçamos, portanto, um mapeamento da evolução das tecnologias tridimensionais, nomeadamente no que respeita à aplicação ao ensino da RA e de conteúdos 3D, apresentando uma síntese de casos práticos, com base na investigação levada a cabo em 2013 por Coimbra, Cardoso & Mateus. Assim, começamos por contextualizar a inserção das tecnologias tridimensionais (intangíveis) nos diversos setores da sociedade. Posteriormente, apresentamos uma descrição de alguns dos trabalhos que a nível internacional e nacional se estão a desenvolver pela aplicação dessas mesmas tecnologias, principalmente no domínio da educação e do ensino. Para o efeito, e na linha de Cardoso *et al.* (2013 e 2010), fizemos uma intensa pesquisa bibliográfica, com especial enfoque nos últimos anos (a saber, entre 2010 e 2014 numa primeira fase e até 2017 numa pesquisa de atualização, no que diz respeito à aplicação à educação), embora o enquadramento tecnológico retome alguns factos e marcos importantes dos últimos 80 anos.

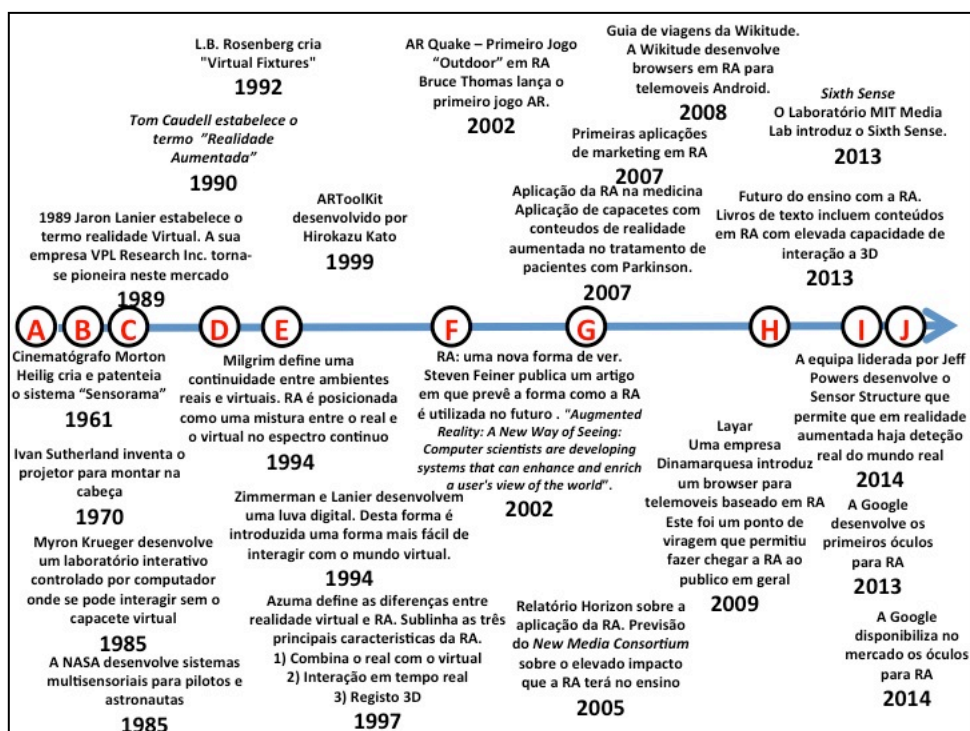
Para realizar esta pesquisa, recorreu-se ao Google, utilizando palavras-chave e marcadores booleanos, com termos como «realidade aumentada», «tridimensional», «ensino», «matemática» e «m-learning». De referir que a pesquisa bibliográfica foi complementada, com recurso àqueles descritores, na b-on, Biblioteca do Conhecimento Online, onde se focou com maior relevo, nomeadamente pela consulta das revistas “Computers and Education”, “Computers in Human Behavior”, “Journal of Systems and Software”, “Computer Science”, “Advances in Engineering Software” e “Social Behavior Sciences”. Numa pesquisa mais recente foram selecionados artigos a partir das notificações automáticas no Research Gate. A pesquisa foi faseada, como já mencionado,

tendo sido efetuada numa primeira fase durante 2013 e 2014, e posteriormente atualizada no final de 2016 até junho de 2017.

Recorde-se que no presente estudo se apresenta uma perspetiva cronológica da evolução tecnológica ao nível de equipamentos e de *software*, evolução que se traduz atualmente em condições únicas para a implementação efetiva das tecnologias tridimensionais apoiadas por RA e pelas TIC no domínio da educação. Deste modo, os trabalhos selecionados, essencialmente artigos, foram realizados entre 1997 e 2017 e refletem desenvolvimentos tidos desde 1961 até aos nossos dias. Além disso, a pesquisa não foi restringida aos trabalhos de investigação realizados somente em Portugal, até porque, e como primeira constatação do mapeamento feito, é reduzida a quantidade de trabalhos neste domínio a serem implementados em território português, embora essa tendência se tenha vindo a alterar nos últimos anos (entre 2014 e 2017).

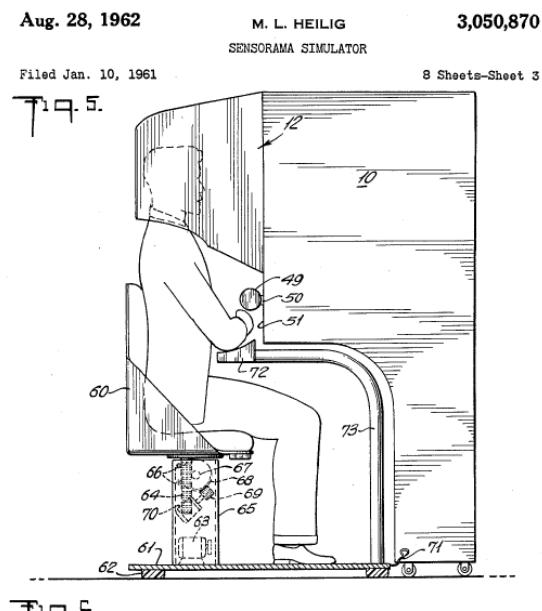
Constituiu-se, portanto, um corpus de 44 referências, na sua maioria de revistas científicas internacionais, com revisão, acedidas sobretudo via b-on, em que se privilegiaram as que refletem uma evolução cronológica das tecnologias de realidade aumentada, as relações destas com a evolução das tecnologias da informação e da comunicação e, por último, os estudos de implementação de conteúdos tridimensionais de RA no ensino superior, em particular em unidades curriculares de matemática. Na Figura II.1.1 apresenta-se um resumo cronológico dos principais acontecimentos que contribuíram para o atual estágio de desenvolvimento nestes domínios, de que evidenciamos, em 1961, o Sensorama, um sistema inovador cuja patente foi registada pelo cinematógrafo Morton Heiling e que permite ao utilizador experimentar uma sessão cinematográfica imersiva (Figura II.1.2).

Figura: II.1.1 – Evolução histórica da RA com referência a marcos relevantes no domínio da evolução tecnológica dos computadores, das TIC e dos sistemas de exibição de imagem (Coimbra, Cardoso & Mateus, 2013: p.17).



- A** 1946 – ENIAC : Primeiro computador
- B** 1961 – Sensorama: Morton Heiling inventa um sistema que permite imersão em mundo virtual através de imagens
- C** 1968 – Desenvolvido primeiro capacete de exibição de imagens por Ivan Sutherland
- D** 1970 – Desenvolvimento de primeiro Telemóvel por Cooper
- E** 1979 – A operadora NTT Japonesa inaugura uma rede na zona metropolitana de Tokio
- F** 1981 – Implementação da primeira rede celular mundial pela Suécia, Noruega, Dinamarca e Filândia
- G** 1982 – Nokia introduz telemóvel em viaturas.
- H** 1990 – Computador pessoal (PC – Personal computer) difunde-se
- I** 1993 – Publica-se primeiro artigo com aplicação de Realidade Aumentada no domínio da formação com a aplicação KARMA
- J** 2000 – Difunde-se a internet de secretária
- K** 2001 – Lançamento do iPod
- L** 2007 – São lançados os Smartphones (primeiro iphone)
- M** 2010 – Difunde-se a internet móvel. São lançados os tablets (primeiro iPad)
- N** 2013 – Lançados os Google Glasses
- O** 2014 – Jeff Powers e a sua equipa desenvolve o Sensor Structure que permite em RA que haja reconhecimento de forma do mundo real

Figura: II.1.2 – Sensorama (Fonte: *U.S. Patent 3050870*).



Destacamos ainda, em 1968, o facto de Ivan Sutherland desenvolver um capacete imersivo, com controlo por computador (Carmigniani *et al.*, 2011; Sutherland, 1968). Este constituiu o primeiro sistema de realidade virtual e RA; foi desenvolvido na Universidade de Harvard em Utah. Na década de 70, esta tecnologia ficou conhecida como Realidade Artificial (em inglês, *Artificial Reality*) (Zhao, 2009). Mais tarde, Myron Kruger, na Universidade de Connecticut, desenvolveu o “videoplace”, constituído por uma sala para a interação entre o ser humano e o computador. Este sistema usava a informação de uma câmara que era transmitida para um computador e depois projetada num ecrã, o qual permitia a interação com a Realidade Artificial (Nagler, 1994).

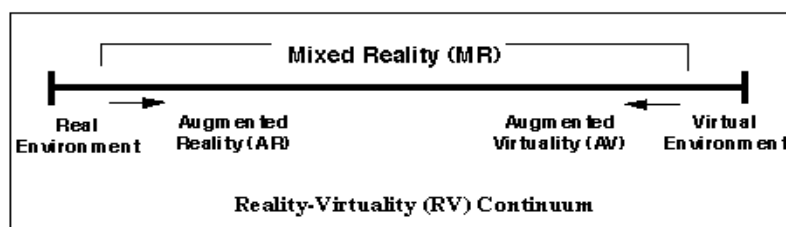
Mais tarde, Feiner e colaboradores publicam, em 1993, o primeiro artigo a ser apresentado no domínio da RA. A aplicação então desenvolvida, de nome KARMA, foi validada na formação de técnicos na manutenção de impressoras. Dois anos antes, Feiner (1991) concluía que os conteúdos baseados em RA iriam ter um importante papel na formação e que, para isso ocorrer com maior intensidade, bastava que as dimensões dos sistemas de visualização diminuíssem e a sua funcionalidade fosse flexibilizada. De facto, nessa altura os sistemas de visualização/exibição eram relativamente grandes, pouco

flexíveis e pouco confortáveis. A investigação e o desenvolvimento nesta nova perspetiva do mundo real continuou, principalmente em aplicações militares da NASA (*National Aeronautics and Space Administration*) para o treino de pilotos, astronautas, exército e na área médica.

Muitas das inovações e dos desenvolvimentos no domínio da Realidade Artificial nunca chegaram a ser aplicados com sucesso até que Zimmerman e Lanier introduziram a “Dataglove”, que representou uma forma mais amigável de interação com o ambiente virtual (Sturman e Zeltzer, 1994), sendo que os utilizadores podiam manipular objetos no mundo virtual através de uma luva. Em 1989, Jaron Lanier cunhou então o termo Realidade Virtual e foi o primeiro a trazer a tecnologia para o público, vendendo as “datagloves” como pontos de entrada para o mundo virtual (Zhao, 2009).

Coimbra *et al.* (2015) identificam que, em 1990, a designação “realidade aumentada” é atribuída a Tom Caudell que estabeleceu o termo enquanto trabalhava na Boeing ao desenvolver um sistema que se encaixava na cabeça com um dispositivo de visualização e que servia de ajuda à montagem das cablagens dos aviões, através da apresentação esquemática de aviões no chão da fábrica (Vaughan-Nichols, 2009). Esta sobreposição do virtual sobre o real é explicada por Milgram e colaboradores, em 1994, como uma continuidade entre ambientes reais e virtuais (cf. também Milgram, 2006), como se pode observar na Figura II.1.3.

Figura: II.1.3 – Continuidade entre a realidade virtual e o mundo real (Milgram *et al.*, 1994).



Em 1997, Ronald Azuma escreveu um relatório em que definia o campo da RA e enumerou três critérios importantes que a definem, separando-a das “realidades artificiais e virtuais”. Assim, os três critérios de Azuma para a definição da RA são: combinação entre

o real e o virtual; interação em tempo real; apresentação em 3D. A partir deste momento, o domínio do desenvolvimento da RA cresceu e em 2002 foi apresentado o primeiro jogo *outdoor* em RA chamado “Quake” (Thomas *et al.*, 2002). Em 2005, o relatório Horizon descreve a RA como uma tecnologia chave para o desenvolvimento de aplicações em 5 anos. De facto, a popularidade e o desenvolvimento dos *smartphones* permitiu colocar a RA nas mãos dos utilizadores. Nessa altura, foram identificadas e definidas duas formas diferentes de RA: a baseada na localização geográfica e a baseada em marcas ou padrões.

No caso da RA baseada na localização geográfica, a utilização do GPS do telemóvel determina a localização e, dessa forma, é colocada uma camada de informação sobre o que estamos a ver com a câmara (Billinghurst, 2011; Carmigniani *et al.*, 2011). Podem referir-se dois exemplos de aplicações que funcionam desta maneira: a aplicação *Wikitude*, disponibilizada em 2008, e a aplicação *Layar*, disponibilizada em 2009; ambas são disponibilizadas para dispositivos móveis.

No caso da RA baseada em marcas ou padrões, o dispositivo móvel (telemóvel, *tablet* ou câmara do computador portátil) reconhece marcas que disponibilizam informação ou elementos tridimensionais. O laboratório HITLab da Nova Zelândia foi o primeiro a produzir marcadores em RA impressos em jornais, que serviam, por exemplo, de elemento publicitário do jardim zoológico de Wellington. Assim que os leitores registassem o marcador através do dispositivo móvel, um animal em 3D surgia sobre a página (Schmalstieg, Langlotz & Billinghurst, 2011). Outro exemplo do avanço tecnológico são os óculos da Google que foram lançados em 2013 para teste e que foram lançados ao público em 2014. Apesar de a patente registada pela Google, outras aplicações foram já desenvolvidas por outras empresas, entre elas o Samsung Gear VR, fabricado pela Samsung e o Xiaomi VR Play II, fabricado para ser utilizado com a aplicação Cardboard da Google (iOS, Android).

A incorporação de elementos virtuais no mundo real começou a apresentar uma nova dimensão. A título ilustrativo, referimos a integração de tecnologias, como a RA e a digitalização tridimensional de não contacto, que possibilitou a Jeff Powers e à sua equipa desenvolverem um sistema que, para além de permitir a visualização do mundo real através da “janela” de um *tablet*, possibilitava a digitalização desse mesmo mundo real, de

modo a que as fronteiras geométricas dos elementos do mundo real fossem reconhecidas em tempo real pelos elementos virtuais sobrepostos em forma de RA (Figuras II.1.4 e II.1.5).

Figura: II.1.4 – Integração da tecnologia de digitalização de não contacto com conteúdos virtuais: digitalização do campo de visão do sensor identificando objetos e suas formas (Structure sensor, 2014).

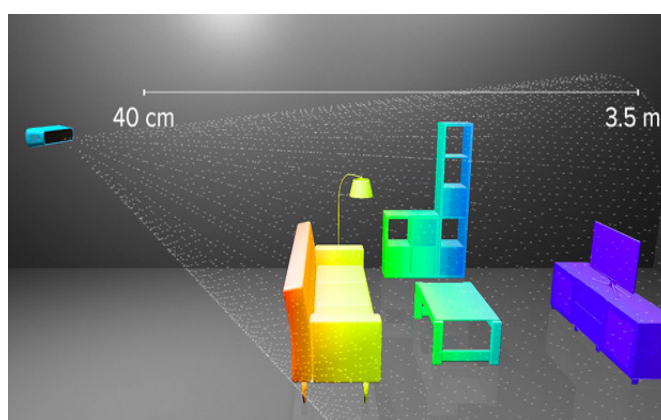


Figura: II.1.5 – Integração da tecnologia de digitalização de não contacto com conteúdos virtuais: exemplo de aplicação (Occipital, 2013).



Esta nova funcionalidade abre um campo ainda maior de aplicações e formas de expor os conteúdos. O exemplo da Figura 1.5 pode ser observado na Internet em forma de vídeo e representa a interação de um conjunto de bolas que cai sobre um banco e esse meio envolvente (Structure sensor, 2014). Neste caso, é notório o efeito da gravidade e das fronteiras dos objetos. Diversas são as aplicações em desenvolvimento com a expansão das TIC e da acessibilidade aos dispositivos móveis. As áreas de potencial aplicação da RA são transversais a todas as disciplinas. De seguida, apresentamos diversos exemplos destas aplicações, sobretudo em contexto educativo.

No entanto, e para se poder ter uma perspetiva histórica e mais alargada da aplicação de conteúdos e tecnologias de RA no domínio da educação, formação e ensino, abordamos primeiro alguns estudos e aplicações dos últimos anos. Assim, retomamos o caso de Feiner e dos seus colaboradores que, em 1993, e como antes mencionado, implementaram a aplicação KARMA, que permitia acelerar o processo de formação no domínio da manutenção de impressoras a laser. Ainda na década dos anos noventa do século XX, Kancherla e colaboradores (1995) descrevem a aplicação das tecnologias de realidade virtual e RA na análise dinâmica e cinemática do movimento do corpo aplicada a disciplinas de anatomia.

Em 1997, Inkpen apresentou um estudo em que foram desenvolvidos conteúdos específicos para estimular a aprendizagem via computador. Estes conteúdos não foram desenvolvidos em RA. Contudo, foram precursores na análise do efeito da aprendizagem baseada em tecnologias. Além do desenvolvimento específico de aplicações e de *software* para estímulo da aprendizagem, analisou a possibilidade de trabalho simultâneo com dois ratos nos computadores. Os resultados mostraram que a motivação e a aprendizagem foram incrementadas com o trabalho em grupo em comparação com a utilização individual por cada criança. Em 1999, Lu e colaboradores apresentaram um estudo na sessão de abertura do CIRP (*Collège International pour la Recherche en Productique*), importante academia de engenharia a nível mundial, no qual sublinhou a importância da RA no domínio do desenvolvimento e fabrico de produtos.

No ano de 2000, Weidenbach e a sua equipa desenvolveram um sistema com conteúdos em RA para a área médica, em particular para o treino na análise de

ecocardiografias em duas dimensões. Um ano mais tarde, Taxen e colaboradores desenvolveram ambientes virtuais com a imersão de um AVATAR (apresentação pictórica de si mesmo que o internauta usa em ambientes virtuais), para o ensino da matemática, no contexto dos conteúdos de aprendizagem. No mesmo ano e igualmente no domínio da matemática, Billinghursta desenvolveu conteúdos apresentados em RA, com o nome de “MagicBook”. Ainda no domínio científico da matemática, mas em 2003, Kaufmann e colaboradores descrevem a implementação do sistema “Construct3D” que permitiu avaliar a importância e flexibilidade que a RA representa, mesmo em ambientes colaborativos, e atestar o relevo destes ambientes na interação entre estudantes e entre estudantes e o professor. Este sistema é constituído por conteúdos tridimensionais no domínio da matemática apoiados por equipamentos de visualização e trabalho colaborativo, presencial ou remotamente (a distância) – cf. figuras II.1.6 a) e II.1.6 b), respetivamente.

Figuras: II.1.6 – Sistema *Construct3D* para aprendizagem colaborativa

(a) presencial e (b) remotamente (autores, data: páginas).



Ainda no que diz respeito às tecnologias tridimensionais, e apesar de estas ainda se encontrarem num estado embrionário em relação à sua implementação no ensino/aprendizagem (Coimbra *et al.*, 2013), referenciaremos diversos autores de diferentes áreas do conhecimento, cujas aplicações têm vindo a ser estudadas (Kaufmann & Schmalstieg, 2003; Di Serio *et al.*, in press; Wu, 2013; Bujak *et al.*, in press; Kamarainen

et al., in press; Nee *et al.*, 2012; Wojciechowski *et al.*, in press; Martin-Gutierrez *et al.*, 2012; Fonseca *et al.*, in press).

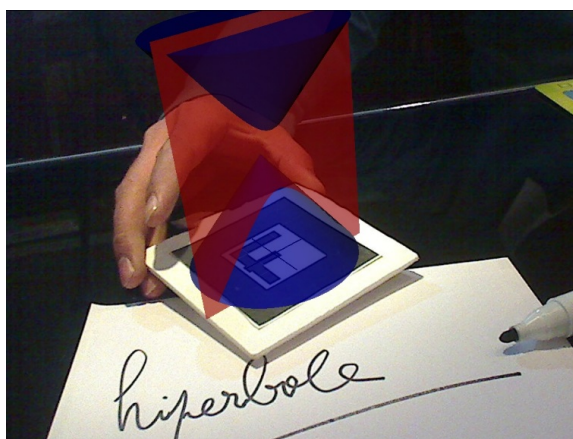
Por exemplo, Martín-Gutiérrez *et al.* (2010) estudaram a aplicação da RA no ensino e na perceção espacial de alunos de engenharia mecânica e, mais tarde, em 2012, estudaram a sua aplicabilidade na área da engenharia eletrotécnica, onde foi sublinhado o incremento da capacidade de autoaprendizagem dos estudantes, proporcionando ao docente mais tempo para se focar na explicação de questões mais complexas. No caso do estudo de Fonseca *et al.* (2013), no domínio da arquitetura, referem-se as vantagens que as ferramentas de Realidade Aumentada conferem no incremento da perceção espacial. Esta perceção espacial proporciona, *in situ*, a visualização de cenários hipotéticos para construção futura, e, desta forma, permite uma exploração e análise de diversas soluções. Por outro lado, refere-se também o maior envolvimento e interesse dos estudantes que advém de uma maior motivação.

Ainda numa perspetiva que abrange outros domínios, e continuando o nosso mapeamento numa perspetiva de evolução temporal, Liarokapis (2004) e Nee *et al.* (2012) estudaram a aplicação da RA no âmbito dos projetos e processos de fabrico nas áreas da engenharia. Por sua vez, Quirós *et al.* (2008) e Maier *et al.* (2009) desenvolveram aplicações orientadas para a química, potenciando, assim, a visualização de átomos e moléculas, bem como de reações químicas. Neste mesmo ano, Salinas *et al.* (2013) desenvolveram um *software* específico para modelação tridimensional de funções matemáticas e conduziram um estudo evidenciando o importante papel destas tecnologias na motivação de grupos e na potenciação do trabalho colaborativo.

A RA representa, como antes mencionado, a integração de imagens virtuais no mundo real. A realidade é aumentada de elementos virtuais. Esta integração é efetuada através da utilização das tecnologias de informação e comunicação (TIC). Basta ter um dispositivo móvel com uma câmara, tal como um *tablet*, um telemóvel com sistema operativo android ou IOX, ou mesmo um computador, para que qualquer um de nós possa ter acesso a conteúdos disponibilizados com RA (Coimbra *et al.*, 2015). O desenvolvimento de conteúdos baseados em RA permitirá, além de uma maior autonomia na aprendizagem, a utilização e potenciação de sistemas em que se baseia o *m-learning*. Uma característica

que as aplicações em RA proporcionam é a integração e interação entre o real e o virtual, permitindo desta forma uma grande versatilidade e criatividade nas aplicações. Ainda segundo Coimbra, *et al.* (2015), a RA permite que se desenvolvam os usuais conteúdos (como livros, sebatas, apresentações, entre outras), de forma convencional, acrescentado, no entanto, elementos gráficos que uma aplicação de Realidade Aumentada reconheça e que tenham sido programados para que, quando visualizados, ativem elementos adicionais de explicação (como ficheiros tridimensionais, vídeos explicativos, imagens e/ou outros elementos). Na figura II.1.7, apresenta-se um exemplo exploratório preparado em RA para apoio ao ensino da matemática, integrado no processo de investigação descrito mais à frente.

Figura: II.1.7 – Representação tridimensional da obtenção de uma hipérbole por interseção de um plano num sólido geométrico (Coimbra *et al.*, 2015: s.p.).



Os conteúdos de ensino/aprendizagem, neste caso em particular, podem ser concebidos sob a forma usual, baseada numa explicação disponível em papel, com a descrição das equações baseada em figuras bidimensionais. A estes elementos *standard* podem ser acrescentados conteúdos como os referidos ficheiros tridimensionais, ou vídeos e explicações de passos intermédios. Faz-se assim uma integração entre uma forma tradicional de visualização de conteúdos, através da sua consulta em papel, e o recurso à tecnologia da RA que a complementa, como implementado na presente investigação e que será explanado mais à frente, conforme já aludido. É importante referir que este apenas

reflete um exemplo simples de interação que poderá estar ao alcance, atualmente, de muitos de nós. Não deixa de ser interessante esta interação visto que, por mais que evitemos o papel (físico e tangível), este formato de consulta ainda permanece como uma das bases da aprendizagem. E a RA permite, como antes mencionado, uma integração entre o mundo real e o mundo virtual, permitindo a simulação e a visualização de situações e contextos impossíveis de implementar de outra forma. As áreas de estudo e aprendizagem para as quais esta tecnologia pode ser útil são diversas e representam uma mais-valia significativa naquelas que exigem mais interação prática e experimental, como são o caso dos cursos de engenharia e ciências (Coimbra *et al.*, 2015). Além da integração entre o real e os conteúdos virtuais em sala, também se podem fazer conteúdos conjugando diversos outros ambientes. A RA permite assim o desenvolvimento de conteúdos a aceder em diversos contextos/ambientes, por cada indivíduo, além dos mais comuns (em casa, num escritório, numa sala de sala), potenciando, portanto, a interação entre a observação *in situ* do mundo real e a adição de conteúdos teóricos e explicativos. Esta flexibilidade que as ferramentas de RA oferecem permite uma maior experimentação e exploração do real, com a introdução de explicações virtuais em tempo real. Um exemplo disso pode ser apresentado no âmbito do projeto *EcoMobile*, descrito por Kamarainen *et al.* (in press), e que permitiu uma avaliação da aplicação da Realidade Aumentada à aprendizagem, através da utilização de dispositivos móveis em contextos em que os estudantes se encontram expostos a situações reais. No caso em particular, avaliou-se a influência da existência de conteúdos de RA durante visitas de estudo. De facto, e quando expostos a situações reais, os conteúdos em RA permitiram que os estudantes interpretassem com maior flexibilidade e obtivessem explicações sobre a observação real, efetuada em tempo real, o que foi corroborado pelos resultados da presente investigação. Deste modo, a aprendizagem centra-se no indivíduo e cada um pode ter acesso a explicações e a apoio sob a forma de conteúdos de Realidade Aumentada, sendo esta diferenciada dos demais, e no momento em que a aprendizagem se processa (Coimbra *et al.*, 2015).

Ainda na perspetiva destes autores, este formato de conteúdos pode ser adaptado à aprendizagem a distância, quer formal quer informal, já que a existência de conteúdos

preparados com temas visualizados por nós em contexto real pode ser acedida por qualquer indivíduo a qualquer altura. Por exemplo, a preparação de conteúdos no domínio da biologia pode permitir que numa exploração de campo o sistema móvel (baseado nas TIC, telemóvel ou *tablet*) identifique um determinado tipo de planta e forneça informação técnica/científica sobre a mesma *in situ* e em tempo real. Desta forma, a exploração de campo acompanhada por informação detalhada pode, pois, potenciar a internalização do conhecimento.

Pode-se, então, dizer que as tecnologias de RA permitem integrar o conhecimento teórico em contextos reais e também permitem integrar contextos reais em formas de apresentação mais teóricas. Da aproximação/integração dos dois formatos de informação advêm importantes vantagens, como referido anteriormente, se os conteúdos forem desenvolvidos de forma adequada (Coimbra *et al.*, 2015).

Nos últimos anos, tem havido um interesse crescente na aplicação da RA para criar configurações educacionais únicas. Bacca *et al.* (2014) defendem que existem poucos estudos de revisão com foco em fatores de investigação, tais como: os usos, vantagens, limitações, eficácia, desafios e características da realidade aumentada em ambientes educacionais. A personalização para promover uma aprendizagem inclusiva usando RA também é uma área crescente de interesse. Os autores apresentam uma revisão sistemática da literatura sobre a realidade aumentada em ambientes educacionais considerando os fatores mencionados anteriormente. No total, analisaram 32 estudos publicados entre 2003 e 2013 em 6 revistas indexadas. Além disso, discutem as tendências e a visão para o futuro e as oportunidades para novas pesquisas na RA para contextos educacionais.

Em 2015, Maia-Lima, Silva & Duarte descrevem uma experiência didática em contexto de sala de aula, com recurso a *smartphones* e a leitores de QR codes, que se revelaram poderosos na resolução de problemas e na exploração de tarefas investigativas pelo fator motivacional que desencadearam nos estudantes. Desenvolvida no ano letivo de 2014/2015 na unidade curricular de Geometria do 2º ano da licenciatura em Educação Básica da Escola Superior de Educação do Instituto Politécnico do Porto, com um grupo de 76 estudante, a experiência decorreu em três aulas, num total de 5 horas na presença de

um observador. Todos os pares de estudantes possuíam um *smartphone*, um computador ou um *tablet* e um leitor de QR *codes* instalado num destes equipamentos. Na experiência didática os estudantes demonstraram muito entusiasmo na concretização das etapas e a curiosidade revelou-se importante no cumprimento dos desígnios principais das tarefas. Ou seja, o *feedback* positivo por parte dos grupos de trabalho de estudantes em relação à tarefa e aos recursos apresentados permitiu-lhes destacar a motivação para a aprendizagem, como característica principal, desencadeada fundamentalmente pela curiosidade em descobrir o que estava por detrás de cada código QR.

Ainda em contextos de ensino superior, Jorge (2016) leva a cabo uma investigação, integrada no curso de enfermagem na Escola Superior de Saúde do Instituto Politécnico de Leiria, com o objetivo de analisar se a RA potencia o desenvolvimento de competências de tomada de decisão clínica no diagnóstico e tratamento de feridas crónicas, aumentando a motivação dos estudantes e a usabilidade de um simulador virtual, e-FER, criado para o efeito.

No 3º Encontro sobre jogos e mobile learning, Gomes *et al.* (2016), numa comunicação com o Tema Realidade Aumentada e Gamificação: Desenvolvimento de aumentações num manual escolar de Educação Musical, problematizaram a introdução de estratégias de gamificação em contextos de aprendizagem formal, por meio de objetos didáticos tecnológicos mediados por livros aumentados, sugerindo uma parceria simbiótica entre o livro tradicional em formato de papel e uma abordagem pedagógica que se atualiza ao incorporar os mecanismos próprios dos jogos de vídeo. Este estudo teve como principal objetivo validar a hipótese de que a inclusão destes artefactos e estratégias aportam ganhos à instrução, constituindo profícuas ferramentas pedagógicas. Uma das conclusões retiradas desta investigação refere que o grau de satisfação e motivação interna dos aprendentes é comparativamente mais elevado quando se pratica uma pedagogia com recurso a objetos didáticos tecnológicos veiculada através de estratégias de gamificação, seja em contexto de sala de aula, num ambiente de aprendizagem formal, seja através de processos de aprendizagem informal.

Ainda nesse ano, Oliveira (2016) num artigo que pretende alargar o entendimento sobre o potencial de aplicação da Realidade Aumentada enquanto estratégia de apoio no

ensino de cursos superiores da área da informática, nomeadamente através de dispositivos móveis, conclui que a RA apresenta um forte potencial como ferramenta auxiliar para o ensino de cursos desta natureza, bem como para promover a interação e colaboração entre os intervenientes.

A Revista de Educación Mediática y TIC (edmetic), em 2017, publica uma monografia da autoria de Almenara, intitulada “Presentación: Aplicaciones de la Realidad Aumentada en educación”, com o intuito de, recorrendo a artigos recentes, explorar as possibilidades educativas que a RA pode permitir. Este trabalho baseou-se em 9 artigos que descrevem experiências em torno da Realidade Aumentada, em diferentes níveis e contextos educativos, em particular espanhóis. O primeiro dos artigos que apresenta este estudo é de novembro de 2016 com o tema “Realidad Aumentada: Una revolución educativa”, o que revela o investimento feito nesta área nos últimos anos.

Referimos ainda como constatação desta mesma evolução alguns títulos publicados recentemente, entre os quais destacamos, “*Modelos de Realidad Aumentada aplicados a la enseñanza de la Química en el nivel universitario Augmented Reality*” (Hung et al., 2017); “*Dispositivos móviles y realidad aumentada en el aprendizaje del alumnado universitario Mobile devices and augmented*” (Almenara & Marin, 2017); “*Augmented reality and solids of revolution*” (Salinas & González-Mendivil, 2017); “*Augmented Reality: Opportunity for Developing Spatial Visualization and Learning Calculus*” (Martinez, 2017) e “*Educational Importance of Augmented Reality Application*” (Erdem, 2017).

Em estudos prévios, que sustentam o nosso estudo, Coimbra et al. (2015) desenvolveram conteúdos na aplicação Metaio, aos quais era possível aceder através da aplicação Junaio, disponibilizada para diversos dispositivos móveis. Tais conteúdos foram criados no contexto de uma análise exploratória da visualização de elementos relacionados com as áreas da medicina e da biologia (cf. figuras II.1.8 e II.1.9), como contributo para a fase de pré-teste para a presente investigação.

Figura: II.1.8 – Representação tridimensional de um coração humano (Coimbra *et al.*, 2015).

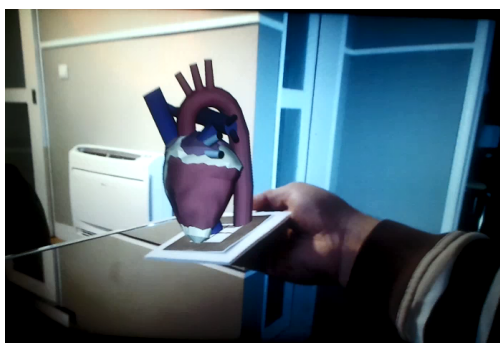
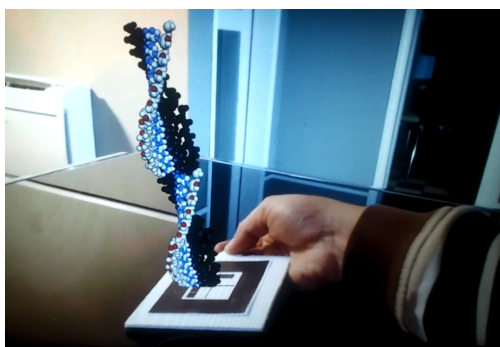


Figura: II.1.9 – Representação tridimensional da dupla hélice de ADN (Coimbra *et al.*, 2015).



Estes dois casos práticos permitem-nos constatar que com as tecnologias de RA é possível integrar simultaneamente conhecimento teórico em contextos reais e contextos reais em formas de apresentação mais teóricas. Da aproximação/integração de ambos os formatos de informação advêm importantes vantagens se os conteúdos forem desenvolvidos de forma adequada. Isto é, a integração e a utilização de aplicações baseadas na RA para o desenvolvimento de conteúdos, nomeadamente de acesso formal, constitui, portanto, uma mais-valia que pretendemos também confirmar na área da matemática, num tempo favorável à democratização da tecnologia, cada vez mais portátil, mais pessoal e mais social. Em suma, a integração e a utilização de aplicações baseadas na RA para o desenvolvimento de conteúdos de acesso formal constitui uma mais-valia que considerámos importante validar através da elaboração de um plano experimental, como o que foi desenvolvido neste estudo, cujos aspetos metodológicos a seguir se explicitam.

2. ENQUADRAMENTO METODOLÓGICO

2.1. FUNDAMENTOS METODOLÓGICOS

A presente investigação baseou-se essencialmente numa metodologia de cariz qualitativo, tendo em conta o foco de estudar o que está na base de determinados comportamentos, atitudes ou convicções. O facto de os estudos qualitativos decorrerem no seu contexto natural possibilita ao investigador inserir-se nesse contexto, conferindo aos resultados uma maior validação, já que a realidade que envolve o processo está mais próxima do investigador, permitindo-lhe desenvolver uma maior sensibilidade e simultaneamente um maior rigor. Uma das finalidades desta investigação consistiu em compreender as implicações de determinadas inovações educacionais e tecnológicas. Pelo referido anteriormente, entendeu-se ser a *Design-Based Research* (DBR) a metodologia mais adequada, já que visa descobrir as relações entre a teoria educacional, artefacto projetado e prática. Na presente investigação os artefactos construídos, testados e aperfeiçoados foram o Manual 3D, os conteúdos em RA para a Unidade Curricular de Análise Matemática. Além disso, foram feitos registos (fotografias e vídeos) da implementação; alguns destes recursos estão disponíveis no repositório aberto da Universidade Aberta³.

Esta investigação incidiu sobre estudantes do Ensino Superior Politécnico, tendo sido feita uma triangulação de métodos (quantitativos e qualitativos), técnicas de recolha de dados (inquérito por questionário e por entrevista, e técnicas de observação) e análise dos dados (análise estatística inferencial e descritiva, e análise de conteúdo). A DBR permite e encoraja múltiplas iterações em todas as fases, resultando numa evolução contínua da intervenção, em que o conhecimento se constrói de forma circular ou espiralada (Cardoso, 2007; Cardoso *et al.*, 2010). Tal como em qualquer investigação de campo naturalista, não existe um caminho pré-concebido; este vai sendo construído e

³ cf. <http://repositorioaberto.uab.pt/browse?type=author&value=Coimbra%2C+Teresa>

reajustado, se necessário, em função dos resultados das várias iterações previstas e consolidadas.

Antes de aprofundar o paradigma da DBR, analisam-se algumas perspectivas, já exploradas por vários investigadores, no que aos métodos de investigação qualitativa e quantitativa diz respeito. A investigação dita quantitativa tem sido o paradigma dominante da investigação em educação (Fernandes, 1991). Alguns investigadores focaram-se de forma sistemática em processos de medida, métodos experimentais ou quase experimentais, em análise estatística de dados e modelos matemáticos para testar hipóteses, identificar relações e para descrever situações educacionais de forma rigorosa. Na investigação quantitativa os investigadores inspiram-se essencialmente no método científico, associado frequentemente às ciências experimentais.

Apesar de esta metodologia ser bastante preponderante em áreas como a educação, são reconhecidas limitações inerentes aos métodos que lhe estão associados. A investigação qualitativa, associada a métodos utilizados na investigação antropológica e etnográfica, vem de certa forma dar resposta às limitações reveladas pelos métodos quantitativos. Nesta metodologia uma das abordagens mais recorrentes está relacionada com o facto de o investigador realizar as suas observações no local onde decorre a investigação, sem preocupações da sua parte em ser um observador neutro ou independente.

Numa investigação de carácter quantitativo é importante determinar até que ponto os resultados obtidos são generalizáveis à população. A selecção aleatória dos sujeitos é uma técnica obrigatória para que se possam generalizar os resultados da investigação (tal como foi definido no nosso estudo relativamente ao questionário dos estudantes). Uma das principais limitações da investigação quantitativa relaciona-se com o facto de o investigador, ao lidar com seres humanos, ser incapaz de manipular ou controlar certos aspetos, que podem dever-se a razões de natureza prática, ética ou outra. Por isso, a questão do controle é seguramente uma limitação deste método.

Na presente investigação, e dado que o questionário aplicado aos estudantes estava estruturado essencialmente com questões fechadas, a análise quantitativa não careceu de testes estatísticos de relevo, mais ainda porque muitas das questões foram

confrontadas com as presentes na entrevista aos docentes, sendo que neste caso o procedimento de análise adotado foi a análise de conteúdo.

Uma investigação qualitativa tem como foco a compreensão mais profunda dos problemas, investigando o “porquê” de determinados comportamentos, atitudes ou convicções. Não há, em geral, preocupação com a dimensão das amostras nem com a generalização de resultados. De facto, no paradigma qualitativo, o investigador é o “instrumento” de recolha de dados por excelência. Numa investigação de cariz qualitativa é possível, através de observação detalhada e planeada e de interação estreita com os sujeitos, estudarem-se os processos cognitivos utilizados na resolução de situações problemáticas. Contudo, o que é uma vantagem também pode ser visto como uma limitação, tendo em conta que neste paradigma há uma forte componente de observações que, inevitavelmente, irão traduzir as atitudes e convicções dos observadores. Consequentemente, estamos perante um problema de objetividade que pode derivar da pouca experiência, da falta de conhecimentos ou da falta de sensibilidade do principal “instrumento” de recolha de dados – o investigador. No caso da presente investigação, nomeadamente na parte observacional em sala de aula, esta questão foi salvaguardada, entendemos, pelo facto de a investigadora ser docente de matemática, tendo mesmo lecionado a UC em análise aos cursos seleccionados.

A nossa principal preocupação foi conduzir um estudo válido e credível, articulando ambos os paradigmas de investigação, até porque, e nomeadamente em educação, as abordagens quantitativas e qualitativas são complementares. Além disso, a investigação que implica o uso da tecnologia em contexto educativo ocorre frequentemente em contextos complexos, pelo que o estudo e a compreensão desta realidade não podem seguir uma lógica e sequência lineares. Como referem Ni & Branch (2008), as interações entre os diferentes intervenientes, alunos, professores, meios, contextos, não obedecem a sequências predeterminadas.

Uma perspetiva mais conciliadora de muitos investigadores, associada ao reconhecimento de que os fenómenos sociais e humanos são complexos e de que a sua compreensão implica uma visão mais abrangente, levou a que muitos defendessem a utilização de mais do que uma perspetiva ou metodologia no estudo de um determinado

fenómeno (Tashakkori & Teddlie, 1998). No que respeita aos métodos, Hedrick (1994) afirma que os métodos quantitativos (entrevista estruturada, questionários, registo de observações) e os métodos qualitativos (entrevistas abertas, *focus groups*, descrições densas e registo de observações) podem coexistir num mesmo estudo, acrescentando que isso enriquece e que é já uma prática comum aos investigadores.

Em estudos que impliquem uma relação de proximidade entre o investigador e os participantes, tal como na presente investigação, deve ter-se sempre em atenção questões de ordem ética. Estas questões abarcam diversos aspetos de suma importância, como o que se designa por consentimento informado, permitido pelos participantes envolvidos no estudo. Este consentimento deve resultar de uma informação clara, por parte do investigador, sobre os seus objetivos e sobre os processos que pretende utilizar (Fontana & Frey, 1994; Punch, 1994). Um outro aspeto relaciona-se com as possíveis implicações para os participantes, decorrentes da publicação do estudo. Os limites da acessibilidade devem ser analisados *a priori*. A esta questão associa-se a decisão de saber até onde é que se invade a privacidade dos participantes. Inevitavelmente, a possibilidade de identificação dos sujeitos é grande, porque são facilmente reconhecidos e associados à docente/investigadora dos cursos envolvidos neste trabalho. Há que ser cuidadoso acerca do grau de confidencialidade que se promete e realista quanto à proteção do anonimato dos participantes. Tivemos, por isso, o cuidado de, nas informações prestadas identificar apenas as funções que os vários interlocutores desempenham, a relação que daí adveio com esta investigação, assim como as várias fases em que intervieram e como tal foi decorrendo ao longo de todo o processo. Não foram tecidos quaisquer juízos de valor, tendo sido sempre primordial o afastamento necessário entre o papel de docente e o de investigadora. Existiu em toda a investigação uma enorme preocupação para preservar, em qualquer uma das fases, uma atitude ética, quer através da responsabilidade moral e bom senso para com os sujeitos do estudo, quer com o próprio estudo, e para com os responsáveis pela investigação, aspetos que são também referidos por Fontana & Frey, em Santos (2000).

Como paradigma desta investigação, baseada na ligação entre a investigação e práticas educativas, aborda-se agora o que foi adotado, conforme explicitado antes, e se

designa na terminologia inglesa por *Design-Based Research* (DBR). Este paradigma tem demonstrado elevado potencial (Pereira, 2011), sendo caracterizado como um paradigma de investigação que combina pesquisa educacional empírica com *theory-driven design* em ambientes de aprendizagem (Design Based Research Collective, 2003). Proposto inicialmente por Brown (1992) e Collins (1992), sob a designação de *design experiments*, tem vindo a ser utilizado em projetos de características várias, entre os quais se encontram os que procuram concretizar o potencial educativo das tecnologias de informação e comunicação, nomeadamente envolvendo atividades colaborativas suportadas por computador. Recordando, um dos objetivos deste paradigma é estabelecer uma ponte entre a investigação e a prática educativas, procurando uma colaboração íntima entre os investigadores e os atores mais relevantes, docentes e estudantes, que possa ser benéfica para todos. Como característica diferenciadora essencial, o DBR apresenta um processo iterativo que combina o *design* de um artefacto educativo, baseado ou não em tecnologia, com investigação sobre as suas características e o seu impacto no contexto para o qual foi concebido, o que normalmente leva a alterações no artefacto e nova aplicação, num processo iterativo que prossegue até que os resultados pretendidos sejam atingidos.

O DBR é uma metodologia relativamente recente, com enorme potencial no desenvolvimento e avaliação de inovações na educação. É apresentada por alguns autores como sendo capaz de resolver o abismo entre a investigação e a prática na educação formal. Esta metodologia de investigação partilha o imperativo da investigação naturalista, de estudar as intervenções no contexto da sua utilização real, em oposição a ambientes de laboratório. Tal como a investigação-ação, implica o estudo de um problema prático, identificado por profissionais, tendo subjacente a colaboração entre profissionais no campo da educação e investigadores. Mas, ao contrário da investigação-ação, que muitas vezes sobrecarrega os profissionais, esta colaboração serve para partilhar tarefas e a experiência entre todos os participantes.

O DBR surgiu como resposta estratégica a duas questões na investigação em educação: falta de financiamento e falta de inovação contínua e regular. Bereiter (2002) afirma que os modelos predominantes na investigação em educação se baseiam em estudos de correlação e experimentais, que não estimulam a inovação. Este é

necessariamente um processo lento em contextos mais conservadores, como a educação, mas deve ser desenvolvido de forma sustentável para corresponder aos desafios e exigências de uma sociedade do conhecimento e em rede, com base em oportunidades de aprendizagem ao longo da vida (Friesen & Anderson, 2004). Uma característica essencial dessa mudança estratégica efetiva passa por incluir, no sistema educativo, uma componente de investigação ativa, de forma a garantir que as mudanças e oportunidades em termos pedagógicos, tecnológicos, sociológicos, políticos e comerciais se desenvolvam no contexto desse sistema.

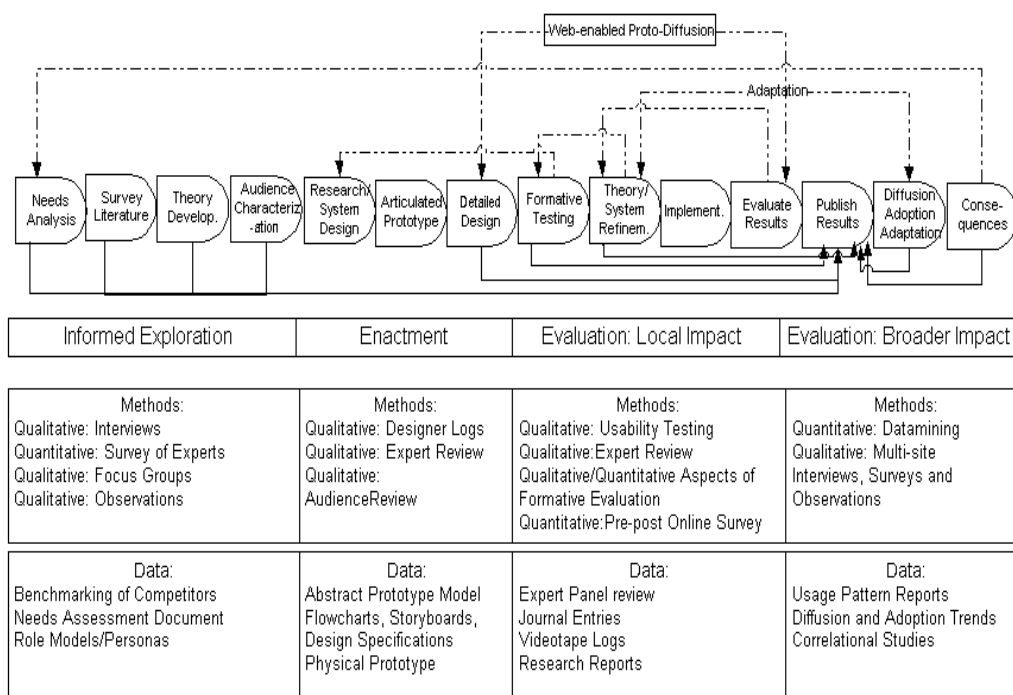
O DBR permite e encoraja múltiplas iterações em todas as fases, resultando numa evolução contínua da intervenção, em que o conhecimento se constrói de forma circular. Tal como em qualquer investigação de campo naturalista, não existe um caminho pré-concebido. Existem, contudo, algumas críticas a esta metodologia de investigação, nomeadamente a falta de clareza na definição, nas abordagens, nomenclatura e suporte teórico (Kelly, 2004).

Segundo Brown *et al.* (1992), o DBR é um conjunto de técnicas analíticas que equilibra os paradigmas positivistas e interpretativos, em que se tenta criar, como aludido, uma ponte entre a teoria e prática na educação. Articulado pesquisa educacional empírica com a teoria de *design-driven* de ambientes de aprendizagem, a DBR é uma metodologia importante para compreender como, quando e que inovações educacionais funcionam na prática; os métodos DBR visam descobrir as relações entre a teoria educacional, artefacto projetado, e prática.

São muitos os autores que apresentam modelos de aplicação e orientação face a este paradigma de investigação. Destacaremos neste trabalho alguns dos que mais se destacam na literatura a este respeito.

Assim, apresenta-se na figura seguinte (II.2.1) uma esquematização de uma proposta do processo de DBR, de Bannan-Ritland (2003).

Figura: II.2.1 – Processo DBR (Bannan-Ritland, 2003)



Segundo Bannan-Ritland (2003), podemos identificar quatro fases distintas num processo de DBR: Exploração informada, *Enactment*, Avaliação num contexto local e Avaliação do impacto mais abrangente, detalhadas a seguir.

1. Exploração informada

- revisão da literatura, extrapolação teórica e "input" dos participantes e especialistas para "desenhar" a intervenção;
- procura do "ideal", ou seja, não um formalismo que permite induzir ações, mas um fundamento incompleto que gere hipóteses de trabalho, para serem testadas em contextos reais; que constitua uma visão e um guia, em linha com o que Dewey (1896) refere, em relação à influência recíproca do ideal e das consequências do seu funcionamento em contextos reais: "the leading idea must direct and clarify the work; the work must serve to criticize, to modify and to build up the theory" (in Boydston, 1971: 288);
- recolha de dados, i.e. revisões da literatura, entrevistas a especialistas, avaliação de intervenções em contextos educativos passíveis de serem comparados.

2. Enactment

- construção estruturada da intervenção, com especial atenção à conceção do design e decisões de produção; dependendo da complexidade da intervenção, podem ser constituídas equipas de programadores e especialistas em inovações pedagógicas;
- várias sub-fases de gestão do projeto, especificado e monitorizado claramente;
- recolha de dados, i.e. documentação de decisões, processos, barreiras e custos de produção.

3. Avaliação num contexto local

- utilização de vários métodos (qualitativos e quantitativos) para avaliar os múltiplos impactos da intervenção no contexto original para o qual foi concebida;
- criação de instrumentos de avaliação, para descrever, monitorizar e avaliar as consequências intencionais, bem como as não intencionais;
- recolha de dados através da combinação de técnicas qualitativas e quantitativas para reunir dados relacionados com o significado da intervenção nas vidas dos participantes.

4. Avaliação do impacto mais abrangente

- estudo da intervenção em múltiplos contextos, com um esforço para teorizar esse impacto e melhorar o design, através de contextos mais abrangentes e mais generalizáveis;
- desenvolvimento de generalizações sobre o efeito da intervenção, bem como conhecimento sobre as formas e meios pelos quais as características específicas de cada contexto educativo único têm efeito na eficácia da intervenção;
- desenvolvimento de ferramentas e modelos conceptuais para compreender e ajustar o contexto e a intervenção, de forma a ocorrer uma aprendizagem efetiva – não se procuram soluções universais, mas uma profunda compreensão das inovações e dos fatores que fomentam uma melhoria efetiva nos contextos locais.

Wang & Hannafin (2005) definem que esta é uma metodologia sistemática, mas flexível, destinada a melhorar as práticas de ensino através de análise iterativa, design, desenvolvimento e implementação, baseando-se na colaboração entre pesquisadores e profissionais em contextos reais, e conduzindo a princípios de design e teorias contextualmente sensíveis. Com base na literatura, Wang e Hannafin (2005) propõem as seguintes características básicas de DBR, conforme abaixo representado na figura seguinte: pragmático, fundamentado ou enraizado, interativo, iterativo e flexível, integrativo e contextualizado.

Figura: II.2.2 – Características básicas de DBR (Wang e Hannafin, 2005)



Detalhando cada uma destas características, apresenta-se a seguir uma respetiva sistematização:

- Pragmático - Resolver problemas do mundo real através da conceção e promulgação de intervenções, bem como ampliando as teorias, e aperfeiçoar os princípios de *design*;
- Fundamentado ou Enraizado - Fundamenta-se tanto na teoria como em contextos do mundo real. A teoria é tanto o fundamento como o resultado em DBR. Assim, o DBR é entendido como uma “theory-driven nature”, sendo a teoria continuamente desenvolvida e elaborada durante todo o processo de pesquisa, atuando como um enquadramento para as inovações adotadas (Van den Akker & *et al.*, in press). Além disso, o DBR é realizado em contextos reais, comportando complexidades, dinâmicas diversas e limitações inerentes à prática;
- Interativo, iterativo e flexível - O DBR requer colaboração interativa entre pesquisadores e profissionais. Sem essa colaboração, as intervenções não são suscetíveis de efetuar mudanças no contexto do mundo real (DBRC, 2003; Reeves, Herrington & Oliver, 2005; Wang & Hannafin, 2005). Além disso, o DBR geralmente leva um longo período de tempo porque as teorias e as intervenções tendem a ser continuamente

desenvolvidas e aperfeiçoadas através de um processo de design iterativo, analisando o design para avaliar e redesenhar (Bannan-Ritland, 2003; Design-Based Research Collective, 2003; Van den Akker & *et al.*, in press; Wang & Hannafin, 2005). Esta natureza continuamente recursiva do processo de design também permite mais flexibilidade;

- Integrativo - Os pesquisadores integram vários métodos de pesquisa e abordagens de paradigmas de pesquisa quantitativos e qualitativos, dependendo das necessidades da pesquisa. A utilização integrada de vários métodos no processo da investigação resulta na obtenção de informação proveniente de várias fontes, tendo como objetivo confirmar e reforçar a credibilidade dos resultados (Wang & Hannafin, 2005, p. 8);
- Contextualizado - Os resultados de pesquisa estão relacionados com a concepção do processo através do qual os resultados são gerados e a configuração com que a investigação é conduzida (Wang & Hannafin, 2005, p. 11). É imperativo que os investigadores mantenham registos detalhados durante o processo de pesquisa. Através destes registos outros investigadores interessados nesses resultados podem analisá-los relativamente ao seu próprio contexto e necessidades. Para aumentar a adaptabilidade dos resultados em novas configurações é necessário orientações sobre como aplicar essas descobertas (Wang & Hannafin, 2005, p. 12).

Wang & Hannafin (2005) defendem ainda que o DBR é particularmente adequado a projetos que envolvam a concepção de ambientes de aprendizagem suportados por tecnologias, tal como foi mencionado anteriormente. Segundo estes autores, muitos ambientes deste tipo foram desenvolvidos com base em teorias incompatíveis ou contraditórias. Isto resulta em diferenças significativas entre como o ambiente devia ser usado em teoria e como é usado na prática. Advogam, assim, a necessidade de alternativas que permitam alinhar os ambientes de aprendizagem com os seus fundamentos, defendendo que o DBR tem características adequadas para desempenhar esse papel. A principal razão, já aludida aquando da apresentação deste paradigma, é a existência de vários aspetos do DBR consistentes com as teorias de desenvolvimento de ambientes de aprendizagem suportadas por computador, nomeadamente a sua característica iterativa e a colaboração entre participantes, o que, por sua vez, é benéfico para o desenvolvimento dos próprios métodos de DBR.

Tendo em vista a utilização de DBR na criação de ambiente educativos suportados por tecnologia, estes autores apresentam nove princípios que consideram importantes:

1. Suportar o design na investigação – Antes do início do projeto é importante fazer uma análise da literatura para conhecer teorias e casos relevantes que possam revelar diferentes perspectivas no que respeita aos fundamentos e aspetos a ter em conta durante o projeto;

2. Estabelecer objetivos práticos e estabelecer um plano inicial – Devem ser definidos objetivos atingíveis e pragmáticos que visem problemas da prática pedagógica. Após a definição dos objetivos é estabelecido um plano que inclui descrições das fases de investigação previstas e do contexto em que o trabalho vai decorrer, dos participantes previstos, dos métodos de investigação e de outros fatores considerados relevantes inicialmente;

3. Conduzir a investigação em contextos reais e representativos – Os problemas a tentar resolver num dado projeto surgem na prática educativa. Assim, os contextos em que decorre o DBR devem, tanto quanto possível, representar e não simplificar as situações reais, muitas vezes complexas, em que se manifestam. Por outro lado, os investigadores devem levar em conta a influência de fatores sociais e de dinâmicas que possam afetar os participantes e o próprio processo de design;

4. Colaborar estreitamente com os participantes – Para poderem analisar o que se vai passando e fazer os ajustes que se revelarem necessários, os investigadores devem colaborar de perto com professores e estudantes, bem como conhecer bem o respetivo contexto. No entanto, deve haver o cuidado de não influenciar resultados nem intervir de maneira a que os próprios investigadores se tornem parte do contexto;

5. Implementar métodos de investigação de forma sistemática e com propósito definido, os investigadores utilizam geralmente diversos métodos (inquéritos, análise de documentos, instrumentos de avaliação, etc.). É frequente a utilização de métodos qualitativos. Os investigadores devem documentar os seus procedimentos de investigação e interpretação do que vai ocorrendo, utilizando diários e notas de campo;

6. Analisar os dados imediatamente, continuamente e retrospectivamente – A análise dos dados deve ser feita em simultâneo com a recolha, sendo habitual a recolha

de dados sobre o contexto e sobre o processo de investigação, bem como sobre revisões que sejam feitas ao artefacto. Análises comparativas e retrospectivas dos dados podem levar à geração de nova informação, a qual pode ser útil para explicar o artefacto, definir novos princípios e, eventualmente, levar a novas versões do próprio artefacto;

7. Redefinir o artefacto continuamente – O plano inicial deve ser refinado iterativamente até que os ciclos de design estejam concluídos. A análise contínua de dados permite aprofundar o conhecimento sobre o contexto em estudo, o que leva a refinamentos que permitem atingir objetivos intermédios e estes, coletivamente, permitem atingir os objetivos finais do projeto;

8. Documentar a experiência – Os resultados obtidos devem ser sensíveis ao contexto e com utilidade prática para outros investigadores. Os relatórios devem ser completos e integrar o nível de detalhe suficiente para que a experiência possa ser compreendida detalhadamente por outros investigadores;

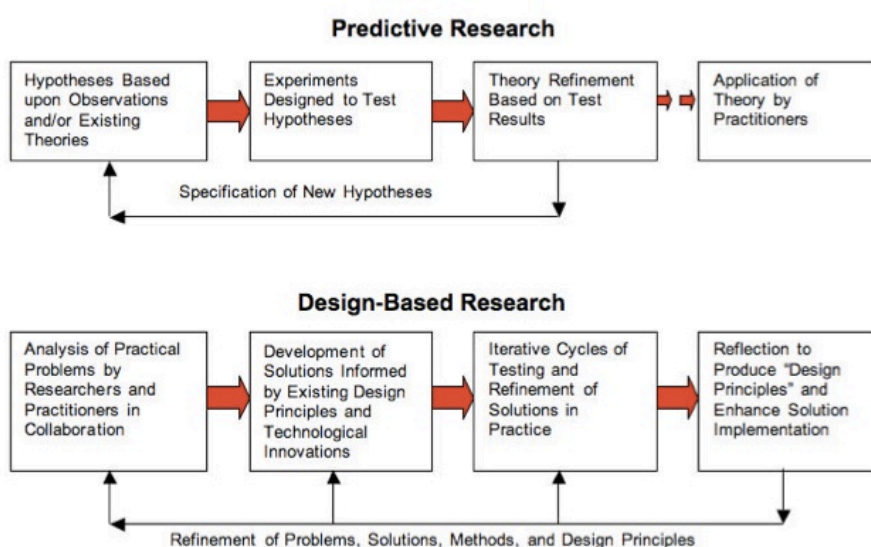
9. Validar a possibilidade de generalização do artefacto – Tendo em conta a sensibilidade ao contexto típica dos projetos que usam o DBR, é importante a sua validação noutras situações. Os investigadores devem procurar garantir eficácia no contexto em que a investigação decorre, sem com isso comprometer a utilização do artefacto e do próprio processo noutros contextos. Contudo, este processo nem sempre é fácil, pelo que existe a necessidade de validação em contextos diferentes do inicial.

Tal como outros autores, Juuti e Lavonen (2006) afirmam que o DBR é um processo iterativo, que deve gerar um artefacto e produzir conhecimento. Para estes autores, o processo deve começar numa situação para a qual não haja uma resposta clara e aceite, devendo ser concebida uma primeira versão do artefacto com base na informação disponível na literatura, de modo a dar origem ao processo iterativo já referido. É importante que os investigadores aceitem uma situação de incerteza, estando disponíveis para, caso necessário, repensar o artefacto inicialmente proposto. A existência de um artefacto distingue a DBR da investigação-ação. Nesta, a ação dos investigadores dirige-se ao desenvolvimento das suas próprias ações e o resultado da investigação é uma nova forma de agir. No DBR um dos objetivos é a criação de um artefacto que possa ser usado por outros, ainda que se reconheça que não existe “artefacto perfeito” que possa ser

usado em qualquer situação com os mesmos resultados. É crucial que o artefacto seja concebido de forma enquadrada no potencial do conhecimento pedagógico dos docentes. Realçam que o objetivo de conceber o artefacto não é obrigar os docentes a aprender conceitos e procedimentos novos para o poderem usar. Pelo contrário, o artefacto deve ser adequado às competências, intenções e atitudes destes, no que respeita aos conteúdos sobre os quais vão atuar, procurando ajudá-los a melhorar o seu desempenho pedagógico.

O impacto da investigação em tecnologia educacional, em relação ao contributo para a compreensão teórica e/ou melhoria do ensino e da aprendizagem em contexto real, tem sido postos à prova segundo afirma Reeves (2006). A figura II.2.3 ilustra, segundo este autor, a diferença entre os estudos que têm dominado a investigação em tecnologia educacional durante décadas e o paradigma do DBR, que temos vindo a apresentar.

Figura: II.2.3 – Predictive Research *versus* DBR (Reeves, 2006)



Outro aspeto relevante do DBR é a superação da dicotomia entre pesquisa qualitativa e quantitativa, pois o foco é o desenvolvimento de pesquisas que buscam “soluções práticas e inovadoras para os graves problemas da educação” (Matta, Silva & Boaventura, 2014, p. 25). Segundo estes autores, numa das características do processo DBR, a aplicabilidade dos resultados, estes geram conhecimento e/ou soluções para aplicação direta nas práticas educativas com o objetivo de produzir mudanças significativas.

Considerando que o DBR é relativamente recente em educação e que, por outro lado, existem muitas variações e métodos, não há ainda consenso alargado sobre os procedimentos a observar neste tipo de estudo. No entanto, podemos apresentar algumas considerações gerais, além das que foram sendo elencadas, fundamentais para que seja possível implementar o DBR. As etapas descritas a seguir podem ocorrer simultaneamente ou até por uma ordem diferente: (i) Começar por formular um problema significativo; (ii) Promover a colaboração entre investigadores; (iii) Integrar conceitos teóricos relevantes sobre ensino e aprendizagem; (iv) Conduzir uma revisão de literatura para generalizar as questões de investigação; (v) Projetar uma intervenção educacional; (vi) Desenvolver, implementar e rever o projeto; (vii) Avaliar o impacto da intervenção do projeto; (viii) Iterar o processo; (ix) Escrever o relato do DBR.

Em síntese, e retomando a metodologia de DBR, a partir das quatro fases identificadas por Bannan-Ritland (2003), previram-se, neste estudo, três ciclos de etapas, conforme sistematizados no quadro a seguir representado.

Quadro: II.2.1 – Etapas de DBR da investigação realizada

	1º ciclo de etapas DBR	2º ciclo de etapas DBR	3º ciclo de etapas DBR
ETAPA I - Exploração Informada			
revisão de literatura			
extrapolação teórica			
inputs de peritos e de participantes			
ETAPA II - Intervenção			
Planeamento da intervenção			
Implementação da intervenção			
ETAPA III - Avaliação da intervenção num Contexto local			
Avaliação do impacto da intervenção no contexto onde foi implementado			
ETAPA IV - Avaliação alargada da intervenção			
Desenvolvimento de ferramentas e modelos teórico-conceituais com base no impacto da intervenção			

A população em estudo são estudantes do Ensino Superior Politécnico e a amostra foi recolhida a partir de um número restrito de estudantes do IPL, na Escola Superior de Tecnologia e Gestão, integrados num curso de Engenharia e que frequentavam a Unidade Curricular (UC) de Análise Matemática (AM). Os participantes no estudo são, além do investigador e dos referidos estudantes, os docentes da UC de AM, os docentes que responderam à entrevista e os estudantes que responderam ao questionário online e ainda os que acederam aos recursos tridimensionais implementados em sala de aula.

2.2. OPÇÕES METODOLÓGICAS

Relativamente à técnica de amostragem, no que diz respeito à entrevista aos docentes, esta foi concretizada através de uma amostragem não probabilística ou não causal (Tuckam, 2012). Numa amostragem deste tipo, os critérios de seleção não estão associados à Teoria das Probabilidades, mas ao que se designa por amostragem acidental, que é “constituída por sujeitos ou elementos que são facilmente acessíveis num preciso momento” (Freixo, 2011:184). Este tipo de amostragem também pode ser designado por amostragem por conveniência, por se relacionar com a vantagem na escolha da amostra pelo investigador, apresentando porém deficiências inferenciais (Appolinário, 2006; Carmo e Ferreira, 2008; Hill e Hill, 2012). Neste âmbito, Hill e Hill (2012) referem que neste método “os casos escolhidos são os casos facilmente disponíveis” (p. 49-50). Estes autores referem ainda que este método tem vantagens por ser rápido, económico e menos complexo. A desvantagem é que, em rigor, os resultados e as conclusões podem não se aplicar à amostra, e conseqüentemente condicionarem uma extrapolação, com um nível de confiança significativo, para o universo. Isto porque não há garantia de que a amostra seja razoavelmente representativa do universo.

Na presente investigação, a amostra recolhida no caso da entrevista *online* foi selecionada por conveniência, já que, no nosso contexto, apenas faria sentido obter as respostas de docentes do IPL que ministravam a UC de AM. Por este facto, e dado o nosso universo de docentes e o número de respondentes, obtivemos uma amostra plenamente representativa da população referida anteriormente.

No que diz respeito à implementação prática dos conteúdos desenvolvidos, tanto numa fase inicial (aula pré-teste) como na fase posterior de consolidação e reestruturação, foram observadas e registadas todas as interações dos estudantes (quadro III.1.1 e Anexos XI e XII), quer com os dispositivos móveis, quer com os conteúdos disponibilizados em RA, assim como entre os atores educativos envolvidos (docente/estudante e estudante/estudante). No final das referidas aulas os estudantes responderam a um breve questionário (Anexo XIII) sobre a experiência realizada. Numa fase posterior, os estudantes foram convidados a responder a um questionário *online*, disponibilizado a todos os

estudantes de Engenharia da ESTG – IPL, inscritos no ano letivo de 2014-2015. No questionário *online* aos estudantes o tipo de amostragem foi aleatória, depois de selecionada uma população adequada ao contexto do nosso estudo.

Quadro: III.1.1 – Grelha de observação em sala de aula – pré-teste e aulas de implementação

Curso	
Docente	
Número de estudantes	
Tempo de duração da aula	
Tempo de preparação dos conteúdos	
Data / Hora	
Problemas Detetados:	
Observações dos estudantes:	
Outras observações:	

O processo de recolha de dados nesta investigação, além da componente observacional já explanada, e dados os objetivos inerentes a todo o trabalho desenvolvido, contou ainda e conforme também anteriormente mencionado, com a construção e implementação de uma entrevista *online* aos docentes de AM, do Departamento de Matemática da ESTG-IPL, e de um questionário *online* a estudantes de Engenharia, da referida escola, no contexto da UC de AM.

A entrevista pode ser entendida como um diálogo entre duas ou mais pessoas com a finalidade de recolher informações sobre um determinado tema. É uma técnica bastante comum na investigação em educação (Ribeiro *et al.*, 2012). Na investigação em causa optou-se pela entrevista estruturada, já que pressupôs a elaboração de um guião com questões escritas, sem possibilidade de adaptação ao longo da mesma, sendo estas colocadas ao entrevistado pela ordem exata do guião (da entrevista). O conteúdo das questões não pode ser alterado nem a sua ordem, ou seja, o entrevistador segue rigorosamente o guião da entrevista. No caso da entrevista implementada a obrigatoriedade das questões permite o enquadramento na descrição apresentada.

Numa entrevista é importante que exista um ambiente de confiança e empatia entre o entrevistador e entrevistado, o que no nosso caso foi assegurado já que existe uma ligação profissional prévia entre a investigadora e os docentes entrevistados. Numa entrevista *online* existem algumas vantagens (Madge & O'Connor, s.d.; Salmon, 2010), tais como a possibilidade de se entrevistar uma população muito dispersa geograficamente, entrevistar indivíduos ou grupos pouco acessíveis por constrangimentos vários, e proporciona uma economia de custos para o entrevistador, uma vez que não é utilizado material impresso e não gera gastos com transporte, entre outros. Pode-se afirmar que as principais desvantagens são a incapacidade de avaliar as reações do entrevistado e nalguns casos a dificuldade em se estabelecer um clima de confiança entre entrevistador e entrevistado. As ferramentas utilizadas na entrevista online podem ser síncronas (chats, Skype, redes sociais, ...) ou assíncronas (e-mail, Wiki, fóruns, ...).

A entrevista exige inevitavelmente um tempo de preparação, seja qual for a sua tipologia, e implica a conceção de um guião. É crucial que a realização da entrevista permita ir ao encontro das questões de investigação inerentes ao estudo, cabendo ao entrevistador elaborar questões que o permitam. Assim, na preparação de um guião de entrevista, devem ser tidos em conta os seguintes aspetos (Quivy & Campenhoudt, 1998; Tuckman, 2002):

- Criar alguma ordem nas áreas/tópicos principais;
- Formular questões ou tópicos de entrevista que contribuam para dar resposta às questões investigativas;
- Diversificar os tipos de questões;
- Utilizar uma linguagem que seja facilmente compreendida e relevante para as pessoas a entrevistar;
- Incluir uma breve descrição do perfil do(s) entrevistado(s);
- Seleção da população e da amostra de indivíduos a entrevistar;
- Definição do objetivo da entrevista;
- Definir o meio de comunicação utilizado na entrevista;
- Validação da entrevista, através de uma testagem prévia.

Elaborado o guião, segundo a tipologia de entrevista que se pretende realizar, é fulcral decidir qual a dimensão e a natureza da amostra, bem como o método para seleccionar os entrevistados, tendo como foco os objetivos da investigação. No caso da investigação realizada, considerou-se uma amostragem por conveniência, sendo que a dimensão, a natureza e o método de seleção dos entrevistados, estava *a priori* definida, antes mesmo da elaboração do guião.

Outro aspeto muito importante é a fiabilidade da informação a recolher, e para que tal possa ser assegurado, pode ser vantajoso fazer um pré-teste com outros entrevistados antes de aplicar a entrevista. No fundo, trata-se de validar o instrumento utilizado. Mais à frente descreveremos como tal foi concebido no caso da nossa investigação.

Ainda em relação às entrevistas *online*, é consensual que há um conjunto de aspetos que tem de ser observado, para que estas sejam bem-sucedidas:

1. Seleção do *software*;
2. Condução da entrevista;
3. Desenho do guião da entrevista;
4. Definição do perfil do(s) entrevistado(s);
5. Relação com o(s) entrevistado(s);
6. Utilização de linguagem clara e adequada;
7. Transcrição da entrevista.

No que diz respeito à seleção do *software*, são várias as possibilidades, e que surgem em consequência de um rápido desenvolvimento das tecnologias digitais. Um dos processos utilizado é a entrevista através de e-mail que, como observam Mann e Stewart (2000), coloca questões ao nível da confidencialidade das respostas. O recurso a programas de computador específicos permite a realização de entrevistas síncronas, embora menos frequente, por exemplo devido aos entrevistados, que podem sentir algum constrangimento com a componente tecnológica. Uma das ferramentas mais utilizada é o *chat room*, embora o recurso a este tipo de tecnologia coloque questões de carácter ético. As entrevistas *online* podem ainda ser conduzidas através de *software* específico que permite a realização de conferências *online*. Outra ferramenta bastante acessível são os dispositivos de mensagens de texto instantâneas, que permitem ao investigador controlar

melhor os intervenientes na discussão, podendo complementá-la com recursos áudio e vídeo. Existe, também, *software on-demand* que permite utilizar funcionalidades como as que têm vindo a ser descritas, embora com maiores níveis de segurança. Na investigação levada a cabo neste trabalho recorreremos a uma ferramenta *online* denominada *Lime Survey*, acedida através dos dados institucionais fornecidos pelo IPL, já que a investigadora havia sido docente nesta instituição, tendo ainda a possibilidade de acesso, assim a todo o apoio logístico por parte da UED desta instituição.

Numa entrevista *online* é fundamental desenvolver um conjunto de estratégias que permitam minimizar a não existência de interação e comunicação presencial entre o entrevistador e o entrevistado. De referir, por isso, que, no desenho do guião da entrevista, deverão ser prestados todos os esclarecimentos relativamente à entrevista, aos objetivos da investigação, à possível duração da mesma, entre outras questões que se considerem relevantes. De certa forma, este tipo de entrevista pode contribuir para um efeito de maior desinibição, por parte do entrevistado (Madge & Connor, s.d.), o que poderá revelar-se importante para o incremento da fiabilidade das respostas dadas. Por outro lado, o facto de não existir uma presença física pode traduzir-se em maior objetividade, sobretudo se a auscultação for realizada através de texto escrito. Nalguns contextos o perfil do entrevistado é um fator crucial, e o facto de a entrevista não se realizar presencialmente pode ser vantajoso, já que o anonimato tende a facilitar a obtenção de informações sobre itens mais sensíveis. Contudo, coloca-se a questão da sinceridade das respostas, pois os entrevistados poderão criar uma personalidade diferente da sua, nem sempre fácil de confirmar pelo entrevistador. No nosso caso, como noutros, tal não se verificou porque, e como antes referido, existia um conhecimento prévio de todos os entrevistados.

Considerando agora o questionário, outro dos instrumentos de recolha de dados mais utilizados por investigadores de diferentes áreas, com os mais variados objetivos, importa referir que a sua construção envolve um planeamento da investigação, tendo por base as hipóteses ou as questões a investigar, os métodos de recolha e análise dos dados, com questões que possibilitem a medição dos aspetos das variáveis em estudo. Para que o questionário cumpra os objetivos para que foi concebido, é crucial que exista uma fase

de pré-teste, que permitirá aperfeiçoar as questões formuladas. Desta forma, a inquirição por questionário pode ser demonstrativa da complementaridade existente entre as abordagens qualitativas e quantitativas na recolha de dados.

Geralmente, os questionários servem quatro propósitos fundamentais (Ghiglione e Matalon, 1993): estimar certas grandezas absolutas, estimar grandezas relativas, descrever uma população e verificar hipóteses. Para a construção do questionário, segundo Carmo e Malheiro (2004) devem seguir-se os seguintes procedimentos:

1. Definir rigorosamente os seus objetivos;
2. Formular hipóteses e questões orientadoras;
3. Identificar variáveis relevantes;
4. Selecionar a amostra adequada de inquiridos;
5. Elaborar o questionário.

Relativamente ao tipo de questões presentes num questionário, estas podem ser abertas ou fechadas, tendo cada uma delas vantagens e desvantagens. O nosso estudo incidu num número significativo de questões fechadas, e para estas o tratamento estatístico fica facilitado, dado que as questões abertas obrigam a uma codificação das respostas e, quando se pretende inquirir um número significativo de pessoas, revelam-se mais vantajosas (Fink, 2010).

Tal como referimos aquando da entrevista, o processo de implementação de um questionário, ainda segundo Fink (2010), deve ter em atenção as questões éticas. Atualmente, com as novas tecnologias da informação os questionários em papel estão a ser substituídos por questionários telefónicos e *online*, o que, apesar das inúmeras vantagens, acarreta alguns condicionamentos ao nível da ética, da familiaridade dos interlocutores com as ferramentas utilizadas, assim como com a falta de contacto presencial. A evolução tecnológica e o desenvolvimento de ferramentas diversificadas, muitas de acesso gratuito, com maiores ou menores limitações de aplicabilidade de acordo com os utilizadores, tornaram a aplicação de um questionário *online* mais intuitiva, célere e acessível, contornando algumas restrições temporais e de custos inerentes ao sistema tradicional. Estas ferramentas permitem obter dados que são posteriormente exportados e tratados em programas como o Excel ou o SPSS, possibilitando ao investigador uma

grande flexibilidade na obtenção e análise de dados para a sua investigação.

Tendo em conta a diversidade de ferramentas disponíveis para a aplicação de questionários *online*, torna-se útil conhecer antes de mais as suas particularidades face a questões como a população que se pretende inquirir, os objetivos da investigação, a literacia dos potenciais respondentes e as possibilidades de tratamento dos dados que se pretendem obter. Referimos, a título ilustrativo, algumas dessas ferramentas, de fácil instalação, gratuitas e muito intuitivas: Survey Gizmo, Kwik Survey, Survey Monkey, Obsurvey, eSurveys Pro, Lime Survey e o questionário disponibilizado pelo Moodle.

Apesar de identificadas as vantagens e as limitações, são ainda recomendados, neste tipo de questionários, alguns cuidados específicos, como dispor de endereços de email adicionais, incluir incentivos às respostas, disponibilizar atendimento para esclarecimento de dúvidas, por email ou mesmo através de um *chat*, por exemplo. Estas questões poderão ser preponderantes na obtenção de um número mais significativo de respostas, assim como assegurar uma maior fiabilidade das mesmas. No presente estudo, não foram assumidas muitas destas estratégias descritas, por se ter contado com o apoio dos coordenadores de curso, na expectativa de que estes, desempenhando essa função, pudessem sensibilizar mais eficazmente os estudantes para a importância de responderem aos questionários da nossa investigação.

Em suma, as ferramentas *online* síncronas e assíncronas, possibilitam a concretização de questionários e entrevistas de forma célere, intuitiva e acessível à grande maioria de utilizadores. Com o progresso tecnológico a tendência é que ocorra uma crescente proximidade entre os interlocutores, potenciadora de novas abordagens com o intuito de incrementar positivamente novas investigações, sem barreiras físicas, temporais ou tecnológicas. Colocar a tecnologia como aliada da investigação é, no nosso entender, fundamentado nos autores citados, uma mais-valia para muitas áreas, nomeadamente na educação.

Relativamente ao estudo da nossa população, com vista à obtenção de respostas para as questões de investigação em análise neste trabalho, o instrumento que despoletou todo o processo foi a entrevista *online* aos docentes. Antes de explanarmos este aspeto, apresentamos um quadro resumo com a codificação dos instrumentos de apoio à recolha

e tratamento de dados.

Quadro: III.1.2 – Codificação dos Instrumentos de Recolha de Dados

INSTRUMENTOS DE RECOLHA E TRATAMENTO DE DADOS	CÓDIGO
Matriz de Objetivos da Entrevista	ME
Matriz de Objetivos do Questionário	MQ
Entrevista Pré-teste	EP
Entrevista Versão Final	EF
Grelha de observação	GO
Questionário sala de aula	QS
Questionário Estudantes	QE
Relatório dos Conteúdos	RC

Retomamos as questões de investigação e os respetivos objetivos, para que estejam integrados nos instrumentos de recolha de dados que apresentamos de seguida.

1. Qual o impacto de tecnologias tridimensionais no aprofundamento de conteúdos matemáticos?

Objetivo: Problematizar o papel das tecnologias tridimensionais no ensino e na aprendizagem da matemática.

2. Que estratégias e instrumentos são utilizados no ensino da matemática, em alguns conteúdos passíveis de serem apreendidos com recurso a tecnologias tridimensionais, no IPL?

Objetivo: Conhecer práticas de ensino da matemática com recurso a tecnologias tridimensionais, no IPL.

3. Que estratégias devem ser adotadas na implementação de tecnologias tridimensionais para o ensino e a aprendizagem da matemática?

Objetivos: Conhecer potencialidades e limitações da realidade aumentada para o ensino e a aprendizagem da matemática; Descrever estratégias que potenciem o uso de tecnologias tridimensionais no ensino e na aprendizagem da matemática.

4. Quais as expectativas que estudantes e docentes têm quanto à utilização de tecnologias tridimensionais no ensino e na aprendizagem da matemática?

Objetivo: Analisar a percepção de estudantes e docentes de matemática relativamente às diferentes tecnologias tridimensionais implementadas.

5. Quais as dificuldades e os pontos fortes apontados por docentes e estudantes, em relação à implementação de tecnologias tridimensionais no ensino da matemática?

Objetivo: Mapear os principais problemas e desafios subjacentes à implementação de tecnologias tridimensionais no ensino e na aprendizagem da matemática, no IPL.

Apresentamos agora os nossos instrumentos de recolha de dados: entrevista aos docentes (EF) e questionários aos estudantes (QE).

Quadro: III.1.3 – Inquérito por Entrevista

1- CARACTERIZAÇÃO

Sexo: __ Feminino __ Masculino

Idade: ____ Anos

1.1. Quantos anos tem de serviço docente?

1.2. Há quantos anos leciona na sua atual instituição?

1.3. Quantos anos já lecionou a Unidade Curricular de Análise Matemática?

1.4. Alguma vez coordenou a Unidade Curricular de Análise Matemática?

1.5. A que cursos leciona atualmente a Unidade Curricular de Análise Matemática?

**2- PERSPETIVAS SOBRE TECNOLOGIAS TRIDIMENSIONAIS
NA MATEMÁTICA**

2.1. O que pensa sobre a integração de tecnologias tridimensionais no ensino da Matemática?

2.2. Considera que as tecnologias tridimensionais podem promover o ensino/aprendizagem de conteúdos específicos da UC de Análise Matemática? Porquê?

2.3. Considera que as tecnologias tridimensionais podem promover a motivação dos estudantes na aprendizagem de conteúdos específicos da UC de Análise Matemática? Porquê?

2.4. Para si, a integração de tecnologias tridimensionais, nas suas práticas pedagógicas, permitiu, permite ou permitirá rentabilizar melhor o tempo em sala de aula? Se sim, em que medida? Se não, porquê?

2.5. Que estratégias considera pertinentes para que a implementação de tecnologias tridimensionais no ensino da Matemática seja efetiva e vantajosa?

2.6. Que mudanças perspectiva que o recurso à Realidade Aumentada trouxe, traz ou poderá trazer às suas práticas pedagógicas?

3- ENSINO/APRENDIZAGEM NA UC DE ANÁLISE MATEMÁTICA

- 3.1. Que nível de relevância considera que os estudantes atribuem à UC de Análise Matemática no curso que frequentam? (de 1 a 4, sendo 1 – nada relevante e 4 – muito relevante)
- 3.2. Qual o nível médio de dificuldade que considera que os estudantes atribuem a esta UC? (de 1 a 4, sendo 1 – muito difícil e 4 – nada difícil)
- 3.3. Qual considera ser a importância que os estudantes atribuem à integração de tecnologias no ensino/aprendizagem nesta UC?
- 3.4. Considera que os estudantes desta UC recorrem à plataforma online para... *(responda a uma das opções)*
- (a) ... acompanhar os conteúdos.
 - (b) ... interagir com os conteúdos.
 - (c) ... acompanhar e interagir com os conteúdos.
- 3.5. Considera que os estudantes aceitaram, aceitam ou aceitariam com agrado a integração de conteúdos tridimensionais nesta UC? Porquê?

4- PRÁTICAS DOCENTES NA UC DE ANÁLISE MATEMÁTICA

- 4.1. Considera que a metodologia usada para lecionar esta UC é a mais adequada a todos os cursos? Porquê?
- 4.2. Que métodos usa para o seu ensino (oral, expositivo, interativo, outro/s – indique quais)? Porquê?
- 4.3. Nas suas atividades de ensino usa alguns elementos tecnológicos ou multimédia de suporte às suas aulas?
Se sim, quais? Se não, porquê?
- 4.4. Tendo em conta a sua experiência docente, considera que o recurso a tecnologias em contexto de sala de aula é um fator de distração no processo de ensino-aprendizagem?
Se sim, em que medida? Se não, porquê?
- 4.5. Em seu entender, o recurso a tecnologias em contexto de sala de aula potencia o desenvolvimento de dinâmicas de grupo?
Se sim, em que medida? Se não, porquê?
- 4.6. Nas suas práticas pedagógicas recorre a tecnologias tridimensionais?
Se sim, quais e porquê? Se não, está recetivo/a a integrá-las e porquê?
- 4.7. Já ouviu falar em Realidade Aumentada (RA)?
Se sim: - Em que contexto(s)? - Consegue descrevê-las?

Quadro: III.1.4 – Questionários aos Estudantes

1- CARACTERIZAÇÃO

1.1. Sexo: _____

1.2. Idade: _____

1.3. Área que frequentou no ensino secundário: _____

1.4. Curso em que está matriculado: _____

1.5. Ano em que está matriculado: _____

1.6. Esta é a sua primeira inscrição na UC de AM?

Se respondeu “Sim”, prossiga para a questão 2.1.

Se respondeu “Não”, responda às duas questões seguintes:

1.6.1. Indique o número de inscrições já realizadas na UC de AM.

1.6.2. Qual o número de vezes a que se submeteu à avaliação na UC de AM?

2- PERSPETIVAS SOBRE TECNOLOGIAS TRIDIMENSIONAIS NA MATEMÁTICA

2.1. Considera que as tecnologias tridimensionais podem promover o ensino/aprendizagem de conteúdos específicos da UC de Análise Matemática?

(Opções de resposta: Sim; Não; Não sei)

2.2. Considera que as tecnologias tridimensionais podem promover a motivação na aprendizagem de conteúdos específicos da UC de Análise Matemática?

(Opções de resposta: Sim; Não; Não sei)

2.3. Considera que as tecnologias tridimensionais podem ser fator de distração na aprendizagem de conteúdos específicos da UC de Análise Matemática?

(Opções de resposta: Sim; Não; Não sei)

2.4. Já ouviu falar em Realidade Aumentada (RA)?

2.4.1. Se sim, em que contextos?

2.5. Considera que a integração de conteúdos em RA na UC de Análise Matemática poderia facilitar a compreensão de alguns conceitos que considera mais abstratos?

(Opções de resposta: Sim; Não; Não sei)

2.6. Se fossem implementados conteúdos em RA na UC de Análise Matemática qual a sua recetividade no que diz respeito à integração de dispositivos móveis (telemóvel e/ou *tablet*)? (de 1 a 4, sendo 1 – nada recetivo, 2 – pouco recetivo, 3 – recetivo e 4 – muito recetivo)

2.6.1. Justifique a sua resposta.

3- ENSINO/APRENDIZAGEM NA UC DE ANÁLISE MATEMÁTICA

3.1. Qual o nível de relevância que atribui à UC de AM no curso que frequenta?
(de 1 a 4, sendo 1 – nada relevante, 2 – pouco relevante, 3 – relevante e 4 – muito relevante)

3.2. Qual o nível médio de dificuldade que atribui a esta UC?
(de 1 a 4, sendo 1 – muito difícil, 2 – difícil, 3 – pouco difícil e 4 – nada difícil)

3.3. Qual a importância que atribui à integração de tecnologias no ensino/aprendizagem nesta UC?
(de 1 a 4, sendo 1 – nada importante, 2 – pouco importante, 3 – importante e 4 – muito importante)

3.4. Recorre à plataforma online principalmente para:

(responda apenas a uma das opções)

(a) acompanhar os conteúdos.

(b) interagir com os conteúdos.

(c) acompanhar e interagir com os conteúdos.

3.5. Aceitaria com agrado a integração de conteúdos tridimensionais nesta UC?

(Opções de resposta: Sim; Não; Não sei)

Numa fase inicial foi construído um guião (ME) composto por objetivos e questões orientadoras relacionadas com esses objetivos, incluindo 6 grupos de questões, totalizando 42 perguntas principais. Com base neste guião foi construída a primeira versão da estrutura da entrevista (EP) estruturada, constituída pelas referidas questões. Algumas das questões passaram por um processo de reformulação e reposicionamento até se ter chegado à versão que foi avaliada em pré-teste. Na fase de pré-teste a entrevista (EP) foi avaliada segundo duas perspetivas. Numa primeira fase foi solicitado que 7 investigadores das áreas de *Elearning* e de Matemática avaliassem a entrevista de uma forma global, tendo por base os objetivos da investigação, e dessem o seu parecer em termos científicos sobre a pertinência de cada questão incluída na entrevista, não só em termos da eventual resposta aos objetivos, mas também na forma como cada uma estava estruturada face à sua interpretação, clareza, enquadramento face a outras questões, objetividade, tipo de resposta que exigia, entre outros aspetos.

A avaliação foi bastante cuidada e pormenorizada por parte de cada investigador, facilitando o processo de reestruturação que surgiu posteriormente.

Numa outra fase do pré-teste foi solicitado a docentes do departamento de matemática da ESTG – IPL, que já haviam lecionado a UC de Análise Matemática, mas que não iriam lecionar no ano letivo em que decorreria a implementação dos conteúdos, já que esses docentes foram nessa fase a amostra selecionada por conveniência para responder à entrevista. Acederam ao nosso convite 5 docentes, que, além de terem respondido às questões assumindo o papel de entrevistados, deram igualmente o seu parecer como investigadores, a cada grupo de questões particularizando sempre que necessário, e à globalidade da estrutura da entrevista.

Na fase que se seguiu, e mediante todas as sugestões dos investigadores e das respostas dos docentes à entrevista na íntegra, reformulamos parte da estrutura da mesma, eliminando questões, reagrupando-as face aos objetivos, ao enquadramento pretendido e à especificidade das questões. Na construção desta versão da entrevista foi crucial um outro instrumento, elaborado paralelamente à avaliação da versão de pré-teste, que denominámos matriz dos objetivos do inquérito por entrevista (ME). Nesta matriz constavam objetivos gerais, objetivos específicos, e os itens das questões da

entrevista relacionados com os objetivos adequados à estratégia adotada (Anexo V). Este instrumento foi sendo melhorado aquando da construção da versão final da entrevista.

A versão final da entrevista (EF) estruturada integra 4 grupos de questões, num total de 25 questões principais, sendo que 7 constituem o grupo da caracterização da amostra (Anexo IV). Uma parte substancial das questões é de resposta aberta.

Apesar de não estarmos perante um exemplo típico do Método Delphi para validação dos nossos instrumentos, pode considerar-se que se assemelha em muitos aspetos. O método Delphi é uma técnica de pesquisa, organizada em várias rondas de inquérito, de modo a recolher informação, opiniões, juízos e tomadas de decisão de especialistas sobre um determinado assunto (Martins, 2014). Este é um dos aspetos em que nos aproximamos deste método, e ainda pelo facto de ser um processo iterativo, geralmente realizado em pelo menos duas rondas até se atingir o consenso das respostas de um painel de especialistas. Uma das suas principais vantagens é o anonimato, como forma de garantir que os participantes não se sentem manipulados ou intimidados pela opinião de outros especialistas (Thangaratinam S., & Redman C., 2005), algo também garantido na nossa investigação, já que o contacto foi sempre feito de forma articulada por email ou presencial, entre cada investigador-perito ou docente e a investigadora-autora do estudo. Através desta técnica retém-se as concordâncias no feedback e conhecimentos de um grupo de especialistas numa determinada área, contudo esta não é uma obrigação, partindo do princípio de que o objetivo de um estudo do tipo Delphi possa focar-se também nas opiniões diferentes. No caso apresentado nesta investigação analisámos as discordâncias face a uma proposta inicial, assim como as concordâncias entre investigadores relativamente às várias questões em análise, com o intuito de melhorar e adequar os instrumentos de recolha de dados (entrevista aos docentes e questionário aos estudantes).

Com base nos instrumentos descritos anteriormente, nomeadamente a matriz dos objetivos (ME) e a entrevista aos docentes (EF), começou por ser elaborada a matriz de objetivos do questionário aos estudantes (MQ) (Anexo XIII). A similaridade dos objetivos associados aos dois contextos, e a possibilidade de rentabilizar todo o processo de avaliação e validação realizado para alcançar a estrutura final da entrevista aos docentes,

justificou esta opção. Nesta fase reajustámos a estrutura de algumas questões, nomeadamente tornando-as de resposta fechada, deixando apenas duas de resposta aberta, já que nessas era solicitada a fundamentação da opção dada a outras duas questões. Eliminámos as que estavam relacionadas com as práticas docentes e obtivemos 3 grupos de questões (Caracterização; Perspetivas sobre Tecnologias Tridimensionais na Matemática; Ensino/Aprendizagem na UC de Análise Matemática), num total de 23 questões, sendo que 9 constituíam o grupo da caracterização da amostra (Anexo VII). Este questionário (QE) demoraria em média 10 minutos a ser respondido.

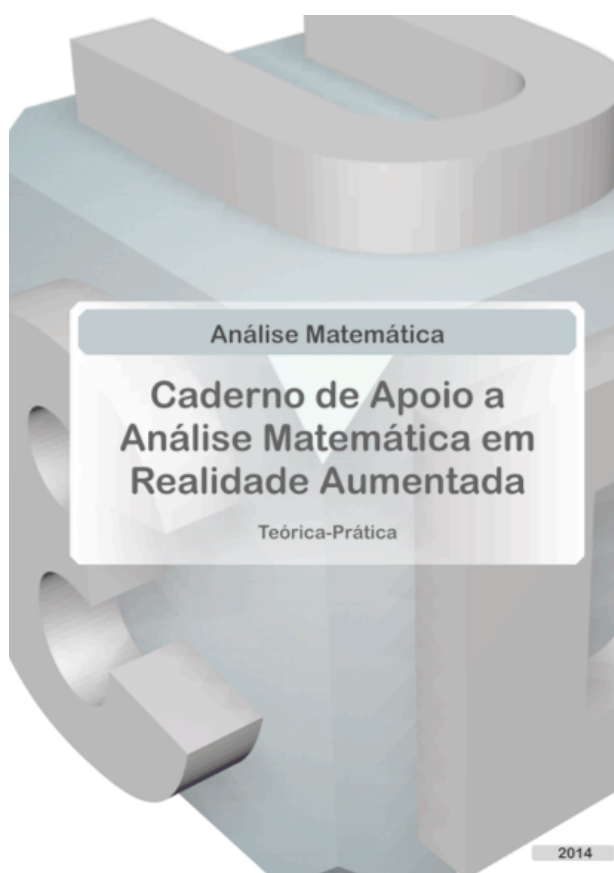
Apresentadas as opções metodológicas do estudo e os instrumentos de recolha de dados, na próxima secção descrevem-se os resultados e conclusões.

III. CONTRIBUTOS DO ESTUDO

Um dos contributos mais significativos deste estudo são os recursos criados para a fase da implementação, na etapa II do DBR. Assim, e antes de se apresentarem e analisarem os dados obtidos, justifica-se que se explicita o processo de criação dos mesmos.

Em termos de procedimentos de implementação, o instrumento inicial criado foi o manual de conteúdos tridimensionais com recurso à RA, e que foi submetido a várias fases de elaboração e aperfeiçoamento (construção, teste, validação, implementação), estando a versão final, que foi facultada aos estudantes, disponível no repositório aberto da Universidade Aberta. Na Figura III.1.1 reproduz-se a capa deste manual, que foi incluído na etapa II do DBR, como mencionado, e posteriormente, após a referida implementação, na etapa III do DBR (cf. Quadro III.1.1).

Figura: III.1.1 – Capa do Manual 3D implementado nesta investigação



Para exemplificar possíveis interações entre o utilizador (docente e/ou estudante) e os conteúdos em Realidade Aumentada presentes no Manual 3D, foi elaborado um vídeo exploratório, também disponível no repositório aberto da Universidade Aberta.

Figura: III.1.2 – Vídeo Exploratório de Conteúdos em RA do Manual 3D

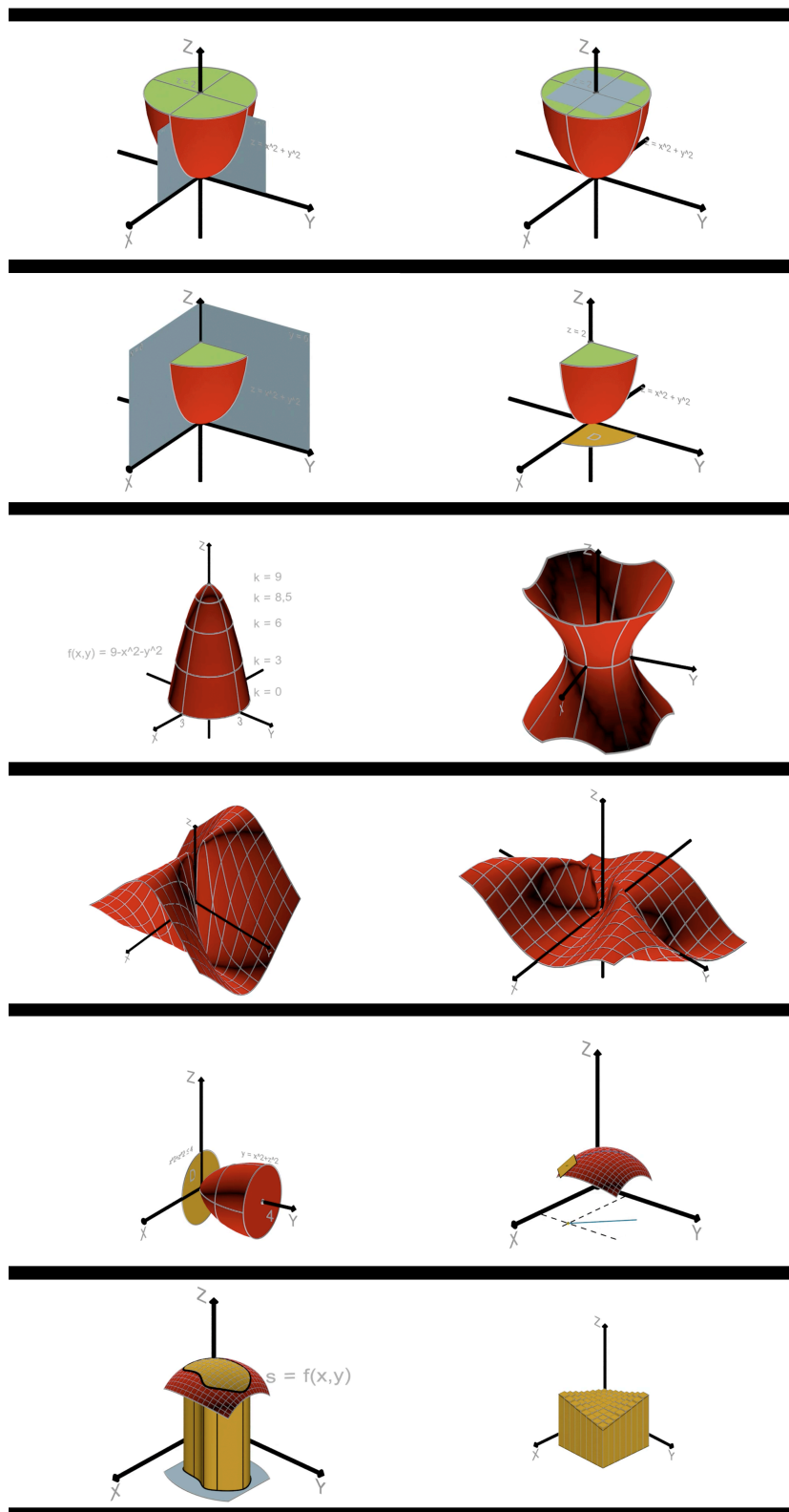


Figura: III.1.3 – Imagens retiradas do vídeo exploratório



Figura: III.1.4 – Imagens de vários vídeos explicativos de Conteúdos em RA do Manual

3D



Para construir este instrumento, Manual 3D de AM, recorremos a fichas de apoio teóricas e práticas concebidas em articulação com duas das docentes de Análise Matemática, que estiveram desde o início recetivas a sucessivos melhoramentos, quer nos conteúdos matemáticos selecionados para o Manual 3D, quer no que à componente tecnológica dizia respeito. O Manual 3D foi criado inicialmente com alguns exercícios modelo para a aula experimental, e partindo desse, e por observação articulada em sala de aula, retificaram-se várias questões técnicas e completou-se o Manual com mais exercícios, abordando outros conteúdos da UC de Análise Matemática.

A escolha dos exercícios, tal como referido anteriormente, foi articulada com as docentes de AM, com o objetivo de dar resposta às necessidades sentidas por estas em contexto de sala de aula, escolhendo conteúdos onde os estudantes manifestam, maioritariamente, mais dificuldades. Por outro lado, selecionaram-se exemplos passíveis de serem implementados em contextos tridimensionais, facilitando ao mesmo tempo a interação, a rapidez de implementação, a pertinência e o carácter inovador.

Ainda que fosse muita cuidada a escolha dos conteúdos, dado o carácter inovador, foi crucial a fase de pré-teste dos referidos conteúdos. Esta fase foi implementada também em contexto real, numa amostra restrita de estudantes, que reuniam as condições necessárias e suficientes para que as conclusões que daí adviessem fossem credíveis, sendo consequentemente o ponto de partida para uma fase de melhoramentos e ajustes, quer em termos pedagógicos quer tecnológicos. Nessa fase de pré-teste preocupámo-nos essencialmente em perceber a relação que os estudantes teriam, quer com os dispositivos móveis, quer com a interação com os conteúdos em RA, já que seria algo completamente novo para a maioria. A forma como a aula seria conduzida pelo docente e a recetividade dos estudantes foram outros dois aspetos que observámos nesta fase.

A validação deste instrumento foi garantida pela articulação entre docentes, investigadora e técnicos que procederam às sucessivas atualizações no Manual e nos softwares agregados a este. A aula experimental foi sem dúvida crucial para fundamentar as alterações que dela decorreram, retificando alguns dos erros detetados, nomeadamente tecnológicos, e feita uma seleção mais afinada dos conteúdos, assim

como uma reorganização dos mesmos ao longo do manual, tendo sido atualizado o Caderno de Apoio, com todas as exigências científicas no âmbito da UC de Análise Matemática. As docentes envolvidas no processo de aperfeiçoamento do Manual testaram a cada fase os conteúdos, quer numa perspetiva matemática e formal, quer numa perspetiva de utilizador em sala de aula, tanto no papel de docente como de estudante. Existiu sempre uma enorme preocupação em articular os conteúdos do Manual com os lecionados na UC aquando da sua implementação, consolidando e permitindo uma maior reflexão, sem condicionar o normal funcionamento das aulas.

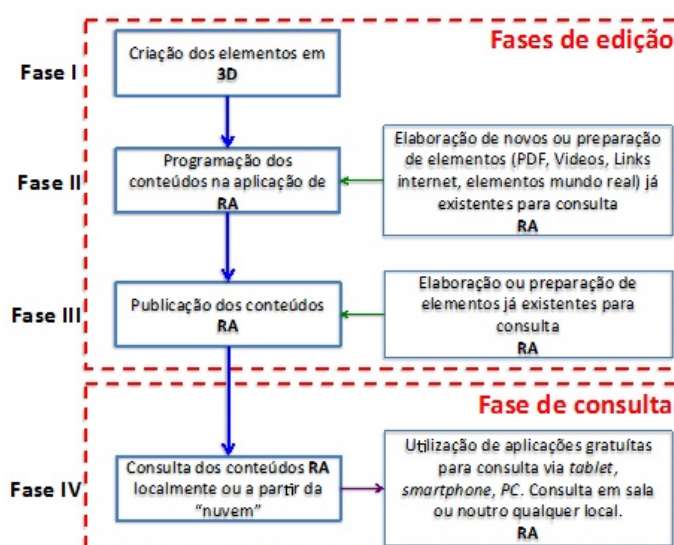
A primeira etapa foi encetada ainda num momento preliminar desta investigação e consolidada após uma consistente revisão de literatura. A segunda etapa incluiu a fase de pré-teste, quer aos conteúdos tridimensionais em RA por parte de alguns docentes do IPL, quer à entrevista aos docentes (note-se que este inquérito e o respetivo guião foram discutidos e validados, quer por docentes de AM, quer por investigadores especialistas e que podemos designar por painel de peritos, inspirando-nos no método Delphi). A etapa III está integrada na construção de toda a problemática apresentada e intimamente relacionada com a etapa IV.

Ainda no que respeita à etapa II, esta foi iniciada aquando da construção dos conteúdos em RA e dos instrumentos de recolha de dados, nomeadamente o inquérito por entrevista a docentes e o inquérito por questionário a estudantes. Esta etapa incluiu várias fases, sendo que a primeira foi o contacto com os agentes educativos diretamente relacionados com a implementação dos conteúdos em RA, nomeadamente o Diretor da Escola Superior de Tecnologia e Educação do IPL, os coordenadores dos vários cursos de engenharia do IPL, o Coordenador do Departamento de Matemática, a Diretora da Unidade de Ensino a Distância do IPL, assim como os docentes de Análise Matemática. Alguns destes docentes colaboraram diretamente na construção dos conteúdos, tendo selecionado a matéria considerada mais pertinente para a elaboração dos mesmos; os restantes foram informantes na realização do pré-teste ao inquérito por entrevista aos docentes. Esta fase iniciou-se em novembro de 2013, teve várias iterações que culminaram em dezembro de 2014, com a implementação dos conteúdos em sala de aula e da entrevista aos docentes. Os conteúdos em RA foram sendo construídos, testados e

corrigidos sistematicamente ao longo deste período, com recurso a diversas aplicações e ferramentas – de programação com instruções em RA, de edição tridimensional, e de acesso em fase de consulta.

A figura III.1.5 sistematiza as diferentes fases que considerámos no desenvolvimento dos conteúdos 3D em RA que criámos, aplicados ao ensino da Matemática.

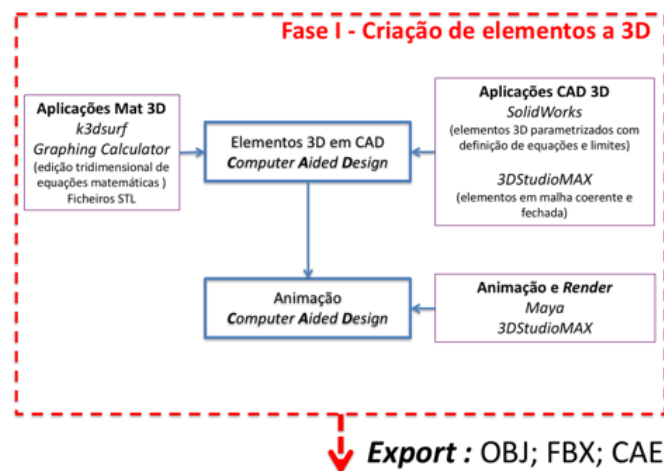
Figura: III.1.5 – Fases de edição, publicação e consulta dos conteúdos em RA



As três primeiras fases (I, II e III) correspondem ao procedimento implementado com vista à elaboração e preparação dos conteúdos a serem desenvolvidos em RA; correspondem, portanto, a uma etapa de edição. A fase IV corresponde à etapa de consulta por parte dos utilizadores finais. Cada uma destas fases é a seguir descrita de forma breve e resumida.

Assim, na edição (que se desenrolou em 3 fases: I, II e III), contemplou-se o desenvolvimento de elementos 3D (fase I), que, no nosso caso, foram criados através da utilização de diferentes softwares e aplicações, conforme se pode observar na figura seguinte.

Figura: III.1.6 – Fase I de edição dos conteúdos em RA: criação de elementos 3D



Iniciámos a criação daqueles elementos com recurso a softwares de matemática (como por exemplo o *K3Dsurf* e o *Graphing Calculator*) com a capacidade de converter funções tridimensionais em ficheiros neutros (normalmente em ASCII - *American Standard Code for Information Interchange*), os quais contêm a descrição tridimensional das referidas funções. Assim, nesta fase, e através da utilização das referidas aplicações de matemática, criaram-se vários ficheiros em formato neutro, constituídos por malhas de polígonos definidas pela normal exterior. Os formatos experimentados foram o STL (*Standard Tessellation Language*), o OBJ (de objeto, desenvolvido pela *Wavefront Technologies*) e o PLY (*Polygon File Format*). O STL traduz apenas a geometria enquanto que os restantes dois traduzem a geometria e a cor. Porém, foi selecionado o formato STL pela simplicidade da sua estrutura, que permite uma manipulação mais simples e eficaz (cf. figura: III.1.7).

Figura: III.1.7 – Estrutura de um ficheiro STL

```

ASCII STL[edit]
An ASCII STL file begins with the line

solid name
where name is an optional string (though if name is omitted there must still be a space after solid). The
file continues with any number of triangles, each represented as follows:

facet normal ni nj nk
  outer loop
    vertex v1x v1y v1z
    vertex v2x v2y v2z
    vertex v3x v3y v3z
  endloop
endfacet
where each n or v is a floating-point number in sign-mantissa-"e"-sign-exponent format, e.g., "2.648000e-
002" (noting that each v must be non-negative). The file concludes with

endsolid name

```

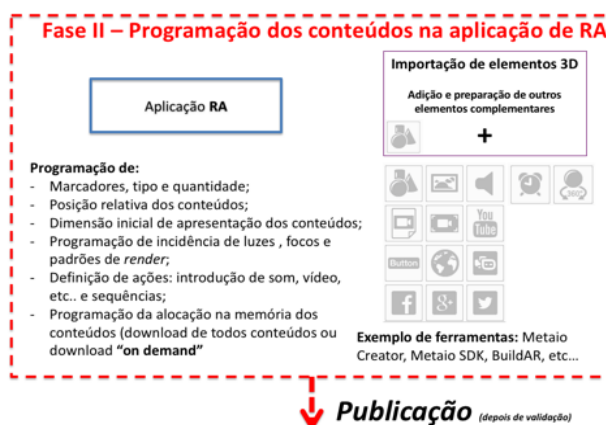
À representação tridimensional das funções matemáticas em formato STL, foram adicionados outros elementos tridimensionais obtidos através de aplicações de desenho 3D. Estes elementos obtidos em aplicações de CAD (*Computer Aided Design*) fundiram-se numa aplicação que permite a definição de ações e animações. Neste caso foi utilizada a aplicação 3D StudioMAX. Desta aplicação foram exportados ficheiros em formatos neutros: OBJ, FBX (*Filmbox*) e CAE (*COLLABorative Design Activity*). Nos formatos OBJ e CAE, os modelos tridimensionais são descritos em malhas, sem animação mas com a descrição de cor. Na maioria dos conteúdos implementados utilizaram-se animações ativadas por ações. Estas animações foram gravadas no formato FBX. Este formato, desenvolvido pela Kaydara e detido pela Autodesk desde 2006, apresenta uma estrutura aberta. Assim, da fase I resultaram ficheiros tridimensionais com animações e cor.

Estes ficheiros tridimensionais, essencialmente em formato FBX, foram utilizados na aplicação de Realidade Aumentada para a programação dos conteúdos por nós selecionada, a saber o Metaio. Esta aplicação foi desenvolvida pela empresa com o mesmo nome, Metaio, sediada em Munique, a qual adquirida pela Apple Inc. (no dia 28 de maio de 2015). Desde esse momento deixou de disponibilizar licenças e descontinuou os seus produtos. Quando iniciámos este trabalho avaliámos diversas aplicações concorrentes, como o BuildAR; no entanto, optámos pelo Metaio porque disponibilizava um conjunto de opções de programação que colmatavam as nossas necessidades.

Atualmente existem outras opções com o mesmo intuito e com a vantagem de serem *Open Source*, entre elas o ARToolKit e o Argon; ambas têm *readers* incorporados ou permitem a sua instalação.

Conforme representado na figura III.1.8, à importação dos elementos 3D, podem adicionar-se outros elementos tais como, entre outros, áudio e vídeo.

Figura: III.1.8 – Fase II de edição dos conteúdos em RA: programação



Assim, e já no próprio Metaio, programaram-se as ações associadas a cada exercício de matemática representado no manual. O trabalho de programação teve várias iterações com vista a otimizar as fases subsequentes de publicação e consulta. Pretendeu-se proporcionar uma boa qualidade gráfica dos elementos apresentados, mas esse incremento de qualidade resultou num aumento da dimensão da aplicação de RA com conteúdos tridimensionais para apoio à aprendizagem da matemática. A dimensão da informação obrigou então à programação de estratégias de entregas da mesma em pacotes (*on demand*). Desta forma, foi conseguida uma excelente qualidade gráfica e de ações com a possibilidade de acesso através de dispositivos móveis de gama média/baixa. Decorrente desta fase II resulta a aplicação para publicação.

A publicação pode ser implementada de três formas distintas, todas elas complementares, e com vantagens e desvantagens. Na figura III.1.9, apresentam-se de forma gráfica as diferentes possibilidades de publicação.

Figura: III.1.9 – Fase III de edição dos conteúdos RA: publicação



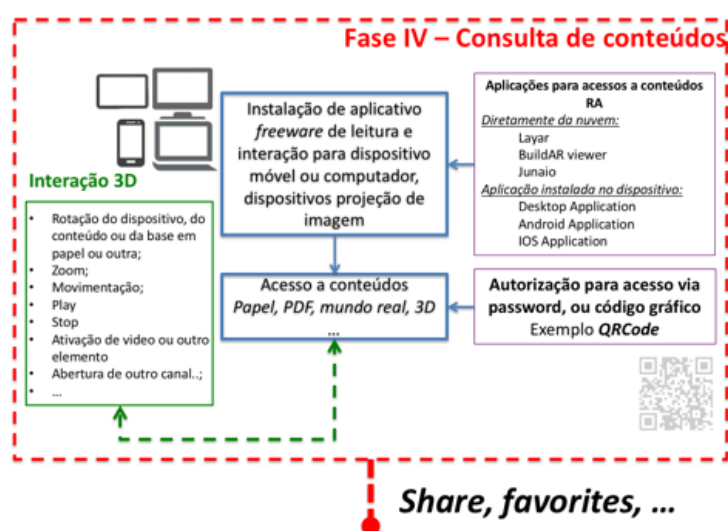
Da programação no Metaio podem resultar aplicações para consulta nos dispositivos móveis (A - telemóveis e *tablets*, Android e IOS), aplicações para consulta nos computadores (B) e aplicações de acesso direto a um canal com consulta na nuvem (C). As aplicações (A), criadas para serem instaladas em sistemas Android e IOS, podem ser alojadas na *App Store* ou no *Google Play*, o que permite que trabalhem *offline*. Esta funcionalidade representa uma vantagem, pois a eventual ausência de internet no momento da sua utilização deixa de constituir uma potencial limitação. No entanto, estas aplicações instaladas não comunicam com o editor/autor/proprietário da aplicação e necessitam de novas instalações, caso o utilizador pretenda estar atualizado. O mesmo se passa com as aplicações *Desktop* (B).

A possibilidade de publicar a aplicação na nuvem (C) obriga a que os utilizadores instalem um leitor de conteúdos RA. No caso do manual 3D que criámos, o leitor utilizado foi o Junaio (Anexo XVI), uma aplicação grátis. A publicação é implementada com regras de acesso, podendo ser difundida pelas redes sociais, com ou sem proteção por palavra-passe. O alojamento e a publicação na nuvem obriga a que no momento do acesso o utilizador tenha internet disponível. Esta funcionalidade apresenta esta limitação, no entanto permite-nos atualizações constantes das aplicações com o subsequente acesso em tempo real pelos utilizadores. Por outro lado, permite que a utilização dos conteúdos seja rastreada com a utilização de ferramentas como o *Google Analytics*. Desta forma,

podem ser monitorizados os acessos numa escala global com a possibilidade de análise dos acessos e de detalhes, tais como, por exemplo: local, hora, tipo de dispositivos, tempo de cada acesso, número de acessos.

Após a publicação dos conteúdos, como resultado da fase III, estes ficaram prontos para serem utilizados e consultados. Na Figura III.1.10, apresentam-se alguns detalhes disponíveis na ação relativa à utilização dos referidos conteúdos.

Figura: III.1.10 – Fase IV de consulta dos conteúdos RA



A consulta dos conteúdos pode, conforme já antes aludido (cf. Fig. III.1.9), ser efetuada através de dispositivos móveis ou *desktop*. Os conteúdos que podem ser acedidos configuram uma das três opções descritas nos parágrafos anteriores: aplicações para dispositivos móveis (A), aplicações para utilização *desktop* (B) e aplicações de acesso direto na nuvem (C). A opção pelo acesso direto à nuvem obriga à instalação de um leitor de conteúdos RA; no nosso caso, foi utilizado o Junaio, também como mencionado anteriormente. Em qualquer uma das versões, é necessário utilizar um manual em papel ou PDF para que ocorra a ativação dos conteúdos em RA. O nível de interação esperado pode ser de diversa ordem e, no caso do nosso manual de matemática, resultou numa interação detalhada com elementos tridimensionais de funções com o seu acesso *on demand*, assim como numa interação com a ativação de passos de resolução.

A descrição efetuada nestes parágrafos é a síntese de um trabalho intenso e iterativo, em que é importante realçar que os conteúdos selecionados para a construção dos exemplos do pré-teste tiveram em consideração o facto de serem potencialmente melhorados com a tecnologia de RA, já que têm uma componente geométrica interligada à tridimensionalidade. Por outro lado, são habitualmente conceitos onde os estudantes manifestam maiores dificuldades.

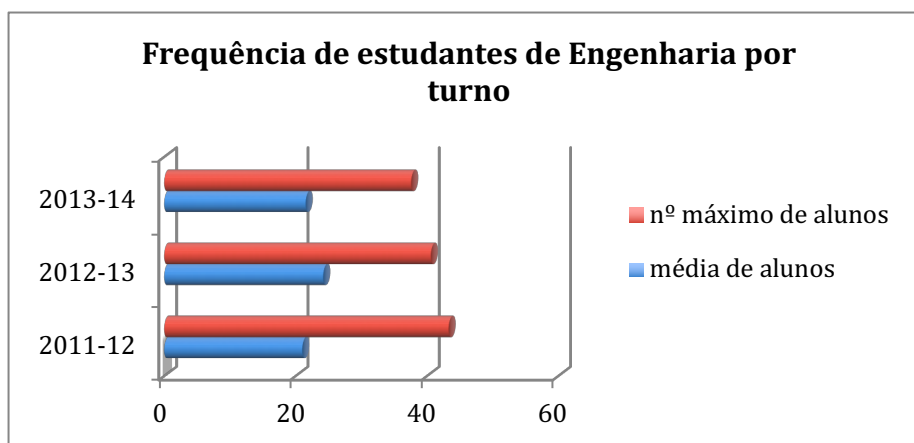
1. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

Antes de apresentarmos em detalhe os instrumentos de recolha de dados e respetivas amostras, iremos resumir os últimos três anos na ESTG-IPL, que antecederam o início deste nosso estudo, relativamente aos cursos de Engenharia, quer analisando por cursos quer na globalidade dos mesmos, e ainda especificamente no que à frequência dos estudantes por turno nesta UC de AM diz respeito, assim como a componente de avaliação e conseqüente aproveitamento. Estão em análise 10 turnos, distribuídos por 6 cursos.

Esta é uma análise justificada pelo facto de clarificar algumas das questões de investigação, nomeadamente a eventual relação entre a taxa de frequência às aulas, a taxa de avaliados e aprovados, tendo em conta quer a perspectiva de estudantes, quer de docentes, quanto ao nível de dificuldade desta UC. Por outro lado, na fase de pré-teste da entrevista, foi sugerido, pela direção da ESTG-IPL, solicitar estes dados diretamente aos Serviços Académicos.

Entre os anos letivos de 2011-2012 e 2013-2014, em média, os estudantes que frequentaram as aulas foram em número muito inferior ao número máximo de inscritos nos respetivos turnos. Podemos constatar este facto observando a discrepância entre o número máximo de estudantes e a média de frequência às aulas, por turno.

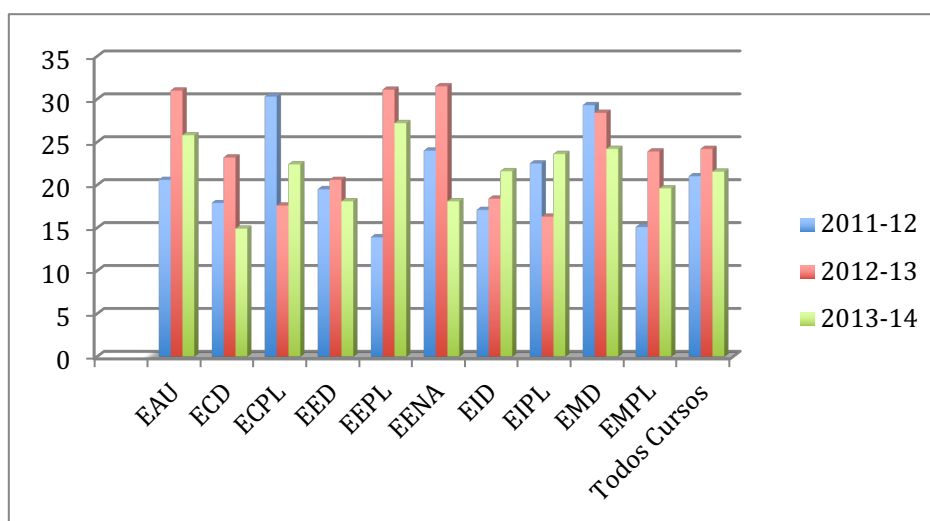
Gráfico: III.1.1 – Frequência de estudantes de Engenharia por turno, na globalidade dos cursos (máximo versus média)



Agrupando todos os cursos de engenharia em que esta UC é lecionada obtemos em 2011-2012 uma média de 21 estudantes por turno, sendo que a média do número máximo de estudantes que frequentou esta UC foi de 43,3 estudantes. Em 2012-2013, o número médio de estudantes foi de 24,2 estudantes, ligeiramente superior, com uma média do número máximo de estudantes por turno de 40,6. Isto denota que, apesar de ter havido um decréscimo no número máximo, o número médio aumentou, o que poderá traduzir uma maior regularidade na frequência às aulas desta UC. Em 2013-2014, o número médio de estudantes por turno voltou a baixar para 21,55 estudantes, tendência idêntica no número médio do máximo de frequência às aulas, que atingiu nesse ano 37,6 estudantes por turno. Estes valores, embora representem a média de uma amostra significativa, os estudantes de todos os cursos de engenharia da ESTG-IPL, que estão inscritos na UC de Análise Matemática, revelam que em média ao longo do ano letivo deixam de assistir às aulas uma média que varia entre 22 estudantes (2011-2012) e 16 estudantes (2012-2013 e 2013-2014).

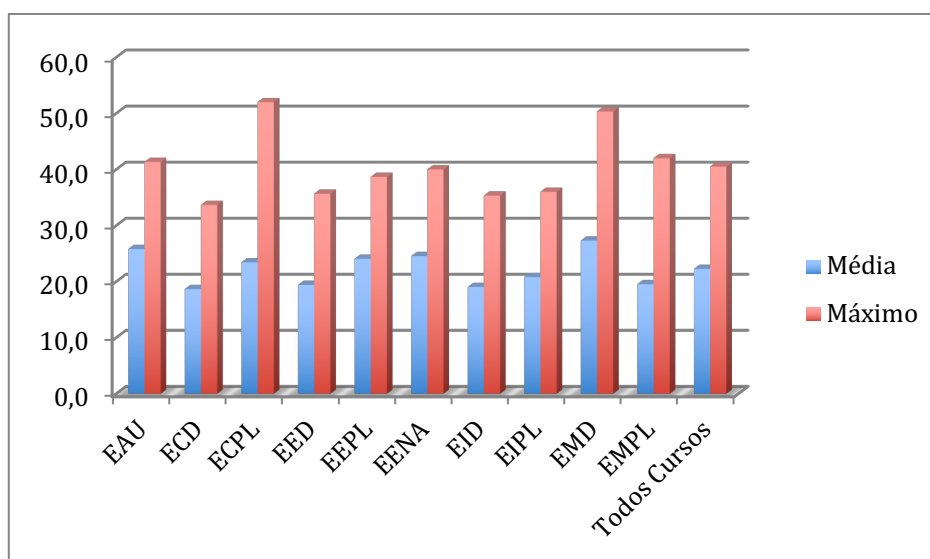
No gráfico III.1.2 podemos observar a tendência ao longo dos três anos letivos mencionados por curso, comparando com o resultado médio para todos os cursos. Embora a tendência não seja igual em todos os cursos, denota-se que, na maioria, o ano letivo de 2012-2013 foi o que teve um maior número de estudantes a assistir às aulas.

Gráfico: III.1.2 – Frequência média de estudantes de todos os cursos de Engenharia, por turno



O gráfico apresentado a seguir (III.1.3) apresenta a comparação, para cada curso e para a globalidade dos cursos, entre a média de estudantes por turno e a média do número máximo de estudantes nos mesmos turnos. Observa-se que a diferença é significativa, sendo que nalguns casos a diferença numérica entre estes dois quantificadores é de 20 estudantes.

Gráfico: III.1.3 – Frequência de estudantes de todos os cursos de Engenharia, por turno, em 3 anos letivos (máximo versus média)



Antes de analisarmos a questão da avaliação desta UC é importante referir que num ano letivo existem 4 avaliações, duas por avaliação contínua e duas por exame. Um estudante para obter aproveitamento à UC terá de realizar as duas provas de avaliação contínua e mediante critérios pré-definidos obter pelo menos 9,5 valores na média das duas, ou optar por um dos exames, tendo a obrigatoriedade de num deles obter pelo menos essa mesma nota. No exame poderão realizar apenas um dos módulos avaliados por frequência, caso no outro tenham obtido uma nota mínima definida pelo grupo responsável pela UC em cada ano letivo. É importante referir que a grande maioria dos estudantes realiza a primeira das provas da avaliação contínua, pelo que, na análise que faremos de seguida, quando se refere que um estudante realizou apenas uma avaliação, na maioria dos casos referimo-nos à primeira frequência desta UC.

Relativamente à média de estudantes que se submeteram a avaliações desde o ano letivo de 2011-2012 até 2013-2014, este valor foi diminuindo ano após ano, sendo que em 2012 foram avaliados 44 estudantes, em 2013 39 e em 2014 apenas 27. Contudo, estes números terão de ser contextualizados face aos inscritos. Analisando a percentagem de estudantes que são avaliados por ano, face aos inscritos, considerando a média de todos os cursos de Engenharia, existe uma homogeneidade ao longo dos 3 anos letivos em análise. No entanto, os valores revelam que em cada ano são muito poucos os estudantes inscritos a submeterem-se a avaliação. Em 2011-2012 foram em média 39,9% os avaliados face aos inscritos, em 2012-2013 este valor atingiu os 42%, o ano onde houve um acréscimo positivo a vários níveis, e em 2013-2014 a percentagem média de avaliados face aos inscritos voltou a baixar para os 30,7%, que corresponde a 274 estudantes num universo de mais de 800.

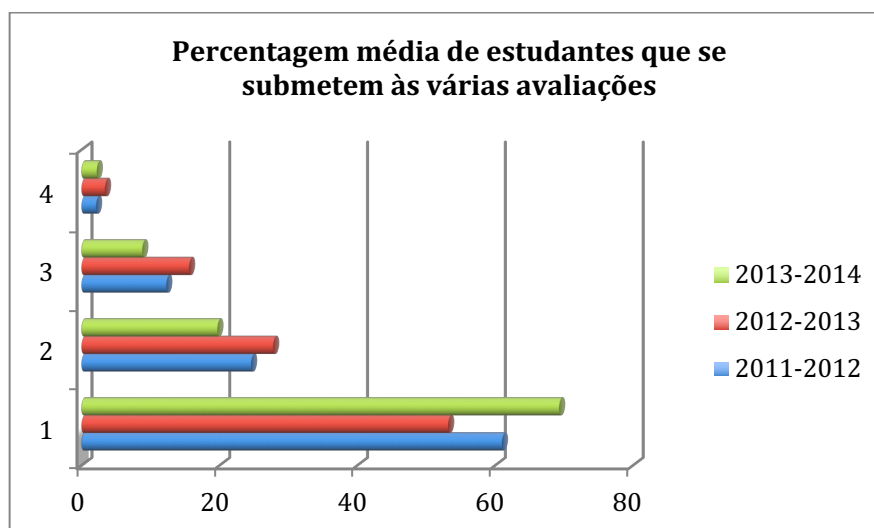
Em todos os cursos, para qualquer um destes anos, existe um decréscimo bastante significativo do número de estudantes que se submete a uma avaliação relativamente aos que se submetem a duas avaliações. Em 2011-2012, esta percentagem (considerando a média de todos os cursos) teve um decréscimo de 61% de avaliados face aos inscritos (estudantes que se submeteram a uma avaliação) para 24,6% de avaliados que se submeteram a duas avaliações. Em 2012-2013, este decréscimo oscilou entre os 53,2% e os 27,8%, apesar de tudo uma diferença menor do que no ano anterior (ano em que a frequência às aulas foi ligeiramente superior). Em 2013-2014, os estudantes que se submeteram a apenas uma avaliação representaram em média, face a todos os cursos, 72,1%, um valor bastante superior ao verificado face à percentagem de estudantes que frequentou duas avaliações, 17,9%, uma diferença que se reflete na percentagem de estudantes que em média foi avaliada 3 vezes, cerca de 8% dos inscritos.

O número médio de avaliações a que se submetem não atinge duas avaliações por semestre, sendo que, recorde-se a UC de Análise Matemática tem 4 momentos de avaliação, duas frequências e dois exames. Em 2012, o número médio de avaliações a que se submeteram foi de 1,56, no ano seguinte de 1,69 e em 2014 apenas 1,44. Isto denota que, apesar de ainda serem muitos os que se submetem à primeira avaliação, não se submetem à segunda, nem mesmo a algum dos exames. Estes valores permitem antever

que o número de avaliações a que se submetem até obterem aproveitamento terá de ser necessariamente elevado.

No gráfico seguinte (III.1.4) é possível observar a evolução, ao longo de 3 anos letivos, da afluência às várias avaliações nesta UC. Quando neste gráfico se identifica o número de avaliações não significa que a totalidade de estudantes que se submeteram a uma única avaliação o fizeram na primeira frequência, já que poderá ter sido num dos exames. Contudo, pela experiência de docência neste contexto, da própria autora da tese e das colegas inquiridas no estudo, infere-se que a grande maioria corresponde exatamente à primeira frequência. O ano em que mais estudantes se submeteram a mais avaliações foi em 2012-2013; 2013-2014 foi o ano em que houve um maior diferencial entre os que se submeteram a uma avaliação, e os que optaram por duas ou mais avaliações (69 estudantes submeteram-se a uma avaliação e 20 submeteram-se a duas avaliações).

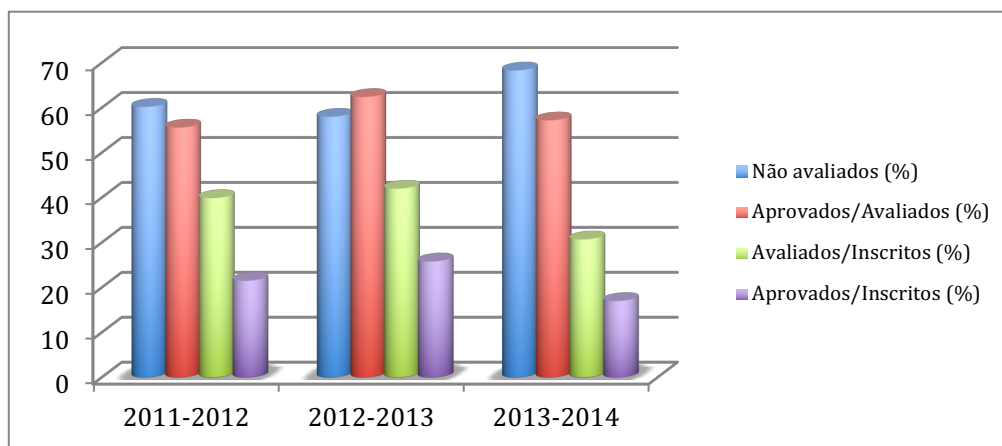
Gráfico: III.1.4 – Percentagem média de estudantes que se submeteram a um determinado número de avaliações, em 3 anos letivos



No gráfico III.1.5 observamos a percentagem de não avaliados em cada um dos anos em análise e esse valor ronda os 60%, valor que é ultrapassado em 2013-2014 (68%). Relativamente aos aprovados, deveremos ter em conta dois cenários, os valores

referentes aos aprovados quando comparados com a totalidade de avaliados, isto é, os que se submeteram a um número suficiente de avaliações para obter aproveitamento, e nesse caso os valores variam entre os 55,6% (2011-2012) e os 62,4% (2012-2013). Observando no gráfico as colunas a vermelho e a verde, devemos ter presente que os valores dos Aprovados/Avaliados não podem ser comparados linearmente com os Avaliados/Inscritos porque os primeiros são apresentados como um rácio entre os aprovados e os que se submeteram à avaliação. Um segundo cenário apresentado conduz-nos à reflexão de que os aprovados face aos inscritos atinge valores relativamente baixos, como seria esperado dada a afluência às avaliações. Em 2011-2012, a percentagem de aprovados face aos inscritos foi de 21,5%, em 2012-2013 foi 25,% e em 2013-2014 não chegou aos 20% (17%).

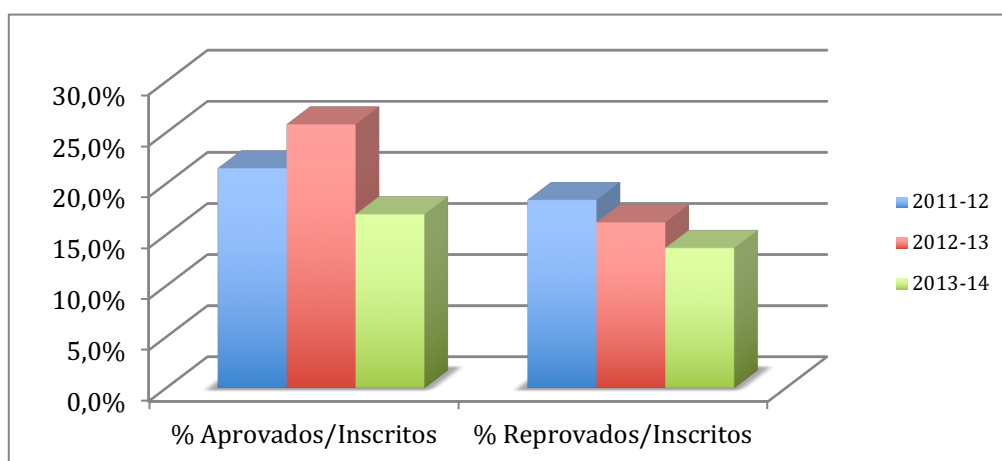
Gráfico: III.1.5 – Percentagem média de estudantes não avaliados, de aprovados face aos avaliados e aos inscritos, e os avaliados face aos inscritos



Podemos ainda comparar a percentagem média de aprovados e reprovados face aos inscritos, nestes 3 anos letivos, para todos os cursos em análise. Observando o gráfico III.1.6 constatamos que a percentagem de aprovados foi superior em 2012-2013, como esperado pelos resultados anteriores, tendo sido o ano em que mais estudantes foram às aulas e mais estudantes se submeteram a avaliação. Existe um decréscimo na percentagem de reprovados face aos inscritos ao longo destes três anos, o que é positivo, mas também poderá ser o reflexo do decréscimo de estudantes avaliados,

nomeadamente em 2013-2014. Apesar destes valores (pouco positivos), é de realçar que a percentagem de reprovados foi sempre inferior à percentagem de aprovados. É ainda de destacar que, apesar de a percentagem de aprovados estar em média, considerando os três anos letivos, próximo dos 21%, este valor está calculado em função do número de inscritos e não do de avaliados. Em 2011-2012, a percentagem média de aprovados face aos avaliados foi de 55,6%, no ano seguinte, como esperado face à análise anterior, apresentou o valor mais alto, 62,4%, e em 2013-2014 voltou a baixar para os 57,2%, valores estes acima dos 50% de estudantes submetidos a avaliação.

Gráfico: III.1.6 – Percentagem média de estudantes aprovados e não aprovados face aos inscritos



Retomando os instrumentos de recolha de dados, começemos por relembrar que, quanto aos docentes que lecionam a Unidade Curricular em estudo estes foram submetidos a um inquérito por entrevista (EF) online, numa amostragem por conveniência. O inquérito por entrevista (EF) a docentes foi implementado a 9 docentes da ESTG-IPL, especificamente do departamento de matemática, tendo sido obtido respostas válidas a todo o inquérito de 8 docentes. Este foi implementado entre 30/12/2014 e 31/01/2015, através de um documento Google Forms. O tempo médio para responderem ao inquérito foi de 30 minutos, sendo o tempo mínimo de 9 minutos e o tempo máximo de 59 minutos.

O número de inquiridos por entrevista é fundamentado pelo facto de ter sido previamente entregue a distribuição de serviço docente do Departamento de Matemática da ESTG, do ano letivo 2014-2015, com a indicação de que no 1.º semestre seriam 7 os docentes a lecionar a Unidade Curricular de Análise Matemática e 2 no 2.º semestre. Além destes 9 docentes foi convidado um outro por se julgar ter também experiência nesta UC, contudo aquando da entrevista referiu nunca ter lecionado Análise Matemática mas sim Matemática I e II nos cursos de Engenharia, Gestão e Contabilidade e Finanças. Desta forma, concluímos que 1 dos docentes convidados não respondeu ao inquirito e este último não foi considerado como válido para o presente estudo.

O questionário aos estudantes (QE) de Engenharia da ESTG-IPL foi construído no *LimeSurvey* com o apoio da UED do IPL, quer num primeiro contacto com a diretora da Unidade, quer posteriormente com o responsável pela gestão das plataformas, nomeadamente a plataforma de inquiritos. Inicialmente foi encetado um contacto por email a todos os coordenadores de curso de Engenharia (8 cursos no total, embora apenas 7 com vagas abertas), com o intuito destes serem o veículo para chegar aos estudantes de forma mais eficaz. Contudo, de um total previsto de 1456 estudantes, em regime diurno (998 estudantes) e pós-laboral (458 estudantes), obtivemos 125 tentativas de resposta, sendo 73 válidas para o estudo, e das quais 7 não responderam a todas as questões presentes no questionário. Foram feitas várias tentativas para a obtenção de uma maior taxa de resposta, contudo, e sempre de forma indireta recorrendo aos coordenadores de curso, tal não foi possível. Estes dados foram fornecidos pelos Serviços Académicos da ESTG-IPL.

No que diz respeito à componente de observação, esta foi monitorizada pela investigadora em sala de aula, que, em colaboração com os docentes da Unidade Curricular, forneceu aos estudantes os materiais complementares à sua aprendizagem, tendo observado, registado e acompanhado os comportamentos durante o processo de aprendizagem e interação. Na observação foi fulcral a construção de guiões de observação (GO) contendo os indicadores a observar, sendo que se acautelou a forma de organização dos registos, permitindo distinguir o que foi observado das interpretações ou dos juízos de valor.

No que diz respeito ao tratamento e à análise de dados, estes procedimentos incluem a análise do programa curricular da UC de Análise Matemática, a análise estatística descritiva e inferencial dos dados dos questionários e a análise de conteúdo dos dados das entrevistas e das grelhas de observação.

Relativamente à componente observacional é de referir a importância desta abordagem num estudo deste teor. Brito (2010), numa investigação desenvolvida sobre “Competências de utilização das TIC de alunos do ensino secundário”, identifica como limitação do seu estudo o facto de os resultados refletirem práticas declaradas e não observadas. Por essa razão, a autora sugere que seria importante levar a cabo investigações que tivessem como método de recolha de dados a observação, “determinando de forma mais segura e objetiva, quais as competências de utilização das TIC que os estudantes desenvolvem em contextos informais de aprendizagem e perceber, com maior acuidade, como são potenciadas em contextos de aprendizagem formais.” Também por isso se optou por realizar observação no nosso estudo.

Relativamente à análise de conteúdo, quer das respostas abertas aos questionários (QE) e entrevistas (EF), quer das notas de campo nas grelhas de observação (GO), foi adotada, segundo a terminologia de Van Der Maren (1996), uma análise por categorias concebidas a partir de um quadro conceptual e por categorias construídas por eco analógico. A interseção entre estas abordagens resulta no que o autor designa de codificação mista, que, no seu entender, sendo mais prática, se enquadra melhor em metodologias de investigação exploratória, permitindo responder às exigências inerentes a esta tipologia de investigação. Nesta perspetiva, o nosso estudo encerra um conjunto fechado e um conjunto aberto de categorias, respetivamente, e retomando a terminologia do autor que temos vindo a mencionar, as categorias concebidas a partir do nosso quadro conceptual e as categorias construídas por eco analógico. Assim, as categorias que emergem das questões de investigação e da revisão de literatura (quadro conceptual estruturado nesta investigação) são: autonomia, motivação, fator distração; as que foram construídas através da análise interpretativa das respostas aos questionários, às entrevistas e às notas de campo (categorias construídas por eco

analógico) são: facilidade, interação, percepção, visualização, curiosidade. A Figura: III.1.15 apresentada mais à frente, ainda no presente capítulo, identifica os aspetos mais observados, nomeadamente nas aulas de implementação.

Para analisar os resultados do inquérito por questionário aos estudantes procedeu-se a uma análise descritiva, com recurso ao *software* SPSS *Statistics*, construindo tabelas de frequências e gráficos demonstrativos das várias características em estudo, nomeadamente a caracterização da amostra e as respostas fechadas constantes no questionário. Relativamente às entrevistas, além do SPSS (análise das variáveis referentes à caracterização dos entrevistados), explorámos, recorrendo à análise de conteúdo, as questões abertas, analisando todas as respostas de forma exhaustiva e comparada, encontrando padrões, analogias e divergências.

Numa fase preliminar foi crucial obter autorização por parte dos responsáveis, quer do Instituto e das escolas implicadas na investigação, quer de coordenadores de curso e docentes. Posteriormente, envolvemos o ou os responsáveis pela Unidade Curricular (UC) implicada, já que foram incluídos conteúdos de carácter tridimensional numa perspetiva de complementaridade face aos pré-definidos. Em todo o processo de investigação houve um contacto próximo com os docentes de Análise Matemática.

Relativamente à construção dos conteúdos tecnológicos tridimensionais (RA), recorda-se que foram especificamente concebidos para dar resposta às questões a investigar, tendo sido necessariamente acauteladas a aprovação dos docentes da UC e a articulação com a respetiva proposta curricular, por forma a estarem enquadrados com o programa da UC. Houve ainda a preocupação de que estes potenciasses a autonomia na fase de interação, recorrendo para tal a elementos dinâmicos, intuitivos e interativos, nomeadamente com o propósito de não condicionar o tempo em sala de aula disponibilizado para esta investigação. Estes foram elaborados, lembramos, tendo por base a utilização de aplicações informáticas e *software* de RA.

Todas as etapas desta investigação, e correspondente codificação, são explicitadas nos dois quadros seguintes (Quadro III.1.5. e Quadro III.1.6.).

Quadro: III.1.5 – Etapas da investigação: designação e codificação

ETAPAS DA INVESTIGAÇÃO	CODIFICAÇÃO
Revisão de Literatura	RL
Atualização da revisão da literatura	ARL
Contactos com Orientador	CO
Contactos com Coordenadores	CC
Contacto com UED - IPL	CUED
Contacto Docentes Matemática	CM
Contacto Docentes/Investigadores	CD
Contacto Coordenador Dep. Matemática	CCM
Contacto Diretor ESTG	CESTG
Reunião com docentes de AM	RM
Construção e Validação dos Instrumentos de recolha de dados	CVI
Pré-teste aos Conteúdos	PTC
Pré-teste à Entrevista	PTE
Entrevista Online	EO
Questionário Online	QO
Desenvolvimento de Conteúdos	DC
Implementação dos Conteúdos	IC
Análise dos dados	AD
Tratamento e organização dos dados	TD
Interpretação e sistematização dos dados	ID
Elaboração das considerações finais	CF
Continuação/conclusão da redação da tese	CRT

Retomando o trabalho de investigação realizado e perspetivando a sua implementação em contexto real, importa reconhecer o seu carácter pioneiro e inovador, que incluiu uma vertente experimental e de análise. A segunda iteração DBR, da etapa II de implementação de conteúdos tridimensionais, decorreu no 1.º semestre do ano letivo de 2014-2015, tendo sido disponibilizados conteúdos 3D em RA, os quais foram acedidos através do manual criado para o efeito, antes descrito, com ligação aos referidos conteúdos através da *cloud*. Esta implementação foi sujeita a validações prévias, a distância e em sala de aula, numa fase exploratória que decorreu no 2.º semestre do ano letivo de 2013-2014 (cf. 1.ª iteração da etapa II de DBR).

Na criação dos conteúdos 3D em RA estiveram envolvidos docentes de Análise Matemática (AM) da Escola Superior de Tecnologia e Gestão (ESTG) do IPL, tal como mencionado anteriormente também. Estes conteúdos pretendiam complementar o ensino da Matemática, nomeadamente nos Cursos de Engenharia. As figuras III.1.11 e III.1.12 ilustram um dos momentos de validação em sala de aula, durante a 1.ª iteração DBR. Foram observados alguns constrangimentos técnicos, colmatados na fase de aperfeiçoamento, mas que não comprometeram a receptividade dos estudantes, que acederam e testaram os referidos conteúdos, recorrendo a *tablets* e telemóveis.

Figuras III.1.11 e III.1.12 - Implementação de conteúdos 3D em RA numa aula de AM



Esta aula de pré-teste decorreu no turno TP1, pós-laboral de Engenharia Eletrotécnica, onde foram entregues 13 *tablets* e 13 manuais, um por cada aluno, a 13 de junho de 2014. Estiveram presentes duas docentes, a docente titular do turno em questão e a docente da UC no 2.º semestre. Em sala de aula foi possível registar imagens, interagir com os estudantes e observar algumas situações relevantes, de que são exemplo as figuras III.1.13 e III.1.14.

Figuras: III.1.13 e III.1.14 – Pré-teste da aplicação dos conteúdos em RA em sala de aula



Deste pré-teste, salientamos que, em relação aos *tablets*, a utilização foi muito intuitiva, não tendo existido nenhum tipo de resistência. Surgiu contudo um dispositivo que não estava a aceder ao canal da aplicação Junaio, pelo que foi substituído por outro. No decorrer da interação surgiu um outro dispositivo com falhas de comunicação, mas o estudante de forma autónoma optou por usar o seu telemóvel pessoal, tendo acedido rapidamente ao aplicativo e conseqüente canal de acesso aos conteúdos 3D.

Quanto aos conteúdos do programa curricular da UC, estes foram sendo apresentados progressivamente, com um carácter de revisão de conceitos, e os estudantes acompanharam atentamente todas as explicações verbais, complementando-as com os conteúdos em RA que tinham ao seu dispor. Constatámos que cerca de metade dos estudantes sentiu curiosidade em testar a nova abordagem dos conteúdos (em RA) com o recurso ao telemóvel pessoal, mesmo quando o *tablet* estava a funcionar em pleno; fizeram-no de forma autónoma e bastante rápida.

Foram apresentados 7 exemplos dos 29 que o Caderno de Apoio (manual criado) apresenta para interação a 3D, tendo em conta os objetivos definidos para a referida aula. Em cada exemplo foi possível interagir com o conteúdo, interpretar os resultados, quer numa perspetiva prática quer relacionando-os com os conceitos teóricos subjacentes. Esta interação demorou entre 20 e 30 minutos, incluindo o tempo de preparação dos dispositivos móveis e a respetiva explicação de utilização.

No final desta sessão de pré-teste, os 13 estudantes responderam a um pequeno inquérito, que demorou cerca de 5 minutos. Os resultados mais relevantes no que à nossa investigação diz respeito são seguidamente sistematizados.

Apesar de a grande maioria dos estudantes não ter tido qualquer contacto prévio com os conteúdos, nem conhecer a tecnologia de RA, a não ser em contexto de jogo ou por divulgação na comunicação social, todos afirmaram que aceitariam com agrado a integração de conteúdos 3D na UC de Análise Matemática (AM) sobretudo porque “facilita a aprendizagem” e por considerarem “mais perceptível” do que outras estratégias pedagógicas e abordagens tecnológicas. As questões que mais colocaram foram de cariz técnico, querendo mesmo saber mais acerca da tecnologia usada e da forma como foram construídos os conteúdos; assim indagaram acerca das potencialidades do software, demonstrando muita curiosidade e interesse.

Além disso, os estudantes chegaram a algumas conclusões importantes, como o facto de o dispositivo usado influenciar a forma de visualização dos conteúdos, quer pelo tamanho, quer pelo consumo de energia, ou mesmo pela captação de rede, a definição do ecrã do próprio equipamento, ou ainda pela luminosidade (quer do exterior, quer do dispositivo). Mesmo sendo a primeira vez que a grande maioria dos estudantes interagiu com esta tecnologia, foi bastante intuitiva a forma como comunicaram com ela. Não foram necessárias explicações muito detalhadas porque cada um foi descobrindo intuitivamente várias formas de manipular os exemplos apresentados. Foram muitos os estudantes que aproveitaram a aula do pré-teste para instalar a aplicação Junaio no seu telemóvel ou *tablet*, para poderem testar os conteúdos em RA com os seus próprios equipamentos e noutros contextos que não apenas o da sala de aula.

Os estudantes revelaram muita autonomia na manipulação dos conteúdos, criaram formas adaptadas ao seu gosto pessoal para interagir com os dispositivos, testaram formas de visualização, trocaram ideias, gravaram vídeos do que estavam a visualizar para terem outra perspetiva dos conteúdos e no final da aula estavam todos aptos para usar esta tecnologia sem qualquer dificuldade. Alguns dos comentários mais ouvidos foram: “As aulas deveriam ser todas assim”; “A melhor aula que já tive de Matemática”; “Desta forma conseguimos visualizar melhor os conceitos e perceber melhor a teoria”; “Para ver gráficos em 3D isto é espetacular”; “Torna a matéria mais fácil de entender porque podemos visualizar melhor e interagir”; “Era bom podermos usar isto nas avaliações”; “Todas as aulas assim também poderia ser fator de distração, a não ser que o professor conseguisse controlar bem a aula”. Portanto, das palavras dos estudantes, inferimos que a grande maioria tem uma opinião favorável relativamente ao facto de a integração de conteúdos em RA poder promover a compreensão desses mesmos conteúdos.

Os resultados ao questionário (Anexo IV) implementado em sala de aula (pré-teste), são apresentados de seguida. Relembramos que este é composto por 8 questões, 5 de resposta aberta e 3 de resposta fechada. A amostra deste contexto totaliza 13 estudantes do regime pós-laboral.

Quadro: III.1.7. – Questionário realizado em sala de aula depois de implementados os conteúdos em RA (pré-teste)

Qual o nível médio de dificuldade que atribui a esta UC? <i>(de 1 a 4, sendo 1 – muito difícil e 4 – nada difícil)</i>
Como quantifica a relação que tem com as tecnologias? <i>(de 1 a 4, sendo 1 – nada significativa e 4 – muito significativa)</i>
Considera que o recurso a tecnologias em contexto de sala de aula é um fator de distração no processo de ensino-aprendizagem?
Já ouviu falar em Realidade Aumentada (RA)? Se sim, em que contextos?
Considera que as tecnologias tridimensionais podem promover a compreensão na aprendizagem de conteúdos específicos da UC de Análise Matemática?
Aceitaria com agrado a integração de conteúdos tridimensionais nesta UC? Porquê?
Em relação à aula que acabou de assistir, e no que diz respeito aos conteúdos 3D, responda às seguintes questões: Sentiu dificuldades em interagir com o dispositivo móvel e/ou o software? Relativamente à perceção dos conteúdos lecionados, como quantifica esta abordagem face a outras já implementadas? <i>(de 1 a 4, sendo 1 – mais confuso e 4 – mais perceptível)</i>

Relativamente aos resultados, 92% dos estudantes considera a Unidade Curricular (UC) de Análise Matemática (AM) muito difícil ou difícil.

A relação que estes estudantes assumem ter com as tecnologias é maioritariamente muito significativa (69%). Contudo, existem 2 dos 13 estudantes que afirmam ter uma relação nada ou pouco significativa.

Quanto à opinião dos estudantes relativamente ao fator de distração associado ao recurso a tecnologias neste contexto, 62% considera não ser relevante; contudo, existem 3 (em 13) que referem depender do interlocutor.

Relativamente ao conhecimento que têm acerca da Realidade Aumentada as opiniões dividem-se. Os que afirmam conhecer esta tecnologia relacionam esse contacto com os jogos e também através do curso.

À questão “Considera que as tecnologias tridimensionais podem promover a compreensão na aprendizagem de conteúdos específicos da UC de Análise Matemática?” todos responderam afirmativamente.

No que se refere à aceitação face à integração de conteúdos tridimensionais na referida UC, a totalidade dos estudantes afirma concordar, apresentado inúmeras razões, entre as quais o fator facilitador da aprendizagem, melhor visualização dos conceitos, aulas mais interessantes e cativantes, melhor compreensão ao nível do cálculo e dos conceitos teóricos e um maior realismo dos conteúdos. Em relação à aula em que foram apresentados os conteúdos, 85% dos estudantes afirma não ter sentido dificuldade em interagir com o dispositivo móvel e/ou o software. Apenas 2 dos 13 inquiridos manifestaram ter sentido algumas dificuldades, mas em situações pontuais. Quando comparada esta abordagem de RA com outras implementadas em sala de aula, não necessariamente com o recurso à tecnologia, 92% dos inquiridos afirma ser tão ou mais perceptível, sendo que 69% afirma mesmo ser a mais perceptível.

Na etapa II do DBR, no que podemos designar por 2.º ciclo DBR, já depois dos conteúdos terem sido testados, validados e aperfeiçoados, estes foram implementados na fase final do 1.º semestre. Esta opção temporal é fundamentada por várias razões inerentes à logística da UC de Análise Matemática e ao planeamento dos docentes (o 1.º semestre iniciou a 15 de setembro e terminou a 10 de janeiro). Contudo, e dado que nem todos os conteúdos produzidos seriam explorados em sala de aula, e porque se resumem sobretudo ao terceiro capítulo lecionado, seria inevitável que a implementação ocorresse em meados de novembro, em articulação com cada um dos turnos e docentes. A UC de Análise Matemática é lecionada a 7 cursos, sendo que optámos por restringir a implementação só a 3 cursos. A escolha dos cursos esteve relacionada com o facto de as colegas que participaram na fase de elaboração dos conteúdos tridimensionais lecionarem e coordenarem esses mesmos cursos, não deixando de fora nenhum dos turnos dos cursos em causa, e por isso termos integrado mais docentes nesta fase da investigação. Estamos, por isso, perante uma escolha por conveniência. De entre 8 docentes que em média estão distribuídos pelos vários cursos para lecionar esta UC, trabalhamos diretamente com 4 em 5 turnos.

Tal como na aula de pré-teste, os estudantes realizaram no final da aula de implementação um questionário (Quadro III.1.7 e Anexo XIII), já depois de terem testado conteúdos 3D em RA. O referido questionário foi respondido por 97 estudantes de 5 turnos de teórico-práticas de Análise Matemática, no dia 18 de dezembro de 2014.

Relativamente aos resultados, 10% dos estudantes considera que esta é uma UC muito difícil e apenas 6% responde o inverso. A maioria, 52%, afirma que a UC é difícil. Estamos assim perante uma amostra equilibrada no que diz respeito ao nível de dificuldade que atribuem à referida UC.

A relação que estes estudantes assumem ter com as tecnologias é maioritariamente significativa ou mesmo muito significativa, já que 92% responderam o nível 3 ou 4. Nenhum dos inquiridos afirma ter uma relação nada significativa.

Quanto à opinião dos inquiridos relativamente ao fator de distração que o recurso a tecnologias em contexto de sala de aula pode assumir no processo de ensino-aprendizagem, 75 dos estudantes negaram a existência dessa relação, contudo existem ainda 10 que concordam com essa possibilidade e 11 manifestam-se indecisos.

Relativamente ao conhecimento que os estudantes têm acerca da Realidade Aumentada as opiniões dividem-se; para os que afirmam conhecer esta tecnologia, a grande maioria relaciona-a com os jogos, mas há ainda respostas como: filmes, lazer, decoração, saúde, aplicações matemáticas, óculos da Google e turismo.

Na questão “Considera que as tecnologias tridimensionais podem promover a compreensão na aprendizagem de conteúdos específicos da UC de Análise Matemática?” foram 99% os estudantes que responderam afirmativamente.

No que se refere à aceitação face à integração de conteúdos tridimensionais na referida UC 99% dos estudantes afirma concordar, apresentado inúmeras razões, entre as quais a melhoria na interpretação dos resultados, um maior realismo dos conteúdos, melhor compreensão dos conceitos teóricos, aulas mais divertidas, mais perceptível graficamente, maior interatividade e a perceção do quanto a UC é importante.

Em relação à aula em que foram apresentados os conteúdos, 92% dos estudantes afirma não ter sentido dificuldades em interagir com o dispositivo móvel e/ou o software. Para os que afirmam terem tido algumas dificuldades, as causas apontadas foram

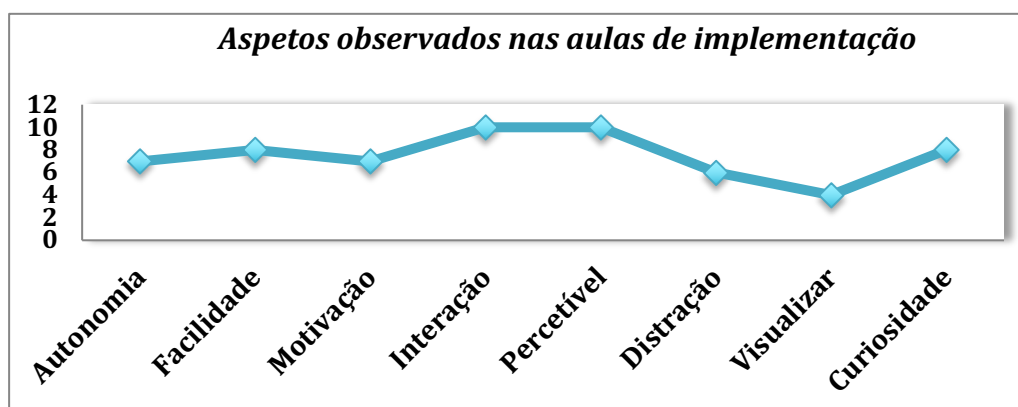
questões de rede, devido à localização de algumas salas, ou de alguns *tablets* apresentarem falhas de comunicação e de visualização (não existência de focagem automática).

Quando comparada esta abordagem de RA com outras implementadas em sala de aula, não necessariamente com o recurso à tecnologia, 94% dos inquiridos afirma ser tão ou mais perceptível, sendo que 41% afirma mesmo ser a mais perceptível.

Nesta fase, considerada preponderante para esta investigação, já que se tratou da implementação dos conteúdos, em sala de aula, na sua fase de maior maturação e depois de retificadas todas as atualizações necessárias, foram preparados com maior rigor todos os dispositivos (*tablets*) e impressos Cadernos de Apoio em número suficiente para cada estudante presente em cada um dos turnos selecionados. Selecionaram-se cuidadosamente as aulas em que tal iria ocorrer, tendo em conta quer os conteúdos selecionados especificamente para estas aulas, quer os objetivos dos docentes envolvidos na sua implementação, para que tal não colidisse de forma alguma com o normal funcionamento das aulas.

Antes de nos referirmos às grelhas de observação (GO) das aulas de implementação dos conteúdos, apresentamos um gráfico síntese dos aspetos que mais se destacaram nas referidas aulas.

Figura: III.1.15 – Resumo das categorias mais observadas nas aulas de implementação



Destacamos a interação e a percepção, que foram os aspetos mais observados. Relativamente à distração esta foi verbalizada tanto como não ocorrendo, quer ainda

como um receio inerente a esta abordagem. O fator associado à visualização não teve tanto impacto quanto antecipado, porque os estudantes se focaram muito na parte técnica, dada a curiosidade inicial, e também porque ocorreram alguns problemas técnicos, como a limitação de alguns dispositivos, e ainda problemas de rede.

Quadro: III.1.8 – Grelha de observação em sala de aula – TP1

Curso	Engenharia Mecânica (diurno)
Docente	DAM2
Número de estudantes	31
Tempo de duração da aula	45 minutos
Tempo de preparação dos conteúdos	10 minutos
Data / Hora	18 de dezembro de 2014 / 9h40
<u>Problemas Detetados:</u>	
<p>Dos 13 tablets entregues no início da aula houve 2 com problemas técnicos.</p> <p>Alguns estudantes não conheciam este tipo de aplicação, e não sabiam, por exemplo, que para ler o QR Code teriam de carregar no Scan. A maioria conseguiu com facilidade, muitos optaram pelos telemóveis e tablets pessoais, já que a turma era grande e não havia tablets para todos.</p> <p>O problema do tablet dividir o ecrã foi contornado com o movimento giratório do dispositivo.</p>	
<u>Observações dos estudantes:</u>	
<p>“Esta aplicação (Junaio) consome muita bateria no meu telemóvel.”</p> <p>“Isto é altamente...”</p> <p>“É um espetáculo...”</p> <p>“A melhor aula que já tive de matemática.”</p>	
<u>Outras observações:</u>	
<p>O tempo de preparação dos conteúdos foi superior ao previsto não só pelo facto de ter sido a primeira aula onde os mesmos foram implementados, mas também porque a turma era grande e por terem surgido complicações técnicas com dois dos tablets logo no início da aula.</p> <p>Os estudantes foram criando autonomamente soluções sempre que queriam visualizar os conteúdos de forma diferenciada, nomeadamente com a utilização dos dispositivos pessoais.</p> <p>Os estudantes avançaram com autonomia na exploração dos conteúdos.</p>	

O ruído em sala de aula foi sofrendo alterações, quando a professora explica há mais silêncio, quando estão a explorar sente-se mais agitação.

Um aluno gravou em vídeo a visualização da interação com um conteúdo, o que se revelou muito interessante. A professora foi explicando os conteúdos como resumo da matéria, alguns acompanharam mas outros foram tentando explorar outros exemplos. A professora foi dando tempo para esta exploração, e tentou mostrar o mais possível, não tendo sido possível mostrar tudo.

Quadro: III.1.9 – Grelha de observação em sala de aula – TP2

Curso	Engenharia Eletrotécnica (diurno)
Docente	DAM3
Número de estudantes	13
Tempo de duração da aula	30 minutos
Tempo de preparação dos conteúdos	5 minutos
Data / Hora	18 de dezembro de 2014 / 10h15
<u>Problemas Detetados:</u>	
Um tablet sem resposta; Sala de aula com pouca claridade e acesso à rede reduzido.	
<u>Observações dos estudantes:</u>	
“É muito interessante, mas as aulas todas assim poderia ser fator de distração.”	
<u>Outras observações:</u>	
Os estudantes instalaram com facilidade a aplicação no telemóvel pessoal, embora para descarregar o manual tenha sido mais demorado pela insuficiência de rede.	
Alguns estudantes descobriram sozinho formas de visualizar os conteúdos, sob diferentes prismas, as próprias imagens e a interação com estas.	
Com tablets mais sofisticados, e mesmo com condições de luz e rede insuficientes, notou-se uma grande diferença na manipulação dos conteúdos. Contudo, a interação foi perfeitamente perceptível, mesmo em condições insuficientes e com dispositivos menos avançados, e os objetivos foram alcançados.	
A manipulação dos conteúdos com recurso ao Junaio consome muita bateria nos telemóveis, e quem usou esse recurso ficou mais limitado, nos tablets esse consumo é menor. A procura de rede também é fator para acelerar esse consumo.	

A professora focou-se em exercícios concretos de acordo com o objetivo da aula, deu liberdade de exploração e muitos foram explorando outros exemplos.

Quadro: III.1.10 – Grelha de observação em sala de aula – TP3

Curso	Engenharia Informática (diurno)
Docente	DAM3
Número de estudantes	25
Tempo de duração da aula	50 minutos
Tempo de preparação dos conteúdos	5 minutos
Data / Hora	18 de dezembro de 2014 / 16h15
<u>Problemas Detetados:</u>	
<p>Problemas similares aos detetados nos Turnos 1 e 2, nomeadamente a questão da insuficiência de rede e a não focagem dos tablets, assim como a divisão do ecrã destes dispositivos.</p> <p>Um dos estudantes tentou descarregar a aplicação para o seu telemóvel e quando o fez usando a rede do seu telemóvel enviou uma mensagem de alerta, não tendo sido autorizada a instalação da aplicação.</p>	
<u>Observações dos estudantes:</u>	
<p>Nada de relevante a registar.</p>	
<u>Outras observações:</u>	
<p>Mesmo sendo um turno de estudantes de informática, demonstraram desconhecer a tecnologia utilizada e não o querendo assumir claramente, manifestaram-se menos curiosos face aos outros turnos. Foram colocadas muitas dúvidas com o intuito de perceberem onde estavam localizados os conteúdos, assim como a forma como estes tinham sido criados. Interessaram-se igualmente por saber quais os softwares utilizados.</p>	

Quadro: III.1.11 – Grelha de observação em sala de aula – TP4

Curso	Engenharia Eletrotécnica (pós-laboral)
Docente	DAM4
Número de estudantes	17
Tempo de duração da aula	45 minutos
Tempo de preparação dos conteúdos	5 minutos
Data / Hora	18 de dezembro de 2014 / 19h30
<p><u>Problemas Detetados:</u></p> <p>Problemas de rede e o facto de os tablets captarem pouca luz, nem sempre permitiu interagir com os conteúdos nas melhores condições, ainda assim todos os estudantes conseguiram observar e interagir com os conteúdos que estavam previamente integrados no planeamento da aula.</p> <p>Um tablet bloqueou na aplicação. Desliguei e voltei a ligar e ficou a funcionar.</p> <p>O tempo de carregamento demorou mais tempo nuns casos que noutros.</p> <p>Algumas imagens quando ficam mais desfocadas ou perdem cor, pela falta de luz, deixam de se visualizar ou visualizam-se em piores condições.</p>	
<p><u>Observações dos estudantes:</u></p> <p>Questionaram sobre estes conteúdos noutros contextos, mostrando interesse e curiosidade. Desconheciam que os conteúdos estavam pré-definidos e guardados previamente, perguntando se funcionaria caso direcionassem os dispositivos para outros objetos ou imagens.</p> <p>Um estudante referiu que embora não considerasse um fator de distração esta abordagem poderá requerer mais tempo, porque torna o ensino mais individualizado criando também maior interação.</p> <p>Um outro estudante no seu telemóvel viu um dos conteúdos (mapa topográfico) de forma muito clara e perceptível e ficou maravilhado. Notou-se claramente a diferença face ao tablet pela qualidade dos equipamentos.</p>	
<p><u>Outras observações:</u></p> <p>A grande maioria dos estudantes instalou nos seus telemóveis a aplicação e fez a descarga do manual, sem grande dificuldade, exceto casos pontuais.</p>	

Houve um estudante que chegou muito atrasado e embora fosse mais velho do que a média dos estudantes, interagiu sem dificuldade e esteve muito concentrado ao manipular os conteúdos, aproveitando o máximo de tempo que lhe foi possível.

A professora também explorou exemplos concretos, foi explicando conceitos, apoiou os estudantes na exploração, mas também permitiu que fossem com maior liberdade "navegar" por outros exemplos.

Quadro: III.1.12 – Grelha de observação em sala de aula – TP5

Curso	Engenharia Informática (pós-laboral)
Docente	DAM1
Número de estudantes	12
Tempo de duração da aula	45 minutos
Tempo de preparação dos conteúdos	5 minutos
Data / Hora	18 de dezembro de 2014 / 21h
<u>Problemas Detetados:</u>	
Dois tablets deixaram de ter a câmara a funcionar.	
<u>Observações dos estudantes:</u>	
Os estudantes colocaram muitas perguntas, nomeadamente se daria para fixar a imagem e continuar a tê-la mesmo sem estar a direcionar o dispositivo para a imagem associada. A possibilidade de voltar a visualizar a imagem inicial de forma mais rápida também foi abordada.	
Denotou-se desconhecimento destas ferramentas mesmo sendo estudantes de EI.	
Os estudantes detetaram o facto de o tablet não focar as imagens de forma automática.	
Outra questão colocada foi se a imagem apenas roda em torno de si própria horizontalmente ou se também daria para rodar na vertical, para se poder ver a parte de baixo e a parte de cima. Foi explicado que isso é possível manipulando o papel ou mesmo o dispositivo. Esta questão nem sempre foi fácil de mostrar já que os dispositivos nem sempre o permitiram, dadas as suas limitações.	
<u>Outras observações:</u>	
A professora deu um rumo à aula muito construtivo, os estudantes usaram de forma ordeira o caderno, seguindo as instruções e respondendo às questões.	

2. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS E CONCLUSÕES

2.1. ENTREVISTAS AOS DOCENTES

Retomando o inquérito por entrevista aos docentes da ESTG-IPL, relembramos que este foi implementado a 9 docentes, tendo sido obtido o inquérito devolvido por 8 docentes com respostas válidas a todas as questões.

Relativamente ao género, a amostra possui 87,5% do sexo feminino e 12,5% do sexo masculino. A idade mínima dos inquiridos é de 34 anos e a idade máxima é de 47 anos, sendo a média das idades de 38,6 anos. Em relação à variável “Anos de serviço docente”, os valores variam entre os 7 e os 25 anos, sendo o tempo médio de 15,4 anos. A variável “Anos que leciona na atual instituição” varia entre os 7 e os 23 anos, com uma média de 14,8 anos. Relativamente aos “Anos que leciona Análise Matemática”, situam-se entre os 5 e os 23 anos, com uma média de 10,5. Estes dados revelam que, em média, os docentes que lecionam esta Unidade Curricular exerceram e continuam a exercer a sua atividade profissional na maioria dos anos de docência no IPL, sendo que em 71% dos anos foram dedicados à referida UC. Dos 8 docentes inquiridos, 7 já coordenaram a UC de Análise Matemática (87,5%). Em relação aos cursos em que lecionam os inquiridos, existe um docente que no ano letivo em que o estudo foi realizado não lhe foi atribuída esta UC, 4 docentes lecionaram no curso de Engenharia Informática, assim como de Engenharia Mecânica e Engenharia Eletrotécnica, 2 docentes lecionaram no curso de Engenharia Civil, assim como de Engenharia Automóvel e de Gestão Industrial. Um dos docentes inquiridos neste estudo lecionou a UC da AM em todos os referidos cursos, 4 lecionaram em 2 ou 3 cursos, e 2 lecionaram apenas num dos cursos.

Quando inquiridos acerca da integração de tecnologias tridimensionais no ensino da matemática, os docentes mencionaram diferentes aspetos, tais como o contributo para a visualização de objetos (D1, D2 e D3), e conseqüente melhoria na aquisição de conceitos matemáticos (D1), ou para a compreensão de conceitos matemáticos mais formais e abstratos (D3), expectativas já identificadas como prementes no ensino da matemática, com bastante enfoque por Domingos (2003) na sua investigação. Os aspetos

identificados pelos docentes projetam as expectativas que estes têm face a uma eventual utilização de tecnologias tridimensionais no ensino e na aprendizagem da Matemática (Q.I.4), assim como potenciais pontos fortes apontados por estes (Q.I.5). Foram ainda referidos aspetos como o constrangimento temporal “para cumprir o programa da UC” (D5) e o uso, importante, desde que “com moderação” (D7). Um outro docente respondeu afirmando que esta integração é “Interessante, mas pouco útil para a quantidade de alunos que se tem” (D8). O constrangimento temporal identificado anteriormente, assim como o número de estudantes por turma, pode ser entendido como limitação (Q.I.3) e dificuldade (Q.I.5) face à implementação destas tecnologias nas aulas de AM. Ainda assim, é importante mencionar que num estudo de Martin-Gutierrez *et al.* (2012) foi sublinhado o incremento da capacidade de auto-aprendizagem dos estudantes, proporcionando ao docente mais tempo para se focar na explicação de questões mais complexas.

Em síntese, constatamos que a integração de tecnologias tridimensionais no ensino da matemática pode ser perspectivada como útil e importante, nomeadamente para compreender modelos matemáticos que traduzem a realidade espacial, o que corrobora os resultados do estudo de Fonseca *et al.* (2013), referindo as vantagens que as ferramentas de RA conferem no incremento da perceção espacial. Contudo, e não obstante poder ser perspectivada como importante e interessante, deve ser usada com moderação adequando-se ao número de estudantes, o que aliás deve ser garantido com toda e qualquer estratégia pedagógica.

A opinião que os docentes inquiridos têm acerca da possibilidade das tecnologias tridimensionais promoverem o ensino/aprendizagem de conteúdos específicos da UC de Análise Matemática é unânime: é um fator motivacional (D3, D4, D5 e D6), permite uma melhor visualização e interação com os conteúdos (D1, D6 e D7), facilita a compreensão dos conteúdos (D2 e D6) e uma maior relação face à realidade (D3), e permite ainda que o professor explique de forma mais eficaz os conceitos aos estudantes (D1). Contudo, um dos docentes menciona que poderá cair na rotina, também por consequência do acesso mais fácil por parte dos estudantes a novas tecnologias. As respostas dadas a esta questão vêm corroborar as conclusões já apresentadas na questão anterior, e permitem

igualmente antever potencialidades, expectativas e pontos fortes que poderão advir da implementação destas tecnologias nestes contextos educacionais. Contudo, a questão da rotina, embora apresentada de forma residual, poderá ser entendida como uma limitação.

Quando questionados acerca da integração de tecnologias tridimensionais nas práticas pedagógicas permitirem uma melhor rentabilização do tempo em sala de aula, as opiniões dividem-se, sendo que muitos manifestam ter dúvidas (já que não têm experiência suficiente com estas tecnologias). Os que consideram não haver rentabilização do tempo justificam-no pelo facto de o programa da unidade curricular ser extenso (D3, D6 e D7) e a integração destas tecnologias poder ser fator de dispersão (D3 e D8). O facto de poder haver a necessidade de dar apoio adicional aos estudantes é outro fator que leva a duvidar da possível rentabilização do tempo (D5). Os aspetos positivos apresentados face a esta questão referem que estas tecnologias podem criar a possibilidade de os estudantes se tornarem mais autónomos (D3), rentabilizando estes recursos em casa, “seguindo um pouco o espírito do Processo de Bolonha” (D7). Esta ideia é corroborada por Martin-Gutierrez *et al.* (2012), quando estes autores se referem à capacidade de auto-aprendizagem dos estudantes. Dos que não vêem o fator tempo como um problema, reforçam-no com a opinião de que estas tecnologias geram uma melhor comunicação, mais efetiva e bidirecional entre professor e estudantes (D1), e são um “valor acrescentado positivo, justificando-se mais experiências e abordagens deste tipo” (D6). Podemos indagar que o recurso a tecnologias tridimensionais é praticamente inexistente, sendo que uma das principais razões para esse facto é o “medo” do não cumprimento do programa, sendo identificada como limitação a falta de experiência dos docentes nesta matéria e conseqüentemente a perceção de que daí advém uma maior necessidade de dar apoio aos estudantes em sala de aula. Em oposição a esta visão, há entre os outros docentes inquiridos os que vêm com alguma expectativa a inclusão destas tecnologias, por potenciar a criação de maior autonomia, rentabilização de recursos fora do contexto de sala de aula e de uma melhor comunicação entre os atores principais desta realidade, docentes e estudantes.

Relativamente às estratégias que consideram pertinentes implementar para que a utilização de tecnologias tridimensionais no ensino da Matemática seja efetiva e vantajosa, os inquiridos apresentaram opções diversas, entre elas, a diminuição do número de estudantes em sala de aula (D8), a redução dos conteúdos programáticos a lecionar (D5), uma antecipada planificação das atividades e dos recursos tridimensionais a realizar em sala de aula (D1) e no decorrer de todo o ano letivo (D6), e a generalização da utilização de tecnologias individuais na sala de aula (D2). Há docentes que defendem que as tecnologias tridimensionais devem ser integradas como revisão e consolidação dos conteúdos (D4), e ainda os que consideram a possibilidade de os integrar na avaliação como componente de um estudo individual fora da sala de aula (D3), ou mesmo disponibilizando conteúdos na plataforma da UC para que os estudantes possam usá-los em casa (D7). Existe ainda por parte dos docentes a consciência de que haveria muito a fazer, até em termos estruturais, daí a diversidade de propostas apresentadas num núcleo restrito de docentes, para que fosse possível integrar estas tecnologias de forma efetiva e vantajosa. Esta poderá ser outra razão pela qual existe alguma resistência em efetivar este tipo de mudança. Por outro lado, pela dificuldade identificada por alguns em incluir estas tecnologias em sala de aula, é apontada como uma mais valia a sua integração num estudo autónomo e exploratório fora da sala de aula, como complemento ao ensino formal.

No que concerne à perspetiva face à mudança que o recurso à Realidade Aumentada trouxe, traz ou poderá trazer às práticas pedagógicas há um reforço de perspetivas referidas em questões anteriores, nomeadamente o facto de melhorar a visualização dos conceitos tridimensionais (D5 e D7), dando uma perceção espacial mais próxima da realidade (D8), assim como permitir uma comunicação mais eficiente entre professor e estudantes e a interação em tempo real por parte dos estudantes com os conteúdos abordados, gerando mais dinâmica (D1 e D3). Esta situação é perspetivada por Domingos (2003), que identifica a dificuldade dos estudantes em construir e compreender conceitos matemáticos mais abstratos. Há, contudo, opiniões em que não se reconhecem grandes alterações, caso os recursos não sejam de fácil utilização (D6). Identificam-se, então, algumas expectativas face à utilização de tecnologias

tridimensionais no ensino e aprendizagem da matemática por parte dos docentes inquiridos, que realçam a melhoria face à visualização e à melhor percepção espacial dos conceitos, assim como uma maior interação em tempo real com os mesmos. Uma das dificuldades identificadas é a conceção dos próprios conteúdos tridimensionais, dada a forma como estes podem ou não facilitar o processo de aquisição do conhecimento.

Analisando as respostas enquadradas no grupo de questões “Postura dos estudantes face à aprendizagem dos conteúdos lecionados na UC de Análise Matemática”, constatamos que 62,5% dos docentes considera que os estudantes atribuem relevância significativa ou mesmo muito significativa àquela UC no curso que frequentam, sendo que nenhum considera que os estudantes não atribuam qualquer significância a esta UC. Os docentes inquiridos afirmam em 50% dos casos que o nível médio de dificuldade que os estudantes atribuem a esta UC é nada difícil, e os restantes dividem-se entre muito difícil e difícil, não havendo por isso um consenso. Quando questionados acerca da importância que os estudantes atribuem à integração de tecnologias no ensino/aprendizagem nesta UC, os docentes denotam uma vez mais divergência de opiniões, já que 50% considera que os estudantes atribuem alguma ou muita importância, e os restantes manifestam o oposto. Aquando da análise dos questionários aos estudantes será pertinente comparar esta perspetiva com a apresentada pelos próprios estudantes.

Relativamente ao recurso à plataforma online por parte dos estudantes, 5 dos 8 os docentes consideram que o fazem para acompanhar os conteúdos, 2 consideram que é para acompanhar e interagir, e apenas 1 considera que é só para interagir. Quanto à aceitação com agrado por parte dos estudantes a integração de conteúdos tridimensionais nesta UC, o parecer dos docentes é unânime afirmando que todos aceitariam pelas razões já enunciadas anteriormente, tais como: maior dinamismo na aula (D2 e D7), “compreensão mais facilitada das matérias” (D2), por ser uma ferramenta diferente (D4 e D5) e apelativa (D5), por ser “uma mais-valia à percepção e visualização dos conteúdos” (D4), desde que os mesmos não implicassem um esforço em termos de avaliação (D3). Este sentir bastante favorável parece contrastar com as respostas dadas pelos docentes face à importância que julgam que os estudantes atribuem à integração

de tecnologias no ensino/aprendizagem desta UC, o que poderá traduzir que apesar de aceitarem com agrado a sua integração talvez não a considerem assim tão relevante, na perspetiva dos docentes.

Os docentes foram ainda inquiridos acerca das suas práticas pedagógicas, quer em termos metodológicos quer pelos recursos implementados em sala de aula. Quando questionados sobre adequação da metodologia usada para lecionar esta UC, em todos os cursos considerados, a maioria (87,5%) responde afirmativamente, só 1 em 8 dos docentes inquiridos afirma que não, já que “os alunos deveriam ser mais autónomos no seu estudo, para que houvesse tempo para explorar os conteúdos de outras formas e com outras abordagens” (D6). Os restantes justificam a sua aceitação pelo facto de a UC ter um programa muito extenso (D3, D5 e D7) e, como tal, acabam por se focar mais na adequação face à globalidade dos cursos do que propriamente na metodologia a que recorrem (D1 e D4), referindo ainda que os exercícios e exemplos abordados deveriam ser mais específicos ao curso em questão para uma maior motivação dos estudantes (D1). A perspetiva dos docentes face a esta questão denota que, apesar de a maioria considerar adequados os métodos utilizados, justificado pela extensão do programa, há os que aludem a alguma mudança, quer em termos mais práticos e exemplificativos, quer pela necessidade de criar mais autonomia nos estudantes.

Os métodos que os docentes identificam como os mais frequentes na sua prática pedagógica é o método oral (6 em 8 docentes – D1, D2, D3, D5, D6 e D8) e o método expositivo (6 em 8 docentes – D1, D2, D4, D5, D7 e D8). Algumas das razões apontadas são “as dificuldades que os alunos têm, as suas lacunas a Matemática e os conteúdos a lecionar” (D6), sendo que estes métodos são “a forma mais rápida e eficiente de abordar toda a matéria” (D6). Alguns dos inquiridos afirmam que integram o método interativo nas suas aulas numa perspetiva exploratória, “quando resolvem exercícios e debatem diferentes formas de os resolver” (D3, D4 e D7); contudo, alguns identificam a utilização de tecnologia em sala de aula conjugada com os restantes métodos (D1, D2, D4 e D7), mas explorado apenas pelo docente (D2), e recorrendo a softwares matemáticos (D1, D4 e D7), afirmando que “hoje em dia a tecnologia faz parte do nosso dia a dia nas mais diversas aplicações e por isso ela deve ser usada também no ensino” (D1).

Relativamente aos elementos tecnológicos ou multimédia de suporte às aulas a que recorrem nas atividades letivas, a maioria afirma utilizá-los (75%), sendo que 1 dos docentes inquiridos afirma utilizar raramente (D6), “pelo facto dos elementos necessários não estarem disponíveis nas próprias salas de aula”, e um dos docentes não utiliza (D8). Dos que afirmam utilizar elementos tecnológicos, a ferramenta que identificam como mais comum é a plataforma de conteúdos MITO (D2, D3 e D5), disponibilizada também para os estudantes de forma autónoma e usada igualmente na componente de avaliação. Foram ainda identificados outros softwares de apoio ao ensino como: Geogebra (D1 e D7), Mathematica (D4 e D7), graphics do Google (D7) e outros softwares de matemática de animação em vídeo, nomeadamente de apoio gráfico 2D e 3D (D1, D2, D5). Esta necessidade face à utilização tecnológica é fundamentada pela “introdução de alguns conteúdos, nomeadamente espaciais, sendo importante que os estudantes consigam observar e entender as representações planas da realidade tridimensional”. Estas práticas denotem já a tentativa de recorrer a tecnologias tridimensionais embora um pouco mais conservadoras, pela necessidade de incutir nos estudantes a efetiva interação com os conteúdos, permitindo que estes sejam visualizados e conseqüentemente compreendidos. A abertura por parte de alguns docentes a metodologias com recurso a tecnologias deixa antever que a realidade aumentada poderá ser uma alternativa face a alguns dos instrumentos identificados.

O parecer dos docentes inquiridos relativamente ao potencial fator de distração no processo ensino-aprendizagem da integração de recursos tecnológicos em sala de aula não é consensual. As opiniões dividem-se entre os que afirmam que não consideram que o recurso a tecnologias em contexto de sala de aula seja um fator de distração, realçando que “o professor é o condutor das atividades e não devem permitir essa distração promovendo o bom uso das tecnologias e desafiem os alunos com questões e problemas” (D1), e os que entendem que, caso estas metodologias sejam introduzidas em momentos chave, com planos de aula bem definidos, “o recurso a tecnologias em contexto de sala de aula não é um fator de distração” (D4). O uso moderado é outra razão que justifica a utilização das tecnologias, por permitir minimizar eventuais distrações (D3, D6 e D7). Os docentes que defendem ser um fator de distração alegam razões como uma maior

interação entre colegas e docentes (D5), o eventual uso sistemático criar instabilidade no comportamento das turmas, já que “os alunos ficam encantados com a parte estética distraíndo-se do que é importante, ou seja, a modelação matemática” (D3). Dois dos docentes, embora considerem que é um fator de distração, não apresentam qualquer fundamentação para este entendimento (D2 e D8). Alguns do que afirmam ser um fator de distração recorrem porém à tecnologia nas suas aulas, com base em fundamentos referidos em questões anteriores (D2, D3 e D5). Pelo exposto, algumas das estratégias a implementar para que o uso de tecnologias em sala de aula não seja um fator de distração inclui a sua utilização moderada, uma planificação adequada e atempada das aulas, a existência de regras de conduta em sala de aula e a escolha adequada dos conteúdos, mediante os objetivos da UC. Alguns docentes, e apesar de o fator distração ser uma eventual dificuldade inerente à implementação destas tecnologias, afirmam ainda assim que “... mas usado com "peso e medida" é uma mais-valia”.

A perspetiva de que o recurso a tecnologias em contexto de sala de aula potencia o desenvolvimento de dinâmicas de grupo é consensual, já que todos os docentes inquiridos responderam afirmativamente quando questionados sobre este aspeto. Alegam que gera interatividade e uma maior discussão de resultados (D2, D5, D6 e D7), embora na planificação da UC deva estar já incluído tempo para a realização destas tarefas (D1) e de forma adequada (D3). Um dos docentes afirma que o sucesso desta dinâmica dependerá da tecnologia e respetiva estratégia de exploração, considerando que a realidade aumentada, por exemplo, “deve ser implementada num grupo de dois alunos, no máximo” (D4). Potenciar dinâmicas de grupo é, segundo estes docentes, um ponto forte da implementação de tecnologias tridimensionais no ensino da matemática. Por este facto, uma outra estratégia a considerar na inclusão destes recursos no processo ensino-aprendizagem é a definição de dinâmicas em que os estudantes, além de interagirem individualmente com os conteúdos, possam discutir resultados em grupo, de forma adequada e moderada, em momentos pré-definidos previamente, na planificação da UC.

O recurso a tecnologias tridimensionais nas práticas pedagógicas de alguns dos docentes de Análise Matemática inquiridos é já uma prática frequente, embora alguns a usem com limitações (D5 e D6) por fatores como, por exemplo, o constrangimento de tempo, quer na preparação das aulas quer em sala de aula; outros não recorrem a estas tecnologias e não denotam vontade em fazê-lo (D8). Dos docentes que referem usá-las em sala de aula (87,5%), identificam como mais usuais os softwares para realização de gráficos tridimensionais (D1 e D2), que permitem alguma interação como “fazer zoom ao gráfico ou rodá-lo”, entre eles: Mathematica, Graphics do Google e GeoGebra 5.0 (D7), já mencionados anteriormente. Um dos docentes afirma ter usado realidade aumentada no contexto deste estudo (D4) e um outro, apesar de já usar tecnologias tridimensionais, estaria recetivo em recorrer à realidade aumentada nas suas aulas (D1). A análise a esta questão realça que, apesar de alguns docentes já usarem tecnologias tridimensionais nas suas práticas pedagógicas, e porque esta é uma UC onde tal implementação é de certo modo expectável, o fazem de forma muito condicionada, evidenciando nalguns casos constrangimentos como a falta de tempo. A realidade aumentada é ainda algo que a grande maioria desconhece, mesmo sentindo a necessidade de dar aos estudantes mais ferramentas de interação, já que as selecionadas para uso em sala de aula permitem apenas a interação do docente e a observação por parte dos estudantes.

Quando questionados acerca do conhecimento que têm face à realidade aumentada todos afirmam já ter ouvido falar. Os contextos onde foram confrontados com esta tecnologia foi em seminários (D1 e D3), na internet (D1, D5, D6 e D7), nas aulas de Análise Matemática no âmbito desta investigação (D2, D4, D5 e D7), e em visitas a centros de integração (D3). Um dos docentes não respondeu a esta questão (D8). Quando confrontados com a descrição que fariam destes conteúdos tridimensionais, 3 dos docentes não responderam, 4 afirmam ter pouco conhecimento para poderem descrever com precisão (D2, D3, D4 e D7), embora consigam identificar (D4). Um dos docentes descreve a realidade aumentada como sendo “visualizar em 3D um conteúdo que está representado no plano” (D5). O desconhecimento por parte dos docentes em relação às potencialidades da realidade aumentada poderá ser um indicador de uma maior resistência face à sua implementação. Embora tenham conhecimento de que existe e

consigam identificar vantagens na sua utilização, bem como o seu carácter inovador e de motivação, não reconhecem como a poderão incluir nas suas práticas pedagógicas, oferecendo por isso alguma resistência, mas não unanimemente.

Concluída, assim, a apresentação e análise dos dados obtidos pelo inquérito aos docentes, no ponto seguinte apresentam-se e analisam-se os dados relativos aos estudantes inquiridos.

2.2. QUESTIONÁRIOS AOS ESTUDANTES

Relativamente ao questionário aos estudantes de Engenharia da ESTG-IPL, relembramos que obtivemos 125 tentativas de resposta, num total de 1456 estudantes inscritos, dos quais 7 não responderam a todas as questões e 73 são válidas para o estudo.

Relativamente ao género, a amostra é constituída por estudantes do sexo masculino (82,2%) e do sexo feminino (17,8%). A idade mínima dos inquiridos é 18 anos e a idade máxima é 54 anos, sendo a média de 26,2 anos. Entre os 18 (inclusive) e os 25 anos existe 53,4%, e acima dos 30 anos 26% dos estudantes inquiridos. Relativamente à área que os estudantes frequentaram no ensino secundário, 54,8% respondeu Ciências e Tecnologias, 11,2% Gestão (contabilidade e gestão, curso profissional, informática de gestão), 19,6% Informática (técnico de informática, matemática e informática, informática de gestão, ciências e informática), 6,8% Eletrotecnia e Eletrónica, 2,8% da área Económica-Sociais, 5,6% áreas diversas na área técnica e de ciências, um estudante de Desporto, um de Energias Renováveis e um de Línguas e Humanidades. Em relação ao curso em que estão inscritos existem dois estudantes de mestrado (em Engenharia Informática e Engenharia Automóvel), e dos estudantes inquiridos de licenciatura estão inscritos em Engenharia Informática (39,7%), Engenharia da Energia e Ambiente (15,1%), Engenharia Automóvel (15,1%), Engenharia Civil (11%), Engenharia de Gestão Industrial (6,8%), Engenharia Eletrotécnica (6,8%) e Engenharia Mecânica (2,7%). O número de matrículas no curso que estão a frequentar varia entre 1 e 15 anos (neste caso 1 estudante); os estudantes inscritos pela primeira vez correspondem a 32,9%. A média de

anos de matrículas é 3 anos, contudo há 38,4% que estão matriculados no presente curso há mais de 3 anos. Relativamente ao ano que frequentam, 32,9% está no primeiro ano, 24,7% no segundo ano, 41,1% no terceiro ano e há um estudante que refere estar no quinto ano (o que será um lapso, pois atualmente os cursos têm 3 anos de duração). Dos estudantes inquiridos, 30,1% refere que a primeira inscrição na UC de AM corresponde ao letivo de 2014-15, o que significa que 2 dos estudantes matriculados no 1.º ano não se inscreveu na referida UC. Quando inquiridos acerca do número de inscrições já realizadas na UC de AM, 30,1% não responde; dos restantes, 37,3% efetuou pelo menos 3 matrículas, até um máximo de 15 inscrições efetuadas por um dos estudantes. A média de inscrições é de 2,6 anos. Apesar de ser elevado nalguns casos o número de inscrições em AM, quando inquiridos sobre o número de anos em que se submeteram a avaliação nesta UC, há um ligeiro decréscimo, embora pouco significativo. Tal como na questão anterior, 30,1% não respondeu a esta pergunta; dos que responderam, 2 dos inquiridos nunca se submeteram a avaliação, 30,1% apenas uma vez, 13,7% duas vezes, e os restantes 3 ou mais vezes, com um número máximo de 9 inscrições e uma média de 2,3 anos.

Durante o presente ano letivo 26% dos estudantes respondentes ao questionário assistiu a alguma aula de AM com integração de conteúdos em Realidade Aumentada, ou seja, assistiram presencialmente a alguma das aulas onde foram implementados os conteúdos criados para exploração nesta investigação. Estes estudantes responderam a todas as questões do questionário em análise.

As questões seguintes foram respondidas por 69 estudantes. A opinião que os estudantes inquiridos têm acerca da possibilidade de as tecnologias tridimensionais promoverem o ensino-aprendizagem de conteúdos específicos da UC de AM é maioritariamente favorável (73% respondeu afirmativamente), embora 23% não tenha uma opinião formada. Apesar de os estudantes não terem uma opinião tão unânime quanto os docentes, talvez por menor conhecimento dos conteúdos de Análise Matemática, nesta questão as opiniões convergem favoravelmente para a perceção de que as tecnologias tridimensionais promovem o ensino-aprendizagem de AM. Quando comparamos o grupo de estudantes que assistiu à aula de implementação dos conteúdos

em RA (G1) com os restantes (G2), concluímos que 79% do G1 considera que as tecnologias tridimensionais promovem o ensino/aprendizagem de conteúdos específicos da UC de Análise Matemática, enquanto que do G2 68% responde afirmativamente e 30% mostra-se indeciso. Importa, neste contexto, destacar a significativa percentagem de estudantes (integrados no G2) que manifesta não ter uma opinião.

Quando inquiridos acerca de a eventual integração de tecnologias tridimensionais poder promover a motivação face à aprendizagem de conteúdos específicos da UC de Análise Matemática, 77% responde favoravelmente e 22% opta por não expressar uma opinião clara, o que poderá denotar algum tipo de desconhecimento. O fator motivação é apontado pelos docentes como um fator favorável à implementação destas tecnologias em sala de aula, o que corrobora o entendimento manifestado pelos estudantes. Esta perspetiva corrobora ainda o que afirmam Ismail, Idrus & Gunasegaran (2010), quando constataam a satisfação dos utilizadores em recorrer a ferramentas de aprendizagem adicionais, sentindo-se assim apoiados e motivados.

Face a esta mesma questão, quando comparamos as respostas do G1 com as do G2, percebemos que os que assistiram à aula de implementação dos conteúdos em RA (G1) respondem afirmativamente em 84% dos casos e, uma vez mais, no G2 há uma percentagem de indecisos (25%) e os restantes respondendo afirmativamente.

O parecer dos estudantes relativamente ao potencial fator de distração no processo ensino-aprendizagem com a integração de recursos tecnológicos em sala de aula não é consensual, tal como caso dos docentes. As opiniões dos estudantes inquiridos dividem-se entre os que afirmam que não consideram que o recurso a tecnologias em contexto de sala de aula seja um fator de distração (44%), e os que defendem, pelo contrário, ser um fator de distração (25%). Contudo, ainda existe 32% que não refere qualquer opinião. Os resultados obtidos para esta questão na análise comparativa entre os grupos G1 e G2 denotam que os estudantes que assistiram à aula de implementação dos conteúdos 3D terão uma maior tendência para considerar que estas tecnologias poderão ser um fator de distração, já que 42% dos estudantes deste grupo (G1) afirma isso mesmo, em oposição a 15% do G2, sendo que neste último caso 40% não expressa qualquer opinião. Em ambos os grupos a opinião de que não é fator de distração assume

maior homogeneidade, variando entre os 48% (G1) e os 45% (G2). Quanto aos docentes as respetivas opiniões não são igualmente consensuais acerca desta mesma questão, com 62,5% a defender que a integração destas tecnologias num contexto de sala de aula não é um fator de distração.

Quando questionados acerca do conhecimento que têm da RA, 64% dos estudantes afirma já ter ouvido falar. No grupo de estudantes que não assistiu à aula de implementação dos conteúdos em RA (G2), 53% afirma ter já ouvido falar, ao contrário de 3 dos 19 estudantes que assistiram à referida aula (estes 3 estudantes afirmam não ter conhecimento do que trata a RA, o que denota no mínimo falta de atenção). Os contextos onde foram confrontados com esta tecnologia foram os seguintes: aplicações móveis, QR Code em vários contextos, no Windows 10, em controle e manutenção de equipamentos industriais, em demonstração de produtos, na internet, em vídeos, na aula de AM onde foi realizada uma demonstração com conteúdos tridimensionais (todos os estudantes do G1), na aulas de Física, através de ferramentas da Google, em publicidade, em jogos em contextos diversos, e em simulação e modelação. Comparando estes resultados com os dos docentes, concluímos que embora estes afirmem conhecer esta tecnologia, denotam ter um conhecimento pouco aprofundado, aliás tal como os estudantes.

Relativamente à integração de conteúdos em RA na UC de Análise Matemática, numa perspetiva de facilitar a compreensão de alguns conceitos mais abstratos, dos estudantes inquiridos 67% considera que sim, 30% não tem uma opinião formada e 3% considera não ser um fator facilitador dessa aprendizagem. Se confrontarmos esta perspetiva com a opinião manifestada pelos docentes face à possibilidade de integrarem nas suas práticas pedagógicas esta técnica tridimensional, percebemos que face ao desconhecimento que ainda existe, e embora também identifiquem como vantagens o seu carácter inovador e de motivação, oferecem alguma resistência. Existe alguma discrepância nos resultados da análise comparativa feita aos grupos de estudantes que assistiram à aula de implementação dos conteúdos com os demais, já que no G1 79% é favorável a esta integração (16% neste grupo manifesta indecisão), e no G2 este valor decresce para os 62% e 36% sem opinião.

Os estudantes inquiridos manifestam bastante receptividade (93%) no que diz respeito à integração de dispositivos móveis (telemóvel e/ou tablet) em sala de aula para que sejam implementados conteúdos em RA na UC de AM. Esta conclusão corrobora os resultados apresentados por Moura (2010) no seu trabalho de investigação sobre dispositivos móveis em contexto escolar. Recordamos ainda o estudo de Ismail, Idrus & Gunasegaran (2010), que afirmam que os utilizadores se sentem mais apoiados e motivados para a utilização de aplicativos móveis com uma linguagem acessível.

Relativamente à análise comparativa entre os estudantes dos grupos G1 e G2 as opiniões, nesta questão, são manifestamente homogêneas oscilando entre os 95% (G1) e os 92% (G2). Quando confrontados com a importância que os estudantes atribuem à integração de tecnologias no ensino/aprendizagem nesta UC, não especificando claramente o contexto dos dispositivos móveis, os docentes denotam divergência de opiniões, em oposição à perspectiva revelada pelos estudantes.

Confrontados com uma possível justificação para a opinião manifestada na questão anterior, dos estudantes respondentes apenas 60% apresentou uma resposta. Alguns focam a sua perspectiva nas vantagens ao nível tecnológico e outros abordam mais as questões pedagógicas. Ao nível tecnológico podemos ler argumentos como a disponibilidade e facilidade associada a este tipo de equipamentos, já que praticamente todos os estudantes têm pelo menos um destes dispositivos, a sua capacidade de processamento, o facto de as potencialidades das aplicações móveis no ensino serem ainda pouco exploradas, o incentivo à utilização de novas tecnologias, e a possibilidade de dar outra perspectiva em futuras aplicações, acompanhando a tendência global, assim como permitirem a implementação de conteúdos em RA. Ao nível pedagógico, com enfoque nesta UC, foram apontados fatores como uma melhor compreensão dos conteúdos mais abstratos, recorrendo a um instrumento que é familiar a todos, a possibilidade de dar outra perspectiva e ajudar a perceber possíveis utilizações no quotidiano, o facto de facilitar a visualização de gráficos e de potenciar um estudo mais autónomo, uma maior motivação para participar nas aulas, e conseqüentemente potenciar o sucesso nesta UC. Há também quem considere que é importante desde que esteja bem definido o que usar e quando, de modo a não se prejudicar o cumprimento

do programa e os seus objetivos principais, podendo eventualmente ser um gerador de maior distração.

Em relação à relevância que os estudantes referem atribuir à UC de Análise Matemática nos cursos que frequentam 76% afirma ser relevante ou muito relevante, o que não contraria o que os docentes expressam relativamente a esta questão, já que constatámos que 62,5% dos docentes considera que os estudantes atribuem relevância significativa ou mesmo muito significativa a esta UC. Existe apenas 3% que não atribui qualquer relevância, contrariando neste caso os resultados das entrevistas, já que nenhum dos docentes inquiridos considera que os estudantes não atribuam qualquer significância a esta UC.

Dos estudantes inquiridos apenas 5% afirma que o nível médio de dificuldade desta UC é “nada difícil”, o que contraria claramente os resultados das entrevistas, já que, para esta questão, 50% dos docentes tem a perceção de que os estudantes consideram a UC “nada difícil”. A grande maioria dos estudantes (85%) afirma mesmo que considera esta UC “difícil” ou “muito difícil”, o que denota uma diferença percentual significativa relativamente à perceção manifestada pelos docentes, já que estes afirmam em 50% dos casos que o patamar de dificuldade dos estudantes face a esta questão está no entre o “difícil” e o “muito difícil”.

Quando questionados acerca da importância que atribuem à integração de tecnologias no ensino/aprendizagem nesta UC, 86% dos estudantes considera ser “importante” ou “muito importante” esta estratégia, o que não é surpreendente já que relativamente à integração de dispositivos móveis a grande maioria afirmou ser bastante recetivo. Quando analisamos esta questão na perspetiva dos dois grupos de estudantes (G1 e G2), constata-se a mesma tendência (84% no G1 e 87% no G2). Na perspetiva dos docentes há divergência de opiniões, contudo 50% considera que os estudantes atribuem alguma ou muita importância, o que não corrobora claramente os resultados do questionário, tal como referido anteriormente.

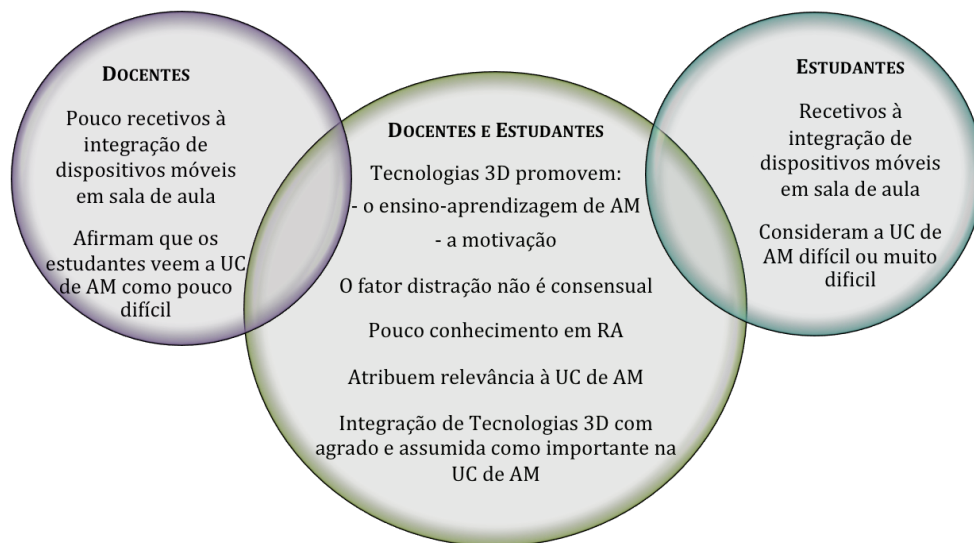
Quando questionados acerca da interação com a plataforma online, os estudantes afirmam em 65% dos casos que o fazem tanto numa perspetiva de acompanhamento como de interação com os conteúdos disponibilizados. Relativamente

à perspetiva dos docentes face a este aspeto por parte dos estudantes apenas 25% considera que o fazem com essas finalidades, sendo que a maioria (63%) considera que o fazem apenas para acompanhar os conteúdos.

Quanto à aceitação com agrado por parte dos estudantes da integração de conteúdos tridimensionais nesta UC, 4,5% revela não aceitar essa integração, o que pode ser entendido por algum conservadorismo ainda inerente aos contextos formais de ensino/aprendizagem, ou por desconhecimento das eventuais potencialidades destas tecnologias naqueles contextos. Contudo, 79% aceitaria com agrado a integração de tecnologias tridimensionais em sala de aula, existindo 17% sem opinião. Se compararmos estas respostas com as respostas dadas quando questionados acerca da importância da integração das tecnologias nesta UC, os pareceres favoráveis atingiram os 86%, como vimos anteriormente, o que poderá indiciar o tal desconhecimento acerca das tecnologias tridimensionais nestes contextos. Quando analisamos isoladamente o grupo de estudantes que assistiu à aula de implementação dos conteúdos, o resultado é ligeiramente diferente, já que 84% se manifesta favorável a esta integração. O resultado obtido para a generalidade dos inquiridos poderá ser fundamentado pela opinião manifestada pelo grupo G2, já que neste grupo o valor associado ao parecer favorável decresce para os 77%. Neste grupo existe ainda uma taxa de 21% de indecisos. O parecer dos docentes relativamente a esta questão, percecionada na perspetiva dos estudantes, foi unânime quanto a uma aceitação com agrado destas tecnologias por parte destes.

No gráfico seguinte podemos observar as perspetivas concordantes e discordantes entre docentes e estudantes, de forma sintetizada e dando destaque às questões comuns nos instrumentos de recolha de dados apresentados anteriormente (Entrevista aos docentes e Questionário aos estudantes).\

Figura: III.2.1. Aspectos concordantes e discordantes entre docentes e estudantes



IV. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Depois de apresentados e analisados os dados obtidos, no capítulo anterior, retomamos agora os resultados, à luz da revisão de literatura, para responderemos às questões de investigação, que a seguir se reproduzem, assim como os objetivos específicos.

1. Qual o impacto de tecnologias tridimensionais no aprofundamento de conteúdos matemáticos?

Objetivo: Problematizar o papel das tecnologias tridimensionais no ensino e na aprendizagem da matemática.

O impacto destas tecnologias no aprofundamento de conteúdos matemáticos é positivo se tivermos em conta aspetos retidos das observações efetuadas, os resultados das entrevistas e dos questionários, assim como os dados fornecidos pelos serviços académicos da ESTG. Complementando com resultados de estudos antes realizados, em contextos similares (cf. por exemplo: Domingos, 2003), as conclusões de que as vantagens existem e superam as limitações identificadas, conduzem à convicção de que o papel das tecnologias tridimensionais é significativo e relevante. Em particular e mais recentemente, Oliveira (2016) conclui que a RA apresenta um forte potencial enquanto ferramenta auxiliar para o ensino, promovendo a interação e colaboração entre os intervenientes.

Tendo por base os resultados académicos na unidade curricular de Análise Matemática (reduzida taxa de avaliados face aos inscritos, número reduzido e decrescente de estudantes que assistem às aulas, e uma taxa de aprovados bastante baixa), a dificuldade identificada por estudantes face aos conteúdos mais abstratos desta UC, a versatilidade identificada por docentes nas metodologias que têm vindo a adotar, escasseando iniciativas com conteúdos tridimensionais, intangíveis e com recurso a dispositivos móveis, permite-nos constatar que as tecnologias tridimensionais podem desempenhar um papel preponderante neste cenário educacional, nomeadamente a realidade aumentada.

Nas práticas e no planeamento desta UC não estão incluídos de forma continuada, uniforme e organizada, conteúdos com a integração de tecnologias intangíveis passíveis de melhorarem aspetos como uma melhor perceção, visualização e compreensão dos conceitos matemáticos. Esta é uma análise que advém dos resultados da entrevista, quando comparamos as atitudes de diferentes docentes, entre os inquiridos, face a esta realidade, desconhecida para a maioria, mas com clara aceitação por parte de muitos. Na perspetiva de estudantes, entre os inquiridos, a integração de dispositivos móveis poderá implicar um impacto muito positivo, estando estes familiarizados com a sua utilização, embora desconheçam grandemente o seu potencial na aprendizagem de conceitos ligados à matemática através da realidade aumentada.

2. Que estratégias e instrumentos são utilizados no ensino da matemática, em alguns conteúdos passíveis de serem apreendidos com recurso a tecnologias tridimensionais, no IPL?

Objetivo: Conhecer práticas de ensino da matemática com recurso a tecnologias tridimensionais, no IPL.

Pelos resultados obtidos da entrevista aos docentes inquiridos concluímos que estes assumem a utilização de metodologias idênticas em todos os cursos, embora considerem que “os exercícios e exemplos abordados deveriam ser mais específicos ao curso em questão para uma maior motivação dos alunos”. E, apesar de a maioria considerar adequados os métodos utilizados, há ainda os que aludem à mudança. As estratégias mais usadas em sala de aula continuam a ser, na maioria dos casos, baseadas na oralidade e exposição de conteúdos com recurso a exercícios e exemplos. Apesar de alguns implementarem instrumentos de cariz mais interativo assumem fazê-lo com menor regularidade e com interação quase exclusiva do docente.

Dos elementos tecnológicos mais identificados pelos docentes nas suas práticas pedagógicas destacamos a plataforma online MITO, que é utilizada quase em exclusividade em contexto fora da sala de aula. Foram ainda identificados os seguintes

softwares: GeoGebra (por 25% dos docentes inquiridos), Mathematica (25% dos docentes), Graphics da Google (12,5% dos docentes) e outros de animação em vídeo com apoio gráfico em 2D e 3D (37,5% dos docentes). A utilização destas tecnologias, embora frequente, revela-se limitada por constrangimentos como o tempo necessário em sala de aula, a preparação deste tipo de aulas e a inexperiência na utilização destas ferramentas.

As práticas denotam a tentativa de recorrer a tecnologias tridimensionais mas um pouco mais conservadoras, pela necessidade de inculir nos estudantes a efetiva interação com os conteúdos. A abertura revelada por parte de alguns dos docentes inquiridos a abordagens tecnológicas deixa antever que a realidade aumentada poderá ser uma alternativa face a alguns dos instrumentos identificados, não só porque permite cumprir os objetivos que levam à utilização destas tecnologias, mas também porque, estando integradas de forma estruturada, facilitaria a preparação das aulas e agilizaria a sua implementação em sala de aula, rentabilizando o tempo da sua utilização e consequente compreensão dos conceitos.

A Realidade Aumentada, embora não seja desconhecida dos docentes inquiridos, é entendida ainda de forma muito superficial, já que a maioria que assume conhecer esta tecnologia não a associa à componente educacional no Ensino Superior, nomeadamente no contexto de unidades curriculares de matemática (e em específico da AM).

3. Que estratégias devem ser adotadas na implementação de tecnologias tridimensionais para o ensino e a aprendizagem da matemática?

Objetivos: Conhecer potencialidades e limitações da realidade aumentada para o ensino e a aprendizagem da matemática; Descrever estratégias que potenciem o uso de tecnologias tridimensionais no ensino e na aprendizagem da matemática.

As potencialidades inerentes à implementação de tecnologias tridimensionais para o ensino e a aprendizagem da matemática são assumidas e identificadas de forma quase unânime. Destacamos como as mais relevantes a autonomia face à aquisição de novas competências, a motivação, a conexão entre a teoria e a prática, e ainda uma

melhor percepção dos conteúdos mais abstratos, a rentabilização dos recursos num contexto fora da sala de aula, e uma melhor comunicação entre professor e estudante. As dinâmicas de grupo são outra potencialidade que poderá advir da integração destas tecnologias; mais à frente, serão enunciadas algumas estratégias para que estas dinâmicas possam ser efetivamente potenciadoras.

No que se refere às limitações apontadas pelos docentes para que se possa efetivar esta integração tecnológica, uma das mais frequentes é a falta de tempo letivo, já que a prioridade imposta é o cumprimento do programa curricular. Baseada nesta limitação foram apontadas algumas estratégias que descreveremos mais à frente. Na perspetiva de um dos docentes inquiridos (na entrevista aos docentes de AM da ESTG), estas tecnologias podem ter como limitação “o cair na rotina”, já que “há um acesso mais fácil por parte dos estudantes a novas tecnologias”. Esta é uma perspetiva que, segundo os autores Ismail, Idrus & Gunasegaran (2010), não é limitadora já que afirmam que os utilizadores se sentem mais apoiados e motivados para a utilização de aplicativos móveis com uma linguagem acessível. A falta de experiência com estas tecnologias é outra limitação apontada neste estudo, e que vem corroborar alguns dos aspetos referidos pelos docentes aquando da entrevista, nomeadamente a falta de tempo para preparar as aulas. O potencial fator de distração é outra limitação apontada por alguns dos nossos inquiridos, tanto docentes como estudantes, embora não de forma consensual. Também com base nesta limitação foram identificadas estratégias que enunciaremos mais à frente.

Segundo alguns docentes inquiridos nesta investigação, uma das estratégias que poderia ser implementada, no sentido de esta integração ser efetivada, centra-se numa redefinição do programa da UC, quer em termos da extensão dos conteúdos, quer da sua adequação aos cursos em que são lecionados, assim como numa redefinição do número de estudantes por turma; recorde-se, a este propósito, as palavras de um dos docentes inquiridos: “...interessante, mas pouco útil para a quantidade de alunos que se tem”. Outra estratégia indiretamente referida pelos docentes seria a integração de mais tempo não letivo para a preparação deste tipo de aulas. Inevitavelmente seria crucial dar aos docentes e aos estudantes as condições, em sala de aula, para que estas tecnologias

pudessem ser implementadas com rigor, rentabilizando tempo, quer para cumprir os objetivos da UC, quer para dedicar mais tempo a ensinar conceitos onde os estudantes denotam ter mais dificuldades face à falta de bases que muitas vezes trazem do ensino secundário. Outra estratégia sugerida na entrevista aos docentes, facilitadora desta integração, é a possibilidade destes conteúdos tridimensionais, nomeadamente em Realidade Aumentada, serem incluídos como revisão e consolidação dos conceitos programáticos mais abstratos e passíveis de serem valorizados com esta tecnologia. A possibilidade de os integrar na avaliação, como componente de um estudo individualizado num contexto fora da sala de aula, é outra estratégia apontada, e que de certa forma vem contornar a limitação da falta de tempo em sala de aula. Disponibilizar estas ferramentas e estes conteúdos na plataforma já existente de apoio à UC, com vista à promoção quer das tecnologias tridimensionais em prol do ensino da matemática, quer para estimular a autonomia na aprendizagem, tão valorizada num percurso académico incluído no Processo de Bolonha, é outra importante estratégia sugerida pelos docentes. Contudo, e em relação a esta última estratégia apresentada, há que ter em atenção que a forma como os docentes avaliam a interação dos estudantes nestes contextos não é a mesma identificada pelos estudantes. Este facto poderá indiciar que, para que este processo seja bem sucedido, é necessário uma maior integração dos estudantes, sendo-lhes devida e antecipadamente explicados os objetivos, métodos, eventuais dificuldades e as mais-valias de uma interação globalizante e holística nestas plataformas.

Foram propostas pelos docentes algumas estratégias para que o uso de tecnologias em sala de aula não seja um fator de distração, entre elas, a sua utilização moderada, uma planificação adequada e atempada, a definição de regras de conduta em sala de aula e a escolha adequada dos conteúdos mediante os objetivos da UC.

Relativamente às dinâmicas de grupo, e embora seja unânime a posição face a esta questão, é sugerido por um dos docentes que a RA seja implementada em grupo de dois estudantes. Ainda sobre esta questão, as estratégias apontadas para que seja efetiva esta potencialidade incluem, uma vez mais, a adequada planificação da UC, incluindo tempo para a realização de tarefas em grupo, que deverão ser reduzidos. A escolha adequada, quer da tecnologia quer da estratégia de exploração da mesma, e a definição

de dinâmicas em que os estudantes possam, além de interagir, discutir resultados, são outras estratégias apontadas.

Da análise às entrevistas, denota-se que existe alguma resistência à mudança por parte dos docentes inquiridos, em oposição à receptividade dos estudantes a estas abordagens, explicada pelo enraizar de hábitos adquiridos, pela falta de tempo e pelo desconhecimento da diversidade de estratégias e instrumentos que existem para dar resposta às novas exigências do ensino.

4. Quais as expectativas que estudantes e docentes têm quanto à utilização de tecnologias tridimensionais no ensino e na aprendizagem da matemática?

Objetivo: Analisar a percepção de estudantes e docentes de matemática relativamente às diferentes tecnologias tridimensionais implementadas.

Na entrevista os docentes identificam algumas das suas expectativas face à utilização de tecnologias tridimensionais no ensino e na aprendizagem da matemática, entre elas, a melhoria na aquisição de conceitos matemáticos face à possibilidade de visualização dos objetos noutra perspetiva, assim como uma melhor compreensão de conceitos matemáticos mais formais e abstratos. A motivação e uma maior ligação dos conceitos à realidade destacam-se igualmente como expectativas por parte dos docentes inquiridos na eventual implementação destes instrumentos tecnológicos nas aulas de matemática. Os estudantes inquiridos revelam, por sua vez, a percepção de que a integração destas tecnologias pode promover a motivação face à aprendizagem de conteúdos específicos da UC de AM de forma bastante clara, embora nem todos tenham manifestado a sua opinião. A expectativa de uma maior autonomia por parte dos estudantes é amplamente reconhecida por ambos os inquiridos, docentes e estudantes, sendo apontada a possibilidade de que estes recursos sejam rentabilizados fora do contexto de sala de aula. Uma melhor comunicação, mais efetiva e bidirecional entre professor e estudante, é mais um fator expectável numa (r)evolução tecnológica na

educação, nomeadamente no ensino-aprendizagem da matemática em contexto universitário ou politécnico.

Ao analisarmos os dados obtidos, quer nas entrevistas aos docentes quer nos questionários aos estudantes, concluímos que a percepção que ambos têm relativamente ao potencial fator de distração inerente à integração das tecnologias tridimensionais em sala de aula é pouco consensual em cada grupo, mas homogéneo quando comparamos os dois grupos inquiridos. Ou seja, no grupo dos estudantes inquiridos existe uma percentagem significativa que não emite qualquer opinião (32%), o que também revela o quase inexistente contacto que estes têm com a realidade proposta. Dos restantes, a maior tendência (44%) é afirmar que não é um fator de distração, contudo este valor não é significativo face à percentagem dos indecisos. Relativamente aos docentes, e embora as opiniões não sejam consensuais, a percepção dos que defendem que estas tecnologias não são um fator de distração é fundamentada por uma boa gestão em sala de aula, quer ao nível do planeamento quer de controlo de atitudes dos intervenientes no processo. Os que alegam ser um eventual fator de distração têm a percepção de que estas tecnologias poderão potenciar uma maior interação entre estudantes e docentes, e daí advir uma maior distração. Esta perspetiva pode ser encarada igualmente como uma mais-valia se existir a referida gestão em sala de aula. Ainda relativamente a esta questão, podemos salientar a percepção dos estudantes inquiridos que frequentaram a aula experimental, onde foram implementados os conteúdos em RA; estes, quando inquiridos sobre a percepção que têm neste contexto, revelaram opiniões contrárias (42% considera ser um fator de distração e os restantes 48% o oposto). Se pensarmos que estas aulas foram incluídas sem qualquer planeamento prévio por parte dos docentes e muitos nem sequer alertaram os estudantes para a existência desta aula, poderemos considerar que houve o fator surpresa, o qual terá gerado uma contradição nas opiniões dos estudantes quanto à variável distração. Por contraponto, a análise das grelhas de observação, quer da aula de pré-teste quer das aulas de implementação (5 turnos), revela que existe pouca evidência quanto ao fator distração em todas elas.

As expectativas que os estudantes inquiridos têm quanto à utilização de tecnologias tridimensionais no ensino e na aprendizagem da matemática podem ser

enquadradas em diversos entendimentos sobre esta questão. Por um lado, manifestam de forma clara a perceção de que estas promovem o ensino/aprendizagem de conteúdos específicos de AM, perspetivando a melhor compreensão de alguns conceitos mais abstratos. O facto de a grande maioria (86%) considerar a integração destas tecnologias importante ou muito importante permite antever uma aceitação face à sua implementação. Contudo, quando a questão é colocada sem serem especificados os instrumentos tecnológicos, esta perceção é um pouco menor (79% referiu aceitar com agrado a integração de tecnologias tridimensionais em sala de aula). A conclusão anterior poderá ser validada pelo facto de 93% dos estudantes inquiridos manifestar bastante receptividade face à integração de dispositivos móveis (telemóvel e/ou *tablet*), apresentando vários argumentos favoráveis à sua implementação em sala de aula, como foi possível antes verificar.

5. Quais as dificuldades e os pontos fortes apontados por docentes e estudantes, em relação à implementação de tecnologias tridimensionais no ensino da matemática?

Objetivo: Mapear os principais problemas e desafios subjacentes à implementação de tecnologias tridimensionais no ensino e na aprendizagem da matemática, no IPL.

Os docentes inquiridos identificam como pontos fortes da utilização de tecnologias tridimensionais no ensino e na aprendizagem da matemática a possibilidade de visualização dos objetos noutra perspetiva, e conseqüente melhoria na aquisição de conceitos matemáticos, assim como a compreensão de conceitos matemáticos mais formais e abstratos. A motivação por parte dos estudantes, a possibilidade de interação com os conteúdos, assim como uma maior relação dos conceitos com a realidade e uma comunicação mais eficiente entre docentes e estudantes, são apontados como outros pontos fortes na implementação destas tecnologias. O desenvolvimento de dinâmicas de grupo é ainda mais um ponto forte face à implementação destes conteúdos tridimensionais, sendo consensual a opinião dos docentes inquiridos. Na perspetiva dos estudantes, a integração de dispositivos móveis é um ponto forte já que estes estão

acessíveis a todos, pela sua capacidade de processamento, pelo carácter inovador da sua utilização, nomeadamente em contexto educacionais, e por permitirem a implementação de conteúdos em RA.

As principais dificuldades apontadas pelos docentes são a gestão do tempo, quer em sala de aula, quer na preparação das mesmas. O número muitas vezes excessivo de estudantes por turma é enunciado como uma outra dificuldade, dado que na perspetiva de alguns docentes (recorde-se, inquiridos por entrevista) poderá haver a necessidade de dar um apoio adicional aos estudantes. O conhecimento que os estudantes têm da Realidade Aumentada poderá ser visto como uma dificuldade ou um desafio a superar, já que estes identificam a utilização destas tecnologias em contextos bastante díspares dos educacionais, nomeadamente em jogos, aplicações móveis, publicidade, demonstração de produtos, entre outros, referenciados antes. Todavia, e como algumas dificuldades podem também despoletar oportunidades, um dos pontos fortes da implementação destas tecnologias é a possibilidade de dar aos estudantes a autonomia necessária, para que, num contexto fora da sala de aula, possam apreender conceitos mais abstratos recorrendo à plataforma online, acessível a todos, onde estes conteúdos tridimensionais podem ser disponibilizados. O conhecimento e a facilidade que os estudantes manifestam face a novos desafios tecnológicos, identificados anteriormente, potenciarão este processo de integração da RA. Um aspeto que poderá ser visto como uma dificuldade é a forma como serão concebidos os próprios conteúdos 3D em Realidade Aumentada, caso não sejam de fácil utilização. Contudo, esta é uma questão que poderá ser entendida como um desafio a ser superado, pela criação de uma equipa multidisciplinar, capaz de desenvolver conteúdos formalmente bem concebidos e estruturalmente motivadores, simples e adequados aos objetivos da UC. Deste modo, estas tecnologias, aliadas a um correto enquadramento programático, potenciarão uma mais-valia para o ensino e aprendizagem da Matemática no Ensino Superior.

Considerando as limitações que podemos identificar nesta investigação, a terminar, pode referir-se o facto de a nossa amostra, quanto aos estudantes, ser reduzida, motivada por uma escassa participação destes, comprometendo de certa forma algumas das conclusões relativamente à população estudantil, no contexto em análise. Porém,

importa mencionar que foi feito um esforço permanente por parte da investigadora, no sentido de colmatar esta situação, como relatado no Diário de Investigação (Anexo I), assim como pelo responsável da UED e por alguns dos coordenadores de curso da ESTG-IPL.

Apesar desta e de outras limitações que se reconhecem, como se inferem das sugestões a seguir avançadas, para estudos futuros, atendendo à pertinência e ao caráter inovador da nossa investigação, foram vários os órgãos de comunicação social, nomeadamente ligados às tecnologias, que a difundiram e partilharam nos meios próprios. A título ilustrativo, menciona-se a nota de imprensa publicada no portal do próprio Instituto Politécnico de Leiria, a que podem acrescentar-se os destaques dados pela PombalFM⁴, pela SapoTEK⁵ e pela CisterFM⁶.

Relativamente às perspetivas para futuras investigações, salienta-se, entre outras, a pertinência de se esclarecer se o número de estudantes em sala de aula é um constrangimento ou não à integração da RA nas aulas de Análise Matemática, tal como a extensão do respetivo programa curricular; será ainda pertinente perceber se uma proposta curricular diferenciada, em função do curso onde a referida UC é lecionada, terá ou não implicações no que à implementação de conteúdos tridimensionais diz respeito.

Em suma, o mapeamento histórico-cronológico, breve e necessariamente sintético, que traçámos no enquadramento teórico inicial permite-nos concluir que o campo da RA em educação é um terreno fértil, aliás tal como o do *mobile learning*, que tem favorecido e simultaneamente sido favorecido pelo desenvolvimento tecnológico, em particular das tecnologias 3D. Dito de outro modo, evidencia-se que a aplicação da RA em contextos educativos tem beneficiado do desenvolvimento tecnológico, mais especificamente no que se refere aos dispositivos móveis, e ainda da expansão do próprio *m-learning*. Acreditamos, pois, que as tecnologias tridimensionais, e sobretudo as intangíveis, de que a realidade aumentada é um exemplo, vão continuar a constar da agenda educacional.

⁴ <http://pombal97.com/index.php?lang=pt&post=4240>

⁵ http://tek.sapo.pt/tek_mobile/apps/estudar_matematica_com_a_ajuda_da_realidade_a_1432852.html

⁶ <http://cister.fm/cister/destaque/estudantes-da-estgipleiria-experimentam-aulas-de-matematica-com-conteudos-3d-em-realidade-aumentada/>

Por sua vez, espera-se que o trabalho iniciado com este estudo a nível nacional no ensino superior, no domínio da matemática, seja alargado a outros contextos, disciplinares e internacionais, com o envolvimento de investigadores e colaboradores do Brasil e da China, Índia, Inglaterra e Tailândia. A dimensão que se possa alcançar no âmbito de diversas áreas de intervenção e das diferentes latitudes geográficas potenciará a internacionalização do nosso ensino ao nível da definição, implementação e avaliação de conteúdos tridimensionais em RA aplicados à aprendizagem, e não apenas da matemática.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abreu, R. & Cardoso, T. (2016). M-Learning na ESTeSL: Uma experiência de inovação pedagógica. In F. Vieira et al. (org.). *Inovação Pedagógica no Ensino Superior: Ideias (e) Práticas*. Coleção “Practicum-Ciências da Educação”. Santo Tirso: DeFacto Editores, pp. 207-222. ISBN: 978-989-8557-72-8.

Aires, L. (2011). *Paradigma Qualitativo e Práticas de Investigação Educacional*. Lisboa: Universidade Aberta.

Almenara, J. (2017). *Presentación: Aplicaciones de la Realidad Aumentada en educación*. *Revista de Educación Mediática y TIC*, 6(1), 4-8. E-ISSN: 2254-0059.

Almenara, J. & Marin, V. (2017). *Dispositivos móviles y realidad aumentada en el aprendizaje del alumnado universitario Mobile devices and augmented*. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 20(2), pp. 167-185.

DOI: <http://dx.doi.org/10.5944/ried.20.2.17245>

Amado, J. (Coord.) (2013). *Manual de Investigação Qualitativa em Educação*. Coimbra: Imprensa da Universidade de Coimbra.

Appolinário, F. (2006). *Metodologia da Ciência*. São Paulo: Pioneira Thomson Learning.

Azuma, R. (1997). *A Survey of Augmented Reality*. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 6(4), p. 355-385.

Bacca, J., Baldiris, S., Fabregat, R., Graf, S., & Kinshuk. (2014). *Augmented Reality Trends in Education: A Systematic Review of Research and Applications*. *Educational Technology & Society*, 17 (4), 133–149.

Balanskat, A., Blamire, R. & Kefala, S. (2006). *A review of studies of ICT impact on schools in Europe*. European SchoolNet.

Bannan-Ritland, B. (2003). *The role of design in research: The integrative learning design framework*. Educational Researcher, 32 (1), p. 21-24.

BARDIN, L. (1979). *Análise de conteúdo*. Lisboa: Edições 70.

Barros, C. & Carvalho, A. (2016). *O jogo móvel Tempoly: etapas na sua criação e a aprendizagem de operações com polinómios*. Atas do 3º Encontro sobre jogos e mobile Learning.

BECTA (2007). *BECTA* (British Educational Communications and Technology Agency), 2007 Annual Review, Coventry: Becta.

Bereiter, C. (2002). *Design research for sustained innovation*. Cognitive Studies, Bulletin of the Japanese Cognitive Science Society, 9 (3), p. 321-327.

Billinghurst, M., Katob, H. & Poupyrev, I. (2001). *The MagicBook: a transitional AR interface*. Computers & Graphics, 25, p. 745–753.

Billinghurst, M. (2011). *The Future of Augmented Reality in Our Everyday Life*. In Proceedings of the 19th International Display Workshops. Japan: Nagoya.

Brown, A. (1992). *Design experiments: Theoretical and methodological challenges in creating complex interventions*. The Journal of the Learning Sciences, 2(É), p. 141-158.

Brown, A. et al. (1992). *Colectivo DBR, y otros*. Disponível em: <http://teoriasymodelosdeaprendizaje.weebly.com/teorias-del-disentildeo-y-modelos.html>. [acedido em 15-2-2014].

Bujak, K. et al. (in press). *A psychological perspective on augmented reality in the mathematics Classroom*. Computers & Education, p. 1–9.

Cadavieco, J. et al. (2012). *Using Augmented Reality and m-learning to optimize students performance in Higher Education*. Published by Elsevier Lda. Procedia - Social and Behavioral Sciences 46, p. 2970 – 2977.

Cardoso, A. et al. (2007). *A tutoria no fórum on-line: papéis e competências*. Disponível em: <http://www.slideshare.net/anokas/a-tutoria-no-frum-onlinepapis-e-competncias> [acedido em 5-2-2013]

Cardoso, T. (2007). *Interação verbal em aula de línguas: meta-análise da investigação portuguesa entre 1982 e 2002*. Tese de Doutoramento, Aveiro: Universidade de Aveiro.

Cardoso, T., Alarcão, I. e Celorico, J. (2010). *Revisão da Literatura e Sistematização do Conhecimento*. Porto: Porto Editora. Colecção Nova CIDInE, nº 3.

Cardoso, T. (2012). *Jogos e Mobile Learning em Portugal: em que nível estamos?*, in Atas do Encontro sobre Jogos e Mobile Learning, Carvalho, A. A. A., Pessoa, T., Cruz, S., Moura, A., & Marques, C. G. (orgs.), Braga: CIED, p. 61-76.

Cardoso, T. & Nunes, J. (2015). *DIY M-Learning Apps com o APP Inventor do MIT: A aplicação LHPT (Letra e Hino de Portugal)*, in Atas XVII Simpósio Internacional de Informática Educativa, Rodrigues, M., Nistal, M. & Figueiredo, M. (Eds), Setúbal: IPS, p. 277-280. Disponível em: <http://siie15.ese.ips.pt/ATASdoSIIIE15.pdf>. [acedido em 5-10-2016]

Cardoso, T., & Abreu, R. (2015). *Mobile Learning and Education: Synthesis of Open Access Research*. Em Y. (A.) Zhang (Ed.). *Handbook of Mobile Teaching and Learning* (pp. 133-148). Springer Berlin Heidelberg. DOI 10.1007/978-3-642-54146-9. ISBN: 978-3-642-41981-2.

Cardoso, T. & Abreu, R. (2016). *Mobile Learning e Educação: O que nos diz a Investigação Open Access?*, in Atas do 3º Encontro sobre Jogos e Mobile Learning, Carvalho, A. A. A., Cruz, S., Moura, A., Santos, I., Zagalo, L. & Marques, C. G. (orgs.), Coimbra: Universidade de Coimbra, Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação, LabTE, p. 28-38.

Carmigniani, J. et al. (2011). *Augmented reality technologies, systems and applications*. Multimedia Tools and Applications, 51(1), p. 341-377.

Carmo, H. & Ferreira, M. (2008). *Metodologia da Investigação - Guia de Autoaprendizagem*. Lisboa: Universidade Aberta.

Carmo, H. & Malheiro, M. (2004). *Metodologia da investigação - guia para auto-aprendizagem*. 2.ª ed. Lisboa: Universidade Aberta.

Cleophas, M. et al. (2015). *M-learning e suas múltiplas facetas no contexto educacional: Uma revisão de literatura*. R. Bras. de Ensino de C&T, 8 (4), p. 188-207.
Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/2752> [acedido em 15-01-2017]

Coimbra, T., Cardoso, T. & Mateus, A. (2013). Realidade Aumentada em Contextos Educativos: Um Mapeamento de Estudos Nacionais e Internacionais. *Educação, Formação & Tecnologias*, 6 (2), 15-28 [Online], disponível a partir de <http://eft.educom.pt> (ISSN 1646-933X).

Coimbra, T., Cardoso, T. & Mateus, A. (2015). Augmented Reality and 3D Technologies: Mapping Case Studies in Education. Em Y. (A.) Zhang (Ed.). *Handbook of Mobile Teaching and Learning* (pp. 847-860). Springer Berlin Heidelberg. DOI 10.1007/978-3-642-54146-9. ISBN: 978-3-642-41981-2.

Coimbra, T., Cardoso, T. & Mateus, A. (2015). Augmented Reality: An Enhancer for Higher Education Students in Math's Learning? Em C. Velasco, G. Weber, J. Barroso, Y. Mohamad, H. Paredes (Ed.). Proceedings of the 6th International Conference on Software Development and Technologies for Enhancing Accessibility and Fighting Info-exclusion, DSAI 2015 (pp. 332–339). Elsevier B. V., Procedia Computer Science, Volume 67. DOI: 10.1016/j.procs.2015.09.277.

Collins, A. (1992). *Towards a design science of education*. In Scanlon, E. & O'Shea, T. (Eds.), *New directions in educational technology*, Berlin: Springer, p. 15-22.

Costa, F. et al. (2008). *Competências TIC. Estudo de Implementação*. Vol. 1. In G. d. E. e. P. d. E. (GEPE) (Ed.), (Vol. 1). Lisboa: Faculdade de Psicologia e de Ciências Da Educação da Universidade de Lisboa.

Costa, A., Morgado, L. (2014). *Cenários de futuro na Educação a Distância e Elearning no ensino superior em Portugal estudo exploratório*. Lisboa: Universidade Aberta.

Cowie, B. & Jones, A. (2009). *Teaching and Learning in the ICT Environment*. In L. J. Saha & A. G. Dworkin (Eds.), *International Handbook of Research on Teachers and Teaching*, Canberra: Springer, p. 791–801.

Design-Based Research Collective (2003). *Design-based research: An emerging paradigm for educational inquiry*. *Educational Researcher*, 32 (1), p. 5-8.

Dewey, J. (1971). *Pedagogy as a university discipline*. In J. Boydston (Ed.), *The Early Works of John Dewey*, Carbondale: Southern Illinois University Press, p. 281-290.

Di Serio, Á. et al. (in press). *Impact of an augmented reality system on students' motivation for a visual art course*. *Computers & Education*, p. 1–11. Disponível em: www.elsevier.com/locate/compedu. [acedido em 02-04-2013].

Domingos, A. (2003). *Compreensão de conceitos matemáticos avançados – A matemática no início do Superior*. Tese de Doutoramento, Lisboa: Universidade Nova de Lisboa, Faculdade de Ciências e Tecnologia.

Erdem, A. (2017). *Educational Importance of Augmented Reality Application*. Educational Research and Practice. ISBN 978-954-07-4271-7

Feiner, S., Macintyre, B. & Selgman, D. (1993). *Knowledge-Based Augmented Reality*. Communications of ACM, 36(7), p. 53-62.

Feiner, S. (1991). An Architecture for Knowledge-Based Graphical Interfaces. In Sullivan, J., & Tyler, S. (Eds.), *Intelligent User Interfaces*, 259-279. Reading, MA: Addison-Wesley.

Fernandes, D. (1991). *Notas sobre os paradigmas de investigação em educação*. Noesis 18, p. 64-66.

Fernandes, A. (2013). *Aprendizagem através da Tecnologia*. Distance Learning Consulting.

Fonk, A. (2010). *Survey research methods*. *International encyclopedia of education*. Oxford: Elsevier, p. 152-160.

Fonseca, D. et al. (2013). *Relationship between student profile, tool use, participation, and academic performance with the use of Augmented Reality technology for visualized architecture models*. Computers in Human Behavior, 31, p. 434–445.

Fontana, A., & Frey, J. (1994). *Interviewing. The art of science*. In N. Dezin & Y. Lincoln (Eds.), *Handbook of qualitative research*, London: Sage Publications.

Freixo, M. (2011). *Metodologia Científica Fundamentos Métodos e Técnicas*. Lisboa: Instituto Piaget, 3ª. Edição

Friesen, N., & Anderson, T. (2004). *Interaction for lifelong learning*. British Journal of Educational Technology, 35 (6), p. 679-688.

Ghiglione, R. & Matalon, B. (1993). *O inquérito: teoria e prática*. Oeiras: Celta Editora.

Gomes, C., Figueiredo, M., Almeida, J. & Gomes, J. (2016). *Realidade Aumentada e Gamificação: Desenvolvimento de aumentações num manual escolar de Educação Musical*. Atas do 3º Encontro sobre jogos e mobile Learning.

Guri-Rosenblit, S. & Gros, B. (2011). *E-learning: confusing terminology, research gaps and inherent challenges*. Journal of Distance Education, 25 (1). Disponível em: <http://www.jofde.ca/index.php/jde/article/viewArticle/729/1206>. [acedido em 13-08-2016].

Hedrick, T. E. (1994). *The quantitative-qualitative debate: Possibilities for integration*. In C. S. Reichardt & S. Rallis (Eds.), *The qualitative-quantitative debate*. San Francisco: Jassay-Bass.

Hill, M. & Hill, A. (2012). *Investigação por questionário*. Lisboa: Edições Sílabo.

Hung, H. et al. (2017). *Modelos de Realidad Aumentada aplicados a la enseñanza de la Química en el nivel universitario Augmented Reality*. Rev. Cubana Quím., 29 (1). e-ISSN 2224-5421

Inkpen, K. (1997). *Adapting the Human-Computer Interface to Support Collaborative Learning Environments for Children*. Phd Thesis, Columbia: Department of Computer Science, The University of British Columbia.

Ismail, I., Idrus, R. & Gunasegaran, T. (2010). *Motivation, Psychology and Language Effect on Mobile Learning in Universiti Sains Malaysia*. Malaysia: Universiti Sains Malaysia, Penang.

Jorge, N. (2016). *Realidade Aumentada num simulador virtual de tomada de decisão clínica*. Tese de Doutoramento, Lisboa: Universidade Aberta de Lisboa.

Juuti, K., & Lavonen, J. (2006). *Design-based research in science education: one step towards methodology*. *NorDiNa*, 4, p. 54-68.

Kamarainen, A. et al. (in press). *EcoMOBILE: Integrating augmented reality and probeware with environmental education field trips*. *Computers & Education*, p. 1–12. Disponível em: www.elsevier.com/locate/compedu. [acedido em 13-04-2013]

Kancherla A., Rolland, J., Wright, D. & Burdea, G. (1995). *A Novel Virtual Reality Tool for Teaching Dynamic 3D Anatomy*. *Proceedings of CVRMed*, 95, p. 163-169.

Kaufmann, H. & Schmalstieg, D. (2003). *Mathematics and geometry education with collaborative augmented reality*. *Computers & Graphics*, 27, p. 339–345.

Kelly, A. (2004). *Design research in education: Yes, but is it methodological*. *The Journal of the Instructional Sciences*, 13 (1), p. 115-128.

Kesim, M & Ozarslan, Y. (2012). *Augmented reality in education: current technologies and the potential for education*. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 47, p. 297–302.

Kuznekoff, J.H. & Titsworth, S. (2013). *The Impact of Mobile Phone Usage on Student Learning*. *Communication Education*, 62(3), p. 233-252. <http://cobweb.cs.uga.edu/~eileen/1730/Readings/ImpactMobilePhoneUsage.pdf/> [acedido em 02-02-2016].

Liarokapis, F. et al. (2004). *Web3D and augmented reality to support engineering education*. *World Transactions on Engineering and Technology Education*, 3 (1), p. 11-14.

Lu, S. C-Y., Shpitalni, M. & Gadh, R. (1999). *Virtual and Augmented Reality Technologies for Product Realization*. *Annals of the CIRP*, 48 (2), p. 471-495.

Madge, C. & O'Connor, H. (s.d.). *Exploring the internet as a medium for research: web-based questionnaires and online synchronous interviews*. Disponível em <http://www.ccsr.ac.uk/methods/publications/documents/WorkingPaper9.pdf> [Acedido a 6-06-2012].

Maia-Lima, C., Silva, A. & Duarte, P (2015). *O Ensino da Geometria, os Telemóveis e os QR Codes*. Atas do XVII Simpósio Internacional de Informática Educativa.

Maier, P., Klinker, G. & Tonnis, M. (2009). *Augmented Reality for teaching spatial relations*. Toronto: Conference of the International Journal of Arts & Sciences.

Mann, C. & Stewart, F. (2000). *Internet Communication and Qualitative Research*. London: Sage.

Markillie, Paul (2012). *The third industrial revolution*. The economist. Disponível em: <http://www.economist.com/node/21553017> [acedido em 27-09-2013].

Martin-Gutierrez, J. et al. (2012). *Improving strategy of self-learning in engineering: laboratories with augmented reality*. Procedia-Social and Behavioral Sciences, 5, p. 832–839.

Martinez, N. (2017). *Augmented Reality: Opportunity for Developing Spatial Visualization and Learning Calculus*. Tecnológico de Monterrey, Mexico. DOI: 10.4018/978-1-5225-2110-5.ch003. Disponível em: <https://www.igi-global.com/chapter/augmented-reality/178236?camid=4v1> [acedido em 02-07-2017].

Martins, D. & Jorge, I. (2014). *Um estudo para a identificação das áreas de investigação em ensino a distância consideradas prioritárias em Portugal*. Educação, Formação & Tecnologias, 7(1), p. 61-79. Disponível em: <http://www.eft.educom.pt/index.php/eft/article/viewFile/381/199> [acedido em 10-09-2015].

Matta, A. E. R., da Silva, F. P. S. & Boaventura, E. M. (2014). *Design based research ou pesquisa de desenvolvimento: metodologia para pesquisa aplicada de inovação em educação do século XXI*. In Revista da FAEEBA – Educação e Contemporaneidade, Salvador, 23 (42), p. 23-36. Disponível em:

<https://drive.google.com/file/d/0Bw5AkbjDMRP7a2ZSdDRFZkIJeVE/view?pli=1>

Milgram, P. et al. (1994). *Augmented reality: a class of displays on the reality-virtuality continuum*. SPIE 2351, Telemanipulator and Telepresence Technologies, p. 282-292.

Milgram, P. (2006). *Some Human Factors Considerations for Designing Mixed Reality Interfaces*. In Virtual Media for Military Applications, p. 1–14. Disponível em: [http://ftp.rta.nato.int/public/PubFullText/RTO/MP/RTO-MP-HFM-136/\\$MP-HFM-136-KN1.pdf](http://ftp.rta.nato.int/public/PubFullText/RTO/MP/RTO-MP-HFM-136/$MP-HFM-136-KN1.pdf)

Moura, A. (2010). *Apropriação do Telemóvel como Ferramenta de Mediação em Mobile Learning: Estudos de Caso em Contexto Educativo*. Tese de Doutorado, Braga: Universidade do Minho.

Moura, A. (2016). *Práticas de mobile learning no ensino básico e secundário: metodologias e desafios*. Atas do 3º Encontro sobre jogos e mobile Learning.

Nagler, E. (1994). *Two-dimensional reality courtesy of camera and computer: No headset, no mouse, no keyboard even - videoplace does it all*. New York Times (1857-Current File). In ProQuest Historical Newspapers The New York Times (1851 - 2008), p. 605.

Nee, A. et al. (2012). *Augmented reality applications in design and manufacturing*. CIRP Annals - Manufacturing Technology, 61, p. 657–679.

Ni, X., & Branch, R. (2008). *Complexity theory*. In J. M. Spector, M. D. Merrill, J. J. G. Van & M. P. Driscoll (Eds.), Handbook of research on educational communications and technology, Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, p. 29-32.

Niess, M.L. (2005). *Preparing teachers to teach science and mathematics with technology: Developing a technology pedagogical content knowledge*. In Elsevier Ltd. *Teaching and Teacher Education* 21, 509–523.

Occipital HQ (2013). Park Bench Tennis [vídeo]. <https://youtu.be/39v5OoBJFDk>. [acedido em 21-12-2014].

Oliveira, D. (2016). *A utilização da Realidade Aumentada como estratégia de suporte ao ensino da informática*. Atas do 3º Encontro sobre jogos e mobile Learning.

Pereira, M. (2011). *Estratégias e dinâmicas em ambientes de aprendizagem mista*. Tese de Doutoramento, Coimbra: Universidade de Coimbra, Faculdade de Ciências e Tecnologia.

Pestana, F. (2018). *A Wikipédia como Recurso Educacional Aberto: um contributo para o Programa Wikipédia na Universidade*. Tese de Doutoramento, Lisboa: Universidade Aberta.

Pestana, F. (2014). *Wikipédia no Ensino Superior: Conceções e práticas de estudantes e professores*. Dissertação de Mestrado. Lisboa: Universidade Aberta. Disponível em <http://repositorioaberto.uab.pt/handle/10400.2/3370>. [acedido em 7-11-2016].

Pestana, F. & Cardoso, T. (2014). *Conceções de Professores acerca da Wikipédia: um estudo exploratório no ensino superior online*, in *Aprendizagem Online*, Atas do III Congresso Internacional das TIC na Educação, Miranda, G. L., Monteiro, M. E. & Brás, P. (orgs.), Lisboa: Instituto de Educação da Universidade de Lisboa, p. 614-623.

Punch. (1994). *Politics and ethics in qualitative research*. In N. Dezin & Y. Lincoln (Eds.), *Handbook of qualitative research*. London: Sage Publications.

Quirós, M., Carda, I. & Camahort, E. (2008). *Collaborative Augmented Reality for Inorganic Chemistry Education*. 5th WSEAS/IASME International Conference on ENGINEERING EDUCATION, Greece: Heraklion, p. 22-24.

Quivy, R. & Campenhoudt, L. (1998). *Manual de Investigação em Ciências Sociais*. Lisboa: Gradiva.

Reeves, T.C. (2006). *Design research from a technology perspective*. In J. van den Akker, K. Gravemeijer, S. McKenney & N. Nieveen (Eds.), *Educational design research*, London: Routledge, p. 52-66.

Ribeiro, J., Moreira, A. & Almeida, A. (2009). *Preparing Special Education Frontline Professionals for a new teaching experience*. eLearning Papers, Nº 16, September 2009.

Ribeiro, A. (2012). *As TIC na Educação de Alunos com Necessidades Educativas Especiais: proposta de um Programa de Formação para o Ensino Básico*. Tese de Doutoramento, Aveiro: Universidade de Aveiro.

Ribeiro, A. et al. (2012). *A entrevista e o questionário online*. Lisboa: Universidade Aberta, Departamento de Educação e Ensino a Distância.

Salinas, P. et al. (2013). *The Development of a Didactic Prototype for the Learning of Mathematics Through Augmented Reality*. *International Conference on Virtual and Augmented Reality in Education*. *Procedia Computer Science*, 25, p. 62–70.

Salinas, P. & González-Mendivil, E. (2017). *Augmented reality and solids of revolution*. *International Journal for Interactive Design and Manufacturing (IJIDeM)*.

DOI: 10.1007/s12008-017-0390-3

Sancho, J. & Hernández, F. (2006). *Tecnologias para transformar a educação*. Porto Alegre: Artmed Editora S.A.

Sangrà, A., Vlachopoulos, D., Cabrera, N. & Bravo, S. (2011). *Hacia una definición inclusiva del e-learning*. Barcelona: eLearn Center. Disponível em:

http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/bitstream/10609/10541/6/inf_ed_cast.pdf

Santos, L. (2000). *A prática lectiva como actividade de resolução de problemas: um estudo com três professoras do ensino secundário*. Tese de Doutoramento policopiada, Lisboa: Universidade de Lisboa - Departamento de Educação da Faculdade de Ciências.

Schmalstieg, D., Langlotz, T., & Billinghurst, M. (2011). *Augmented reality 2.0*. Virtual Realities, Vienna: Springer Vienna, p. 13-37.

Structure sensor. Vídeo demonstrativo da integração entre realidade aumentada e digitalização tridimensional. Disponível em: <http://structure.io> [acedido em 21-12-2014].

Sturman, D.J. & Zeltzer, D. (1994). *A survey of glove-based input*, *IEEE Computer Graphics and Applications*, 14 (1), p. 30–39.

Sutherland, I. (1968). *A Head-Mounted Three Dimensional Display*. AFIPS '68, Proceedings of the December 9-11, fall joint computer conference, part I, p. 757-764.

Tashakkori, A., & Teddlie, C. (1998). *Mixed methodology: Combining qualitative and quantitative approaches*. Thousand Oaks, CA: Sage.

Thangaratinam S., & Redman C. (2005). *The Delphi technique*. *The Obstetrician & Gynaecologist* 7(2), p. 120-125.

Thomas, B. et al. (2002). *First person Indoor/Outdoor augmented reality application: ARQuake*. *Personal and Ubiquitous Computing*, 6(1), p. 75-86.

Traxler, J. (2011). *Aprendizagem Móvel e Recursos Educativos Digitais do Futuro*.||

Cadernos SACAUSEF VII, nº 7, p. 35–46.

Tuckman, B. (2012). *Manual de Investigação em Educação*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.

UNESCO (2008). *Competency Standards Modules*: UNESCO.

Van den Akker, J., Gravemeiger, K., McKenney, S. & Nieveen, N. (in press). *Introducing Educational Design Research*. In Van den Akker, J., Gravemeiger, K., McKenney, S. & Nieveen, N. (Eds.), *Educational design research*, London: Routledge, p. 1-8.

Vaughan-Nichols, S. J. (2009). *Augmented reality: No longer a novelty?*. *Computer*, 42(12), p. 19-22.

Wang, F. & Hannafin, M. (2005). *Design-Based Research and Technology-Enhanced Learning Environments*. *ETR&D*, 53 (4), p. 5-23.

Weidenbach M. et al. (2000). *Reality Simulator for Training in Two-Dimensional Echocardiography*. *Computers and Biomedical Research*, 33, p. 11–22.

Wojciechowski, R., & Cellary, W. (2013). *Evaluation of Learners' Attitude toward Learning in ARIES Augmented Reality Environments*. *Computers & Education*, 68, 570-585. <http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2013.02.014>

Wu, H. et al. (2013). *Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education*. *Computers & Education*, 62, p. 41–49.

Zhao, Q. (2009). *A survey on virtual reality*. *Science in China Series F: Information Sciences*, 52(3), p. 348-400.

ANEXOS

ANEXO I - DIÁRIO DE INVESTIGAÇÃO

Diário de investigação – Implementação do estudo			
<u>2013</u>			
Mês	Dia	Tarefa	Anexo / Comentários
Nov	1	Primeiro contacto por email com o coordenador do departamento de matemática	<p>“Estou a contactar porque vou iniciar o processo de investigação do meu doutoramento e o publico alvo é mesmo o IPL, em particular uma UC do nosso departamento, incluindo respetivos docentes e alunos. Mas claro que, para tornar isso possível, preciso de ter autorizações e conversar antes contigo, pessoalmente. Eu já tinha começado a encetar este tipo de contactos, mesmo quando ainda estava na escola. Na altura falei brevemente com a (...), com o (...) da UED, que já não está lá, e até com uma ex-coordenadora do curso de Marketing.</p> <p>Na minha tese pretendo investigar as potencialidades de alguns conteúdos ligados às tecnologias tridimensionais, como "ferramenta" complementar, usando a UC de Análise Matemática de um curso de Engenharia. No inicio pensei em Métodos Quantitativos do curso de Marketing e Gestão em regime de Elearning, mas depois de conversar com o (...), confirmei que não é viável. Mas esta parte é melhor explicar pessoalmente.</p> <p>Apesar deste processo não decorrer durante este semestre letivo, por razões óbvias, tenho de preparar terreno e perceber se, além das devidas autorizações, os colegas de Matemática estão disponíveis para colaborar comigo neste processo. Preciso também da tua ajuda neste sentido.</p> <p>Dependendo da tua disponibilidade podemos marcar um dia para conversar melhor. Para mim é sempre preferível num dia durante a manhã. Assim que seja oportuno diz-me qual a tua disponibilidade.”</p>
	11	Reunião presencial com o coordenador do departamento de matemática	<p>Foram expostos de forma mais pormenorizada os objetivos da colaboração que o departamento de Matemática, nomeadamente os docentes de Análise Matemática terão na implementação de recursos 3D nas aulas da referida UC. Foi pedido pelo coordenador que escrevesse exatamente o que seria pertinente ele levar a reunião de Conselho de Departamento (que decorreu a 11/11/13 no período da tarde, após a reunião aqui explicitada). Especificamente referi a questão das entrevistas aos docentes, e expliquei de forma breve de que conteúdos tridimensionais estaríamos a falar, dando mesmo exemplos de alguns que já tinham sido construídos com base numa sebenta de Análise Matemática do departamento de Matemática da ESTG. Não foram dados muitos avanços na forma como esta intervenção seria feita, tanto na coordenação com os docentes na preparação da aula de implementação, como mesmo em sala de aula, já que a prioridade era apresentar a ideia aos docentes e perceber qual a sua receptividade.</p>

Nov		Email com o feedback da reunião de Conselho de Departamento	<p>“Boa noite Teresa,</p> <p>Na reunião de hoje do Conselho de Departamento tentei como sabia transmitir o que falámos hoje de manhã. Ficou decidido em te ser enviado um convite para apresentares um seminário no Departamento de Matemática por forma a melhor explicares o que pretendes fazer. Além disso, é também uma forma de nós aprendermos os assuntos em que tu trabalhas e pretendes desenvolver. Desta forma, o colega (...) vai-te enviar um convite para a apresentação do referido seminário.</p> <p>Espero que aceites. É com muito gosto que recebemos. Alguma coisa, é só dizeres.”</p> <p><u>Observação:</u> O convite foi aceite, troquei emails com o responsável pela coordenação dos seminários no departamento de Matemática</p>
	20	Contacto por email com a docente de Matemática (...)	<p><u>Objetivo do email:</u> para que me fosse enviado o programa lecionado pelos docentes de Análise Matemática, na ESTG, aos cursos de Engenharia. Este programa apenas difere no último capítulo (nos cursos de EI, EE e ERSC o último capítulo é sobre "Funções vectoriais" e nos cursos de EAU, EC, EENA e EM é sobre "Integrais duplos".)</p>
Nov	27	Seminário no Departamento de Matemática da ESTG – IPL	<p>A ideia primordial deste seminário foi expor de forma breve a temática de investigação, as questões e objetivos da investigação, assim como os contornos da possível colaboração dos docentes de Análise Matemática no processo de implementação dos conteúdos tridimensionais. Estiveram presentes alguns dos docentes da referida Unidade Curricular, assim como outros interessados nesta temática. O coordenador do departamento não pode estar presente, e em sua representação esteve o docente (...). O colega (...) assistiu ao Seminário via Skype. Estiveram ainda presentes estudantes da ESTG.</p> <p>Após a apresentação, os docentes puderam colocar todas as questões que consideraram pertinentes e relevantes para perceberem de que forma poderia avançar a investigação no terreno e qual seria a participação deles. Foram analisadas várias possibilidades de ação, debatemos vantagens e desvantagens, ouviram-se alguns dos receios, dado o desconhecimento destas tecnologias, e no final ficou a promessa de continuidade, e da necessidade de avançar para especificar ainda mais os contornos técnicos desta investigação, para que se possa viabilizar todo o processo. Apesar de não ter sido possível a presença de todos os docentes, foi unânime que, para avançar não é necessário o consentimento de todos, porque à partida, ninguém se irá opor a participar nesta investigação, e por outro lado, também não será necessária a intervenção de todos, no que há implementação dos conteúdos diz respeito.</p>

Dez	16	<p>Email aos coordenadores dos cursos de Engenharia da ESTG- IPL e respetiva resposta.</p>	<p>“Exmo. Coordenador de Engenharia (...)</p> <p>O presente email pretende dar a conhecer as linhas gerais de uma Tese de Doutoramento na Universidade Aberta Portuguesa, com o título “As Tecnologias Tridimensionais como contributo para a aprendizagem da Matemática no Ensino Superior”, sendo a doutoranda Teresa Coimbra, docente na área de Matemática e tendo lecionado nesta escola até fevereiro do presente ano. A orientadora desta tese é a Doutora Teresa Margarida Loureiro Cardoso, da Universidade Aberta, e o coorientador o Doutor Artur Jorge dos Santos Mateus, do IPL.</p> <p>Um dos principais objetivos deste Doutoramento em Educação, especialidade em Ensino a Distância e Elearning, é criar conteúdos tridimensionais para complementar o ensino da Matemática, nomeadamente na Unidade Curricular de Análise Matemática dos Cursos de Engenharia do IPL. Para que tal seja possível, é crucial integrar estes conteúdos de forma estruturada, quer na plataforma a que os estudantes têm acesso (moodle), quer em aula, presencialmente. Pretende-se que esta abordagem seja feita em dois momentos distintos, sendo o primeiro no decorrer do 2º semestre do ano letivo de 2013/14, aos estudantes que terão a possibilidade de frequentar esta UC, e num segundo momento (1º semestre de 2014/15) dirigido a um dos cursos de engenharia da ESTG. Além desta intervenção de cariz mais prático, pretende-se integrar nesta investigação questionários online a todos os estudantes de Engenharia da ESTG.</p> <p>Esta investigação conta com a colaboração da Direção da Escola Superior de Tecnologia e Gestão do IPL, assim como do Departamento de Matemática desta escola.</p> <p>A colaboração dos vários Departamentos ligados aos cursos de Engenharia torna-se crucial, pelo que, solicito o seu parecer relativamente ao possível apoio que poderá disponibilizar. Envio em anexo um documento mais esclarecedor quanto à Tese que pretendo desenvolver.</p> <p>Com os melhores cumprimentos Teresa Coimbra”</p>
	16	<p>Respostas ao Email enviado dia 16/12/2013</p>	<p><u>Coordenador de Engenharia Electrotécnica</u> Cara Teresa, Dentro das minhas possibilidades poderei colaborar com o pretendido. Boa sorte. Cumprimentos, (...)</p> <p><u>Coordenador de Engenharia Mecânica</u> Cara Teresa, após consulta do plano de trabalhos da tese que pretende elaborar, julgo que o tema é de facto relevante e interessante. Sendo assim, pode contar com a minha colaboração para a realização de atividades no âmbito do curso de engenharia mecânica. Cumprimentos, (...)</p> <p><u>Coordenador de Engenharia Informática</u> Boa tarde, Dado essa UC (Análise Matemática) ser uma das que, no curso de Engenharia Informática, tem uma das mais baixas taxas de aprovação, todas as medidas que possam contribuir para melhorar o desempenho dos estudantes, terão o apoio da coordenação do curso de Engenharia Informática.</p>

Dez	16		<p>Estarei disponível para ajudar, na medida do possível. (...)</p> <p><u>Coordenador de Engenharia Automóvel</u> Cara Teresa Coimbra, No que estiver ao meu alcance, na minha qualidade de Coordenador do Curso de Engenharia Automóvel, pode contar com a minha disponibilidade, nomeadamente na articulação das ações com os estudantes do curso. Aguardarei indicações de mais detalhes e modus operandos para as ações que se propõe realizar. Com os meus melhores cumprimentos, (...)</p> <p><u>Coordenador de Engenharia de Redes e Serviços de Comunicação</u> Cara Teresa, o curso de ERSC está atualmente em fase final de funcionamento. O curso já não abriu vagas este ano letivo e atualmente apenas tem 10 estudantes inscritos. As UC's do curso que estão em funcionamento, incluindo as leccionadas pelo DM, são agregadas com UC's semelhantes de cursos afins. Em todo o caso, a coordenação do curso de ERSC dá parecer favorável e mostra-se disponível para apoiar no que achar necessário. Desejo-lhe um bom trabalho no doutoramento. Cumprimentos, (...)</p> <p><u>Coordenador de Engenharia da Energia e do Ambiente</u> Boa tarde, Da minha parte dou parecer favorável ficando disponível para que articule comigo qualquer assunto em que possa intervir para o sucesso da iniciativa. Com os melhores cumprimentos, (...)</p> <p><u>Coordenador de Engenharia Civil</u> Exma Teresa Coimbra, Darei o melhor apoio à parte prática da sua tese. Quando oportuno para si diga em que poderemos ajudar. Com os melhores cumprimentos,(...)</p>
	16	Email à diretora da UED do IPL, e respetiva resposta	<p>“Exma. Diretora da UED do IPL</p> <p>O presente email pretende dar a conhecer as linhas gerais de uma Tese de Doutoramento na Universidade Aberta Portuguesa, com o título “As Tecnologias Tridimensionais como contributo para a aprendizagem da Matemática no Ensino Superior”, sendo a doutoranda Teresa Coimbra, docente na área de Matemática e tendo lecionado nesta escola até fevereiro do presente ano. A orientadora desta tese é a Doutora Teresa Margarida Loureiro Cardoso, da Universidade Aberta, e o coorientador o Doutor Artur Jorge dos Santos Mateus, do IPL.</p> <p>Um dos principais objetivos deste Doutoramento em Educação, especialidade em Ensino a Distância e Elearning, é criar conteúdos tridimensionais para complementar o ensino da Matemática, nomeadamente na Unidade Curricular de Análise Matemática dos Cursos de Engenharia do IPL. Para que tal seja possível, é crucial integrar estes conteúdos de forma estruturada, quer na plataforma a que os estudantes têm acesso (moodle), quer em aula, presencialmente. Pretende-se que esta abordagem seja feita em dois momentos distintos, sendo o primeiro no decorrer do 2º semestre do ano letivo de 2013/14, aos estudantes que terão a possibilidade de</p>

		<p>frequentar esta UC, e num segundo momento (1º semestre de 2014/15) dirigido a um dos cursos de engenharia da ESTG. Além desta intervenção de cariz mais prático, pretende-se integrar nesta investigação questionários online a todos os estudantes de Engenharia da ESTG. Esta investigação conta com a colaboração da Direção da Escola Superior de Tecnologia e Gestão do IPL, assim como do Departamento de Matemática desta escola.</p> <p>A colaboração da UED - Unidade de Ensino a Distância do IPL torna-se crucial, pelo que, solicito o seu parecer relativamente ao possível apoio que poderá disponibilizar. Envio em anexo um documento mais esclarecedor quanto à Tese que pretendo desenvolver. Com os melhores cumprimentos Teresa Coimbra”</p> <p><u>Resposta:</u> “Cara Teresa Coimbra, Elogio o projeto que pretende desenvolver pela sua pertinência e interesse e pode, à partida, contar com a colaboração da UED. Peço-lhe que nos forneça mais detalhes sobre o tipo de apoio que prevê vir a ser necessário por parte da UED, para que eu possa dar um parecer mais definitivo relativamente à nossa colaboração. Com os melhores cumprimentos”</p>
--	--	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Diário de investigação – Implementação do estudo			
2014			
Mês	Dia	Tarefa	Anexo / Comentários
Jan	23	Novo contacto com a diretora da UED, via email	<p>“Bom dia, estou de novo a contactar, tal como ficou conversado entre nós no final do ano anterior.</p> <p>Num dos emails que trocámos tive oportunidade de referir que, uma componente muito importante da minha tese de doutoramento passa pela implementação de questionários online, quer a estudantes de engenharia do IPL, quer a outros, da mesma área, de outros Institutos Politécnicos. Desta forma, e mediante o que possamos conversar e entender ser o melhor, a colaboração da UED será fundamental.</p> <p>Existe ainda outra questão muito relevante, no que há investigação no terreno diz respeito, e é o facto de termos de disponibilizar aos estudantes um conjunto de conteúdos tridimensionais (nomeadamente acesso remotamente a uma Impressora 3D e Realidade Aumentada), e ainda algumas instruções de utilização, assim como acesso a aplicações necessárias para a implementação destas tecnologias. Esta abordagem também será feita em sala de aula, pelo menos, é essa a nossa intenção.</p> <p>Por estas e outras questões, se estiver de acordo, mesmo não tendo ainda os elementos todos disponíveis, poderíamos reunir para percebermos melhor como tudo isto poderá ser processado efetivamente.</p> <p>Agradeço uma vez mais a sua atenção Com os melhores cumprimentos Teresa Coimbra”</p> <p><u>Comentário:</u> Depois de trocarmos alguns emails agendámos uma reunião, onde esteve presente o (...), responsável pela gestão das plataformas, nomeadamente, a plataforma de inquéritos da UED no IPL. A diretora não pode estar presente por dificuldade de agenda.</p>
	28	Reunião com o responsável pela gestão das plataformas da UED - IPL	<p>Nesta reunião foi feita uma abordagem à questão da inclusão dos conteúdos na plataforma moodle, para que os estudantes acedam a estes em formato digital. Analisámos as várias possibilidades e ficou em aberto uma nova reunião para quando houvessem mais elementos. Relativamente à plataforma dos inquéritos aos estudantes analisámos a forma de criação das questões, todos os procedimentos implicados, alguns dos cuidados a ter, quer na criação, quer posteriormente aquando da recolha e análise dos dados. Falámos da questão de como iríamos dirigir estes à comunidade académica, quer internamente na ESTG, quer a outras instituições de ensino superior politécnico. Ficou garantido, que por parte da UED, será dado todo o apoio necessário no que à implementação dos inquéritos diz respeito, quer ainda</p>

<p style="text-align: center;">Jan</p>	<p>28</p>		<p>relativamente à plataforma para que se possam disponibilizar os conteúdos aos estudantes atempadamente.</p>
		<p>Email enviado aos docentes do departamento de Matemática da ESTG</p>	<p>“Olá, espero que esteja tudo a correr da melhor forma. Estou a contactar para retomar o assunto do meu doutoramento. Já fui contactando com os coordenadores dos cursos de Engenharia da ESTG, com o atual e o próximo diretor da Escola, e com a diretora da UED. De todos, o parecer foi favorável, e colaborarão na medida em que se justifique e enquadrado no trabalho de investigação no terreno.</p> <p>O conteúdo do email enviado aos intervenientes mencionados, foi genericamente o que rescrevo de seguida. Também envio em anexo o Plano da Tese que lhes envie, para que também tomes conhecimento. Penso que ainda não o havia feito.</p> <p>A minha Tese de Doutoramento está ligada à Universidade Aberta Portuguesa, com o título “As Tecnologias Tridimensionais como contributo para a aprendizagem da Matemática no Ensino Superior”. A orientadora desta tese é a Doutora Teresa Margarida Loureiro Cardoso, da Universidade Aberta, e o coorientador o Doutor Artur Jorge dos Santos Mateus, do IPL.</p> <p>Um dos principais objetivos deste Doutoramento em Educação, especialidade em Ensino a Distância e Elearning, é criar conteúdos tridimensionais para complementar o ensino da Matemática, nomeadamente na Unidade Curricular de Análise Matemática dos Cursos de Engenharia do IPL. Para que tal seja possível, é crucial integrar estes conteúdos de forma estruturada, quer na plataforma a que os estudantes têm acesso (moodle), quer em aula, presencialmente. Pretende-se que esta abordagem seja feita em dois momentos distintos, sendo o primeiro no decorrer do 2º semestre do ano letivo de 2013/14, aos estudantes que terão a possibilidade de frequentar esta UC, e num segundo momento (1º semestre de 2014/15) dirigido a um dos cursos de engenharia da ESTG. Além desta intervenção de cariz mais prático, pretende-se integrar nesta investigação questionários online a todos os estudantes de Engenharia da ESTG, e se possível alargar a outras realidades de Ensino Superior e Politécnico, e entrevistas aos docentes da ESTG, do departamento de Matemática que lecionam atualmente Análise Matemática.</p> <p>Esta investigação conta com a colaboração da Direção da Escola Superior de Tecnologia e Gestão do IPL, da coordenação dos diversos cursos de Engenharia, da UED do IPL, assim como do Departamento de Matemática desta escola.</p> <p>Existe ainda um dado muito importante. Na condição de docente do IPL, de coordenador do Departamento de matemática e de Investigador, agradecer-me-ia que pudesses contribuir com o teu</p>

			<p>parecer para a validação do meu guião de entrevistas, aos docentes de Análise Matemática.</p> <p>Quando oportuno, e em breve, avançarei com o pedido formal de colaboração, quanto à validação referida. Solicitei também, de forma informal, a colaboração da professora (...) e da Helena Silva, que ainda não responderam (enviei apenas hoje). Tenciono ter também a colaboração de (...), assim como de mais 6 investigadores externos, ligados à Universidade Aberta e outras instituições de ensino superior. Esta escolha prende-se com o facto de, não poder ser nenhum dos docentes que vou inquirir, pessoas que já lecionaram a UC em causa, e não ligadas à escola, e pessoas com experiência em contextos de investigação. Qualquer questão não hesites em me contactar.”</p>
Jan	28	Nos dias posteriores foram realizados contactos telefónicos e pessoais com alguns docentes	Foram realizados contactos telefónicos e pessoais com as docentes (...), com vista a explicar sumariamente o que consta no email anterior e para convidar as mesmas a participar na validação do guião da entrevista. Todas aceitaram colaborar nesta fase da investigação.
	31		Ficou agendada nova reunião presencial com o coordenador do departamento de Matemática, para o dia 5/02 às 9h15.
Fev	01		Novo contacto por email com a docente de Matemática (...) para marcar reunião presencial, depois de ter dados mais precisos para a criação dos conteúdos, a implementar em formato de Manual teórico-prático (para a fase de pré-teste).
	05	Reunião com o coordenador do Departamento de Matemática	Nesta reunião abordou-se o assunto da entrevista aos docentes que já lecionaram a Unidade Curricular de Análise Matemática, com vista à validação deste instrumento de investigação. O coordenador tentou perceber os objetivos da mesma e como se iria processar. O convite foi aceite.
		Email do coordenador após reunião do Conselho de Departamen	“Olá, Teresa Na reunião do Conselho de Departamento de Matemática, que decorreu esta quarta-feira, 5 de fevereiro de 2014, os docentes de Análise Matemática, mostraram disponibilidade em reunir contigo dia 13 de fevereiro de 2014 (quinta-feira), às 10 horas na ESTG.”

Fev		to de Matemática .	<u>Comentário:</u> A reunião ficou confirmada para a data de dia 13/02/2014.
	12	Reunião com a docente de Matemática (...)	Nesta reunião foi explicado todo o processo de investigação em curso, tendo mesmo demonstrado a aplicação dos conteúdos em RA, através da criação de exercícios concretos de Análise Matemática, inspirados numa sebenta da referida UC. A receptividade foi excelente e o seu apoio foi incondicional.
	13	Reunião na ESTG com os docentes do departamento de Matemática .	<p>Estiveram presentes o coorientador Artur Mateus, os docentes (...), e o coordenador do departamento (...). Foram mostrados os conteúdos em RA já criados com base no programa da UC e numa sebenta do departamento. Foram explicados os procedimentos assim como todas as potencialidades deste recurso. Debateu-se a forma de implementar estes conteúdos em sala de aula, primeiro como pré-teste no 2º semestre e posteriormente no 1º semestre do próximo ano letivo. Debatesmos ainda quais os conteúdos do programa em que deveremos dar maior ênfase e que mais-valias poderemos obter dessa implementação nesses caso concretos, face a outros já existentes. Tentou perceber-se a receptividade dos colegas e, apesar da grande maioria ver como muito positivo, existem dúvidas no que ao tempo de ocupação da aula diz respeito, e por desconhecimento destes conteúdos, comparam-nos com outros a que já recorrem. Percebeu-se que, independentemente de tudo o que já é feito, e do cunho pessoal que cada docente dá às suas aulas, esta é uma investigação bastante pertinente e inovadora e a colaboração por parte da maioria foi aceite com naturalidade. Como nem todos os docentes de AM estiveram presentes, ainda não foi possível perceber se teremos o apoio efetivo de todos, contudo, também foi referido que, para avançar da forma desejada, não precisaremos que todos intervenham.</p> <p>Ficou decidido que o grupo de docentes que leciona a UC de AM no 2º semestre do ano letivo 2013/14 irá compilar alguns exercícios que considerem adequados e pertinentes para a criação de conteúdos 3D (Realidade Aumentada). A docente (...) irá enviar os exemplos mais relevantes da parte teórico-prática, para que, criando os conteúdos associados a estes exemplos em RA, seja possível estruturar um manual onde se pudessem compilar exemplos e exercícios de aplicação. Foi garantido que, após a criação destes conteúdos, existirá a sua aceitação por parte dos docentes que lecionarão no próximo semestre, contudo, teremos sempre de dar-lhes a conhecer atempadamente o resultado deste trabalho preliminar.</p>

	14 e 17	<p>Enviei para as docentes que iriam intervir nesta fase da investigação os conteúdos já criados a titulo de exemplo</p>	<p>As docentes implicadas nesta fase foram: (...), embora as duas primeiras de forma mais permanente e próxima da investigação. Foram ainda enviados todos os procedimentos de acesso aos conteúdos. Foram também cedidos dois <i>tablets</i> da Fujitsu às docentes (...) e (...) para facilitar o processo de visualização dos conteúdos em RA.</p>
Mar	4 a 17	<p>Pedido de colaboração aos investigadores que colaboraram no pré teste dos instrumentos (entrevistas)</p>	<p>“Caro/a Docente/Investigador</p> <p>Sou Teresa Coimbra, doutoranda em Educação na Universidade Aberta, sob a orientação científica da Prof. Doutora Teresa Cardoso e do Prof. Doutor Eng^o Artur Mateus. A minha investigação intitulase "As Tecnologias Tridimensionais como contributo para a aprendizagem da Matemática no Ensino Superior”.</p> <p>Neste momento, encontro-me na fase de elaboração e testagem dos instrumentos de recolha de dados. Assim, e porque consideramos que o seu contributo é fundamental, solicito a sua participação no processo de validação do guião de entrevista que elaborei (cf. anexo).</p> <p>Na certeza de que possa responder positivamente a este pedido, aguardamos os seus comentários e as suas sugestões até ao próximo dia 31/03.</p> <p>Qualquer dúvida que possa surgir não hesite em contactar-me.</p> <p>Obrigada</p> <p>Com os melhores cumprimentos</p> <p>Grata pela atenção”</p> <p><u>Comentário:</u></p> <p>A grande maioria foi respondendo à medida que teve disponibilidade, com contributos bastante pertinentes e positivos dados os objetivos traçados para esta etapa do trabalho. Alguns dos investigadores não responderam tendo justificado que não se sentiam aptos para dar um contributo válido, já que não era a área de intervenção em que mais trabalham, ou mesmo por falta de disponibilidade.</p>
	11 e 12	<p>Foram trocados emails entre a doutoranda e a docente de</p>	<p>O objetivo destes emails foi para aferir o evoluir do trabalho que estava a ser desenvolvido pelas docentes (...). Outro objetivo destes contactos foi definir em que altura do semestre seriam testados os conteúdos. Pelo planeamento da UC estes seriam integrados nas aulas de funções em maio.</p>

		Matemática (...)																						
Mar	30	Envio de email com o pedido formal de eventual colaboração para a validação do guião de entrevista para docentes	<p>“Olá, venho por este meio formalizar o pedido de colaboração na realização de uma entrevista, como pré-teste, no âmbito do meu doutoramento. Esta entrevista será dirigida a docentes que no decorrer do presente e do próximo ano letivo estejam a lecionar a Unidade Curricular de Análise Matemática, no departamento de matemática da Escola Superior de Tecnologia e Gestão do IPL. Tendo sido docente desta escola, nomeadamente desta UC, o teu parecer é preponderante.</p> <p>Para que tal seja possível, irás receber no início de cada semana um link que permitirá responder a cada questão. Sendo que no final bastará concluir pressionando a opção ENVIAR.</p> <p>Em baixo poderás observar uma grelha com as datas de envio das questões, e respetivas datas limite de resposta.</p> <p>Além de responder a cada uma das questões poderás opinar acerca da mesma, no final de cada resposta (no mesmo espaço da resposta). No final de cada grupo de questões encontrarás um espaço destinado a comentários ao conjunto de questões que acabaste de responder.</p> <p>Poderás aceder ao primeiro grupo de questões através do seguinte link: https://docs.google.com/forms/d/1sWhbFCJKik-TUVgkJChFsl81W5-L3j7GcNOsNe_Wvp4/viewform</p> <p>Qualquer dúvida não hesites em contactar-me. Obrigada pela disponibilidade.”</p> <p>Ainda no corpo do referido email:</p> <table border="1" data-bbox="735 1424 1326 1682"> <thead> <tr> <th>Grupo de Questões</th> <th>Data envio das questões</th> <th>Data limite respostas</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Grupo I (6 questões)</td> <td>3/03</td> <td>9/03</td> </tr> <tr> <td>Grupo II (8 questões)</td> <td>10/03</td> <td>16/03</td> </tr> <tr> <td>Grupo III (3 questões)</td> <td>17/03</td> <td>23/03</td> </tr> <tr> <td>Grupo IV (6 questões)</td> <td>24/03</td> <td>30/03</td> </tr> <tr> <td>Grupo V (22 questões)</td> <td>31/03</td> <td>6/04</td> </tr> <tr> <td>Grupo VI (10 questões)</td> <td>7/04</td> <td>13/04</td> </tr> </tbody> </table> <p><u>Comentário:</u></p> <p>Ao longo deste processo de recolha de dados e do parecer dos docentes, tudo decorreu com normalidade. No final de cada etapa era enviado um email a agradecer a colaboração, dando eventuais sugestões de melhoria, sempre que tal se justificava, e era enviado novo link de acesso às questões de um novo grupo, com data do <i>términus</i> das mesmas.</p>	Grupo de Questões	Data envio das questões	Data limite respostas	Grupo I (6 questões)	3/03	9/03	Grupo II (8 questões)	10/03	16/03	Grupo III (3 questões)	17/03	23/03	Grupo IV (6 questões)	24/03	30/03	Grupo V (22 questões)	31/03	6/04	Grupo VI (10 questões)	7/04	13/04
Grupo de Questões	Data envio das questões	Data limite respostas																						
Grupo I (6 questões)	3/03	9/03																						
Grupo II (8 questões)	10/03	16/03																						
Grupo III (3 questões)	17/03	23/03																						
Grupo IV (6 questões)	24/03	30/03																						
Grupo V (22 questões)	31/03	6/04																						
Grupo VI (10 questões)	7/04	13/04																						

	31	A docente de Matemática (...) enviou por email a proposta de trabalho para a componente Teórico-prática de Análise Matemática recorrendo à RA.	
Abr	21	A docente de Matemática (...), responsável pela UC de AM no 2º semestre do ano letivo de 2013/14, enviou email.	Este email continha a proposta de exercícios para apoio às aulas práticas, com respetivas sugestões de implementação em termos matemáticos. Enviou ainda os horários de todos os turnos que estavam a decorrer da referida UC para podermos coordenar a aula de pré-teste.
Mai	7	Reunião com a docente de Matemática (...)	Esta reunião serviu para debater os exercícios implementados em RA. Muitos dos exercícios já feitos tiveram ligeiras sugestões de melhoria, mais a nível estético do que matemático. Alguns dos exercícios foram abordados numa perspetiva do docente face às dificuldades que os estudantes apresentam em sala de aula e nas avaliações. Nesta medida surgiram muitas sugestões de melhoria e selecionaram-se os exercícios mais relevantes para esta fase da investigação. Abordou-se ainda a forma de ação em sala de aula aquando do pré-teste destes conteúdos. Ficou definido que a aula em causa seria de revisões em data ainda a confirmar. Posteriormente foram trocados emails com vista ao aperfeiçoamento dos conteúdos e à preparação da aula de pré-teste, onde, além dos conteúdos impressos (manual 3D) e dos <i>tablets</i> necessários à interação com os referidos conteúdos, teríamos de facultar aos estudantes os questionários em formato de papel e registar todas as imagens necessárias para memória futura, com a devida autorização dos mesmos.
	13	Estudo piloto dos conteúdos em RA (TP1-PL do curso de Engenharia Eletrotécnica das 18h às 20h).	Foram entregues 13 <i>tablets</i> e 13 manuais, um por cada aluno. Estiveram presentes duas docentes, (...), docente titular do turno em questão, e (...), docente da UC no 2º semestre. Em sala de aula foi possível registar imagens, interagir com os estudantes e observar algumas situações relevantes, descritas de seguida. - Em relação aos dispositivos móveis (<i>tablets</i>) a utilização foi muito intuitiva, não tendo existido nenhum tipo de resistência. Surgiu contudo um dispositivo que não estava a aceder ao canal do Junaio, pelo que foi substituído por outro. No decorrer da interação surgiu um outro dispositivo com falhas de comunicação, mas o estudante de forma autónoma optou por usar o seu telemóvel pessoal, tendo acedido rapidamente ao aplicativo e consequente canal de acesso.

			<ul style="list-style-type: none"> - Os conteúdos foram sendo apresentados progressivamente, com um carácter de revisão de conceitos, e os estudantes acompanharam atentamente todas as explicações verbais complementado-as com os conteúdos em RA ao seu dispor. Não surgiram muitas questões de cariz teórico ou prático, tendo mesmo sido um importante reforço. - Mais do que um aluno sentiu curiosidade em testar a nova abordagem dos conteúdos com o recurso ao telemóvel pessoal, mesmo quando o <i>tablet</i> estava a funcionar em pleno. Fizeram-no de forma autónoma e bastante rápida. - Foram apresentados 7 exemplos com diversas interações e demorou entre 20 e 30 minutos, incluindo o tempo de preparação dos dispositivos e respetiva explicação de utilização. A aula tinha 13 estudantes. - No final responderam a um questionário com 8 questões, que demorou cerca de 5 minutos.
Jun	12	<p>Reunião no com a orientadora Teresa Cardoso e o coorientador Artur Mateus</p>	<p>O principal tema da reunião foi a entrevista aos docentes. Analisámos questão a questão, tendo em conta as alterações já sugeridas, quer por docentes, quer por investigadores. Eliminámos algumas das questões que foram consideradas menos relevantes dados os objetivos do estudo e outras foram mesmo introduzidas noutros grupos de questões.</p> <p>Foi ainda abordada a questão do índice, mas ainda de forma superficial dadas as sugestões já enviadas anteriormente.</p> <p>Relativamente ao manual em fase final de construção deu-se a conhecer todo o processo evolutivo à professora Teresa Cardoso e surgiu a ideia de criar um livro com carácter técnico e profissional, fazendo um registo com ISBN e disponibilizando este em formato de papel e de <i>ebook</i>. Ficou decidido que serão analisados posteriormente todos os pormenores de logística e todos os contactos necessários para que se torne efetiva esta ideia, ainda antes da implementação do referido manual em sala de aula, mesmo na fase de investigação.</p> <p>Do final da reunião foram definidas algumas tarefas para cada um dos elementos, sendo que para a doutoranda foram as seguintes:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 - enviar questões (e subquestões) de investigação e respetivos objetivos por email para analisarmos se é necessário fazer alguma atualização/alteração em virtude de termos redirecionado o foco do doutoramento única e exclusivamente para a RA; 2 - concluir a atualização do inquérito (anterior entrevista); 3 - elaborar matriz do inquérito, em articulação com as questões e os objetivos de investigação; 4 - criar o inquérito para os estudantes, replicando o que for possível do inquérito aos docentes; 5 - escrever a parte relativa ao pré-teste (descrição e análise de dados obtidos através das entrevistas). Podendo daqui advir possível artigo, caso não se venha a incluir tudo no texto da tese; 6 - escrever a parte relativa ao estudo piloto (descrição e análise de dados obtidos através 1ª implementação de conteúdos RA "no terreno"; corresponde à 1ª iteração da DBR, metodologia por si

			<p>adotada, certo?). Podendo daqui advir possível artigo, caso não se venha a incluir tudo no texto da tese.</p> <p>Nas tarefas 5 e 6 pode/deve documentar em termos temporais e descritivos as várias fases de desenvolvimento do trabalho, as reuniões que teve, com quem, com que finalidades, etc.</p> <p>7 - corrigir o manual no que à matemática diz respeito.</p> <p>As tarefas da orientadora foram: instalar o metaio e o junaio no <i>tablet</i> e tratar das questões relacionadas com o manual, versão livro e versão <i>ebook</i>.</p> <p>As tarefas do coorientador foram: enviar email com indicações para a professora Teresa Cardoso instalar o metaio e o junaio no <i>tablet</i>; corrigir o manual no que respeita aos aspetos técnicos e partilhar ou criar um gmail para termos todo o tipo de documentos no googledrive (assim cada um pode ir atualizando).</p>
Ago	25	<p>Email para o Diretor da ESTG e a Subdiretora para dar a conhecer o ponto de situação do trabalho e dos próximos passos em termos de implementação dos conteúdos em sala de aula</p>	<p>“Bom dia,</p> <p>sou a doutoranda Teresa Coimbra, cujo tema de investigação é: As Tecnologias Tridimensionais como contributo para a aprendizagem da Matemática no Ensino Superior, com orientação da Doutora Teresa Cardoso, da Universidade Aberta, e coorientação do Doutor Artur Mateus, do IPL.</p> <p>Num passado recente foi informado dos contornos que envolvem esta investigação, nomeadamente a parte que implica a colaboração dos docentes do Departamento de Matemática da ESTG, e também colaborou na validação do guião de entrevista a que estes docentes irão ser submetidos. Agradeço uma vez mais a sua preciosa colaboração, assim como toda a disponibilidade que tem demonstrado.</p> <p>Este contacto tem como principal objetivo dar a conhecer o ponto da situação do nosso trabalho e de como irá decorrer nos próximos meses. Os conteúdos tridimensionais que iremos implementar em sala de aula, para complementar as aulas de Análise Matemática de algum(ns) dos cursos de Engenharia da ESTG, já estão em fase final de construção e aptos para essa implementação. Estão em forma de manual que será facultado aos alunos, quer através da plataforma, quer em papel nas referidas aulas. A seleção dos exemplos e exercícios que este manual contém foi feita com a colaboração de alguns dos docentes deste departamento. Alguns foram mesmo já testados em sala de aula, no final do último semestre com a colaboração da docente (...). Esta aula de pré-teste decorreu com toda a normalidade e a receptividade dos alunos foi excelente.</p> <p>Os próximos contactos serão com os coordenadores de curso, a título informativo, com a UED para que se possa operacionalizar todo o processo na plataforma (foi já feito este contacto anteriormente e a receptividade foi excelente, agora é mesmo efetivar), e com o departamento de Matemática, nomeadamente com o seu coordenador e os docentes implicados neste processo. O que se</p>

			<p>pretende dos docentes é que definam em que aula(s) consideram mais pertinente a introdução destes elementos (os conteúdos estão direcionados para algumas matérias concretas, mas podem ser implementados em diferentes aulas) e se proceda à preparação da(s) mesma(s) para que tudo decorra da melhor forma possível. Estes terão ainda que sensibilizar os alunos para a importância desta aula(s) e informá-los da existência destes conteúdos já disponibilizados (apenas nessa altura) na plataforma. Como investigadora e elemento observador da implementação destes conteúdos em Realidade Aumentada, não terei qualquer intervenção na(s) aula(s), a não ser de cariz técnico. Os alunos além do manual em papel terão tablets fornecidos por nós. Nestes dispositivos estará tudo preparado para a implementação. No final terão de responder a um breve questionário que não demorará mais do que 5 minutos.</p> <p>Não me ocorrendo mais nenhum assunto de maior relevância, agradeço uma vez mais a atenção e o apoio dados.</p> <p>Com os melhores cumprimentos”</p>
Ago	25	<p>Email para os coordenadores de curso de engenharia da ESTG</p>	<p>“Bom dia,</p> <p>sou a doutoranda Teresa Coimbra, cujo tema de investigação é: As Tecnologias Tridimensionais como contributo para a aprendizagem da Matemática no Ensino Superior, com orientação da Doutora Teresa Cardoso, da Universidade Aberta, e coorientação do Doutor Artur Mateus, do IPL.</p> <p>Num passado recente tive a oportunidade de, por email, dar a conhecer em traços gerais os principais objetivos da minha investigação, nomeadamente a parte que implica a implementação de conteúdos tridimensionais (especificamente Realidade Aumentada) na Unidade Curricular de Análise Matemática nos cursos de Engenharia da ESTG, assim como a colaboração dos docentes do Departamento de Matemática desta escola. É importante referir que estes conteúdos serão apenas implementados em algumas das aulas e não necessariamente em todos os cursos onde existe esta UC, por uma questão de gestão de tempo e recursos humanos. A resposta de todos os coordenadores de curso foi bastante positiva, disponibilizando-se a dar o apoio que vier a ser necessário. Neste caso apenas será importante que estejam informados e aquando da intervenção no terreno possam colaborar informando os alunos do que trata esta investigação, da sua importância e de como devem estar receptivos, quer na fase de implementação, quer posteriormente, quando lhes for solicitado que respondam a um inquérito online, de extrema importância para todo este processo.</p> <p>Este contacto tem como principal objetivo dar a conhecer o ponto da situação do nosso trabalho e de como irá decorrer nos próximos meses. Os conteúdos tridimensionais que iremos implementar em sala de aula, para complementar as aulas de Análise Matemática de algum(ns) dos cursos de Engenharia da ESTG, já estão em fase final</p>

			<p>de construção e aptos para essa implementação. Estão em forma de manual que será facultado aos alunos, quer através da plataforma, quer em papel nas referidas aulas. A seleção dos exemplos e exercícios que este manual contém foi feita com a colaboração de alguns dos docentes deste departamento. Alguns foram mesmo já testados em sala de aula, no final do último semestre com a colaboração da docente (...). Esta aula de pré-teste decorreu com toda a normalidade e a receptividade dos estudantes foi excelente. No próximo semestre iremos iniciar a implementação, e da parte dos docentes pretendemos que definam em que aula(s) consideram mais pertinente a introdução destes elementos (os conteúdos estão direcionados para algumas matérias concretas, mas podem ser implementados em diferentes aulas) e se proceda à preparação da(s) mesma(s) para que tudo decorra da melhor forma possível. Estes terão ainda que sensibilizar os estudantes para a importância desta(s) aula(s) e informá-los da existência destes conteúdos já disponibilizados (apenas nessa altura) na plataforma. Como investigadora e elemento observador da implementação destes conteúdos em Realidade Aumentada, não terei qualquer intervenção na(s) aula(s), a não ser de cariz técnico. Os estudantes além do manual em papel terão tablets fornecidos por nós. Nestes dispositivos estará tudo preparado para a implementação. No final terão de responder a um breve questionário que não demorará mais do que 5 minutos. Não me ocorrendo mais nenhum assunto de maior relevância, agradeço uma vez mais a atenção.”</p>
Ago	25	Email para o Coordenador do Departamento de Matemática	<p>“Este contacto tem como principal objetivo dar a conhecer o ponto da situação do meu trabalho de investigação e de como irá decorrer nos próximos meses. Os conteúdos tridimensionais que iremos implementar em sala de aula, para complementar as aulas de Análise Matemática de algum(ns) dos cursos de Engenharia da ESTG, já estão em fase final de construção e aptos para essa implementação. Estão em forma de manual que será facultado aos estudantes, quer através da plataforma, quer em papel nas referidas aulas. A seleção dos exemplos e exercícios que este manual contém foi feita com a colaboração de alguns dos docentes deste departamento, nomeadamente a (...) e a (...), como ficou decidido na última reunião com os colegas da UC de AM. Alguns foram mesmo já testados em sala de aula, no final do último semestre com a colaboração da (...) e da (...). Esta aula de pré-teste decorreu com toda a normalidade e a receptividade dos estudantes foi excelente.</p> <p>No próximo semestre iremos iniciar a implementação, e da parte dos docentes pretendemos que definam em que aula(s) consideram mais pertinente a introdução destes elementos (os conteúdos estão direcionados para algumas matérias concretas, mas podem ser implementados em diferentes aulas) e se proceda à preparação da(s) mesma(s) para que tudo decorra da melhor forma possível. Agendarei uma reunião com eles logo no início de setembro. Contudo, penso que, as colegas que poderão estar mais recetivas, dado que também já intervieram no processo inicial, são (...). Não sei se consideras mais rentável depois reunir apenas com elas.</p>

			<p>Os colegas terão ainda que sensibilizar os estudantes para a importância desta(s) aula(s) e informá-los da existência destes conteúdos já disponibilizados (apenas nessa altura) na plataforma. Como investigadora e elemento observador da implementação destes conteúdos em Realidade Aumentada, não terei qualquer intervenção na(s) aula(s), a não ser de cariz técnico. Os estudantes além do manual em papel terão tablets fornecidos por nós. Nestes dispositivos estará tudo preparado para a implementação. No final terão de responder a um breve questionário que não demorará mais do que 5 minutos.</p> <p>Depois também envio este manual para que tomes conhecimento. Ainda em relação à colaboração dos nossos colegas, falarei com eles, de forma mais formal, sobre o inquérito que terão de responder. Neste caso, poderão ser todos os que têm lecionado a UC de AM, mesmo que não a lecionem especificamente este ano letivo. Neste caso poderei precisar que me confirmes o nome de todos eles.</p> <p>A direção da escola, os coordenadores de curso e a UED estão completamente a par de todo este processo.</p> <p>Não me ocorrendo mais nenhum assunto, agradeço uma vez mais a tua disponibilidade”</p>
Ago	25	Email para a Coordenadora da UED e para o responsável pela gestão das plataformas da UED - IPL	<p>“Bom dia,</p> <p>sou a doutoranda Teresa Coimbra, cujo tema de investigação é: As Tecnologias Tridimensionais como contributo para a aprendizagem da Matemática no Ensino Superior, com orientação da Doutora Teresa Cardoso, da Universidade Aberta, e coorientação do Doutor Artur Mateus, do IPL.</p> <p>Num passado recente tive a oportunidade de, por email, dar a conhecer em traços gerais os principais objetivos da minha investigação, nomeadamente a parte que implica a implementação de conteúdos tridimensionais (especificamente Realidade Aumentada) na Unidade Curricular de Análise Matemática nos cursos de Engenharia da ESTG, assim como a colaboração dos docentes do Departamento de Matemática desta escola, e da UED no que à plataforma do moodle diz respeito. Ainda em relação ao apoio dado pela UED, mencionei na altura e falei mesmo com o (...) a respeito dos questionários online que irão ser enviados aos alunos, quer da ESTG, quer de outras escolas de ensino superior politécnico nacional. Relativamente a esta parte ainda não está finalizado e pretendo que tal aconteça durante o início do próximo semestre. Nessa altura voltarei a contactar para requerer o vosso apoio.</p> <p>Este contacto tem como principal objetivo dar a conhecer o ponto da situação do nosso trabalho e de como irá decorrer nos próximos meses. Os conteúdos tridimensionais que iremos implementar em sala de aula, para complementar as aulas de Análise Matemática de algum(ns) dos cursos de Engenharia da ESTG, já estão em fase final de construção e aptos para essa implementação. Estão em forma de manual que será facultado aos alunos, quer através da plataforma, quer em papel nas referidas aulas. Alguns dos exercícios já foram testados em sala de aula, no final do último semestre com a colaboração da docente (...). Esta aula de pré-teste decorreu com</p>

			<p>toda a normalidade e a receptividade dos alunos foi excelente. Na altura não se justificava disponibilizar estes conteúdos na plataforma, já que era apenas um pré-teste e muito poucos deveriam acesso.</p> <p>No próximo semestre iremos iniciar a implementação. Da parte dos docentes, além do que diz respeito às aulas propriamente ditas, será solicitado que sensibilizem os alunos para a importância desta(s) aula(s) e que os informem da existência destes conteúdos já disponibilizados (apenas nessa altura) na plataforma. Os alunos além do manual em papel terão tablets fornecidos por nós. Nestes dispositivos estará tudo preparado para a implementação.</p> <p>Da parte da UED pretendemos que nos auxiliem a colocar este manual na plataforma, por forma a que todos os alunos de Engenharia tenham acesso a ele, mesmo que não sejam alvo de investigação no terreno (apenas alguns turnos de algumas engenharias terão acesso ao manual em sala de aula). Teremos ainda que disponibilizar todos as indicações de cariz técnico para que estes tenham todas as informações necessárias à visualização dos conteúdos (enviaremos quando estiver tudo preparado). Relativamente à parte da Impressão 3D já não iremos avançar, pois o foco de ação é agora unicamente a Realidade Aumentada. Não me ocorrendo mais nenhum assunto de maior relevância, agradeço uma vez mais a atenção e o apoio dado.”</p>
Ago	25	<p>Email para todos os docentes do departamento de matemática que lecionam Análise Matemática</p>	<p>“Bom dia,</p> <p>Venho por este meio contactar os docentes do departamento de Matemática da ESTG – IPL, que de alguma forma estão ou estiveram recentemente ligados à UC de Análise Matemática, ou mesmo ao processo de pré-teste do inquérito aos docentes da referida UC, na condição de doutoranda cujo tema de investigação é: As Tecnologias Tridimensionais como contributo para a aprendizagem da Matemática no Ensino Superior, com orientação da Doutora Teresa Cardoso, da Universidade Aberta, e coordenação do Doutor Artur Mateus, do IPL.</p> <p>Num passado recente tive a oportunidade de dar a conhecer, a quem esteve presente no Seminário de 27/11/2013, em traços gerais os principais objetivos da minha investigação, nomeadamente a parte que implica a implementação de conteúdos tridimensionais (especificamente Realidade Aumentada) na Unidade Curricular de Análise Matemática nos cursos de Engenharia da ESTG, assim como a colaboração dos docentes do Departamento de Matemática desta escola. É importante referir que estes conteúdos serão apenas implementados em algumas das aulas e não necessariamente em todos os cursos onde existe esta UC, por uma questão de gestão de tempo e recursos humanos.</p> <p>A direção da escola, os coordenadores de curso e a UED estão completamente a par de todo este processo.</p> <p>Este contacto tem como principal objetivo dar a conhecer o ponto da situação do nosso trabalho e de como irá decorrer nos próximos meses. Os conteúdos tridimensionais que iremos implementar em sala de aula, para complementar as aulas de Análise Matemática de</p>

			<p>algum(ns) dos cursos de Engenharia da ESTG, já estão em fase final de construção e aptos para essa implementação. Estão em forma de manual que será facultado aos alunos, quer através da plataforma, quer em papel nas referidas aulas. A seleção dos exemplos e exercícios que este manual contém foi feita com a colaboração de alguns dos docentes deste departamento, nomeadamente (...) e a (...), como ficou decidido na última reunião com os colegas da UC de AM. Alguns foram mesmo já testados em sala de aula, no final do último semestre com a colaboração das docentes (...). Esta aula de pré-teste decorreu com toda a normalidade e a receptividade dos alunos foi excelente.</p> <p>No próximo semestre iremos iniciar a implementação. Da parte dos docentes que irão integrar nas suas aulas a componente de investigação descrita, é esperado que definam em que aula(s) consideram mais pertinente a introdução destes elementos (os conteúdos estão direcionados para algumas matérias concretas, mas podem ser implementados em diferentes aulas), e se proceda à preparação da(s) mesma(s) para que tudo decorra da melhor forma possível. Enviei para estes, assim que oportuno, o manual finalizado para que tenham a base de trabalho necessária. Contudo, na plataforma, o manual estará disponível para todos os cursos (pelo menos é o que considero adequado aos objetivos da investigação). Pretendemos ainda que sensibilizem os alunos para a importância desta(s) aula(s) e que os informem da existência destes conteúdos já disponibilizados (apenas nessa altura) na plataforma. Agendaremos uma reunião logo no início de setembro, conforme a disponibilidade de todos, ou da maioria. Esta é de suma importância.</p> <p>Como investigadora e elemento observador da implementação destes conteúdos em Realidade Aumentada, não terei qualquer intervenção na(s) aula(s), a não ser de cariz técnico. Os alunos além do manual em papel terão tablets fornecidos por nós. Nestes dispositivos estará tudo preparado para a implementação. No final terão de responder a um breve questionário que não demorará mais do que 5 minutos.</p> <p>Ainda em relação à colaboração dos docentes nesta investigação, e tal como já havia referido anteriormente, os que lecionam ou já lecionaram recentemente a UC de AM serão convidados a responder a um inquérito online. Sobre esta questão enviarei assim que oportuno (início do ano letivo) mais informações. Espero a colaboração de todos.</p> <p>Não me ocorrendo mais nenhum assunto, agradeço uma vez mais a atenção.”</p>
Set	25	Reunião com as docentes de Matemática (...)	<p>Esta reunião teve como objetivo preparar/melhorar os conteúdos de Análise Matemática que serão a base dos conteúdos em Realidade Aumentada. Nesta reunião foram apresentados todos os exemplos práticos a trabalhar em sala de aula, a abordagem mais adequada para implementar os mesmos, e todas as adequações textuais a fazer ao documento já trabalhado para atingir uma versão final melhorada e ajustada aos objetivos definidos.</p>

	28	Email aos coordenadores de curso (EE, EI, EM), e ao coordenador do departamento de Matemática	<p>“Boa noite, no seguimento do email enviado no dia 25/08 acerca do processo de implementação de conteúdos tridimensionais em Realidade Aumentada, na Unidade Curricular de Análise Matemática nos cursos de Engenharia da ESTG, venho informar que um dos cursos onde efetivamente vamos testar estes conteúdos é o de Engenharia Eletrotécnica. As docentes (...) irão colaborar mais de perto nesta fase. Claro que os restantes docentes que lecionam esta UC no curso em questão estarão inevitavelmente implicados. Esta intervenção decorrerá no final de novembro em todos os turnos que tenham esta UC, quer diurno quer pós-laboral. Para qualquer outro esclarecimento, estarei disponível.”</p>
Set a Nov		Fase de melhoramento dos conteúdos em 3D	<p>Nesta fase o manual, os conteúdos e toda a parte técnica relacionada com a construção do Manual 3D foi processada pela equipa do Centro para o Desenvolvimento Rápido e Sustentado do Produto (IPL), supervisionado pelo co-orientador Artur Mateus, e pela doutoranda. Todos os conteúdos foram sistematicamente testados e aprimorados tendo por base a fase de pré teste, e todas as referencias transmitidas e articuladas com as docentes de Análise Matemática.</p>
Nov	11	Reunião com as docentes de Matemática	<p>Esta reunião teve como objetivo analisar alterações feitas, clarificar dúvidas e organizar fase de implementação em sala de aula.</p>
	17 e 18	Implementação dos conteúdos 3D em 5 turnos de AM	<p>Toda esta informação consta das grelhas de observação, elaboradas aquando da implementação.</p>
Nov	19	Email enviado à Orientadora Teresa Cardoso e ao Co-orientador Artur Mateus	<p>“Bom dia, tal como fui dando retorno no dia de ontem, as aulas correram muito bem. Tenho o relatório descritivo do que observei, do que ouvi, e claro, do que senti, quer por parte de alunos quer de professoras. Registei imagem e fiz alguns vídeos. Quando a informação estiver toda compilada enviarei em formato mais adequado. Foram cerca de 100 alunos, sendo que todos eles responderam ao inquérito. Passei os olhos por alguns e é unânime a recetividade.”</p>

Dez	30	Email para todos os docentes do departamento de matemática que lecionam Análise Matemática	<p>Este email teve como objetivo enviar todas as informações necessárias para dar início ao inquérito por entrevista (foi enviado com o conhecimento do coordenador do departamento).</p> <p>“Bom dia, e desde já desejo a continuação de Boas Festas.</p> <p>No seguimento deste email, enviado a 25 de agosto do presente ano, a todos os docentes de Análise Matemática do Departamento de Matemática da ESTG-IPL, assim como ao Coordenador deste Departamento, e aos meus orientadores, Doutora Teresa Cardoso e Doutor Artur Mateus, venho solicitar a vossa colaboração na resposta ao Inquérito por Entrevista (colaboração referida no email já mencionado no último parágrafo).</p> <p>Este Inquérito destina-se aos docentes de Análise Matemática, e está integrado no processo de investigação do Doutoramento em Educação a Distância e Elearning com o Tema "De que modo as Tecnologias Tridimensionais, nomeadamente a Realidade Aumentada, potencial o ensino e a aprendizagem da Matemática?".</p> <p>O link que dá acesso ao Inquérito é o seguinte:</p>
------------	-----------	--------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Diário de investigação – Implementação do estudo			
<u>2015</u>			
Mês	Dia	Tarefa	Anexo / Comentários
Jan	18	Email para todos os docentes do departamento de matemática que lecionam Análise Matemática	<p>“Boa tarde e continuação de bom domingo</p> <p>Estou de novo a contactar para lembrar que a data limite para responder à entrevista enviada a 30 de dezembro é dia 24 de janeiro. Já recebi 2 entrevistas dadas como completas e 3 como incompletas. Caso tenham alguma dúvida não hesitem em me contactar já que se trata de uma entrevista, que, mesmo sendo com recurso ao online, não exclui um contacto direto entre os entrevistados e a investigadora. Muito obrigada pela vossa disponibilidade e colaboração.”</p>
	24	Email para todos os docentes do departamento de matemática que lecionam Análise Matemática	<p>“Bom dia, estou de novo a contactar para agradecer uma vez mais a vossa disponibilidade e colaboração.</p> <p>Relativamente às entrevistas online existem apenas 4 consideradas pelo sistemas como incompletas. Agradeço que as finalizem e deem como concluídas assim que possível.</p> <p>Darei noticias em breve e assim que tenha a versão final do Caderno de Apoio às aulas de AM, enviarei para todos.”</p>
	30	Email para todos os docentes do departamento de matemática que lecionam Análise Matemática	<p>“Bom dia,</p> <p>desculpem estar de novo a contactar no âmbito das entrevistas dirigidas aos colegas de AM da ESTG, mas na realidade tenho acesso a 7 entrevistas respondidas de forma completa, faltando a resposta de 3 docentes, sendo que uma das entrevistas foi iniciada no dia 2 de janeiro mas está incompleta. Apesar do prazo ter terminado é possível responderem até ao final da próxima semana.</p> <p>De facto é muito importante para mim que possam concluir estas entrevistas, já que a amostra não é muito elevada.</p> <p>Envio de novo o link da entrevista: http://sites.ipleiria.pt/inqueritos/index.php/453153/lang-pt</p> <p>Para os colegas que já responderam solicito apenas que me enviem um email, tal como já foi feito por alguns, para confirmar a vossa colaboração.</p> <p>Grata pela atenção</p> <p>Continuação de bom trabalho”</p>

Fev	10	<p>Contacto com o responsável pela gestão das plataformas da UED por email e presencial</p>	<p>O objetivo destas reuniões foi para ultimar a preparação do questionário aos estudantes e agilizar autorizações assim como o contacto com os coordenadores</p>
	11	<p>Contacto por email com os todos os coordenadores dos cursos de engenharia e respetivos estudantes</p>	<p>“Bom dia,</p> <p>no seguimento de um email enviado no final de agosto de 2014 acerca do doutoramento cujo tema de investigação é: As Tecnologias Tridimensionais como contributo para a aprendizagem da Matemática no Ensino Superior, venho agora informar que os conteúdos em Realidade Aumentada, criados para dar Apoio às aulas de Analise Matemática nos Cursos de Engenharia, já foram implementados no terreno com sucesso e com bastante receptividade por parte dos estudantes. Tal como referi na altura, estes foram implementados em algumas das aulas e não em todos os cursos onde existe esta UC, por uma questão de gestão de tempo e recursos humanos. Estamos agora na fase de solicitar aos estudantes, de todos os cursos de Engenharia (independentemente de terem ou não assistido às referidas aulas), que respondam a um questionário online, de extrema importância para todo este processo. Este será disponibilizado nos próximos dias, e deverá ser respondido até ao final de março. Agradeço a colaboração de todos os coordenadores de curso para que motivem os alunos a responder a este questionário com vista à obtenção de uma amostra mais robusta e representativa.</p> <p>O link do questionário é (ainda não ativo mas apto para visualização e teste):</p> <p>http://sites.ipleiria.pt/inqueritos/index.php/854291/lang-pt</p> <p>Caso considere viável, agradeço a partilha dos contactos (email), atualizados, dos estudantes do curso que coordena, e que se encontram nas condições requeridas para responder ao referido questionário.</p> <p>Grata pela atenção</p> <p>Com os melhores cumprimentos”</p>
	13	<p>Contacto por email com os todos os coordenadores dos cursos de engenharia</p>	<p>“Boa noite,</p> <p>o questionário dirigido aos estudantes de Engenharia, enquadrado no doutoramento: As Tecnologias Tridimensionais como contributo para a aprendizagem da Matemática no Ensino Superior, já se encontra ativo e pronto para ser respondido.</p> <p>Peço a sua colaboração para que direcione o link deste questionário para o mailing list (ee.estg@my.ipleiria.pt) dos estudantes do curso que coordena, já que não possuo autorização para o fazer diretamente, a não ser que o fizesse recorrendo à lista completa dos estudantes, o que talvez não agilize o processo.</p> <p>http://sites.ipleiria.pt/inqueritos/index.php/854291/lang-pt</p>

Fev			Grata pela colaboração”
	21	Contacto por email com os todos os coordenadores dos cursos de engenharia	<p>“Boa tarde,</p> <p>informo que, relativamente ao assunto mencionado neste email, já possuo cerca de 44 respostas (os alunos de alguns cursos ainda não deram qualquer resposta). Contudo, cerca de metade estão incompletas, já que os estudantes, mesmo mencionado que aceitam responder ao questionário, não prosseguem o mesmo. Relembro que este questionário não permite que, sendo gravadas as respostas já dadas, o mesmo possa ser terminado posteriormente. Isto obriga a que numa nova tentativa tenham de responder a tudo novamente. Agradeço que esta informação seja dada aos estudantes para que não existam tantos questionários incompletos. Agradeço uma vez mais a colaboração nesta investigação”</p>
	28	Contacto com o Coordenador de EE, EM, EGI, EC, EENA	<p>“Bom dia,</p> <p>com o intuito de atualizar a informação relativamente às respostas ao questionário dirigido aos estudantes de Engenharia, enquadrado no doutoramento: As Tecnologias Tridimensionais como contributo para a aprendizagem da Matemática no Ensino Superior, destaco que já possuo cerca de 44 respostas completas, mas nenhuma delas é de estudantes do curso de Engenharia Electrotécnica. Peço que sensibilize os alunos para a importância deste estudo.”</p>
Mar	12	Contacto com o Coordenador de EE, EM, EGI, EC, EENA	<p>“Bom dia,</p> <p>ainda relativamente ao questionário dirigido aos estudantes de Engenharia do IPL, enquadrado no doutoramento: As Tecnologias Tridimensionais como contributo para a aprendizagem da Matemática no Ensino Superior, venho informar que, a duas semanas de terminar o prazo para colaboração no referido questionário, possuo no universo de todas as Engenharias da ESTG - IPL, apenas 62 respostas completas. Dada a importância de ter um número mais alargado de respostas com vista à obtenção de resultados mais credíveis e fundamentados, solicito uma vez mais, que sensibilize os alunos do curso que coordena, a participarem neste questionário. Se na sua opinião, existem meios mais céleres para fazer chegar este questionário a eles, agradeço que me informe para que assim o possa fazer.”</p>

ANEXO II - ANÁLISE AOS INQUÉRITOS DE PRÉ-TESTE (INVESTIGADORES)

Na fase de pré-teste ao inquérito por entrevista aos docentes foram convidados 10 investigadores, contudo apenas 7 deram o seu parecer, já que alguns manifestaram não ter disponibilidade dado o limite temporal imposto. A escolha dos investigadores foi feita tendo por base a diversidade institucional, a área de investigação e a experiência face a outras investigações similares.

A entrevista foi disponibilizada por email a cada um dos investigadores, indicando os objetivos da investigação, e definido um limite temporal que permitisse à maioria responder dentro do prazo.

Em termos globais alguns dos investigadores partilharam as seguintes sugestões:

“Algumas perguntas são indutoras da resposta. Deve ter cuidado já que não é uma entrevista ao vivo.”
“Penso que deveriam rever a ordenação intergrupos e intragrupos, por exemplo, a atitude dos estudantes será decorrente de tudo o que se faz na UC. Portanto, porquê começar por aí?”

Passamos a resumir o parecer a cada um dos 6 grupos de questões, mas apenas para as questões onde surgiram pareceres por parte dos investigadores.

GRUPO I – CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

QUESTÃO 1: QUANTOS ANOS DE SERVIÇO TEM?

- “Não será uma questão de postura (que remete mais para questões físicas) mas sim de atitude. Há questões que não terão diretamente a ver com aprendizagem. Porquê a ênfase nesta e só nesta dimensão? Será a mais importante?”

- “Provavelmente esta observação não é pertinente mas... muitas Universidades, nomeadamente a UM, recolhe anualmente estes dados através do questionário de perceções sobre a qualidade do ensino que os alunos preenchem anualmente. Embora esses dados sejam relativamente confidenciais, podem ser usados pelos docentes para responderem de forma mais objetiva a este tipo de questões pois têm dados dos alunos de forma direta e não as perceções dos docentes sobre as opiniões dos alunos. Nesse sentido, se os professores tiverem conhecimento prévio destas questões poderão documentar se para responderam às mesmas.”

- “Qual o objetivo desta parte? Este tipo de questões deverão ser colocadas ao professor? Ou serão questões sobre a perceção dos estudantes sobre a UC e que seria de inquirir os próprios?”

OBSERVAÇÃO: Fizemos retificações simples na estrutura da questão 1 (Quantos anos tem de serviço docente?). Uma das questões foi eliminada por ser similar a outra que optámos por manter.

GRUPO II – POSTURA DOS ESTUDANTES FACE À APRENDIZAGEM DOS CONTEÚDOS LECIONADOS NA UC DE ANÁLISE MATEMÁTICA

TÍTULO PROPOSTO:

OBSERVAÇÃO: Ajustámos o título mediante os comentários anteriores

QUESTÃO 1: QUE NÍVEL DE RELEVÂNCIA CONSIDERA QUE OS ESTUDANTES ATRIBUEM A ESTA UC NO CURSO QUE FREQUENTAM? (DE 1 A 4, SENDO 1 – NADA RELEVANTE E 4 – MUITO RELEVANTE)

QUESTÃO 3: QUAL O NÍVEL MÉDIO DE DIFICULDADE QUE CONSIDERA QUE OS ESTUDANTES ATRIBUEM A ESTA UC? (DE 1 A 4, SENDO 1 – MUITO DIFÍCIL E 4 – NADA DIFÍCIL)

OBSERVAÇÃO: Foi sugerido especificar as designações de toda a escala em termos qualitativos, contudo consideramos que seria intuitivo dado que os respondentes são docentes já habituados a estas escalas.

QUESTÃO 2: QUAL A TAXA DE APROVADOS, DOS ESTUDANTES AVALIADOS, NOS ANOS LETIVOS ANTERIORES?

- *“Esta questão pode passar para o tema anterior, pois pode ser entendido como caracterização da UC”*
- *“Solicitar dados nos Serviços Académicos.”*

OBSERVAÇÃO: Esta questão foi eliminada e solicitámos dados nos Serviços Académicos.

QUESTÃO 4: QUAL O NÚMERO MÉDIO DE VEZES QUE CONSIDERA QUE UM ESTUDANTE SE SUBMETE À AVALIAÇÃO DESTA UC ATÉ OBTER APROVEITAMENTO?

- *“Do ponto de vista formal, o docente pode ter acesso a estes dados (serviços académicos). Como tal sugiro a reformulação da questão para eliminar alguma subjetividade inerente à palavra considera: Qual o número médio de vezes que um estudante se submete à avaliação desta UC até obter aproveitamento?”*

OBSERVAÇÃO: Esta questão foi eliminada e solicitámos dados nos Serviços Académicos.

QUESTÃO 5: QUAL A PERCENTAGEM MÉDIA DE AULAS DESTA UC QUE CONSIDERA QUE OS ESTUDANTES

FREQUENTAM?

- *“Mais uma vez, do ponto de vista formal, os dados a considerar devem ser os registos na folha de sumários (serviços académicos). Com estes registos calcula-se então a percentagem média. Como tal, sugiro a reformulação da questão para eliminar alguma subjetividade inerente à palavra considera: - Qual a percentagem média de aulas desta UC que os estudantes frequentam?”*

OBSERVAÇÃO: Esta questão foi eliminada e solicitámos dados nos Serviços Académicos.

QUESTÃO 6: CONSIDERA QUE OS ESTUDANTES DESTA UC RECORREM À PLATAFORMA ONLINE PARA:

(A) ACOMPANHAR OS CONTEÚDOS? (B) INTERAGIR COM OS CONTEÚDOS?

(C) ACOMPANHAR E INTERAGIR COM OS CONTEÚDOS?

- *“Considero que devem colocar uma outra questão anterior a esta: Quantos estudantes desta UC recorrem à plataforma online? Ou então solicitar aos serviços esses registos. Assim, poderão ter um número que permitirá tirar algumas conclusões sobre o acesso atual à plataforma online, ou mesmo até uma evolução de acessos, e explorar estes dados na perspetiva que melhor se enquadre no doutoramento.”*

OBSERVAÇÃO: Não é o nosso foco explorar esta questão nesta perspetiva, e a pergunta sugerida é feita posteriormente.

QUESTÃO 7: CONSIDERA QUE O FAZEM COM A REGULARIDADE DESEJÁVEL?

- *“Esta questão e, parcialmente a anterior, talvez possam ser respondidas de forma mais objetiva se os docentes tiverem conhecimento prévio das mesmas e tiverem possibilidade de consultar os registos automáticos que muitas das plataformas institucionais possuem.”*

- *“Penso que esta pergunta deve ser reformulada. Como está apenas obtêm a resposta Sim ou Não.”*

- *“Em parte, esta questão responde às considerações anteriores. Todavia, mantém-se a pertinência da objetividade (registos de acesso ou mesmo até evolução de acessos)*

OBSERVAÇÃO: Esta questão foi eliminada.

QUESTÃO 8: CONSIDERA QUE OS ESTUDANTES ACEITARIAM COM AGRADO A INTEGRAÇÃO DE CONTEÚDOS TRIDIMENSIONAIS NESTA UC? PORQUÊ?

- *“Qual seria o nível de aceitação de conteúdos tridimensionais nesta UC pelos estudantes?”*

OBSERVAÇÃO: A questão foi mantida sem alterações, sendo que o objetivo neste caso não era quantificar mas ter uma opinião mais descritiva.

GRUPO III – IMPORTÂNCIA QUE OS ESTUDANTES ATRIBUEM À INTEGRAÇÃO DE TECNOLOGIAS NO ENSINO/APRENDIZAGEM

TÍTULO PROPOSTO:

- *“Não é próprio de uma entrevista, mesmo que seja semi-estruturada fazer perguntas como se de um questionário se tratasse. A ser necessário, estas questões deveriam ser substituídas por uma só, mas feita de molde a que o inquirido possa abarcar os dados que pretende.”*

OBSERVAÇÃO: Mantivemos a última das três questões e enquadrámos noutro grupo de questões.

OBSERVAÇÃO: Alterámos o título para: ENSINO/APRENDIZAGEM NA UC DE ANÁLISE MATEMÁTICA.

QUESTÃO 1: COMO QUANTIFICA A RELAÇÃO QUE OS ESTUDANTES TÊM COM AS TECNOLOGIAS?

- *“Tecnologias: em que contexto? Para que fins?”*

OBSERVAÇÃO: Torna-se irrelevante e é intuitivo que aceitam com agrado, por isso foi eliminada.

QUESTÃO 3: QUAL CONSIDERA SER A IMPORTÂNCIA QUE OS ESTUDANTES ATRIBUEM À INTEGRAÇÃO DE TECNOLOGIAS NO ENSINO/APRENDIZAGEM NA UC DE ANÁLISE MATEMÁTICA?

(DE 1 A 4, SENDO 1 – NADA IMPORTANTE E 4 – MUITO IMPORTANTE)

- *“Neste questão, bem como na anterior, pode acontecer o docente não ter uma opinião sobre o assunto. Claro que, sendo uma entrevista e não questionário, esse aspeto pode ser facilmente identificado. Faço este reparo pelo facto de indicar uma escala, sendo necessário assegurar que esta não condiciona excessivamente as respostas dos docentes.”*

OBSERVAÇÃO: Mantivemos a questão sem alterações já que esta pergunta seria confrontada com outra similar no questionário dos estudantes e seria importante não perder qualquer objetividade nas respostas dos dois grupos investigados.

GRUPO IV – PRÁTICAS DA EQUIPA DE DOCENTES QUE LECIONA A UC DE ANÁLISE MATEMÁTICA

QUESTÃO 1: OS CONTEÚDOS PROGRAMÁTICOS DA UC DE ANÁLISE MATEMÁTICA SÃO REESTRUTURADOS COM QUE PERIODICIDADE?

- *“Sugestão de reformulação: Com que periodicidade são...”*

OBSERVAÇÃO: A questão foi eliminada da entrevista.

QUESTÃO 2: O PLANEAMENTO DA UC DE ANÁLISE MATEMÁTICA É REVISTO COM QUE PERIODICIDADE?

- *“Qual o significado que atribuem a planeamento? O que engloba? Infiro que excluem os conteúdos!”*
- *“Sugestão de reformulação: Com que periodicidade é revisto...”*

OBSERVAÇÃO: O público alvo a quem se dirige entenderia a questão, ainda assim não se revelou relevante e foi eliminada da entrevista

QUESTÃO 3: O PLANEAMENTO E A METODOLOGIA USADOS NA UC DE ANÁLISE MATEMÁTICA SÃO DEFINIDOS POR TODA A EQUIPA DE DOCENTES QUE LECIONA ESTA UC? INDIQUE AINDA (I) QUAIS OS CRITÉRIOS QUE DEFINEM A CRIAÇÃO DESSA EQUIPA DE TRABALHO, (II) O MODO COMO COLABORAM E (III) OS ASPETOS EM QUE COLABORAM

- *“Planeamento e a metodologia: Que relações?”*
- *“Sugiro a reformulação: Quem define o planeamento e a metodologia...”*

OBSERVAÇÃO: A questão foi eliminada da entrevista.

QUESTÃO 4: CONSIDERA QUE A METODOLOGIA USADA PARA LECIONAR ESTA UC É A QUE MAIS SE AJUSTA À REALIDADE EM QUE SE INSERE OS CURSOS EM QUE ESTA UC SE INTEGRA? PORQUÊ?

- *“Sugestão de Reformulação: ...se ajusta à natureza de TODOS os cursos...”*
- *“Induz resposta”*

OBSERVAÇÃO: A sugestão foi aceite.

QUESTÃO 5: QUAL OU QUAIS OS MODOS QUE HABITUALMENTE USA PARA ENSINAR (ORAL, EXPOSITIVO, INTERATIVO, OUTRO/S – INDIQUE QUAIS)? PORQUÊ?

- *“Sugestão de reformulação: Que metodologias usa para o seu ensino...”*

OBSERVAÇÃO: A sugestão foi aceite.

QUESTÃO 6: É QUAL OU QUAIS OS ELEMENTOS TECNOLÓGICOS OU MEIOS A QUE USUALMENTE RECORRE PARA ENSINAR (QUADRO, PLATAFORMAS ONLINE, DIAPOSITIVOS/SLIDES, TECNOLOGIAS 3D, OUTRO/S – INDIQUE QUAIS)? PORQUÊ?

- *“Induz resposta”*
- *“Sugestão de reformulação: Nas suas atividades de ensino usa algum /alguns elementos tecnológicos ou multimédia de suporte às suas aulas? Se sim quais?”*

OBSERVAÇÃO: A sugestão foi aceite.

GRUPO V – INTEGRAÇÃO DE TECNOLOGIAS NO ENSINO/APRENDIZAGEM, NOMEADAMENTE TECNOLOGIAS TRIDIMENSIONAIS

QUESTÃO 1: ESTÁ RECETIVO/A A (NOVAS) FORMAS DE ENSINAR QUE COMPLEMENTEM AS QUE HABITUALMENTE USA?

- *“Algum professor diria que não?”*
- *“Sugestão de reformulação: Qual o seu nível de recetividade a...”*

OBSERVAÇÃO: Sugestões pertinentes, embora a segunda obrigasse à inclusão de níveis. A questão foi eliminada da entrevista.

QUESTÃO 2: CONSIDERA RELEVANTE A INTEGRAÇÃO DE EQUIPAMENTOS TECNOLÓGICOS NO APOIO AO ENSINO (TELEMÓVEIS, TABLETS E OUTROS DISPOSITIVOS)? PORQUÊ?

- *“Perguntas numa entrevista que levem o inquirido a dizer sim ou não são pouco promissoras. Porque não apenas uma pergunta do tipo: O que pensa da integração...?, e deixar o inquirido à vontade para dizer tudo o que pensa?”*
- *“Sugestão de reformulação: Qual é para si a relevância de...”*

OBSERVAÇÃO: A sugestão foi aceite.

QUESTÃO 3: COM A INTEGRAÇÃO DAS TECNOLOGIAS NO ENSINO CONSIDERA QUE A FUNÇÃO DE TRANSMISSÃO DE CONHECIMENTO É DISPENSÁVEL? PORQUÊ?

- *“O conhecimento transmitir-se-á?”*

OBSERVAÇÃO: A questão foi eliminada da entrevista.

QUESTÃO 8: JÁ OUVIU FALAR EM REALIDADE AUMENTADA (RA)? CONSIDERA QUE POTENCIARÁ UMA MAIS CÉLERE CAPACIDADE DE APRENDIZAGEM?

- *“Não é claro para mim o que é “uma mais célere capacidade de aprendizagem”. O que pretende saber? Se os professores pensam que a RA propicia maior rapidez de aprendizagem (o que nem sei se faz muito sentido)... Penso que talvez fizesse sentido uma questão mais aberta, do tipo: que tipo de alteração pensa que a RA pode introduzir nos processos de aprendizagem?”*

OBSERVAÇÃO: A segunda parte da questão foi eliminada e completámos a questão fulcral com as seguintes questões: SE SIM: -EM QUE CONTEXTO(S)?-CONSEGUE DESCRVÊ-LAS?

GRUPO VI - INTEGRAÇÃO DE TECNOLOGIAS TRIDIMENSIONAIS NO ENSINO DA UC DE ANÁLISE MATEMÁTICA

QUESTÃO 2: CONSIDERA QUE AS TECNOLOGIAS TRIDIMENSIONAIS PODEM PROMOVER A COMPREENSÃO DOS ESTUDANTES NA APRENDIZAGEM DE CONTEÚDOS ESPECÍFICOS DA UC DE ANÁLISE MATEMÁTICA? PORQUÊ?

- E A PRÓPRIA APRENDIZAGEM DOS ESTUDANTES NESTE CONTEXTO ESPECÍFICO? PORQUÊ?

- E A MOTIVAÇÃO DOS ESTUDANTES NA APRENDIZAGEM DE CONTEÚDOS ESPECÍFICOS DA UC DE ANÁLISE MATEMÁTICA? PORQUÊ?

- "...a compreensão dos estudantes na aprendizagem de conteúdos: O que querem dizer?"

- "E a própria aprendizagem dos estudantes neste contexto específico? Que relações com a anterior?"

OBSERVAÇÃO: A questão foi eliminada e focámo-nos mais em questões como dinâmicas de grupo e o potencial fator de distração.

QUESTÃO 7: CONSIDERA QUE O RECURSO A TECNOLOGIAS TRIDIMENSIONAIS NO ÂMBITO DAS SUAS PRÁTICAS PEDAGÓGICAS LHE FACULTA / LHE VAI FACULTAR MAIS TEMPO PARA O ENSINO DE QUESTÕES MAIS COMPLEXAS?

PORQUÊ?

- "Esta questão (ainda mais se considerarmos a anterior) parece ter implícito que se usam as TT para "poupar tempo" e para conhecimentos pouco complexos. Penso que tem que usar outro estilo e questões mais abertas, do tipo: Quais são as suas perspetivas relativamente às mudanças que o recurso às TT poderão trazer às suas práticas pedagógicas?"

OBSERVAÇÃO: A questão foi eliminada do estudo

ANEXO III - ANÁLISE AOS INQUÉRITOS DE PRÉ-TESTE (DOCENTES)

O questionário estava estruturado em 6 grupos de questões, sendo que estes estavam disponíveis no Google drive e foram disponibilizados aos docentes de forma faseada, ao longo de 6 semanas, sendo que em cada semana foi enviado um email a cada um dos docentes com as informações necessárias, o link de acesso ao grupo de questões disponibilizado na respectiva semana, e a data limite para responder ao referido grupo de questões. Ao longo deste processo de recolha de dados e do parecer dos docentes, tudo decorreu com normalidade, embora nem todas as questões tenham sido respondidas por todos os docentes integrados nesta fase da investigação.

GRUPO I – CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

Ao primeiro grupo de questões foram 5 os docentes que enviaram as suas respostas. A média de anos de serviço foi 12 anos, sendo que há um docente com 25 anos de tempo de serviço. A segunda questão deste grupo não se aplicaria aos docentes que já não lecionam na instituição em estudo (2 dos 5 que responderam a este grupo de questões estariam nesta situação), contudo no estudo real, tal não aconteceria. Mediante a resposta de apenas 3 docentes a média de anos em que leciona na atual instituição é 11 anos, sendo que um dos docentes leciona à apenas 2 anos e outro à já 18 anos, uma discrepância significativa. Relativamente à questão “Há quantos anos leciona a Unidade Curricular de Análise Matemática?” a média de anos dos 5 respondentes é 3 anos, sendo que neste grupo de 5 docentes todos lecionaram pelo menos durante 1 ano letivo. Em relação à questão colocada sobre a experiência como coordenador da UC de Análise Matemática apenas 1 dos 5 havia desempenhado esse papel, sendo que se trata do docente com mais anos de serviço, nomeadamente no IPL. Quando questionados sobre os cursos que já lecionaram as respostas são bastante discrepantes, contudo 4 dos 5 docentes (um dos docentes não respondeu a esta questão) respondem cursos na área da Engenharia.

GRUPO II – POSTURA DOS ESTUDANTES FACE À APRENDIZAGEM DOS CONTEÚDOS LECIONADOS NA UC DE ANÁLISE MATEMÁTICA

O grupo II é composto por 8 questões e são 5 os docentes que responderam. Quando questionados sobre a relevância que os estudantes atribuem à UC de Análise Matemática 4 em 5 dos docentes repartem as suas opiniões entre pouco relevante e relevante.

A segunda questão deste grupo foi eliminada do estudo real (Qual a taxa de aprovados, dos estudantes avaliados, nos anos letivos anteriores?) já que estes dados não são do conhecimento dos docentes mas antes dos serviços académicos, aos quais pedimos posteriormente estas informações.

Em relação à questão seguinte, “Qual o nível médio de dificuldade que considera que os estudantes atribuem a esta UC?”, 4 em 5 dos docentes repartem as suas opiniões entre muito difícil e difícil, sendo que um considera que atribuem um nível de pouco difícil.

A quarta questão, “Qual o número médio de vezes que considera que um estudante se submete à avaliação desta UC até obter aproveitamento?”, foi igualmente eliminada das entrevistas pelas razões anteriormente apresentadas, contudo podemos informar que, entre os 3 docentes que responderam, a média de avaliações que consideram que os estudantes se submetem a esta UC varia entre 2 e 3 tentativas.

A questão “Qual a percentagem média de aulas desta UC que considera que os estudantes frequentam?” foi eliminada do estudo tal como as duas anteriormente mencionadas, e pelas mesmas razões. As respostas dadas pelos 4 docentes, que atribuíram uma resposta percentual, variam entre os 80% e os 90% de aulas assistidas, o que denota algum otimismo face a esta questão por parte dos docentes. Contudo, poderão estar a referir-se apenas aos estudantes que acompanham a UC até à fase de avaliações, e não necessariamente face ao número de inscritos.

Relativamente à questão que avalia o tipo de interação que os estudantes têm com a plataforma online, segundo o opinião dos 5 docentes que se prontificaram responder, 4 afirmam que esta interação é global, isto é, os estudantes utilizam a plataforma para acompanhar e interagir com os conteúdos. Apenas um dos docentes considera que apenas acompanham os conteúdos disponibilizados.

Em relação à regularidade com que o fazem 2 dos 5 docentes afirmam que o fazem com a regularidade desejável.

Quando questionados acerca da aceitação com agrado por parte dos estudantes da integração de conteúdos tridimensionais nesta UC, as opiniões dividem-se, sendo que 3 dos 5 dão uma resposta positiva, fundamento o facto de serem metodologias atuais, mais apelativas e explícitas, *“Sim, seria mais apelativo e mais explícito no estudo dos vários conteúdos.”(D1)*, fazendo um maior elo de ligação com a realidade em que vivemos, *“Sim, porque se assemelham mais com a realidade em que vivemos...”(D2)*. Os que apresentam alguma relutância denotam não conhecer estas tecnologias, e comparam esta abordagem com a plataforma MITO, já implementada por alguns, *“Atendendo a que utilizei o Mito considero que os alunos não o utilizam a não ser que obrigados. E se calhar podem não aceitar a ideia se ela não for motivada para...”(D4)*.

GRUPO III – IMPORTÂNCIA QUE OS ESTUDANTES ATRIBUEM À INTEGRAÇÃO DE TECNOLOGIAS NO ENSINO/APRENDIZAGEM

No grupo III do inquérito incluímos 3 questões às quais responderam 6 docentes. Para a primeira questão “Como quantifica a relação que os estudantes têm com as tecnologias?”, com a escala definida de 1 a 4, sendo 1 – nada significativa e 4 – muito significativa, apenas 1 dos 6 considera muito significativa, e 4 dos 6 consideram ser significativa (escala 3).

A opinião dada na questão seguinte foi exatamente a mesma que na questão anterior, sendo que a questão era “Qual considera ser a importância que os estudantes atribuem à integração de tecnologias no ensino/aprendizagem em qualquer UC?”, com a escala de 1 a 4, sendo 1 – nada importante e 4 – muito importante.

Usando a mesma escala que na questão anterior a última questão deste grupo, “Qual considera ser a importância que os estudantes atribuem à integração de tecnologias no ensino/aprendizagem na UC de Análise Matemática?”, as opiniões não divergem muito das manifestadas anteriormente, contudo um dos docentes considera que a opinião dos estudantes quanto à integração destas tecnologias, especificamente na UC de Análise Matemática, é nada importante, não havendo docentes a manifestar que a opinião dos estudantes é considerar essa integração muito importante.

GRUPO IV – PRÁTICAS DA EQUIPA DE DOCENTES QUE LECIONA A UC DE ANÁLISE MATEMÁTICA

Este grupo incluiu 6 questões, às quais obtivemos a resposta de 5 docentes. Este grupo de questões está relacionado com a estrutura, planeamento e metodologias relacionadas especificamente com a UC de Análise Matemática. As três primeiras foram eliminadas do inquérito final. A primeira questão pretende que os docentes identifiquem a periodicidade com que os conteúdos programáticos são reestruturados. As respostas obtidas são muito dispare, sendo que um dos docentes considera que depende da necessidade de cada curso, outro refere que é anualmente, e outro de 3 em 3 anos. Os outros dois docentes não têm a certeza da resposta.

Quando questionados acerca da periodicidade com que é revisto o planeamento, 2 dos 5 docentes referem ser feita mediante a necessidade, isto é, sempre que se justifique. Outro refere anualmente, e os restantes não são conclusivos.

A terceira questão, “O planeamento e a metodologia usados na UC de Análise Matemática são definidos por toda a equipa de docentes que leciona esta UC?”, foi respondida afirmativamente por todos os docentes, embora 1 dos 5 considera que por vezes poderá ser o responsável da UC a fazê-lo. Nesta questão foram ainda incluídas mais 3 subquestões (os critérios para a criação da equipa de trabalho, o modo como colaboram e os aspetos em que colaboram). Os critérios identificados para a criação dessa equipa de trabalho são a distribuição de serviço, a experiência e o grau académico. O modo como colaboram é identificado como dependendo do grupo de trabalho, apesar de ser mais consensual a colaboração de todos com distribuição de tarefas. Quanto aos aspetos em que colaboram foram identificados os seguintes: preparação dos materiais em conjunto, planificação, materiais de apoio teóricos e práticos e avaliação.

As respostas dadas à quarta questão deste grupo, “Considera que a metodologia usada para lecionar esta UC é a que mais se ajusta à realidade em que se insere os cursos em que esta UC se integra? Porquê?”, reforça o facto desta UC carecer de adaptações face a cada curso a que é lecionada, segundo a perspetiva de 3 dos 5 docentes, “*Penso que deviam existir mais UCs de Análise Matemática.*”(D1); “*Não, uma vez que os resultados*

não são os expectáveis.”(D3); “Não. Porque devia ser adaptada consoante as aplicações práticas existentes para cada curso. Uma das questões que os estudantes já me colocaram mais vezes foi: E onde é que se aplica o que acabamos de aprender?”(D5). Dois dos docentes focaram-se na questão metodológica, considerando que a abordagem adotada é adequada.

Quando questionados acerca dos métodos que habitualmente utilizam para ensinar (oral, expositivo, interativo, outro/s – indique quais) e porquê, a maioria diz utilizar métodos diversificados, mediante o público-alvo, os conteúdos e os exemplos a implementar.

A última questão demonstra igualmente diversidade e abertura face aos elementos ou meios a que usualmente recorrem para ensinar, tendo sido apresentados os exemplos maioritariamente incluídos como sugestão na estrutura da questão, entre eles, quadro, plataformas online, diapositivos/slides e tecnologias 3D, justificando a sua utilização mediante as necessidades, *“Todos os referidos e outros mais. Os modos devem ser sempre que necessário adaptados ao público alvo.”(D4).*

GRUPO V – INTEGRAÇÃO DE TECNOLOGIAS NO ENSINO/APRENDIZAGEM, NOMEADAMENTE TECNOLOGIAS TRIDIMENSIONAIS

O grupo V é composto por 10 questões principais, tendo-se obtido respostas de apenas 4 docentes. A grande maioria destas questões foi retirada da versão final do inquérito, por não se terem demonstrado muito relevantes ou por estarem incluídas noutros grupos com diferenças pouco significativas.

A primeira questão, *“Está recetivo/a a (novas) formas de ensinar que complementem as que habitualmente usa?”*, foi respondida afirmativamente pela maioria, sendo que um dos docentes foi mais específico respondendo *“Depende das as formas de ensino aprendizagem.”(D4).*

A segunda questão colocada, *“Considera relevante a integração de equipamentos tecnológicos no apoio ao ensino (telemóveis, tablets e outros dispositivos)? Porquê?”*, deixa antever que existe abertura para esta integração, contudo os telemóveis não

reúnem consenso e o equilíbrio e adequação são as palavras mais repetidas neste contexto. O facto destes dispositivos serem uma realidade mais próxima dos estudantes é um argumento que fundamenta esta integração.

“Sim. Permitem estar mais próximo da realidade de cada aluno.” (D1)

“Quanto aos telemóveis não concordo acho que o telemóvel não é para uso na sala de aula. Quanto aos restantes dispositivos concordo que sejam utilizados desde que adequadamente.”(D2)

“Depende da aplicação e utilização que seja feita do utensílio. Relativamente ao telemóvel, tenho sérias dúvidas. Deves particularizar que tipo de telemóvel.”(D3)

“Desde que contribua para uma melhor compreensão dos conteúdos e não deixe de parte o formalismo necessário.”(D4)

As respostas dadas à terceira questão, “Com a integração das tecnologias no ensino considera que a função de transmissão de conhecimento é dispensável? Porquê?”, vão no sentido de que o ideal é complementar formas de ensino, sendo importante que a integração de tecnologias seja feita de forma equilibrada e orientada, *“Hoje em dia existem muitas tecnologias, mas se não forem usadas adequadamente o conhecimento não é transmitido”(D2)*; *“No meu entender, a transmissão dos conteúdos nunca pode ser feita perdendo de vista o formalismo dos mesmo. No entanto, parece-me que se podem conjugar as duas formas de ensino.”(D4)*.

Relativamente à questão “Tendo em conta a sua experiência docente, considera que o recurso a tecnologias em contexto de sala de aula é um fator de distração no processo de ensino-aprendizagem? Se sim, em que medida? Se não, porquê?”, as respostas reforçam a ideia de que terá sempre que existir um planeamento cuidado e apoio permanente para que resulte o recurso a tecnologias em contexto de sala de aula e não seja fator de distração.

“Não. O recurso a tecnologias em contexto de sala de aula tem de ser bem planeado para que resulte em aprendizagem para o aluno e não em distração.”(D1)

“Por vezes é um fator de distração, tendo em conta que para além da matéria em si tem de ter conhecimentos do software.”(D2)

“Depende da forma em que o mesmo recurso seja utilizado.”(D3)

“Terá que ser tudo muito bem coordenado.”(D4)

Quando questionados acerca do recurso a tecnologias, em contexto de sala de aula, potenciar o desenvolvimento de dinâmicas de grupo, as opiniões são contrárias, mas parece ser unânime que depende dos contextos e dos estudantes, *“Depende da forma como são utilizadas. Se é trabalho individual não potencia, caso seja utilizado a pares ou em grupos permite troca de conhecimentos.”(D1); “Depende do grupo de alunos.”(D2).*

Relativamente às duas questões que se seguiram, *“Tem conhecimento de alguma tecnologia que permita aliar o papel (as folhas de papel, os livros e cadernos) a tecnologias digitais?”* e *“Vê alguma/s potencialidade/s nesta particularidade (de aliar o papel a tecnologias digitais)?”*, as respostas demonstram que, ou não conhecem efetivamente este tipo de tecnologias, nem as suas potencialidades, ou referem que não entenderam o sentido da/s pergunta/s, *“Se percebi bem a pergunta considero que apesar do uso de tecnologias digitais na Matemática é mesmo necessário lápis, papel e borracha.”(D2); “Existem vantagens e desvantagem.”(D2); “Não tenho conhecimentos suficientes para poder ser exato na resposta à questão.”(D4).* Estas duas questões foram excluídas da versão final do inquérito.

Quando questionados acerca da Realidade Aumentada, dos contextos a que está associada e de uma possível descrição, um dos quatro respondentes diz não conhecer, os restantes embora tenham ouvido falar revelam pouco conhecimento, *“Sim, em diversos contextos, incluindo na área de apoio ao ensino. Existem inclusivamente diversas aplicações de RV (realidade virtual) e RA já desenvolvidas em diversas áreas educacionais, como na medicina, engenharia, matemática, química e física. Pode ou não potenciar a aprendizagem. Para além disso, é de notar que tudo isto exige custos e nos tempos que correm as coisas não estão famosas.”(D3); “Já ouvir falar mas não conheço a técnica.”(D4).*

Relativamente às tecnologias de Impressão 3D as respostas obtidas estão na mesma linha de pensamento da questão anterior, *“Já ouvi falar em vários contextos. A aplicação no ensino aproxima o aluno da realidade palpável. Pode trazer vantagens e desvantagens.”(D2); “Sim, já ouvi falar e já vi. Existem aplicações em diversas áreas e permite imprimir diferentes objetos formados a partir de materiais próprios, podendo*

incluir ligas plásticas, tecidos humanos e até comidas”(D3); “Já ouvir falar mas não conheço a técnica.”(D4).

A última questão composta por várias subquestões, “Sabe se na sua instituição existem tecnologias tridimensionais a serem aplicadas (nomeadamente Impressão 3D e RA)? Se sim: - Está a par das áreas específicas em que são aplicadas? - Conhece alguma aplicação destas tecnologias na referida instituição? Qual ou quais?”, revela haver um total desconhecimento relativamente a esta implementação, apesar de dois dos quatro inquiridos afirmarem conhecer, já que, a associam incorretamente ao Departamento de Informática. Esta questão foi igualmente eliminada da versão final.

“Na altura ouvi falar qualquer coisa sobre isso no Departamento de Informática.”(D2)

“Penso que sim, nomeadamente, no Departamento de Informática.”(D3)

“Não conheço.”(D4)

GRUPO VI - INTEGRAÇÃO DE TECNOLOGIAS TRIDIMENSIONAIS NO ENSINO DA UC DE ANÁLISE MATEMÁTICA

No último grupo de questões incluímos 10 perguntas, às quais responderam 4 docentes. Neste grupo abordámos especificamente a questão das tecnologias tridimensionais. A primeira destas questões, “Como vê a integração de tecnologias tridimensionais no ensino de ciências fundamentais, nomeadamente no domínio da Matemática?”, revela que para a maioria é um excelente complemento como auxílio na compreensão de alguns conteúdos, mas sempre acautelando a forma como é utilizada.

“Penso que é uma boa ideia, convém é ser bem estruturada.”(D1)

“Depende da forma como forem utilizadas.”(D2)

“Parece-me um excelente complemento na aula de Matemática”(D3)

“Parece-me que pode ajudar na compreensão de alguns conteúdos.”(D4)

Relativamente à segunda questão todos consideram que as tecnologias tridimensionais podem promover a compreensão de conteúdos específicos na UC de

Análise Matemática, *“Sim, uma vez que permitem uma melhor visualização dos conteúdos.”(D3)*, nomeadamente em alguns conteúdos específicos, *“Em alguns conteúdos é importante. Tal como as funções reais de 2 variáveis reais.”(D1)*. Dada a semelhança das duas primeiras questões, optámos por manter na versão final apenas a segunda questão. A terceira questão mantinha a mesma abordagem da anterior mas especificando mais concretamente a questão da aprendizagem. Pelas semelhanças as respostas não foram tão conclusivas e foi retirada da versão final.

A quarta questão aborda a motivação dos estudantes face às tecnologias tridimensionais na aprendizagem de conteúdos específicos da UC de Análise Matemática. As opiniões não foram unânimes, sendo que um dos docentes refere mesmo que não considere que o fator motivação seja potenciado.

“Os estudantes vêm desmotivados devido à degradação do ensino.”(D1)

“Muito sinceramente penso que não.”(D2)

“Sim, uma vez que ao compreender melhor, estão mais motivados para aprender.”(D3).

Relativamente a eventuais vantagens nesta implementação tecnológica, nomeadamente na UC de Análise Matemática, as melhorias referenciadas destacam a compreensão dos conceitos, contudo não há unanimidade de opiniões, *“Uma vantagem é que poderá ser útil para melhor compreender os conteúdos.”(D1)*; *“Isso já é praticado e até ao momento não vi melhoras. Antes pelo contrário.”(D2)*.

Quanto questionados sobre as desvantagens, as opiniões são contrárias, o que num universo tão pequeno de respostas não permite obter uma conclusão clara e objetiva. Há opiniões claramente favoráveis, *“Não vejo desvantagens”(D3)*, outras que colocam algumas restrições quanto à perda do formalismo e ao facto dos estudantes não se focarem no essencial pela “beleza” das imagens associadas, e conseqüentemente destruir o processo de criação do conhecimento, *“Uso excessivo de tecnologias 3D pode causar danos no ser humano. Os alunos observaram as imagens e animações e não fazem a associação com os conteúdos. Destroem o processo de criação do conhecimento.”(D2)*.

Em relação à recetividade que os docentes demonstram a esta integração nas suas práticas pedagógicas, é unânime que devem ser implementadas com precaução, desde

que seja uma mais-valia, *“Sempre que necessário já o fiz. Mas a sua utilização deve ser feita com cuidado.”*(D2); *“Sim, uma vez que seria uma mais valia na sala de aula.”*(D3). Alguns revelam já implementar estas tecnologias, *“Nas minhas aulas costumo recorrer às tecnologias atuais.”*(D1).

A questão 8 pretende avaliar a opinião dos docentes face a uma eventual rentabilização do tempo em sala de aula face à utilização das tecnologias tridimensionais nas suas práticas pedagógicas. As respostas são divergentes e algumas mesmo opostas, havendo quem veja de forma positiva, e outros claramente não, justificando pelo extenso programa da UC.

“O tempo já é pouco para lecionar todo o programa, e não se pode introduzir tecnologias em todos os conteúdos.”(D1)

“Sim, uma vez que nos permitem de forma rápida esboçar e visualizar os conceitos e esclarecer questões.”(D3)

“Não tenho conhecimentos suficientes para ser preciso na resposta.”(D4)

Quando questionados acerca da rentabilidade de tempo, mas especificando a oportunidade de lhes ser facultado mais tempo para o ensino de conteúdos mais complexos, sempre contextualizado à implementação de tecnologias tridimensionais, as opiniões são igualmente contrárias, tal como na questão anterior, *“Sinceramente não.”*(D1); *“Na minha opinião penso que a maioria das vezes faz perder tempo.”*(D2); *“Sim, uma vez que irei despende menos tempo no esboço no quadro.”*(D3). Pela similaridade à questão 8 esta foi eliminada do estudo.

A última questão deste grupo solicita sugestões pertinentes para que a implementação destas tecnologias tridimensionais no ensino da Matemática seja efetiva e claramente vantajosa. As preocupações apontadas são diversificadas, nomeadamente uma planificação adequada para gerir bem o tempo e articular com outros meios usados, sem a perda do formalismo. Há quem considere que estas tecnologias não são importantes nem cruciais no ensino da Matemática.

“Uma boa planificação para conseguir gerir o tempo.”(D1)

“Não vejo benefícios em que ela seja efetiva e não me parece que deva ser uma preocupação crucial para o Ensino de Matemática.”(D2)

“Boa articulação entre os diversos meios utilizados.”(D3)

“Nunca perder de vista o formalismo.”(D4)

ANEXO IV - INQUÉRITO POR ENTREVISTA

“Tecnologias Tridimensionais e Realidade Aumentada como contributos para a aprendizagem da Matemática no Ensino Superior”

Começo por agradecer por dispor de um pouco do seu tempo para contribuir para este estudo. A sua participação é fulcral e a base do sucesso da presente investigação. As questões são de resposta confidencial; não existem opções verdadeiras nem falsas. Responda de acordo com o que pensa e siga as instruções sempre que se justifique. Muito obrigada pela colaboração, Teresa Coimbra.

O inquérito é composto por quatro secções:

- 1 – Caracterização;
- 2 – Perspetivas sobre Tecnologias tridimensionais na matemática;
- 3 – Ensino/aprendizagem na UC de Análise Matemática;
- 4 – Práticas docentes na UC de análise matemática.

O tempo médio de preenchimento é de 15 minutos.

Antes de iniciar o inquérito, atente na seguinte

Declaração de consentimento informado conforme a Lei 67/98 de 26 de outubro

Designação do Estudo: “Tecnologias Tridimensionais e Realidade Aumentada como contributos para a aprendizagem da Matemática no Ensino Superior”

Eu fui informado/a de que o Estudo de Investigação acima mencionado se destina exclusivamente a recolha de dados para o conseqüente tratamento, do referido inquérito. Foi-me garantido que todos os dados relativos à identificação dos Participantes neste estudo são confidenciais e que será mantido o anonimato. Sei que posso recusar-me a participar ou interromper a qualquer momento a participação no estudo, sem nenhum tipo de penalização por este facto. Compreendi a informação que me foi dada, tive oportunidade de fazer perguntas e as minhas dúvidas foram esclarecidas. Autorizo de livre vontade a participação daquele que legalmente represento no estudo acima mencionado. Também autorizo a divulgação dos resultados obtidos no meio científico, garantindo o anonimato.

INQUÉRITO POR ENTREVISTA

1- CARACTERIZAÇÃO

Sexo: __ Feminino __ Masculino

Idade: ____ Anos

1.1. Quantos anos tem de serviço docente?

1.2. Há quantos anos leciona na sua atual instituição?

1.3. Quantos anos já lecionou a Unidade Curricular de Análise Matemática?

1.4. Alguma vez coordenou a Unidade Curricular de Análise Matemática?

1.5. A que cursos leciona atualmente a Unidade Curricular de Análise Matemática?

2- PERSPETIVAS SOBRE TECNOLOGIAS TRIDIMENSIONAIS
NA MATEMÁTICA

2.1. O que pensa sobre a integração de tecnologias tridimensionais no ensino da Matemática?

2.2. Considera que as tecnologias tridimensionais podem promover o ensino/aprendizagem de conteúdos específicos da UC de Análise Matemática? Porquê?

2.3. Considera que as tecnologias tridimensionais podem promover a motivação dos estudantes na aprendizagem de conteúdos específicos da UC de Análise Matemática? Porquê?

2.4. Para si, a integração de tecnologias tridimensionais, nas suas práticas pedagógicas, permitiu, permite ou permitirá rentabilizar melhor o tempo em sala de aula?

Se sim, em que medida? Se não, porquê?

2.5. Que estratégias considera pertinentes para que a implementação de tecnologias tridimensionais no ensino da Matemática seja efetiva e vantajosa?

2.6. Que mudanças perspetiva que o recurso à Realidade Aumentada trouxe, traz ou poderá trazer às suas práticas pedagógicas?

3- ENSINO/APRENDIZAGEM NA UC DE ANÁLISE MATEMÁTICA

- 3.1. Que nível de relevância considera que os estudantes atribuem à UC de Análise Matemática no curso que frequentam? (de 1 a 4, sendo 1 – nada relevante e 4 – muito relevante)
- 3.2. Qual o nível médio de dificuldade que considera que os estudantes atribuem a esta UC? (de 1 a 4, sendo 1 – muito difícil e 4 – nada difícil)
- 3.3. Qual considera ser a importância que os estudantes atribuem à integração de tecnologias no ensino/aprendizagem nesta UC?
- 3.4. Considera que os estudantes desta UC recorrem à plataforma online para...
(responda a **uma** das opções)
- (a) ... acompanhar os conteúdos.
 - (b) ... interagir com os conteúdos.
 - (c) ... acompanhar e interagir com os conteúdos.
- 3.5. Considera que os estudantes aceitaram, aceitam ou aceitariam com agrado a integração de conteúdos tridimensionais nesta UC? Porquê?

4- PRÁTICAS DOCENTES NA UC DE ANÁLISE MATEMÁTICA

- 4.1. Considera que a metodologia usada para lecionar esta UC é a mais adequada a todos os cursos? Porquê?
- 4.2. Que métodos usa para o seu ensino (oral, expositivo, interativo, outro/s – indique quais)? Porquê?
- 4.3. Nas suas atividades de ensino usa alguns elementos tecnológicos ou multimédia de suporte às suas aulas?
Se sim, quais? Se não, porquê?
- 4.4. Tendo em conta a sua experiência docente, considera que o recurso a tecnologias em contexto de sala de aula é um fator de distração no processo de ensino-aprendizagem?
Se sim, em que medida? Se não, porquê?
- 4.5. Em seu entender, o recurso a tecnologias em contexto de sala de aula potencia o desenvolvimento de dinâmicas de grupo?
Se sim, em que medida? Se não, porquê?

4.6. Nas suas práticas pedagógicas recorre a tecnologias tridimensionais?
Se sim, quais e porquê? Se não, está recetivo/a a integrá-las e porquê?

4.7. Já ouviu falar em Realidade Aumentada (RA)?

- Se sim: - Em que contexto(s)?
- Consegue descrevê-las?

ANEXO V - MATRIZ DOS OBJETIVOS DO INQUÉRITO POR ENTREVISTA

Enquadramento do inquérito relativamente ao projeto de investigação

Tecnologias Tridimensionais e Realidade Aumentada como contributos para a aprendizagem da Matemática no Ensino Superior

Questão de investigação: De que modo as Tecnologias Tridimensionais, nomeadamente a Realidade Aumentada, potenciam o ensino e a aprendizagem da Matemática no ensino superior?

Subquestões de investigação:

- Que estratégias e instrumentos são utilizados no ensino da matemática, em alguns conteúdos passíveis de serem apreendidos com recurso a tecnologias tridimensionais, no IPL?
- Quais as expectativas que estudantes e docentes têm quanto à utilização de tecnologias tridimensionais no ensino e na aprendizagem da matemática?
- Quais as dificuldades e os pontos fortes apontados por docentes e estudantes, em relação à implementação de tecnologias tridimensionais no ensino da matemática?
- Que estratégias devem ser adotadas na implementação de tecnologias tridimensionais para o ensino e a aprendizagem da matemática?
- Qual o impacto de tecnologias tridimensionais no aprofundamento de conteúdos matemáticos?

OBJETIVOS GERAIS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	ITENS
Caracterizar a Amostra	- Identificar os anos de serviço docente, nomeadamente a lecionar a UC de AM no IPL;	1.1.
		1.2.
		1.3.
	- Identificar experiência no cargo de coordenação da UC de AM;	1.4.
		1.5.
	- Identificar cursos a que leccionam a UC de AM	

Problematizar o papel das tecnologias tridimensionais no ensino e na aprendizagem da Matemática.	- Identificar a importância que os docentes atribuem à integração de tecnologias no ensino/aprendizagem;	3.3.
	- Indagar acerca das percepções que os docentes têm sobre a aceitação, por parte dos estudantes, da inclusão de tecnologias 3D nas aulas de AM;	3.5.
	- Investigar acerca da eventual introdução de elementos tecnológicos ou multimídia de suporte às aulas;	4.3.
	- Investigar acerca da receptividade dos docentes em integrar tecnologias tridimensionais nas suas aulas;	4.6.
	- Investigar o conhecimento que os docentes têm acerca da Realidade Aumentada;	4.7.
	- Indagar acerca da perspectiva que os docentes têm da integração de tecnologias tridimensionais no ensino da Matemática.	2.1.

<p>Conhecer práticas de ensino da Matemática com recurso a diversas tecnologias, nomeadamente tridimensionais, no IPL.</p>	<ul style="list-style-type: none">- Indagar acerca das perceções que os docentes têm sobre o nível de importância e de dificuldade que os estudantes atribuem à UC de AM;- Saber como é que os docentes percecionam a forma de os estudantes interagirem com os conteúdos disponíveis na plataforma;- Indagar acerca da adequação das metodologias adotadas para lecionar AM, nos vários cursos do IPL;- Identificar métodos de ensino adotados pelos docentes;- Identificar elementos tecnológicos e/ou multimédia usados como suporte às aulas;- Identificar as razões que levam os docentes a optar pela integração ou não de tecnologias tridimensionais nas suas aulas;	<p>3.1.</p> <p>3.2.</p> <p>3.4.</p> <p>4.1.</p> <p>4.2.</p> <p>4.3.</p> <p>4.6.</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------

Conhecer potencialidades e limitações da combinação de tecnologias tridimensionais (realidade aumentada) para o ensino e a aprendizagem da Matemática.	- Conhecer a perspetiva que os docentes têm relativamente ao uso de tecnologias em contexto de sala de aula, como eventual fator de distração;	4.4.
	- Perceber em que medida o recurso a tecnologias em contexto de sala de aula potencia o desenvolvimento de dinâmicas de grupo;	4.5.
	- Averiguar se as tecnologias tridimensionais podem promover o ensino e a aprendizagem de conteúdos específicos da UC de Análise Matemática;	2.2.
	- Indagar acerca das perceções que os docentes têm sobre se as tecnologias tridimensionais podem promover a motivação dos estudantes na aprendizagem de conteúdos específicos da UC de Análise Matemática;	2.3.
	- Identificar em que medida a integração de tecnologias tridimensionais nas práticas pedagógicas permitem ou não rentabilizar o tempo em sala de aula.	2.4.

<p>Identificar estratégias que potenciem o uso de tecnologias tridimensionais no ensino e na aprendizagem da Matemática.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Averiguar da relação entre a integração de tecnologias em contexto de sala de aula e o desenvolvimento de dinâmicas de grupo; - Identificar estratégias para que a implementação de tecnologias tridimensionais no ensino da Matemática seja efetiva e vantajosa; - Identificar estratégias a partir das perspetivas dos docentes relativamente às mudanças que o recurso à RA poderá trazer para as suas práticas pedagógicas. 	<p>4.5.</p> <p>2.5.</p> <p>2.6.</p>
<p>Mapear os principais problemas e desafios subjacentes à implementação de tecnologias tridimensionais no ensino e na aprendizagem da Matemática.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Conhecer a perspetiva que os docentes têm relativamente ao uso de tecnologias em contexto de sala de aula, como eventual fator de distração; - Identificar sugestões para que a implementação de tecnologias tridimensionais no ensino da Matemática seja efetiva e vantajosa. - Identificar perspetivas dos docentes em relação às mudanças que o recurso à RA poderá trazer às suas práticas pedagógicas. 	<p>4.4.</p> <p>4.5.</p> <p>2.6.</p>

ANEXO VI – DADOS DAS ENTREVISTAS (NÃO TRATADOS)

CARACTERIZAÇÃO

Sexo	Idade	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5
Masculino	34	7	7	7	Sim	EID, EMPL e ECPL
Feminino	47	25	23	23	sim	Engenharia Mecânica
Feminino	39	16	16	12	sim	Engenharia Automóvel, Gestão Industrial e Mecânica
Feminino	37	16	15	12	Sim	Engenharia Informática Engenharia Electrotécnica
Masculino	48	25	20	0	Não	Lecionei Matemática I e II nos cursos de Engenharia
Feminino	34	10	10	5	sim	Este semestre não leciono
Feminino	44	19	19	15	sim	Eng. Informática Eng. Electrotécnica
Feminino	37	15	14	5	sim	Engenharia Eletrotécnica Pós-Laboral
Feminino	37	15	14	5	Não	Todos

PERSPETIVAS SOBRE TECNOLOGIAS TRIDIMENSIONAIS NA MATEMÁTICA

O que pensa sobre a integração de tecnologias tridimensionais no ensino da Matemática?
A integração de tecnologias tridimensionais no ensino da Matemática poderá ser um recurso adicional importante para a visualização de objetos tridimensionais e para a consequente aquisição de conceitos matemáticos.
São bastante úteis para a transmissão de conhecimento em certas matérias que exigem visualização.
A integração destas tecnologias são importantes para uma melhor realização por parte dos estudantes do que são modelos matemáticos que traduzem a realidade espacial
A integração de tecnologias tridimensionais no ensino da Matemática pode ser uma mais-valia.
Acredito que ajude os estudantes a compreender melhor alguns conceitos mais formais e abstratos.
Interessante, mas um pouco limitado pela falta de tempo para cumprir o programa da UC
Penso ser um aspeto muito positivo e com vantagens claras.
Considero importante desde que seja usado com moderação.
Interessante, mas pouco útil para a quantidade de alunos que se tem...

O que pensa sobre a integração de tecnologias tridimensionais no ensino da Matemática?
A integração de tecnologias tridimensionais no ensino da Matemática poderá ser um recurso adicional importante para a visualização de objetos tridimensionais e para a consequente aquisição de conceitos matemáticos.
São bastante úteis para a transmissão de conhecimento em certas matérias que exigem visualização.
A integração destas tecnologias são importantes para uma melhor realização por parte dos estudantes do que são modelos matemáticos que traduzem a realidade espacial
A integração de tecnologias tridimensionais no ensino da Matemática pode ser uma mais-valia.
Acredito que ajude os estudantes a compreender melhor alguns conceitos mais formais e abstratos.
Interessante, mas um pouco limitado pela falta de tempo para cumprir o programa da UC
Penso ser um aspeto muito positivo e com vantagens claras.
Considero importante desde que seja usado com moderação.
Interessante, mas pouco útil para a quantidade de alunos que se tem...

Considera que as tecnologias tridimensionais podem promover o ensino/aprendizagem de conteúdos específicos da UC de Análise Matemática? Porquê?
Na UC de Análise Matemática é abordado o capítulo de funções reais de duas ou mais variáveis reais. Considerando funções reais de duas variáveis reais o gráfico é em geral um superfície no espaço tridimensional. Existem diversos conteúdos deste capítulo que podem beneficiar do uso de tecnologias tridimensionais tais como: domínios, curvas de nível, limites, continuidade, derivadas parciais, derivadas direcionais e extremos relativos. As tecnologias tridimensionais por si só não são suficientes para o ensino/aprendizagem dos conceitos porque os alunos têm de passar da visualização para a escrita matemática e saber resolver os exercícios sem terem depois a tecnologia 3D à sua disposição. No entanto a sua inclusão pode promover o ensino/aprendizagem de conteúdos específicos da UC de Análise Matemática devido aos alunos podem interagir com a tecnologia 3D de diversas maneiras.
Sim, porque a visualização espacial nem sempre é fácil. Para além disso permitem interação com o utilizador.
Sim. Resposta dada anteriormente
Sim, considero que as tecnologias tridimensionais podem promover o ensino/aprendizagem visto trazerem um complemento na percepção dos conteúdos em 3D.
Sim. Pelos motivos referidos na questão anterior.
Sim, pois podem facilitar a visualização de conteúdos, nomeadamente, a representação gráfica de funções reais de duas variáveis reais
Sim, pois permitem transmitir mais facilmente muitos conteúdos, em particular conteúdos cuja representação tridimensional se mostra difícil de realizar em quadro ou acetato.
Permite que um estudante consiga visualizar mais facilmente as superfícies e os conceitos lecionados.
Não ensinam nada de novo...podem apenas ajudar.

Para si, a integração de tecnologias tridimensionais, nas suas práticas pedagógicas, permitiu, permite ou permitirá rentabilizar melhor o tempo em sala de aula? Se sim, em que medida? Se não, porquê?
Não sei se o uso de tecnologias tridimensionais permite rentabilizar melhor o tempo em sala de aula, mas gerará de certeza uma comunicação melhor, mais efetiva e bidirecional entre professor e estudantes.
Ainda não tenho experiência suficiente para responder a esta questão.
Considero que não. O programa da unidade curricular é extenso e a integração destas tecnologias leva a factores de dispersão. A introdução destas tecnologias obriga a despende mais do dobro do tempo para ensinar o conteúdo programático. Não obstante, considero que estas tecnologias devem e podem estar integradas na parte do estudo autónomo
Considero que não é tão notória a rentabilização do tempo em sala de aula. Penso que o mesmo depende muito da estratégia utilizada.
Nunca utilizei.
tenho algumas dúvidas, pois nunca experimentei, mas receio que não seja possível rentabilizar o tempo utilizando estes recurso, pois há sempre algum apoio adicional que tem de ser dado aos estudantes na aplicação das tecnologias
O tempo despendido com estas abordagens faz sempre falta uma vez que o mesmo é pouco para lecionar toda a matéria. Mas mesmo assim o valor acrescentado é positivo, justificando-se, na minha opinião, mais experiências e abordagens deste tipo.
As tecnologias tridimensionais permitem que os estudantes visualizem melhor os conceitos dados. Contudo, o seu uso tem de ser moderado pois não existe muito tempo disponível para estar a explorar estas ferramentas. Pode ser introduzido o conceito numa aula e posteriormente o estudante poderá explorar estas tecnologias em casa seguindo um pouco o espírito do Processo de Bolonha.
Não permite rentabilizar, pelo contrário. parece-me que os alunos acabam por se perder com a visualização e os conceitos perdem-se muito..

Que estratégias considera pertinentes para que a implementação de tecnologias tridimensionais no ensino da Matemática seja efetiva e vantajosa?
A integração de tecnologias tridimensionais no ensino da Matemática requer que os alunos possam fazer uso dela em sala de aula para poderem tirar conclusões em tempo real. Além disso a sua integração obriga a uma planificação das atividades e dos exercícios a realizar em sala de aula.
A generalização da utilização de tecnologias individuais na sala de aula.
A avaliação deve conter um item específico que obrigue a utilização destas tecnologias numa primeira fase no estudo individual fora da sala de aula.
Considero que a estratégia mais vantajosa é a utilização de tecnologias tridimensionais depois da matéria ter sido leccionada, para revisão e assimilação dos conteúdos.
Tendo em conta que nunca lecionei nenhuma unidade curricular recorrendo às referidas técnicas, não me consigo pronunciar de forma consciente.
no caso de AM, a redução dos conteúdos programáticos, para ser possível dedicar algum tempo ao uso efetivos destas tecnologias
Ter recursos para ir usando ao longo do semestre enquanto se está a lecionar os vários conteúdos.
Como referi anteriormente, a introdução das ferramentas numa parte de uma aula apenas. Disponibilizando os apontamentos na plataforma da UC para que os estudantes possam usá-los em casa.
A diminuição do numero de alunos por turma

Que mudanças perspectiva que o recurso à Realidade Aumentada trouxe, traz ou poderá trazer às suas práticas pedagógicas?
A introdução da Realidade Aumentada poderá trazer uma melhoria nas práticas pedagógicas ao permitir uma comunicação mais eficiente entre professor e estudantes e a interação em tempo real por parte dos estudantes.
Maior dinâmica, maior interação entre os alunos e os conteúdos abordados.
Não pretendo utilizar nas minhas práticas pedagógicas a curto prazo.
Tal como referi, poderá ser uma ferramenta complementar na revisão e assimilação dos conteúdos, com a mais-valia de poder esclarecer algumas relações e conceitos que ainda não estivessem bem apreendidos.
Tendo em conta a resposta à questão anterior, não me posso pronunciar.
podrá garantir que todos estão de facto a visualizar o pretendido, na exposição de certos conteúdos
Não perspetivo grandes alterações se não tivermos recursos fáceis de usar.
Como referi anteriormente, permitirá que o estudante entenda e visualize melhor os conceitos em 3D.
Os alunos ficam com melhor ideia geométrica

ENSINO/APRENDIZAGEM NA UC DE ANÁLISE MATEMÁTICA

Q1	Q2	Q3	Q4	Q5
3	4	4	(c)	Sim.
3	4	3	(b)	Sim, porque dinamiza a aula e porque permite uma compreensão mais facilitada das matérias.
2	4	2	(a)	Acredito que aceitariam a integração de conteúdos tridimensionais com a agrado se os mesmo não implicarem um esforço em termos de avaliação.
3	1	1	(a)	Sim, porque estão abertos à utilização de tecnologias na sala de aula, porque é uma ferramenta diferente das usualmente usadas, porque traz uma mais-valia à percepção e visualização dos conteúdos.
3	3	2	(a)	Não consigo responder.
2	4	3	(a)	sim., pois é algo novo, diferente e apelativo
2	1	3	(a)	Considero que sim. Os jovens de hoje em dia estão muito familiarizados com as novas tecnologias e desde que as mesmas contribuam para que eles percebam melhor os conteúdos, terão uma receptividade positiva.
3	1	1	(c)	Aceitaram com agrado. Permitiu-lhes a visualização dos conteúdos dados de uma forma dinâmica e interativa.
4	2	2	(a)	Talvez desde que haja condições para isso

PRÁTICAS DOCENTES NA UC DE ANÁLISE MATEMÁTICA

Considera que a metodologia usada para lecionar esta UC é a mais adequada a todos os cursos? Porquê?
A metodologia usada é adequada a todos os cursos uma vez que se trata de uma UC de base com conhecimentos gerais de Matemática a nível do ensino superior. No entanto, consoante o curso poderão ser dados exemplos e exercícios mais específicos desse curso para uma melhor motivação dos alunos.
sim, desde que as matérias lecionadas se adequem.
Sim. É a metodologia possível dada a extensão dos conteúdos programáticos.
Entre os cursos de Engenharia, penso que se poderá seguir a mesma metodologia para leção desta UC.
Tendo em conta a grande variedade da formação dos estudantes que ingressam no ensino superior, não é simples conseguir uma metodologia adequada.
Penso que é a possível, considerando a extensão do programa
Não. Os alunos deveriam ser mais autónomos no seu estudo, para que houvesse tempo para explorar os conteúdos de outras formas e com outras abordagens.
Sim porque esta UC insere-se num curso de ensino superior e como tal tem um programa relativamente extenso.
Sim

Que métodos usa para o seu ensino (oral, expositivo, interativo, outro/s – indique quais)? Porquê?
Costumo recorrer ao uso de tecnologia em sala de aula conjugado com o método oral e expositivo. Hoje em dia a tecnologia faz parte do nosso dia a dia nas mais diversas aplicações e por isso ela deve ser usada também no ensino.
Oral, expositivo com recurso a tecnologia mas apenas pelo docente.
Utilizo método de exposição oral para explicar conteúdos numa primeira fase e utilizo método interativo e prático debaixo da minha supervisão.
Uso o expositivo, seguido da iteração com os alunos na resolução de exercícios práticos. Em alguns conteúdos, uso programas e demonstrações do Mathematica.
Expositivo, oral, interativo.
oral; expositivo; interativo (sempre que adequado e possível) considero que são os métodos mais adequados e possíveis nesta UC
Oral. Expondo os conteúdos essenciais e realizando exemplos e exercícios. Dado as dificuldades que os alunos têm, as suas lacunas a Matemática e os conteúdos a lecionar é a forma mais rápida e eficiente de abordar toda a matéria.
Por vezes expositivo com exploração de alguns gráficos e imagens. E também interativo quando resolvemos exercícios e debatemos diferentes formas de resolvê-los.
Oral e expositivo

Nas suas atividades de ensino usa alguns elementos tecnológicos ou multimídia de suporte às suas aulas? Se sim, quais? Se não, porquê?
Sim. Recorro a applets do GeoGebra, vídeos e outros softwares matemáticos de apoio ao ensino.
Sim, plataforma MITO e software de apoio gráfico 2D e 3D.
Sim. Pc e plataforma MITO. Porque na introdução de alguns conteúdos, nomeadamente espaciais, é importante que os alunos consigam observar e entender as representações planas da realidade tridimensional
Sim, tal como referi, programas e demonstrações elaboradas no software Mathematica.
Por vezes alguns softwares adequados aos conteúdos.
Sim, por vezes recorro a animações em softwares de Matemática ou plataforma MITO para ilustrar alguns conteúdos
Raramente, pelo facto dos elementos necessários não estarem disponíveis nas próprias salas de aula.
Uso diferentes programas como Mathematica, graphics do google, geogebra 5.0.
Não

Tendo em conta a sua experiência docente, considera que o recurso a tecnologias em contexto de sala de aula é um fator de distração no processo de ensino-aprendizagem? Se sim, em que medida? Se não, porquê?
Não considero que o recurso a tecnologias em contexto de sala de aula seja um fator de distração. É importante que o professor seja o condutor das atividades e não permita essa distração promovendo o bom uso das tecnologias e desafie os alunos com questões e problemas.
Sim, pelo exposto anteriormente.
Sim. O uso sistemático e, não pontual, como era devido, criam instabilidade no comportamento das turmas, dando origem a demasiada conversa e pouca atenção. Os alunos ficam encantados com a parte estética distraíndo-se do que é importante, ou seja, a modelação matemática
Se for introduzida em momentos chave, com planos de aula bem definidos, penso que o recurso a tecnologias em contexto de sala de aula não é um fator de distração
Se for devidamente utilizado, não me parece.
sim, pois há sempre uma maior interação entre colegas e docente o que provoca distração.
É sempre um fator de distração, mas usado com "peso e medida" é uma mais-valia.
Não considero desde que seja utilizado moderadamente.
Sim, sem dúvida. Os alunos distraem-se muito com o recurso a essas tecnologias

Em seu entender, o recurso a tecnologias em contexto de sala de aula potencia o desenvolvimento de dinâmicas de grupo? Se sim, em que medida? Se não, porquê?
Sim, a utilização das tecnologias em contexto de sala de aula pode promover a dinâmica de grupo desde que haja tempo na planificação para esse fim.
Sim, pela interatividade.
Sim. Desde que utilizadas de forma adequada.
Depende da tecnologia e respectiva estratégia de exploração. Algumas poderão potenciar a dinâmica de grupo. Esta, em particular, penso que será mais proveitosa se usada individualmente ou num grupo de dois alunos, no máximo.
Creio que sim.
sim, pois certamente promove uma maior discussão entre alunos sobre os conteúdos abordados
Sim, pelo facto dos alunos interagirem uns com os outros.
Sim porque, em sala de aula, eles exploram as ferramentas em grupo.
Sim

Nas suas práticas pedagógicas recorre a tecnologias tridimensionais? Se sim, quais e porquê? Se não, está recetivo/a a integrá-las e porquê?
Sim recorro a tecnologia tridimensional como software para realizar gráficos tridimensionais e que permitem fazer zoom do gráfico ou rodá-lo. Estarei também recetivo à inclusão de tecnologias de realidade aumentada.
Recorro a software que faz gráficos 3D.
Sim, para explicar alguns conceitos.
Sim, recorri à Realidade Aumentada, por convite da autora do estudo.
Não.
Não. sim, mas como receios sobre as limitações de tempo já referidas anteriormente.
Já usei mais. Falta de tempo para ter essas tecnologias atualizadas e falta de tempo para as usar nas próprias aulas.
Uso diferentes programas como Mathematica, graphics do google, geogebra 5.0.
Não

Já ouviu falar em Realidade Aumentada (RA)?	Se respondeu afirmativamente à questão anterior, responda às duas questões seguintes: [Em que contextos?]
Sim	Em seminários, na pesquisa Web e em vídeos.
Sim	Junaio.
Sim	Seminários, visitas a centros de integração
Sim,	Nas aulas de Análise Matemática
Sim	No apoio do ensino de Análise Matemática.
sim	na internet e no âmbito deste trabalho de investigação
sim	Internet e escola
Sim	Google e na ferramenta utilizada nas aulas de AM.
Sim	<i>SEM RESPOSTA</i>

Se respondeu afirmativamente à questão anterior, responda às duas questões seguintes: [Consegue descrevê-las?]
<i>SEM RESPOSTA</i>
Pouco.
Sim, mas sem precisão científica
Com precisão, não consigo descrever o que são Tecnologias tridimensionais. Identificá-las, talvez consiga :)
Não
visualizar em 3D um conteúdo que está representado no plano
<i>SEM RESPOSTA</i>
mais ou menos
<i>SEM RESPOSTA</i>

ANEXO VII - QUESTIONÁRIO AOS ESTUDANTES

“Tecnologias Tridimensionais e Realidade Aumentada como contributos para a aprendizagem da Matemática no Ensino Superior”

Começo por agradecer por dispor de um pouco do seu tempo para contribuir para este estudo. A sua participação é fulcral e a base do sucesso da presente investigação. As questões são de resposta confidencial; não existem opções verdadeiras nem falsas. Responda de acordo com o que pensa e siga as instruções sempre que se justifique. Muito obrigada pela colaboração, Teresa Coimbra.

O inquérito é composto por quatro secções:

- 1 – Caracterização;
- 2 – Perspetivas sobre Tecnologias Tridimensionais na Matemática;
- 3 – Ensino/Aprendizagem na UC de Análise Matemática.

O tempo médio de preenchimento é de 10 minutos.

Antes de iniciar o inquérito, atente na seguinte

Declaração de consentimento informado conforme a Lei 67/98 de 26 de outubro

Designação do Estudo: “Tecnologias Tridimensionais e Realidade Aumentada como contributos para a aprendizagem da Matemática no Ensino Superior”

Eu fui informado/a de que o Estudo de Investigação acima mencionado se destina exclusivamente a recolha de dados para o conseqüente tratamento, do referido inquérito. Foi-me garantido que todos os dados relativos à identificação dos Participantes neste estudo são confidenciais e que será mantido o anonimato. Sei que posso recusar-me a participar ou interromper a qualquer momento a participação no estudo, sem nenhum tipo de penalização por este facto. Compreendi a informação que me foi dada, tive oportunidade de fazer perguntas e as minhas dúvidas foram esclarecidas. Autorizo de livre vontade a participação daquele que legalmente represento no estudo acima mencionado. Também autorizo a divulgação dos resultados obtidos, garantindo o anonimato.

1- CARACTERIZAÇÃO

1.1. Sexo: _____

1.2. Idade: _____

1.3. Área que frequentou no ensino secundário: _____

1.4. Curso em que está matriculado: _____

1.5. Ano em que está matriculado: _____

1.6. Esta é a sua primeira inscrição na UC de AM?

Se respondeu “Sim”, prossiga para a questão 2.1.

Se respondeu “Não”, responda às duas questões seguintes:

1.6.1. Indique o número de inscrições já realizadas na UC de AM.

1.6.2. Qual o número de vezes a que se submeteu à avaliação na UC de AM?

2- PERSPETIVAS SOBRE TECNOLOGIAS TRIDIMENSIONAIS NA MATEMÁTICA

2.1. Considera que as tecnologias tridimensionais podem promover o ensino/aprendizagem de conteúdos específicos da UC de Análise Matemática?
(Opções de resposta: Sim; Não; Não sei)

2.2. Considera que as tecnologias tridimensionais podem promover a motivação na aprendizagem de conteúdos específicos da UC de Análise Matemática?
(Opções de resposta: Sim; Não; Não sei)

2.3. Considera que as tecnologias tridimensionais podem ser fator de distração na aprendizagem de conteúdos específicos da UC de Análise Matemática?
(Opções de resposta: Sim; Não; Não sei)

2.4. Já ouviu falar em Realidade Aumentada (RA)?

2.4.1. Se sim, em que contextos?

2.5. Considera que a integração de conteúdos em RA na UC de Análise Matemática poderia facilitar a compreensão de alguns conceitos que considera mais abstratos?
(Opções de resposta: Sim; Não; Não sei)

2.6. Se fossem implementados conteúdos em RA na UC de Análise Matemática qual a sua receptividade no que diz respeito à integração de dispositivos móveis (telemóvel e/ou *tablet*)?

(de 1 a 4, sendo 1 – nada recetivo, 2 – pouco recetivo, 3 – recetivo e 4 – muito recetivo)

2.6.1. Justifique a sua resposta.

3- ENSINO/APRENDIZAGEM NA UC DE ANÁLISE MATEMÁTICA

3.1. Qual o nível de relevância que atribui à UC de AM no curso que frequenta?
(de 1 a 4, sendo 1 – nada relevante, 2 – pouco relevante, 3 – relevante e 4 – muito relevante)

3.2. Qual o nível médio de dificuldade que atribui a esta UC?
(de 1 a 4, sendo 1 – muito difícil, 2 – difícil, 3 – pouco difícil e 4 – nada difícil)

3.3. Qual a importância que atribui à integração de tecnologias no ensino/aprendizagem nesta UC?
(de 1 a 4, sendo 1 – nada importante, 2 – pouco importante, 3 – importante e 4 – muito importante)

3.4. Recorre à plataforma online principalmente para:

(responda *apenas a uma das opções*)

(a) acompanhar os conteúdos.

(b) interagir com os conteúdos.

(c) acompanhar e interagir com os conteúdos.

3.5. Aceitaria com agrado a integração de conteúdos tridimensionais nesta UC?
(Opções de resposta: Sim; Não; Não sei)

ANEXO VIII - MATRIZ DE OBJETIVOS DO QUESTIONÁRIO DOS ESTUDANTES

Enquadramento do inquérito relativamente ao projeto de investigação

Questão de investigação: De que modo as Tecnologias Tridimensionais, nomeadamente a Realidade Aumentada, potenciam o ensino e a aprendizagem da Matemática no ensino superior?

Subquestões de investigação:

- Que estratégias e instrumentos são utilizados no ensino da matemática, em alguns conteúdos passíveis de serem apreendidos com recurso a tecnologias tridimensionais, no IPL?
- Quais as expectativas que estudantes e docentes têm quanto à utilização de tecnologias tridimensionais no ensino e na aprendizagem da matemática?
- Quais as dificuldades e os pontos fortes apontados por docentes e estudantes, em relação à implementação de tecnologias tridimensionais no ensino da matemática?
- Que estratégias devem ser adotadas na implementação de tecnologias tridimensionais para o ensino e a aprendizagem da matemática?
- Qual o impacto de tecnologias tridimensionais no aprofundamento de conteúdos matemáticos?

OBJETIVOS GERAIS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	ITENS
Caracterizar a Amostra	<ul style="list-style-type: none"> - Identificar o género - Identificar a idade - Identificar a área que frequentou no Ensino Secundário - Identificar o curso que frequenta - Identificar o ano da matrícula - Identificar o número de inscrições na UC de Análise Matemática - Identificar o número de vezes que foi submetido a avaliação na UC de Análise Matemática 	<p>1.1. 1.2. 1.3. 1.4. 1.5. 1.6/1.7 1.8.</p>
Problematizar o papel das tecnologias tridimensionais no ensino e na aprendizagem da Matemática.	<ul style="list-style-type: none"> - Identificar a importância que os estudantes atribuem à integração de tecnologias no ensino/aprendizagem, nomeadamente na UC de Análise Matemática; - Investigar o conhecimento que os estudantes têm acerca da Realidade Aumentada; 	<p>2.3. 2.5. 3.4.</p>
Conhecer potencialidades e limitações da combinação de tecnologias tridimensionais (realidade aumentada) para o ensino e a aprendizagem da Matemática.	<ul style="list-style-type: none"> - Investigar a forma como os estudantes utilizam a plataforma online para recorrer aos conteúdos disponibilizados pelos docentes; - Conhecer a perspetiva que os estudantes têm relativamente ao uso de dispositivos móveis (smartphones e 	<p>2.4. 3.6.</p>

	<p>tablets), nomeadamente em contextos de ensino e aprendizagem;</p> <ul style="list-style-type: none">- Conhecer a perspetiva que os estudantes têm relativamente ao uso de tecnologias em contexto de sala de aula, como eventual fator de distração;- Averiguar se as tecnologias tridimensionais podem promover o ensino e a aprendizagem de conteúdos específicos da UC de Análise Matemática;- Indagar acerca das perceções que os estudantes têm sobre se as tecnologias tridimensionais podem promover a motivação face à aprendizagem de conteúdos específicos da UC de Análise Matemática;	<p>3.3.</p> <p>3.1./3.5.</p> <p>3.2.</p>
--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------

ANEXO IX – DADOS DOS QUESTIONÁRIOS (NÃO TRATADOS)

Sexo	Idade	Área secundário
Masculino	19	ciências e tecnologias
Feminino	21	Ciências e tecnologias
Masculino	30	Científico natural
Masculino	46	Economico-sociais
Masculino	21	Ciencias e Tecnologias
Masculino	31	Informática
Masculino	29	Científico-natural
Masculino	23	Ciências e Tecnologias
Masculino	23	Informatica
Masculino	23	Profissional
Masculino	18	Ciências e tecnologias
Masculino	20	Ciências e Tecnologias
Feminino	34	Matematica e informatica
Masculino	18	ciencias e tecnologias
Masculino	20	Ciências e Tecnologias
Masculino	18	Curso Profissional de Informática de Gestão
Masculino	32	Científico-Natural
Masculino	32	Cientifico Natural
Masculino	18	CT
Masculino	25	Ciências e tecnologias
Masculino	20	Ciências e Tecologias
Masculino	27	Tecnico de Informática
Masculino	19	Ciências e Tecnologia 2 (Aplicações de Tecnologia Informática Geometria Descritiva A)
Feminino	25	Ciências e Tecnólogias
Masculino	29	Informática
Masculino	19	Ciências e Tecnologias
Masculino	27	Ciências e tecnologias - 1º agrupamento
Masculino	23	ciências e tecnologias
Masculino	18	ciencias e tecnologias
Masculino	28	Proficional
Feminino	22	Línguas e Humanidades
Masculino	19	Curso de ciências e tecnologia
Masculino	21	Ciências e Tecnologias
Masculino	19	curso ciencias e tecnologias
Masculino	25	Curso técnico profissional, área informatica
Masculino	28	Ciencias e informatica

Masculino	36	informatica
Masculino	19	CT
Masculino	33	Científico Natural
Masculino	30	Ensino profissional, Metalomecânica
Masculino	45	Gestao
Masculino	21	informática de gestão
Masculino	26	Tecnológico Informátca
Masculino	31	Gestão
Masculino	36	Científico-natural
Masculino	44	Científico-tecnológico
Masculino	24	ciencias e tecnologias
Feminino	26	Científico-Natural
Masculino	19	ciências
Masculino	22	Eletrotécnia e Eletrónica
Masculino	23	Economia
Feminino	25	Ciências e tecnologias
Masculino	18	Ciências e Tecnologia
Masculino	44	Área C
Masculino	35	Científico-natural Construções Civas
Masculino	39	Área de Ciências
Masculino	19	Ciencias e tecnologias
Feminino	20	Curso Profissional Técnicos de Gestão
Feminino	21	Curso Profissional de Gestão
Masculino	20	energias renovaveis
Masculino	22	Ciências e Tecnologias
Masculino	54	Curso Geral de Eletricidade Curso Complementar de Eletrotecna 12ºAno em Matemática, Física e Química
Feminino	22	Informática de Gestão
Feminino	24	ciencias e tecnologias
Masculino	46	Contabilidade e gestão
Feminino	25	Desporto
Feminino	23	Ciências e Tecnologias
Feminino	22	Ciências e Tecnlogias
Masculino	26	Curso Tecnológico de Electrotecna e Electrónica
Masculino	21	Informática
Masculino	35	electrotecna.
Masculino	26	Curso Tecnológico de Eletrótecna/eletrónica
Masculino	23	Ciencias e Tecnologias

Ano matricula	Nºmatriculas	Ano que frequenta
Engenharia Automóvel	2	1
Engenharia da Energia e do Ambiente	1	1
EENA	3	3
Engenharia da Energia e Ambiente	7	3
Engenharia Informática	3	3
Eng Informática	4	3
Engenharia informática	2	2
Eng. Informática	2	2
Engenharia Informática	5	5
Engenharia Informática	1	1
Engenharia Informática	1	1
Engenharia Informática	3	3
Engenharia informatica	1	1
engenharia informatica	1	1
Engenharia Informática	1	1
Engenharia Informática	1	1
Engenharia Informática	6	2
Mestrado em Engenharia Informática, Computação Móvel	3	2
EAU	1	1
Engenharia Informática	6	1
Engenharia Informática	2	2
Eng. Informática	7	3
Engenharia Informática	2	2
Engenharia Civil	4	3
Eng. Informática	1	2
Engenharia Informática	1	1
Engenharia Automóvel	3	2
Engenharia Automóvel	5	3
engenharia automovel	1	1
Eng. Automóvel	6	3
Engenharia Automóvel	3	3
Engenharia Automóvel	2	2
Engenharia Automóvel	2	2
Engenharia automóvel	1	1
Mestrado Engenharia Automóvel	1	1
Engenharia automovel	1	1
Engº Informatica	4	3

EI	2	2
Engenharia Informática	4	3
Eng Informatica	1	1
Engenharia Informatica	7	3
Eng. Informatica	3	3
Engenharia Informática	4	3
Engenharia Informática	2	2
Engenharia Informática	3	3
Eng Informatica (já fiz eng mecânica no ISEC)	3	2
Engenharia da Energia e do Ambiente	5	3
Eng. da Energia e do Ambiente	4	3
Engenharia da Energia e do Ambiente	1	1
Eng. Energia e do Ambiente	5	3
Engenharia da Energia e Ambiente	4	3
Eng. Da energia e do ambiente	4	3
Engenharia e Gestão Industrial	1	1
Engª Civil	4	3
Engenharia Civil	4	3
Engenharia Civil	7	3
Engenharia Mecânica	1	1
Engenharia e Gestão Industrial	1	1
Engenharia e Gestão Industrial	1	1
engenharia da energia e ambiente	1	1
Engenharia Civil	5	3
Engenharia Civil	15	3
EGI	2	2
eng. energia e ambiente	4	3
Engª Civil	1	2
Engenharia e Gestao Industrial	1	1
Engenharia Mecânica	4	3
Engenharia Civil	4	3
Eng. Electrotecnica	6	3
Engª Eletrotécnica	2	2
engenharia electrotecnica	1	1
Eng. Eletrotécnica	4	2
Engenharia Electrotécnica	2	2

1ª Inscrição AM	Nº Inscrições AM	Nº Avaliações AM	Assistiu aula AM com RA?	3D promove ensino/aprendizagem AM?
Não	2	3	Não	Sim
Sim			Não	Sim
Não	1	1	Não	Sim
Não	1	3	Não	Não sei
Não	3	8	Não	
Não	3	2	Não	Não
Não	1	1	Não	Sim
Não	1	2	Não	Sim
Não	5	1	Sim	Sim
Sim			Não	Sim
Sim			Sim	Sim
Não	1	1	Não	Sim
Sim			Sim	Sim
Sim			Sim	Sim
Sim			Sim	Sim
Sim			Não	Não sei
Não	0	0	Não	Sim
Não	4	3	Não	Sim
Sim			Sim	Não sei
Sim			Sim	Sim
Não	2	3	Sim	Sim
Não	3	9	Não	Não sei
Não	3	3	Não	Sim
Não	1	1	Não	Sim
Não	1	1	Não	Sim
Sim			Sim	Sim
Não	3	1	Não	Sim
Não	3	1	Não	Não sei
Sim			Não	Sim
Não	6	3	Sim	Não sei
Não	2	1	Não	Sim
Não	1	1	Não	Sim
Não	1	1	Não	Sim
Sim			Não	Sim
Não	1	1	Não	Sim
Não	4	8	Não	Sim
Não	3	3	Não	Não sei
Não	1	1	Não	Sim

Não	1	1	Não	Não sei
Sim			Não	Sim
Não	4	2	Sim	Sim
Não	3	1	Não	Não sei
Não	4	4	Não	Sim
Sim			Não	Sim
Não	1	1	Não	Sim
Não	2	2	Não	Sim
Não	1	1	Não	Não sei
Não	2	2	Não	Não sei
Sim			Sim	Sim
Não	4	4	Não	
Não	1	1	Não	Sim
Não	2	2	Não	Sim
Sim			Sim	Não
Não	1	1	Não	Sim
Não	1	1	Não	Sim
Não	7	5	Não	Sim
Sim			Sim	Sim
Sim			Não	Não sei
Sim			Não	Não sei
Sim			Não	Sim
Não	2	2	Não	
Não	15	4	Não	Sim
Não	2	2	Sim	Sim
Não	1	1	Não	Não sei
Não	2	0	Não	Não sei
Sim			Não	
Não	2	6	Não	Sim
Não	2	3	Não	Sim
Não	6	2	Não	Não sei
Não	2	2	Sim	Sim
Sim			Sim	Sim
Não	3	1	Sim	Sim
Não	2	3	Sim	Não

Motivação	Distração	Conhece RA?	Sim? Contextos?	RA em AM facilita a compreensão de conceitos mais abstratos?	Facilitar compreensão
Sim	Não	Sim	documentos na Internet. vídeos, etc...	Sim	3
Sim	Não	Não		Sim	2
Sim	Sim	Sim	Demonstrações de produtos Interfaces	Sim	3
Não sei	Não sei	Não		Não sei	2
		N/A			
Sim	Não sei	Sim		Não	3
Sim	Não	Sim	sites de tecnologia	Sim	4
Sim	Não	Não		Sim	3
Sim	Não	Sim	Jogos	Sim	3
Sim	Não	Sim		Sim	4
Sim	Não	Sim	Numa apresentação de um trabalho, nas aulas de IEI e na aula de Análise Matemática.	Sim	3
Sim	Não sei	Sim	Videojogos	Sim	3
Sim	Não sei	Sim	Nas aulas	Sim	3
Sim	Não	Sim		Sim	4
Sim	Sim	Sim	Principalmente em video-jogos	Não sei	4
Não sei	Não sei	Sim	Jogos para PSP	Não sei	1
Sim	Não sei	Sim	Jogos Guias Virtuais	Sim	4
Sim	Sim	Sim	Google Cardboard, webgl, estudo de feridas a 3D.	Sim	4
Sim	Não	Não		Não sei	3
Sim	Sim	Sim	Jogos, simulações.	Sim	4
Sim	Não	Sim	Como por exemplo o Windows 10 bem como outras tecnologias	Sim	3
Sim	Não sei	Sim	Google Translator	Não sei	4
Sim	Não sei	Sim	Jogos e Cinema	Sim	4
Sim	Não	Não		Não sei	3
Sim	Não	Sim	investigação e na publicidade	Sim	4
Sim	Sim	Sim	Na aula de Análise Matemática em que usámos a realidade aumentada para analisar gráficos, e em certos jogos digitais.	Sim	4
Sim	Não	Sim	Em jogos de realidade virtual.	Sim	4

Não sei	Não sei	Não		Não sei	3
Sim	Não	Sim	net	Sim	4
Não sei	Não sei	Sim		Não sei	3
Sim	Não sei	Não		Não sei	3
Sim	Não sei	Não		Sim	3
Sim	Não sei	Não		Não sei	3
Sim	Não	Não		Sim	4
Sim	Sim	Sim	Jogos de consolas	Sim	4
Sim	Sim	Sim	Simulacao e modelacao	Não sei	3
Não sei	Não sei	Sim	Somente através de pesquisa no google	Não sei	3
Não sei	Não sei	Sim			
Não sei	Não sei	Não		Não sei	3
Sim	Não	Sim	Aplicacoes moveis, entretenimento	Sim	4
Sim	Sim	Sim	Em Analise Matematica, aula de demonstração	Sim	3
Sim	Não	Não		Sim	4
Sim	Não	Sim	Demonstração de produtos	Sim	4
Sim	Sim	Sim	Google Glass, etc.	Sim	4
Sim	Não	Não		Sim	3
Sim	Não	Sim	Jogos Apoio a pessoas com deficiência	Sim	4
Sim	Não sei	Não		Sim	3
Não sei	Não sei	Não		Não sei	4
Não sei	Não	Sim	Jogos	Sim	3
		N/A			
Sim	Não sei	Não		Sim	3
Sim	Não	Sim	Não me recordo	Sim	4
Sim	Sim	Sim	Controle e manutenção de equipamentos em indústrias de forma mais segura e eficiente	Sim	3
Sim	Não	Sim	Fisica	Sim	3
Não sei	Sim	Não		Não sei	3
Sim	Não	Sim	pesquisas na web, jornal	Sim	3
Sim	Sim	Não		Sim	3
Sim	Não	Sim	Pesquisa na internet	Sim	3
Não sei	Não sei	Não		Não sei	3
Sim	Não	Sim		Sim	4
		N/A			

Sim	Sim	Não		Não sei	3
Sim	Sim	Sim	nas aulas de AM	Sim	3
Não sei	Sim	Não		Sim	3
Não sei	Não sei	Não		Sim	3
		N/A			
Sim	Não	Não		Não sei	2
Não sei	Sim	Sim		Não sei	3
Não sei	Não sei	Não		Não sei	3
Sim	Não	Sim	Captação de um símbolo pela webcam, e mostrar nesse espaço virtual um objeto em tres dimensoes. QR code...	Sim	4
Sim	Sim	Sim		Sim	3
Sim	Não	Não		Sim	4
Não	Não	Sim		Não	2

Justifique a anterior.	Relevância AM	Dificuldade AM
na minha opinião, a utilização destes dispositivos seriam essenciais para a implementação dos conteúdos em RA. Facilitando a compreensão por parte dos alunos.	4	2
Tenho preferência pelos métodos tradicionais	4	2
não tenho conhecimentos sobre o assunto para me pronunciar	2	2
	2	3
As potencialidades das aplicações móveis no ensino são ainda pouco exploradas, pelo que seria um avanço nesse aspecto.	3	2
Pelo pouco que pesquisei sobre RA trata-se de uma tecnologia promissora. Sendo eu de Eng. Informática acredito que RA poderia significar a ponte entre AM e Informática, isto é, talvez ajudaria a compreender a abstracção matemática num contexto que nos é familiar como por exemplo num telemóvel.	4	2
Acho bem pelo facto de ser uma ferramenta que se pode ir mais partido, acho mal pelo facto de poder fazer os utilizadores desfocarem-se do que realmente se pretende	2	1
	3	1
É muito mais fácil para podermos ver os gráficos em três dimensões, ajuda-nos a perceber melhor como ele se desenvolve. Principalmente no 2º módulo que foi dado neste primeiro semestre.	3	2
Seria uma metodologia nova e diferente do habitual, o que causa sempre interesse, e visto que as tecnologias mencionadas têm cada vez mais impacto na nossa sociedade	2	2
	4	2
	3	2
	3	2
Escolhi 1 porque não tive AM no primeiro semestre. Vou ter agora	4	4
	3	1
	2	1
	2	1
	4	1
Talvez fosse recetivo e mais apelante ao aluno mas também poderia ser uma distração	2	1
	4	1
Facilitaria para estudar em casa por exemplo.	1	2
	3	3
Iríamos ter mais interesse uma vez que poderíamos aplicar numa aplicação que desenvolvêssemos num futuro.	3	2
Nos dias que correm é raro encontrar um estudante que não tenha um smartphone portanto acredito que a possibilidade da utilização do mesmo em algumas tarefas nas aulas seja um meio de motivação.	3	3
Se os alunos tiverem ao seu dispor dispositivos que ajudem na compreensão da UC de AM penso que os alunos só têm a ganhar com este novo recurso.	4	4

	3	2
pelas respostas que dei às perguntas efectuadas anteriormente	3	2
	2	2
	3	2
Nem todos os alunos possuem instrumentos capazes para tal pelo que poderia ser feito algo diferente para esses ou para todos, isto se percebi bem a pergunta	3	3
Poderia cativar a atenção dos estudantes e o sucesso nesta UC	3	2
	3	1
Praticamente todos experimentariam, pelo menos uma vez.		
Por uma questão de acompanhamento de tendência global.	4	2
	2	1
	3	3
Um pouco de encontro à plataforma MIALGA, alguns conceitos tornam-se mais explícitos	3	4
Desde que esteja bem definido o que usar e quando de modo a não se perdermos no conteúdo e atrasar o programa que já de si é muito longo.	2	1
	2	1
Torna bastante interessante, contudo tínhamos que ter mais horas	3	2
Tornar a disciplina mas interessante e fazer com que a disciplina tenha mais "aplicabilidade."	2	1
Ajuda a ter outro tipo de perspectiva e a visualizar possíveis utilizações no quotidiano	3	2
A disponibilidade deste tipo de equipamentos, aleado a sua capacidade de processamento, torna quase obrigatório que novas implementações passem também por estas plataformas móveis.	3	2
	3	2
Os alunos já utilizam o telemóvel/tablet nas aulas e não é de todo para ver conteúdos programáticos. se fosse permitido, os alunos distrair-se-iam ainda mais.	3	2
Era uma maneira de incentivar ao uso de novas tecnologias	4	2
Porque as tecnologias estão a fazer cada vez mais sentido em todos os aspetos e poderão ser mais uma vez um instrumento fundamental de aprendizagem.	3	2
Porque haveria uma maior compreensão dos conceitos.	3	3
Sou sempre recetivo a novas ideias e novas formas de ensino e aprendizagem, porém não é por aí que se vai fazer mais fácil/difilmente a UC, estudem e a cadeira far-se-à.	4	2
Facilidade na compreensão da UC	3	1
As tecnologias são para serem exploradas e aproveitadas	3	2
tudo o que facilite o estudo e apreção da realidade virtual é um bom estímulo à aprendizagem.	3	2

	3	2
	3	2
	3	2
facilita a aprendizagem	2	2
Visualização real dos objetos para formar ideias	4	2
	3	2
	1	2
poderia facilitar o ensino fora do local tradicional (escola)	3	1
Na minha opinião se integrarem dispositivos móveis (telemóvel e/ou tablet) os alunos podem distrair-se com mais facilidade, e não utilizarem os dispositivos com o objetivo pretendido.	4	1
	3	3
Poderá facilitar a percepção/noção dos conteúdos.	3	2
Não é mentira nenhuma que os alunos utilizam os telemoveis durante as aulas.... se os pudessem utilizar em contexto de aula, acho que seriam mais motivados, para participar na aula	4	2
	4	1
Acho que para mim iria ser mais fácil perceber os conteúdos da UC, e familiarizar-me bem com o referido dispositivo e aplicação (software).	3	1
	2	2

Importância Tecnologias	Plataforma online	Aceitaria Conteúdos 3D?
4	(c)	Sim
2	(a)	Não sei
3	(a)	Não sei
3	(c)	Sim
3	(c)	Sim
2	(c)	Sim
4	(c)	Sim
4	(c)	Não sei
3	(b)	Sim
2	(c)	Sim
3	(c)	Sim
4	(c)	Sim
3	(b)	Sim
3	(c)	Não sei
3	(a)	Sim
4	(a)	Sim
2	(a)	Não
4	(a)	Sim
4	(c)	Sim
3	(c)	Sim
2	(b)	Sim
3	(c)	Sim
4	(c)	Sim
4	(c)	Sim
4	(c)	Sim
2	(c)	Sim
3	(c)	Sim
4	(c)	Não sei
3	(c)	Não sei
3	(c)	Sim
3	(c)	Sim
3	(c)	Sim
3	(c)	Sim
3	(b)	Não sei

3	(a)	Sim
3	(c)	Sim
3	(a)	Sim
4	(c)	Sim
4	(c)	Sim
4	(c)	Sim
3	(c)	Sim
4	(c)	Sim
3	(a)	Sim
2	(a)	Não
4	(c)	Sim
3	(c)	Sim
3	(c)	Sim
3	(c)	Sim
3	(a)	Sim
3	(c)	Não sei
3	(b)	Sim
3	(c)	Sim
3	(b)	Sim
3	(a)	Não sei
4	(a)	Sim
3	(a)	Sim
2	(c)	Sim
3	(c)	Sim
4	(c)	Sim
3	(c)	Não sei
3	(a)	Sim
4	(c)	Não sei
3	(a)	Sim
3	(c)	Sim
4	(c)	Sim
2	(b)	Não

ANEXO X - GRELHA DE OBSERVAÇÃO

Aulas implementação dos conteúdos em RA

Curso	
Docente	
Número de estudantes	
Tempo de duração da aula	
Tempo de preparação dos conteúdos	
Data / Hora	

ASPETOS OBSERVADOS	POUCO EVIDENTE	EVIDENTE	MUITO EVIDENTE
1- Não conhecem a aplicação			
2- Manipulam a aplicação com facilidade			
3- Manipulam a aplicação com autonomia			
4- Houve distrações			
5- Houve interação com os conteúdos			
6- Surgiram reações motivacionais			
7- Problemas técnicos			
Observações gerais:			

ANEXO XI - GRELHA DE OBSERVAÇÃO – PRÉ-TESTE

Curso	Engenharia Eletrotécnica (pós laboral)
Docente	DAM1
Número de estudantes	13
Tempo de duração da aula	25 minutos
Tempo de preparação dos conteúdos	5 minutos
Data / Hora	13 de junho de 2014 / 18h

ASPETOS OBSERVADOS	POUCO EVIDENTE	EVIDENTE	MUITO EVIDENTE
1- Não conhecem a aplicação			✓
2- Manipulam a aplicação com facilidade		✓	
3- Manipulam a aplicação com autonomia			✓
4- Houve distrações	✓		
5- Houve interação com os conteúdos			✓
6- Surgiram reações motivacionais			✓
7- Problemas técnicos		✓	

Observações gerais:

Os conteúdos foram sendo apresentados progressivamente, com um caráter de revisão de conceitos, e os estudantes acompanharam atentamente todas as explicações verbais complementado-as com os conteúdos em RA ao seu dispor. Não surgiram muitas questões de cariz teórico ou prático, tendo mesmo sido um importante reforço. Foram apresentados 7 exemplos com diversas interações.

A utilização dos dispositivos móveis (tablets) foi muito intuitiva, não tendo existido nenhum tipo de resistência. Surgiu contudo um dispositivo que não estava a aceder ao canal do Junaio, pelo que foi substituído por outro. No decorrer da interação surgiu um outro dispositivo com falhas de comunicação, mas o estudante de forma autónoma optou por usar o seu telemóvel pessoal, tendo acedido rapidamente ao aplicativo e conseqüente canal de acesso.

Mais do que um aluno sentiu curiosidade em testar a nova abordagem dos conteúdos com o recurso ao telemóvel pessoal, mesmo quando o tablet estava a funcionar em pleno. Fizeram-no de forma autónoma e bastante rápida.

ANEXO XII - GRELHAS DE OBSERVAÇÃO - AULAS DE IMPLEMENTAÇÃO

Grelha de observação – TP1

Curso	Engenharia Mecânica (diurno)
Docente	DAM2
Número de estudantes	31
Tempo de duração da aula	45 minutos
Tempo de preparação dos conteúdos	10 minutos
Data / Hora	18 de dezembro de 2014 / 9h40

ASPETOS OBSERVADOS	POUCO EVIDENTE	EVIDENTE	MUITO EVIDENTE
1- Não conhecem a aplicação			✓
2- Manipulam a aplicação com facilidade		✓	
3- Manipulam a aplicação com autonomia			✓
4- Houve distrações	✓		
5- Houve interação com os conteúdos			✓
6- Surgiram reações motivacionais			✓
7- Problemas técnicos		✓	

Observações gerais:

O tempo de preparação dos conteúdos foi superior ao previsto não só pelo facto de ter sido a primeira aula onde os mesmos foram implementados, mas também porque a turma era grande e por terem surgido complicações técnicas com dois dos *tablets* logo no início da aula.

Os estudantes foram criando autonomamente soluções sempre que queriam visualizar os conteúdos de forma diferenciada, nomeadamente com a utilização dos dispositivos pessoais.

Os estudantes avançaram com autonomia na exploração dos conteúdos.

O ruído em sala de aula foi sofrendo alterações, quando a professora explica há mais silêncio, quando estão a explorar sente-se mais agitação.

Um aluno gravou em vídeo a interação com um conteúdo, o que se revelou muito interessante.

A professora foi explicando os conteúdos como resumo da matéria, alguns acompanharam mas outros foram tentando explorar outros exemplos. A professora foi dando tempo para esta exploração, e tentou mostrar o mais possível, não tendo sido possível mostrar tudo.

Dos 13 *tablets* entregues no início da aula houve 2 com problemas técnicos.

Alguns estudantes não conheciam este tipo de aplicação, e não sabiam, por exemplo, que para ler o QR CODE teriam de carregar no Scan. A maioria conseguiu com facilidade, muitos optaram pelos telemóveis e *tablets* pessoais, já que a turma era grande e não havia *tablets* para todos.

O problema do *tablet* dividir o ecrã foi contornado com o movimento giratório do dispositivo.

Observações dos estudantes:

“Esta aplicação (Junaio) consome muita bateria no meu telemóvel.”

“Isto é altamente...”

“É um espetáculo...”

“A melhor aula que já tive de matemática.”



Grelha de observação – TP2

Curso	Engenharia Eletrotécnica (diurno)
Docente	DAM3
Número de estudantes	13
Tempo de duração da aula	30 minutos
Tempo de preparação dos conteúdos	5 minutos
Data / Hora	18 de dezembro de 2014 / 10h15

ASPETOS OBSERVADOS	POUCO EVIDENTE	EVIDENTE	MUITO EVIDENTE
1- Não conhecem a aplicação			✓
2- Manipulam a aplicação com facilidade			✓
3- Manipulam a aplicação com autonomia			✓
4- Houve distrações	✓		
5- Houve interação com os conteúdos			✓
6- Surgiram reações motivacionais			✓
7- Problemas técnicos		✓	

Observações gerais:

Os estudantes instalaram com facilidade a aplicação no telemóvel pessoal, embora para descarregar o manual tenha sido mais demorado pela insuficiência de rede. Alguns estudantes descobriram sozinho formas de visualizar os conteúdos, sob diferentes prismas, as próprias imagens e a interação com estas.

Com tablets mais sofisticados, e mesmo com condições de luz e rede insuficientes, notou-se uma grande diferença na manipulação dos conteúdos. Contudo, a interação foi perfeitamente perceptível, mesmo em condições insuficientes e com dispositivos menos avançados, e os objetivos foram alcançados.

A manipulação dos conteúdos com recurso ao Junaio consome muita bateria nos telemóveis, e quem usou esse recurso ficou mais limitado, nos tablets esse consumo é menor.

A procura de rede também é fator para acelerar esse consumo. Um tablet sem resposta. Sala de aula com pouca claridade e acesso à rede reduzido.

A professora focou-se em exercícios concretos de acordo com o objetivo da aula, deu liberdade de exploração e muitos foram explorando outros exemplos.

Observações dos estudantes:

“É muito interessante, mas as aulas todas assim poderia ser fator de distração.”



Grelha de observação – TP3

Curso	Engenharia Informática (diurno)
Docente	DAM3
Número de estudantes	25
Tempo de duração da aula	50 minutos
Tempo de preparação dos conteúdos	5 minutos
Data / Hora	18 de dezembro de 2014 / 16h15

ASPETOS OBSERVADOS	POUCO EVIDENTE	EVIDENTE	MUITO EVIDENTE
1- Não conhecem a aplicação			✓
2- Manipulam a aplicação com facilidade			✓
3- Manipulam a aplicação com autonomia			✓
4- Houve distrações	✓		
5- Houve interação com os conteúdos		✓	
6- Surgiram reações motivacionais		✓	
7- Problemas técnicos		✓	

Observações gerais:

Mesmo sendo um turno de estudantes de informática, estes demonstraram desconhecer a tecnologia utilizada e não o querendo assumir claramente, manifestaram-se menos curiosos face aos outros turnos. Foram colocadas muitas dúvidas com o intuito de perceberem onde estavam localizados os conteúdos, assim como a forma como estes tinham sido criados. Interessaram-se igualmente por saber quais os softwares utilizados.

Problemas similares aos detetados nos Turnos 1 e 2, nomeadamente a questão da insuficiência de rede e a não focagem dos tablets, assim como a divisão do ecrã destes dispositivos.

Um dos estudantes tentou descarregar a aplicação para o seu telemóvel e quando o fez usando a rede do seu telemóvel enviou uma mensagem de alerta, não tendo sido autorizada a instalação da aplicação.



Grelha de observação – TP4

Curso	Engenharia Eletrotécnica (pós-laboral)
Docente	DAM4
Número de estudantes	17
Tempo de duração da aula	45 minutos
Tempo de preparação dos conteúdos	5 minutos
Data / Hora	18 de dezembro de 2014 / 19h30

ASPETOS OBSERVADOS	POUCO EVIDENTE	EVIDENTE	MUITO EVIDENTE
1- Não conhecem a aplicação			✓
2- Manipulam a aplicação com facilidade			✓
3- Manipulam a aplicação com autonomia			✓
4- Houve distrações	✓		
5- Houve interação com os conteúdos			✓
6- Surgiram reações motivacionais			✓
7- Problemas técnicos			✓

Observações gerais:

A grande maioria dos estudantes instalou nos seus telemóveis a aplicação e fez a descarga do manual, sem grande dificuldade, exceto casos pontuais.

Houve um estudante que chegou muito atrasado e embora fosse mais velho que a média dos estudantes, interagiu sem dificuldade e esteve muito concentrado na manipular dos exercícios, aproveitando o máximo de tempo que lhe foi possível.

A professora também explorou exemplos concretos, foi explicando conceitos, apoiou os alunos na exploração, mas também permitiu que fossem com maior liberdade "navegar" por outros exemplos.

Questionaram sobre estes conteúdos noutros contextos, mostrando interesse e curiosidade.

Desconheciam que os conteúdos estavam pré definidos e guardados previamente, perguntando se funcionaria caso direcionassem os dispositivos para outros objetos ou imagens.

Um estudante referiu que embora não considerasse um fator de distração esta abordagem poderá requerer mais tempo, porque torna o ensino mais individualizado criando também maior interação. Um outro estudante no seu telemóvel viu um dos conteúdos (mapa topográfico) de forma muito clara e perceptível e ficou maravilhado. Notou-se claramente a diferença face ao *tablet* pela qualidade dos equipamentos.

Problemas de rede e o facto dos *tablets* captarem pouca luz, nem sempre permitiu interagir com os conteúdos nas melhores condições, ainda assim todos os estudantes conseguiram observar e interagir com os conteúdos que estavam previamente integrados no planeamento da aula.

O tempo de carregamento demorou mais tempo nuns casos que noutros.

Algumas imagens quando ficam mais desfocadas ou perdem cor, pela falta de luz, deixam de se visualizar ou visualizam-se em piores condições.

Grelha de observação – TP5

Curso	Engenharia Informática (pós-laboral)
Docente	DAM1
Número de estudantes	12
Tempo de duração da aula	45 minutos
Tempo de preparação dos conteúdos	5 minutos
Data / Hora	18 de dezembro de 2014 / 21h

ASPETOS OBSERVADOS	POUCO EVIDENTE	EVIDENTE	MUITO EVIDENTE
1- Não conhecem a aplicação			✓
2- Manipulam a aplicação com facilidade			✓
3- Manipulam a aplicação com autonomia			✓
4- Houve distrações	✓		
5- Houve interação com os conteúdos			✓
6- Surgiram reações motivacionais			✓
7- Problemas técnicos		✓	

Observações gerais:

Os estudantes colocaram muitas perguntas, nomeadamente se daria para fixar a imagem e continuar a tê-la mesmo sem estar a direcionar o dispositivo para a imagem associada. Os estudantes detetaram o facto do *tablet* não focar as imagens de forma automática. A possibilidade de voltar a visualizar a imagem inicial de forma mais rápida também foi abordada. Denotou-se desconhecimento destas ferramentas mesmo sendo estudantes de EI.

Outra questão colocada foi se a imagem apenas roda em torno de si horizontalmente ou se também daria para rodar na vertical para se poder ver a parte de baixo e a parte de cima. Foi explicado que isso é possível manipulando o papel ou mesmo o dispositivo. Esta questão nem sempre foi fácil de mostrar já que os dispositivos nem sempre o permitiram dadas as suas limitações.

A professora deu um rumo à aula muito construtivo, os alunos usaram de forma ordeira o caderno, seguindo as instruções e respondendo às questões.

Dos problemas detetados apenas se identificou o não funcionamento da câmara em dois dos tablets.



**ANEXO XIII - QUESTIONÁRIO A ESTUDANTES NAS AULAS DE
IMPLEMENTAÇÃO**

- Qual o nível médio de dificuldade que atribui a esta UC?
(de 1 a 4, sendo 1 – muito difícil e 4 – nada difícil)

- Como quantifica a relação que tem com as tecnologias?
(de 1 a 4, sendo 1 – nada significativa e 4 – muito significativa)

- Considera que o recurso a tecnologias em contexto de sala de aula é um fator de distração no processo de ensino-aprendizagem?

- Já ouviu falar em Realidade Aumentada (RA)? Se sim, em que contextos?

- Considera que as tecnologias tridimensionais podem promover a compreensão na aprendizagem de conteúdos específicos da UC de Análise Matemática?

- Aceitaria com agrado a integração de conteúdos tridimensionais nesta UC? Porquê?

Em relação à aula que acabou de assistir, e no que diz respeito aos conteúdos 3D, responda às seguintes questões:

- Sentiu dificuldades em interagir com o dispositivo móvel e/ou o software?

- Relativamente à perceção dos conteúdos lecionados, como quantifica esta abordagem face a outras já implementadas?
(de 1 a 4, sendo 1 – mais confuso e 4 – mais perceptível)

- EMAIL DE CONTACTO: _____

OBRIGADA PELO SEU CONTRIBUTO!

**ANEXO XIV - RELATÓRIO AO QUESTIONÁRIO EM SALA DE AULA (PRÉ-
TESTE)**

Relativamente aos resultados 92% dos estudantes considera a Unidade Curricular (UC) de Análise Matemática (AM) muito difícil ou difícil.

A relação que estes estudantes assumem ter com as tecnologias é maioritariamente muito significativa (69%). Contudo existem 2 dos 13 estudantes que afirma ter uma relação nada ou pouco significativa.

Quanto à opinião dos estudantes relativamente ao fator de distração associado ao recurso a tecnologias neste contexto, 62% consideram não ser relevante, contudo existem 3 em 13 que referem depender do interlocutor.

Relativamente ao conhecimento que têm acerca da Realidade Aumentada as opiniões dividem-se. Os que afirmam conhecer esta tecnologia relacionam esse contacto com os jogos e também através do curso.

Na questão “Considera que as tecnologias tridimensionais podem promover a compreensão na aprendizagem de conteúdos específicos da UC de Análise Matemática?” todos responderam afirmativamente.

No que se refere à aceitação face à integração de conteúdos tridimensionais na referida UC a totalidade dos estudantes afirma concordar, apresentado inúmeras razões, entre as quais o fator facilitador da aprendizagem, melhor visualização dos conceitos, aulas mais interessantes e cativantes, melhor compreensão ao nível do cálculo e dos conceitos teóricos e um maior realismo dos conteúdos.

Em relação à aula em que foram apresentados os conteúdos, 85% dos estudantes afirmam não ter sentido dificuldade em interagir com o dispositivo móvel e/ou o software. Apenas 2 dos 13 inquiridos manifestaram ter sentido algumas dificuldades mas em situações pontuais.

Quando comparada esta abordagem tecnológica com outras implementadas em sala de aula, não necessariamente com o recurso à tecnologia, 92% dos inquiridos afirma ser tão ou mais perceptível, sendo que 69% afirma mesmo ser a mais perceptível.

Grelhas com respostas dos estudantes ao questionário – Pré-Teste

Qual o nível médio de dificuldade que atribui a esta UC? (de 1 a 4, sendo 1 – muito difícil e 4 – nada difícil)	
Tipo de resposta	Número de Respostas
1	7
2	5
3	1
4	0

Quadro 1 – P1

Como quantifica a relação que tem com as tecnologias? (de 1 a 4, sendo 1 – nada significativa e 4 – muito significativa)	
Tipo de resposta	Número de Respostas
1	1
2	1
3	2
4	9

Quadro 2 – P2

Considera que o recurso a tecnologias em contexto de sala de aula é um fator de distração no processo de ensino-aprendizagem?	
Tipo de resposta	Número de Respostas
Sim	2
Não	8
Depende do interlocutor	3

Quadro 3 – P3

Aceitaria com agrado a integração de conteúdos tridimensionais nesta UC? Porquê?	
Tipo de resposta	Número de Respostas
Sim	13
Não	0
Justificações	
Facilita a aprendizagem	5
Permite visualizar melhor os conceitos	3
Torna a UC mais interessante, cativando	3
Melhor compreensão dos cálculos e da matéria	2
Mostra a realidade dos conceitos	1

Quadro 4 – P4

Considera que as tecnologias tridimensionais podem promover a compreensão na aprendizagem de conteúdos específicos da UC de Análise Matemática?

Tipo de resposta	Número de Respostas
Sim	13
Não	0

Quadro 5 – P5

Já ouviu falar em Realidade Aumentada (RA)? Se sim, em que contextos?

Tipo de resposta	Número de Respostas
Sim	6
Não	7
Quem respondeu sim	
No curso	2
Jogos	3
Catálogos	1
Televisão	1

Quadro 6 – P6

Sentiu dificuldades em interagir com o dispositivo móvel e/ou o software?

Tipo de resposta	Número de Respostas
Sim	0
Não	11
Por vezes	2

Quadro 7 – P7

Relativamente à perceção dos conteúdos lecionados, como quantifica esta abordagem face a outras já implementadas?

(de 1 a 4, sendo 1 – mais confuso e 4 – mais perceptível)

Tipo de resposta	Número de Respostas
1	0
2	1
3	3
4	9

Quadro 8 – P8

**ANEXO XV - RELATÓRIO AO QUESTIONÁRIO EM SALA DE AULA –
IMPLEMENTAÇÃO**

Na fase de implementação, em sala de aula, dos conteúdos educacionais em Realidade Aumentada, aplicou-se um questionário aos estudantes que testaram os referidos conteúdos, já depois de estes terem sido avaliados numa fase preliminar de pré-teste. O questionário implementado foi o mesmo a que submetemos os estudantes na referida fase. Neste relatório os resultados apresentados baseiam-se numa amostra de 97 estudantes de 5 turnos de teórico-práticas de Análise Matemática, no dia 18 de dezembro de 2014.

Relativamente aos resultados, 10% dos estudantes considera que esta é uma UC muito difícil e apenas 6% responde o inverso. A maioria, 52%, afirma que a UC é difícil. Estamos assim perante uma amostra equilibrada no que diz respeito ao nível de dificuldade que atribuem à referida UC.

A relação que estes estudantes assumem ter com as tecnologias é maioritariamente significativa ou mesmo muito significativa, já que 92% responderam o nível 3 ou 4. Nenhum dos inquiridos afirma ter uma relação nada significativa.

Quanto à opinião dos inquiridos relativamente ao fator de distração que o recurso a tecnologias em contexto de sala de aula podem assumir no processo de ensino-aprendizagem, 75 dos estudantes negaram a existência dessa relação, contudo existem ainda 10 que concordam com essa possibilidade e 11 manifestam-se indecisos.

Relativamente ao conhecimento que os estudantes têm acerca da Realidade Aumentada as opiniões dividem-se, e para os que afirmam conhecer esta tecnologia a grande maioria relaciona-a com os jogos, mas há ainda respostas como: filmes, lazer, decoração, saúde, aplicações matemáticas, óculos da Google e turismo.

Na questão “Considera que as tecnologias tridimensionais podem promover a compreensão na aprendizagem de conteúdos específicos da UC de Análise Matemática?” foram 99% os que responderam afirmativamente.

No que se refere à aceitação face à integração de conteúdos tridimensionais na referida UC 99% dos estudantes afirma concordar, apresentado inúmeras razões, entre as quais a melhoria na interpretação dos resultados, um maior realismo dos conteúdos, melhor compreensão dos conceitos teóricos, aulas mais divertidas, mais perceptível graficamente, maior interatividade e a perceção do quanto a UC é importante.

Em relação à aula em que foram apresentados os conteúdos, 92% dos estudantes afirmam não ter sentido dificuldades em interagir com o dispositivo móvel e/ou o software. Para os que afirmam terem tido algumas dificuldades as causas apontadas foram questões de rede devido à localização de algumas salas, ou pelo facto de alguns *tablets* apresentarem falhas de comunicação e de visualização (não existência de focagem automática).

Quando comparada esta abordagem tecnológica com outras implementadas em sala de aula, não necessariamente com o recurso à tecnologia, 94% dos inquiridos afirma ser tão ou mais perceptível, sendo que 41% afirma mesmo ser mais perceptível.

**ANEXO XVI - REA “COMO INSTALAR O JUNAIO E ACEDER AOS
CONTEÚDOS?”**


1º Passo

Instalar JUNAIO (Software que Lê)

Nota: em futuras edições poderemos ver a hipótese de fazer uma aplicação especial para colocar diretamente no GooglePLAY e Apple Store

Já foi feita uma que se pode instalar no android mas manualmente.

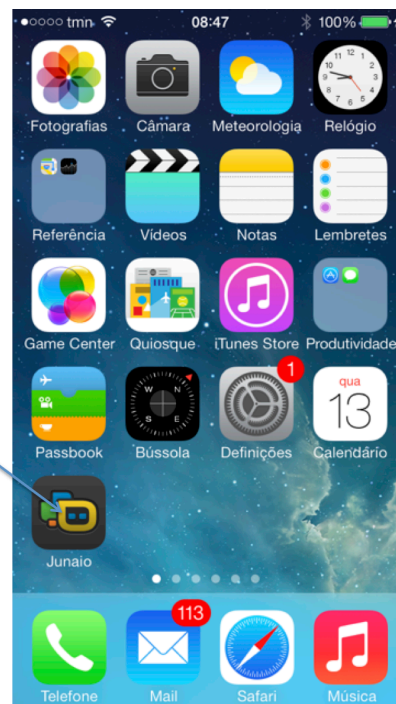


Para instalar o Junaio, ir ao GooglePLAY  Google play
Normalmente deve-se ter uma conta gmail.

Depois no search do google play, procurar por “Junaio”
Basta instalar.

Vai ser colocado um shortcut no ambiente de trabalho.

Logotipo do shortcut do
junaio
Depois de instalado



2º Passo

Abrir a aplicação MAT3D usando o Junaio entretanto instalado.



Abrir o Junaio e apontar a camera sobre o Código QR.
Existe um botão superior direito que diz SCAN. Clicar.
Nessa altura começa a surgir uma barra a fazer download do canal.
VER Slide seguinte

2º Passo

Exemplo ao lado.

- Junaio no Android aparece um pouco desfocado.
- Se criarmos uma aplicação para instalar localmente isso contorna-se
- Por um motivo que ainda não compreendemos o ecrã as vezes divide-se em dois o que é muito inconveniente. A Fujitsu diz não ser do Hardware. Tenho experimentar noutro android.



3º Passo

Agora depois de se fazer o acesso ao “CANAL” pode-se guardar nos favoritos, ou mesmo , no caso do Android, fazer um shortcut para ambiente trabalho.

Essas operações são efetuadas depois de carregar o canal. Ao clicar sobre a lupa.. Pode procurar no histórico ou favoritos...
AO clicar sobre o logotipo MAT, surgem opções

A figura ao lado mostra o aspeto quando o canal é Carregado.

Na página seguinte pode-se ver com mais detalhe

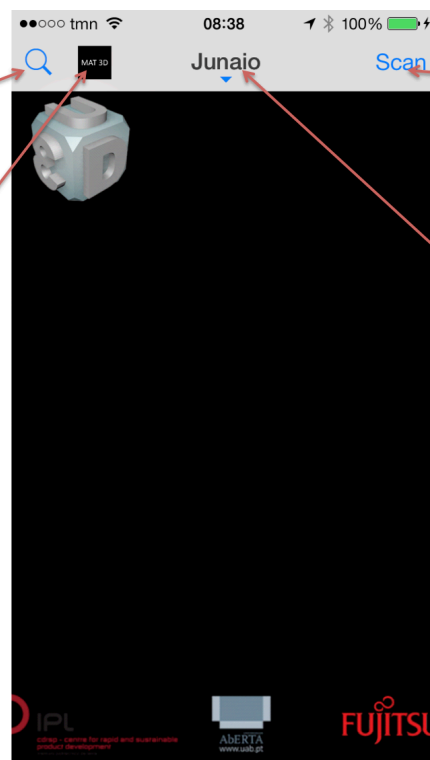


Ver histórico ou favoritos

Abre uma aba que desce. Ao clicar sobre esta aba que contem o nome do canal . Aqui pode-se adicionar aos favoritos, visitar página web, etc.. Ver seguinte

Fazer scan a QR code

Tb se clicar aqui surgem opções



ANEXO XVII - NOTAS DE IMPRENSA

Aplicação pioneira no País em contexto educacional

Estudantes da ESTG/IPLeiria experimentam aulas de matemática com conteúdos 3D em realidade aumentada



Os estudantes dos cursos de engenharia da Escola Superior de Tecnologia e Gestão (ESTG) do Instituto Politécnico de Leiria (IPLeiria) experimentaram pela primeira vez aulas de matemática com conteúdos tridimensionais em realidade aumentada, num projeto inédito a nível nacional. No âmbito de uma tese de doutoramento na Universidade Aberta sobre “As tecnologias tridimensionais como contributo para a aprendizagem da matemática no ensino superior”, de Teresa Coimbra, a unidade curricular de Análise Matemática contou com conteúdos 3D em realidade aumentada, para complementar o ensino, e testar e avaliar o potencial da aplicação da realidade aumentada em contextos educacionais.

O projeto de implementação da realidade aumentada em contexto de sala de aula, na unidade curricular de Análise Matemática, é inovador e pioneiro em Portugal. Os conteúdos 3D em realidade aumentada já foram aplicados e testados em sete turnos da unidade curricular, alcançando mais de uma centena de estudantes, e pretende avaliar a pertinência da utilização destes conteúdos e verificar o seu impacto na assimilação das matérias.

Teresa Coimbra, que está a realizar o seu doutoramento em Educação a Distância e Elearning, na Universidade Aberta Portuguesa, e que elegeu o IPLeiria para realizar a componente prática da investigação, explica que «apesar dos avanços tecnológicos, a forma como se ensina hoje não é muito diferente da forma como se ensinava antes da massificação das TIC, e é por isso importante, se não essencial, encontrar e desenvolver conteúdos adequados às novas realidades».

A realidade aumentada representa a integração de imagens virtuais no mundo real, através da utilização das TIC (como dispositivos móveis e *smartphones*), e permite a simulação e a visualização de situações e contextos nem sempre fáceis de implementar de outra forma. De entre os diversos tipos de conteúdos que podem ser disponibilizados através da realidade aumentada, como som e imagem, existem os 3D. Os conteúdos 3D são elaborados com base em aplicações (apps), sendo possível a programação de ações interativas com o utilizador, em áreas como a biologia, saúde, engenharia, física, química, entre outras.

«Representa, de facto, uma mais-valia significativa nas áreas que exigem mais interação prática e experimental, como no caso dos cursos de engenharia e ciências, muitas vezes com conteúdos muito abstratos e difíceis de “visualizar”», explica Teresa Coimbra. Estes conteúdos devem ser conjugados com conteúdos teóricos e explicativos, ditos mais tradicionais. «Esta flexibilidade que as ferramentas de realidade aumentada oferecem permite uma maior experimentação e exploração do real, com a introdução de explicações virtuais em tempo real».

«A possibilidade de utilizar as TIC e gerir conteúdos a distância, combinada com a possibilidade de utilização de livros, sebatas ou cadernos de exercícios, à qual poderemos acrescentar elementos 3D, virá acrescentar experiências de perceção tridimensional, muitas vezes limitadas pelo espaço bidimensional do papel ou do pdf», explica ainda Teresa Coimbra. Da experiência preliminar, tanto docentes como estudantes consideraram os conteúdos 3D em realidade aumentada como fator de motivação, uma mais-valia que facilita a aprendizagem e que torna mais perceptível as matérias.

«As tecnologias tridimensionais vêm potenciar o ensino»

«Existe um forte potencial para que os conteúdos em realidade aumentada contribuam de forma positiva para a aprendizagem em sala de aula, e fora dela», declara a autora da tese de doutoramento. «Há que sublinhar o enorme impulso que as aplicações de realidade aumentada têm vindo a ter com a massificação das TIC e dos dispositivos móveis e *smartphones*, em especial desde 2009, altura em que se verificou um crescimento da sua utilização. As tecnologias 3D baseadas numa perceção intangível, como a realidade aumentada, encontram-se atualmente num estado de maturidade, que permite, de forma relativamente acessível e eficiente, a sua aplicação e capitalização no domínio do ensino». «A sua articulação com as TIC - e falamos de ferramentas que utilizamos no dia-a-dia - flexibiliza a sua utilização e o seu acesso, de forma presencial ou remota», refere ainda Teresa Coimbra.

«Atualmente, as tecnologias existem, estão disponíveis, a sua massificação é evidente, e os custos inerentes são cada vez menores. Estamos inseridos num ecossistema com condições ótimas para

dinamizar o ensino e a aprendizagem, através do desenvolvimento de conteúdos que rentabilizem os recursos que temos ao nosso dispor. E por isso entendemos que esta nova forma interativa de ensinar/aprender permitirá uma maior motivação e uma maior perceção das matérias, pelo que é expectável que as tecnologias 3D possam potenciar fortemente o ensino, e dar uma nova perspectiva a muitos conteúdos lecionados, que nem sempre são devidamente assimilados», remata a responsável pela tese.

Experiência piloto com feedback positivo

No âmbito deste projeto de introdução de conteúdos tridimensionais em realidade aumentada no programa curricular de Análise Matemática na ESTG/IPLeiria, decorreram já duas fases, a de pré-teste e a de implementação. Teresa Coimbra já dispõe dos dados conclusivos da fase de pré-teste, que decorreu a 18 de dezembro, e na qual participaram diretamente três docentes e 13 estudantes da ESTG. Na fase de implementação, que decorreu entre dezembro de 2014 e janeiro deste ano, participaram cinco docentes e cerca de 100 estudantes. Relativamente a esta fase, a análise dos dados ainda está em curso.

«Tratou-se de uma experiência preliminar, que contou com importante envolvimento do departamento de Matemática da ESTG, nomeadamente das docentes DAM1 e DAM2, a que se segue agora uma análise rigorosa do resultado – com um estudo cuidadoso dos efeitos positivos e negativos, minimizando estes últimos -, para que se possa fazer uma implementação sólida posteriormente». «Com o *know-how* adquirido, e podendo contar com a sensibilização de professores, editoras, e outras instituições, será relativamente simples desenvolver conteúdos 3D em realidade aumentada e disponibilizá-los na Nuvem, no Google Play, na Application Store, ou diretamente através de canais próprios disponibilizados em tempo real».

Teresa Coimbra avança que «o feedback dos docentes envolvidos tem sido positivo». «Os docentes encararam os conteúdos como uma excelente ferramenta como complemento ao ensino mais formal e teórico. Quando introduzidos em conceitos onde existem mais dificuldades na interpretação gráfica tridimensional por parte dos estudantes, são uma mais-valia e facilitam a aprendizagem. Além disso trata-se de uma abordagem que promoveu a motivação, e, sendo integrada de forma equilibrada e planeada, não será fator de distração».

Quanto aos estudantes, «acompanharam atentamente todas as explicações verbais complementadas com os conteúdos 3D em realidade aumentada. Revelaram muita autonomia na manipulação dos conteúdos, criaram formas adaptadas ao seu gosto pessoal para interagir com os dispositivos, testaram formas de visualização, trocaram ideias, gravaram vídeos do que estavam a visualizar para terem outra perspectiva dos conteúdos, e, no final das aulas, estavam todos aptos a usar esta tecnologia sem qualquer dificuldade».

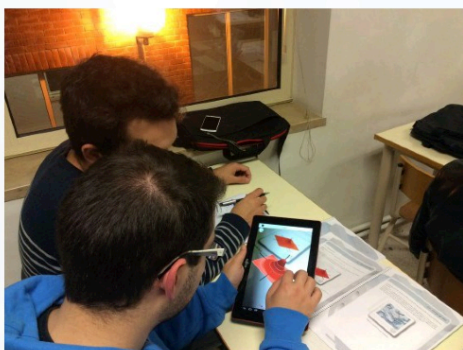
«Apesar da grande maioria dos estudantes não ter tido qualquer contacto prévio com os conteúdos, nem conhecer a realidade aumentada, a não ser em contexto de jogo, por exemplo, todos afirmaram que aceitariam com agrado a integração de conteúdos 3D na unidade curricular, sobretudo porque “facilita a aprendizagem”, e por considerarem “mais perceptível” do que outras estratégias pedagógicas e abordagens tecnológicas. Demonstraram muita curiosidade e interesse, e as questões que mais colocaram foram de cariz técnico, querendo, por exemplo, saber mais acerca da tecnologia usada, a forma como foram construídos os conteúdos, e sobre as potencialidades do *software*».

O projeto surgiu da orientação de Teresa Cardoso, docente e investigadora da Universidade Aberta, e de Artur Mateus, investigador do Centro para o Desenvolvimento Rápido e Sustentado do Produto (CDRsp) do IPLeiria, à tese de doutoramento de Teresa Coimbra, em Educação a Distância e Elearning, na Universidade Aberta Portuguesa. Docente e diretora pedagógica do Centro de Estudos Mais Infinito, Teresa Coimbra explica que a parceria surgiu pela identificação da oportunidade de interligação que detetou entre o objeto da sua tese de doutoramento, no domínio da utilização das TIC para potenciar a aprendizagem, com o trabalho que o CDRsp tem vindo a desenvolver ao nível da realidade aumentada.

Leiria, 20 de fevereiro de 2015

(como dispositivos móveis e *smartphones*), e permite a simulação e a visualização de situações e contextos nem sempre fáceis de implementar de outra forma. De entre os diversos tipos de conteúdos que podem ser disponibilizados através da realidade aumentada, como som e imagem, existem os 3D. Os conteúdos 3D são elaborados com base em aplicações (apps), sendo possível a programação de ações interativas com o utilizador, em áreas como a biologia, saúde, engenharia, física, química, entre outras.

«Representa, de facto, uma mais-valia significativa nas áreas que exigem mais interação prática e experimental, como no caso dos cursos de engenharia e ciências, muitas vezes com conteúdos muito abstratos e difíceis de “visualizar”, explica Teresa Coimbra. Estes conteúdos devem ser conjugados com conteúdos teóricos e explicativos, ditos mais tradicionais. «Esta flexibilidade que as ferramentas de realidade aumentada oferecem permite uma maior experimentação e exploração do real, com a introdução de explicações virtuais em tempo real».



«A possibilidade de utilizar as TIC e gerir conteúdos a distância, combinada com a possibilidade de utilização de livros, sebentas ou cadernos de exercícios, à qual poderemos acrescentar elementos 3D, virá acrescentar experiências de percepção tridimensional, muitas vezes limitadas pelo espaço bidimensional do papel ou do PDF», explica ainda Teresa Coimbra. Da experiência preliminar, tanto docentes como estudantes consideraram os conteúdos 3D em realidade aumentada como fator de motivação, uma mais-valia que facilita a aprendizagem e que torna mais perceptível as matérias.

«As tecnologias tridimensionais vêm potenciar o ensino»

«Existe um forte potencial para que os conteúdos em realidade aumentada contribuam de forma positiva para a aprendizagem em sala de aula, e fora dela», declara a autora da tese de doutoramento. «Há que sublinhar o enorme impulso que as aplicações de realidade aumentada têm vindo a ter com a massificação das TIC e dos dispositivos móveis e *smartphones*, em especial desde 2009, altura em que se verificou um crescimento na sua utilização. As tecnologias 3D baseadas numa percepção intangível, como a realidade aumentada, encontram-se atualmente num estado de maturidade, que permite, de forma relativamente acessível e eficiente, a sua aplicação e capitalização no domínio do ensino». «A sua articulação com as TIC – e falamos de ferramentas que utilizamos no dia-a-dia – flexibiliza a sua utilização e o seu acesso, de forma presencial ou remota», refere ainda Teresa Coimbra.



«Atualmente, as tecnologias existem, estão disponíveis, a sua massificação é evidente, e os custos inerentes são cada vez menores. Estamos inseridos num ecossistema com condições ótimas para dinamizar o ensino e a aprendizagem, através do desenvolvimento de conteúdos que rentabilizem os recursos que temos ao nosso dispor. E por isso entendemos que esta nova forma interativa de ensinar/aprender permitirá uma maior motivação e uma maior percepção das matérias, pelo que é expectável que as tecnologias 3D possam potenciar fortemente o ensino, e dar uma nova perspetiva a muitos conteúdos lecionados, nem sempre devidamente apreendidos», remata a responsável pela tese.

SHARE: [f](#) [i](#) [g+](#) [in](#) [p](#) [v](#) [t](#) [d](#) [e](#) [m](#) [t](#)

TAGS: destaque

Notícia Anterior: **MOTOROLA ANUNCIA NOVO SMARTPHONE MOTO E**

Próxima Notícia: **ASUS LANÇA NOVO SMARTPHONE MOTO E**

BQ LANÇA NOVA GAMA DE SMARTPHONES AQUARIS M
 26 Fevereiro 2015 Android

SONY OFICIALIZA SMARTPHONE XPERIA E4
 10 Fevereiro 2015 Android

NOVA ACTUALIZAÇÃO PARA O ONEPLUS ONE
 9 Fevereiro 2015 Android

SIGA-NOS NO FACEBOOK

REVIEWS



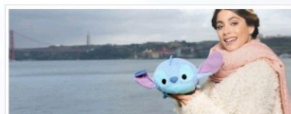
REVIEW: MICROFONE CARDIOIDE PARA IDEXICS MICW I456

Analises ★★★★★

O som capturado pelos dispositivos da Apple, como o iPhone e iPad é bom, mas poderia ser muito melhor, especialmente no que diz respeito à captura de ...

PUBLICIDADE

KIDS



PC GUIA ONLINE (WWW.PCGUIA.PT)CISION[®]**Alunos da ESTG/IPLeiria experimentam aulas de matemática com conteúdos 3D em realidade aumentada**

Tipo Meio: Internet

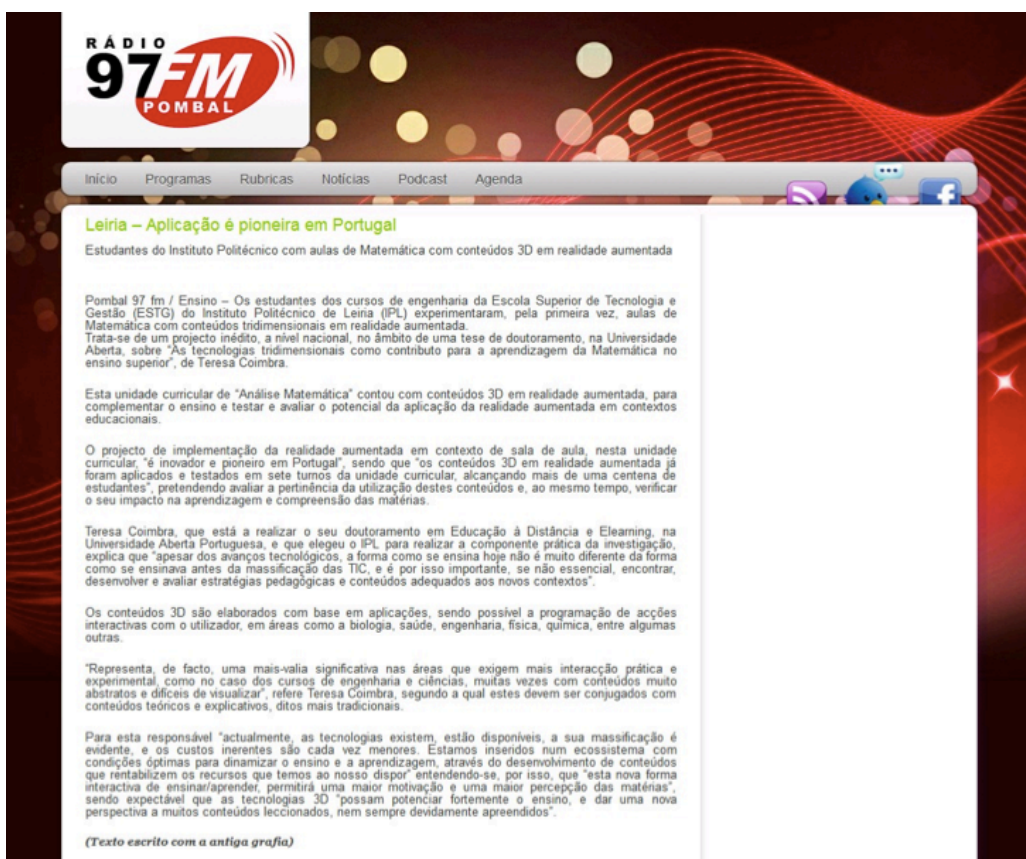
Data Publicação: 27-02-2015

Meio: PC Guia Online

por Luis Vedor Os estudantes dos cursos de engenharia da Escola Superior de Tecnologia e Gestão (ESTG) do Instituto Politécnico de Leiria (IPLeiria) experimentaram, pela primeira vez, aulas de matemática com conteúdos tridimensionais em realidade aumentada. No âmbito de uma tese de doutoramento na Universidade Aberta sobre 'As tecnologias tridimensionais como contributo para a aprendizagem da matemática no ensino superior', de Teresa Coimbra, a unidade curricular de Análise Matemática contou com conteúdos 3D em realidade aumentada, para complementar o ensino, e testar e avaliar o potencial da aplicação da realidade aumentada em contextos educacionais. Os conteúdos 3D em realidade aumentada já foram aplicados e testados em sete turnos da unidade curricular, alcançando mais de uma centena de estudantes, e pretende avaliar a pertinência da utilização destes conteúdos e verificar o seu impacto na aprendizagem e compreensão das matérias. 0

Publicado a 27 Fevereiro, 2015

POMBAL 97 (WWW.POMBAL97.COM)



RÁDIO 97 FM POMBAL

Início Programas Rubricas Notícias Podcast Agenda

Leiria – Aplicação é pioneira em Portugal

Estudantes do Instituto Politécnico com aulas de Matemática com conteúdos 3D em realidade aumentada

Pombal 97 fm / Ensino – Os estudantes dos cursos de engenharia da Escola Superior de Tecnologia e Gestão (ESTG) do Instituto Politécnico de Leiria (IPL) experimentaram, pela primeira vez, aulas de Matemática com conteúdos tridimensionais em realidade aumentada. Trata-se de um projecto inédito, a nível nacional, no âmbito de uma tese de doutoramento, na Universidade Aberta, sobre "As tecnologias tridimensionais como contributo para a aprendizagem da Matemática no ensino superior", de Teresa Coimbra.

Esta unidade curricular de "Análise Matemática" contou com conteúdos 3D em realidade aumentada, para complementar o ensino e testar e avaliar o potencial da aplicação da realidade aumentada em contextos educacionais.

O projecto de implementação da realidade aumentada em contexto de sala de aula, nesta unidade curricular, "é inovador e pioneiro em Portugal", sendo que "os conteúdos 3D em realidade aumentada já foram aplicados e testados em sete turnos da unidade curricular, alcançando mais de uma centena de estudantes", pretendendo avaliar a pertinência da utilização destes conteúdos e, ao mesmo tempo, verificar o seu impacto na aprendizagem e compreensão das matérias.

Teresa Coimbra, que está a realizar o seu doutoramento em Educação à Distância e Elearning, na Universidade Aberta Portuguesa, e que elegeu o IPL para realizar a componente prática da investigação, explica que "apesar dos avanços tecnológicos, a forma como se ensina hoje não é muito diferente da forma como se ensinava antes da massificação das TIC, e é por isso importante, se não essencial, encontrar, desenvolver e avaliar estratégias pedagógicas e conteúdos adequados aos novos contextos".

Os conteúdos 3D são elaborados com base em aplicações, sendo possível a programação de acções interactivas com o utilizador, em áreas como a biologia, saúde, engenharia, física, química, entre algumas outras.

"Representa, de facto, uma mais-valia significativa nas áreas que exigem mais interacção prática e experimental, como no caso dos cursos de engenharia e ciências, muitas vezes com conteúdos muito abstratos e difíceis de visualizar", refere Teresa Coimbra, segundo a qual estes devem ser conjugados com conteúdos teóricos e explicativos, ditos mais tradicionais.

Para esta responsável "actualmente, as tecnologias existem, estão disponíveis, a sua massificação é evidente, e os custos inerentes são cada vez menores. Estamos inseridos num ecossistema com condições óptimas para dinamizar o ensino e a aprendizagem, através do desenvolvimento de conteúdos que rentabilizem os recursos que temos ao nosso dispor" entendendo-se, por isso, que "esta nova forma interactiva de ensinar/aprender, permitirá uma maior motivação e uma maior percepção das matérias", sendo expectável que as tecnologias 3D "possam potenciar fortemente o ensino, e dar uma nova perspectiva a muitos conteúdos leccionados, nem sempre devidamente apreendidos".

(Texto escrito com a antiga grafia)

TINTA FRESCA (WWW.TINTAFRESCA.NET)



Tinta Fresca
Jornal de arte, cultura & cidadania

PÓS-GRADUAÇÃO EM GESTÃO

Alcance a Excelência. Candidate-se! Março 2015. Porto Lisb...

Mantenha-se actualizado

[RSS](#)

[TWITTER](#)

[+1](#) [0](#)

- 1ª Página
- Agenda Cultural
- Artes
- Música
- Património
- Sociedade
- Educação
- Saúde
- Ambiente
- Economia

Edição Nº 172 Director: Mário Lopes Domingo, 1 de Março de 2015

Pesquisar OK

Ed. Anteriores

Contactos

Newsletter

Cartas ao Director

Bloque Tinta Fresca

Blogues

Sítios Úteis

Pesquisa Google

OPINIÃO



O Mercado Municipal, a competitividade do concelho e o Hospital de Alcobça

Carlos Bonifácio



"Portugal e o Mar"

Jorge Faria de Sousa



Agro-Ecologia: a resposta para uma sociedade mais solidária?

Alexandra Azevedo



As Sombras de Auschwitz

Joaquim Vitorino



A Reforma Judiciária

Ricardo Braga



Hémias discais lombares e cervicais causam incapacidade

Dr. Paulo Pereira

Concorda com a proposta da ministra da Justiça de despenalizar a venda de drogas leves?

Sim

Não

Não sei/talvez

Votar

Globally Recognised MBA

Central London Location. Flexible study modes. Career support.

Aplicação pioneira no País em contexto educacional

Alunos da ESTG testam aulas de matemática com conteúdos 3D em realidade aumentada

Os estudantes dos cursos de engenharia da Escola Superior de Tecnologia e Gestão (ESTG) do Instituto Politécnico de Leiria (IPL) experimentaram pela primeira vez aulas de matemática com conteúdos tridimensionais em realidade aumentada, num projeto inédito a nível nacional. No âmbito de uma tese de doutoramento na Universidade Aberta sobre "As tecnologias tridimensionais como contributo para a aprendizagem da matemática no ensino superior", de Teresa Coimbra, a unidade curricular de Análise Matemática contou com conteúdos 3D em realidade aumentada, para complementar o ensino, e testar e avaliar o potencial da aplicação da realidade aumentada em contextos educacionais.

O projeto de implementação da realidade aumentada em contexto de sala de aula, na unidade curricular de Análise Matemática, é inovador e pioneiro em Portugal. Os conteúdos 3D em realidade aumentada já foram aplicados e testados em sete turnos da unidade curricular, alcançando mais de uma centena de estudantes, e pretende avaliar a pertinência da utilização destes conteúdos e verificar o seu impacto na aprendizagem e compreensão das matérias.

Teresa Coimbra, que está a realizar o seu doutoramento em Educação à Distância e E-learning, na Universidade Aberta Portuguesa, e que elegeu o IPL para realizar a componente prática da investigação, explica que «apesar dos avanços tecnológicos, a forma como se ensina hoje não é muito diferente da forma como se ensinava antes da massificação das TIC, e é por isso importante, se não essencial, encontrar, desenvolver e avaliar estratégias pedagógicas e conteúdos adequados aos novos contextos».

A realidade aumentada representa a integração de imagens virtuais no mundo real, através da utilização das TIC (como dispositivos móveis e smartphones), e permite a simulação e a visualização de situações e contextos nem sempre fáceis de implementar de outra forma. De entre os diversos tipos de conteúdos que podem ser disponibilizados através da realidade aumentada, como som e imagem, existem os 3D. Os conteúdos 3D são elaborados com base em aplicações (apps), sendo possível a programação de ações interativas com o utilizador, em áreas como a biologia, saúde, engenharia, física, química, entre outras.

«Representa, de facto, uma mais-valia significativa nas áreas que exigem mais interação prática e experimental, como no caso dos cursos de engenharia e ciências, muitas vezes com conteúdos muito abstratos e difíceis de "visualizar", explica Teresa Coimbra. Estes conteúdos devem ser conjugados com conteúdos técnicos e explicativos, ditos mais tradicionais. «Esta flexibilidade que as ferramentas de realidade aumentada oferecem permite uma maior experimentação e exploração do real, com a introdução de explicações virtuais em tempo real».

«A possibilidade de utilizar as TIC e gerir conteúdos a distância, combinada com a possibilidade de utilização de livros, sebanitas ou cadernos de exercícios, a qual poderemos acrescentar elementos 3D, virá a acrescentar experiências de percepção tridimensional, muitas vezes limitadas pelo espaço bidimensional do papel ou do PDF», explica ainda Teresa Coimbra. Da experiência preliminar, tanto docentes como estudantes consideraram os conteúdos 3D em realidade aumentada como fator de motivação, uma mais-valia que facilita a aprendizagem e que forma mais perceptível as matérias.

«As tecnologias tridimensionais vêm potenciar o ensino.»

«Existe um forte potencial para que os conteúdos em realidade aumentada contribuam de forma positiva para a aprendizagem em sala de aula, e fora dela», declara a autora da tese de doutoramento. «Há que sublinhar o enorme impulso que as aplicações de realidade aumentada têm vindo a ter com a massificação das TIC e dos dispositivos móveis e smartphones, em especial desde 2009, altura em que se verificou um crescimento na sua utilização. As tecnologias 3D baseadas numa perceção intangível, como a realidade aumentada, encontram-se atualmente num estado de maturidade, que permite, de forma relativamente acessível e eficiente, a sua aplicação e capitalização no domínio do ensino». «A sua articulação com as TIC - e falamos de ferramentas que utilizamos no dia-a-dia - flexibiliza a sua utilização e o seu acesso, de forma presencial ou remota», refere ainda Teresa Coimbra.

«Atualmente, as tecnologias existem, estão disponíveis, a sua massificação é evidente, e os custos inerentes são cada vez menores. Estamos inseridos num ecossistema com condições ótimas para dinamizar o ensino e a aprendizagem, através do desenvolvimento de conteúdos que rentabilizem os recursos que temos ao nosso dispor. E por isso entendemos que esta nova forma interativa de ensinar/aprender permitirá uma maior motivação e uma maior perceção das matérias, pelo que é expectável que as tecnologias 3D possam potenciar fortemente o ensino, e dar uma nova perspetiva a muitos conteúdos lecionados, nem sempre devidamente apreendidos», remata a responsável pela tese.

Experiência piloto com feedback positivo

responsável pela lese.

Experiência piloto com feedback positivo

No âmbito deste projeto de introdução de conteúdos tridimensionais em realidade aumentada no programa curricular de Análise Matemática na ESTG/IPLeiria, decorreram já duas fases, a de pré-teste e a de implementação. Teresa Coimbra já dispõe dos dados conclusivos da fase de pré-teste, que decorreu a 18 de dezembro, e na qual participaram diretamente três docentes e 13 estudantes da ESTG. Na fase de implementação, que decorreu entre dezembro de 2014 e janeiro deste ano, participaram cinco docentes e cerca de 100 estudantes. Relativamente a esta fase, a análise dos dados ainda está em curso.

«Tratou-se de uma experiência preliminar, que contou com o importante envolvimento do departamento de Matemática da ESTG, nomeadamente das docentes Alexandra Balista e Alexandra Seco, a que se segue agora uma análise rigorosa do resultado – com um estado cuidado dos efeitos positivos e negativos, minimizando estes últimos –, para que se possa fazer uma nova implementação, posteriormente, confirmando resultados e sistematizando de modo consistente boas práticas a ter em conta no desenvolvimento deste tipo de conteúdos». «Com o know-how adquirido, e podendo contar com a sensibilização de professores, editoras, e outras instituições, será relativamente simples desenvolver conteúdos 3D em realidade aumentada e disponibilizá-los na Nuvem, no Google Play, na Application Store, ou diretamente através de canais próprios disponibilizados em tempo real».

Teresa Coimbra avança que «o feedback dos docentes envolvidos tem sido positivo». «Os docentes encararam os conteúdos como uma excelente ferramenta como complemento ao ensino mais formal e teórico. Quando introduzidos em contextos onde existem mais dificuldades na interpretação gráfica tridimensional por parte dos estudantes, são uma mais-valia e facilitam a aprendizagem. Além disso, trata-se de uma abordagem que promoveu a motivação e, sendo integrada de forma equilibrada e planeada, não será fator de distração».

Quanto aos estudantes, «acompanharam ativamente todas as explicações verbais complementadas com os conteúdos 3D em realidade aumentada. Revelaram muita autonomia na manipulação dos conteúdos, criaram formas adaptadas ao seu gosto pessoal para interagir com os dispositivos, testaram formas de visualização, trocaram ideias, gravaram vídeos do que estavam a visualizar para terem outra perspetiva dos conteúdos, e, no final das aulas, estavam todos aptos a usar esta tecnologia sem qualquer dificuldade».

«Apesar de a grande maioria dos estudantes não ter tido qualquer contacto prévio com os conteúdos, nem conhecer a realidade aumentada, a não ser em contexto de jogo, por exemplo, todos afirmaram que aceitariam com agrado a integração de conteúdos 3D na unidade curricular, sobretudo porque "facilita a aprendizagem", e por considerarem "mais perceptível" do que outras estratégias pedagógicas e abordagens tecnológicas. Demonstraram muita curiosidade e interesse, e as questões que mais colocaram foram de cunho técnico, querendo, por exemplo, saber mais acerca da tecnologia usada, a forma como foram construídos os conteúdos, e sobre as potencialidades do software».

O projeto surgiu da orientação de Teresa Cardoso, docente e investigadora da Universidade Aberta, e de Anur Mateus, investigador do Centro para o Desenvolvimento Rápido e Sustentado do Produto (CDRsp) do IPELRIA, da tese de doutoramento de Teresa Coimbra, em Educação a Distância e E-learning, na Universidade Aberta Portuguesa. Docente e diretora pedagógica do Centro de Estudos Mais Infinito, Teresa Coimbra explica que a parceria surgiu pela identificação da oportunidade de interligação que deteou entre o objeto da sua tese de doutoramento, no domínio da utilização das TIC para potenciar a aprendizagem, com a investigação do Lead, Laboratório de Educação a Distância e E-learning da Universidade Aberta e o trabalho que o CDRsp tem vindo a desenvolver ao nível da realidade aumentada.

Fonte: Midlandcom

01-03-2015

« Voltar

Comentários

Nome:


Email:

Comentário:

* Obrigatório

Ao comentar aceita automaticamente a política de utilização deste portal.

2006 - 2015 © Tinta Fresca - Todos os Direitos Reservados.

Este Digital | Avisos Legais | Política de Privacidade | Contactos | RSS Feeds 

Projecto Co-Financiado por

Promotor

Desenvolvimento

CISION⁺**Diário de Leiria**

ID: 58162692

02-03-2015

Tiragem: 2754

País: Portugal

Períod.: Diária

Âmbito: Regional

Pág: 4

Cores: Cor

Área: 16,63 x 23,23 cm²

Corte: 1 de 1



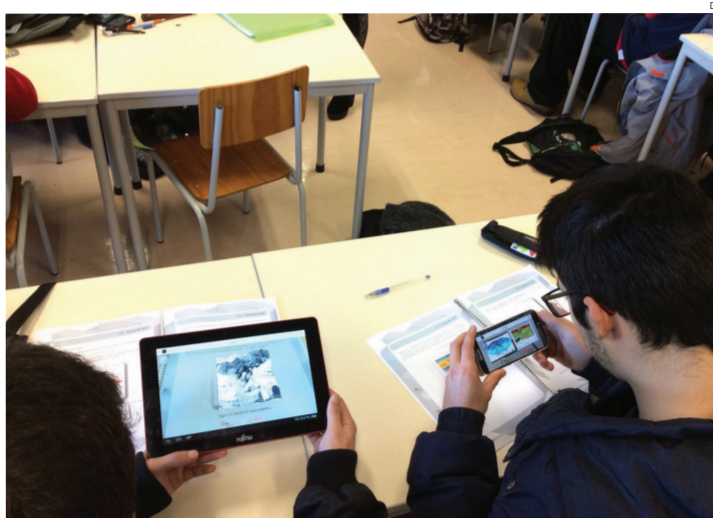
Estudantes da ESTG têm aulas com conteúdos 3D

Educação Escola do Instituto Politécnico de Leiria levou para salas de aula “aplicação pioneira no País em contexto educacional”, ao disponibilizar conteúdos tridimensionais

Os estudantes dos cursos de engenharia da Escola Superior de Tecnologia e Gestão (ESTG) de Leiria experimentaram pela primeira vez aulas de matemática com conteúdos tridimensionais em realidade aumentada, num projecto inédito a nível nacional. As aulas com aqueles conteúdos na disciplina de Análise Matemática visaram “complementar o ensino, e testar e avaliar o potencial da aplicação da realidade aumentada em contextos educacionais”.

O projecto surgiu no âmbito de uma tese de doutoramento de Teresa Coimbra na Universidade Aberta, sobre ‘As tecnologias tridimensionais como contributo para a aprendizagem da matemática no ensino superior’. “Representa, de facto, uma mais-valia significativa nas áreas que exigem mais interação prática e experimental, como no caso dos cursos de engenharia e ciências, muitas vezes com conteúdos muito abstractos e difíceis de ‘visualizar”, explica Teresa Coimbra, citada numa nota de imprensa do Instituto Politécnico de Leiria (IPL). Esses conteúdos devem ser conjugados com conteúdos teóricos e explicativos, ditos mais tradicionais.

“Esta flexibilidade que as ferramentas de realidade aumentada oferecem permite uma maior experimentação e exploração do real, com a introdução de explicações virtuais em tempo real”, adiantou Teresa Coimbra.



Aulas com conteúdos tridimensionais em Análise Matemática visaram “complementar o ensino”

Projecto “inovador e pioneiro

Teresa Coimbra, que está a realizar o seu doutoramento em Educação a Distância e E-learning, e que elegeu o IPL para realizar a componente prática da investigação, explica que “apesar dos avanços tecnológicos, a forma como se ensina hoje não é muito diferente da forma como se ensinava antes da massificação das TIC, e é por isso importante, se não essencial, encontrar, desenvolver e avaliar estratégias pedagógicas e conteúdos adequados aos novos contextos”.

O projecto “é inovador e pioneiro em Portugal” e “os conteúdos 3D em realidade aumentada já foram aplicados e

testados em sete turnos da unidade curricular Análise Matemática, “alcançando mais de uma centena de estudantes, e pretende avaliar a pertinência da utilização destes conteúdos e verificar o seu impacto na aprendizagem e compreensão das matérias”, faz saber o IPL no mesmo comunicado.

A realidade aumentada representa a integração de imagens virtuais no mundo real, através da utilização das TIC (como dispositivos móveis e smartphones) e “os conteúdos 3D são elaborados com base em aplicações (apps), sendo possível a programação de acções interactivas com o utilizador, em áreas como a biologia, saúde, engenharia, física,

química, entre outras”.

“A possibilidade de utilizar as TIC e gerir conteúdos a distância, combinada com a possibilidade de utilização de livros, sebatas ou cadernos de exercícios, à qual poderemos acrescentar elementos 3D, virá acrescentar experiências de percepção tridimensional, muitas vezes limitadas pelo espaço bidimensional do papel ou do PDF”, explica Teresa Coimbra.

A autora da tese sublinha ainda que “as tecnologias tridimensionais vêm potenciar o ensino” e que “existe um forte potencial para que os conteúdos em realidade aumentada contribuam de forma positiva para a aprendizagem em sala de aula, e fora dela”. ◀

SAPO TEK ([HTTP://TEK.SAPO.PT](http://tek.sapo.pt))

ATENÇÃO Este site utiliza cookies. Ao navegar no site estará a consentir a sua utilização. [Saiba mais sobre o uso de cookies.](#)

SAPOTEK

NOTÍCIAS ANÁLISES OPINIÃO MULTIMÉDIA EXTRAS TEK MOBILE TEK EXPERT

Apps iOS Android Windows Equipamentos

Publicado há 44 minutos

Estudar matemática com a ajuda da realidade aumentada é algo que já se faz em Portugal

A técnica está a ser testada como parte prática de uma tese de doutoramento e estão a ser feitos esforços para que o conceito possa ser alargado a nível internacional e a outras disciplinas de ensino.

Basta olhar para a média dos exames nacionais do ensino secundário dos últimos anos para perceber que os alunos portugueses não se dão bem com a matemática: em 2014, por exemplo, a nota média rondou os 7,8 valores em 20 possíveis.

Quem já estudou matemática sabe certamente que o interesse pela matéria é fulcral para atingir um bom desempenho na disciplina. E se o problema não estiver na dedicação e na capacidade de raciocínio dos alunos, mas na forma como a disciplina é lecionada?

Teresa Coimbra sempre esteve ligada à área da matemática e quando decidiu avançar para o doutoramento, soube que precisaria de abordar o tema de forma diferenciadora. As novas tecnologias sempre foram um apelativo e chegou a trabalhar com a impressão 3D no centro de estudos do qual faz parte.

Mas paralelamente aos objetos tridimensionais, começou a aperceber-se da potencialidade de novas tecnologias, caso da realidade aumentada. Se funciona em áreas como a engenharia e a medicina, talvez pudesse funcionar ao nível dos números no seu sentido mais puro.

É exatamente isso que a doutoranda da Universidade Aberta Portuguesa está a tentar descobrir com o seu projeto. Em conjunto com outros investigadores, Teresa Coimbra adaptou um manual de matemática para que o mesmo integresse determinadas representações em 3D - virtuais, claro.

Através da leitura de códigos QR, feita com recurso a smartphones ou tablets, os alunos vão poder ter uma visão alternativa da explicação ou do exercício, podendo também interagir com o mesmo.



A realidade aumentada e a matemática
Alunos interagem com objetos 3D virtuais

"Sabemos da dificuldade que os alunos têm em identificar alguns conceitos", disse a académica em conversa com o Tek. Mas, alertou também, esta metodologia "não pode ser dissociada do formalismo da matemática".

"A realidade aumentada deve ser usada sempre como um complemento", esclareceu.

A experiência já foi feita com cem alunos da Escola Superior de Tecnologia e Gestão (ESTG) do Instituto Politécnico de Leiria e os dados estão ainda em fase de análise. No entanto há uma questão que surge de forma natural: então usar os smartphones nas aulas não será um motivo de distração?

Teresa Coimbra admite que este é de facto um dos aspetos negativos, mas lembra também

Cetelem Simule o seu Crédito Pessoal.

Montante: 5.000 €

Prazo: 74 meses

TAN: 11,88%
TAEG: 13,2%
MTC: 7.172,58€

Mensalidade: **104,38 €**

Regime de Crédito Facultativo (não aplicável ao AFIC ou TAFIC)

Montante Total Imputado ao Consumidor (incluindo custos à gestão, informação no Contrato)

Simular

Extras

Oh na
App do Dia
Oh n0 é a versão moderna do Caça-Minas

Site do Dia
Qual é o melhor tarifário de comunicações do mercado para o meu perfil?

Sugestão
Sugestão Tek: Sete câmaras de ação que desafiam as GoPro

Montra
Montra Tek: As transformações do Photoshop em 25 anos de edição de imagem

MUSEU SÃO ROQUE
São Roque do Piaçadouro de Lisboa

BILHETE DUPLA -5€ > 2,50€

Vídeos

HTC Vive, os óculos de realidade aumentada

Microsoft Lumia 640

[Ver mais vídeos](#)

Votações

No Facebook o que é o chateia mais?

- Eventos fictícios
- Identificação automática de pessoas em fotografias
- Notificações de aplicações e jogos
- Permissão dada a aplicações externas
- Problemas relacionados com a privacidade
- Publicações excessivas de marcas/empresas
- Publicidade no mural
- Reprodução automática de vídeos
- Sugestões automáticas de amigos e "Gosto"

Votar

Glossário

Microprocessador

Hard. Um CPU, ou unidade de processamento central, concentrado num único chip. Ver CPU ...

[Glossário](#)

Tags

ios 2058 resultados

mas será um motivo de distração:

Teresa Coimbra admite que este é de facto um dos aspetos negativos, mas lembra também que ao nível da implementação, "estamos a falar de Ensino Superior". "Muitos dos alunos já levam os gadgets para as aulas, trata-se só de aproveitar esta dinâmica", confessou a investigadora. Mas para os que aproveitam esta metodologia de trabalho inovadora como uma forma de se distrair, esse será apenas um problema próprio já que o prejudicado será sempre a pessoa no singular e não a turma no geral.

Do lado positivo é de destacar para já a "excelente receptividade, o factor motivacional e a interação em grupo", revelou a investigadora.

Mas enquanto a tese de doutoramento vai avançando, também o projeto está a ganhar outras "asas" para voar. A responsável pela investigação disse que atualmente já estão em contacto com académicos de outras universidades europeias que estão interessados em aplicar a mesma metodologia, mas a disciplinas diferentes.

Quando confrontada sobre a possibilidade de a realidade aumentada integrar os livros de ensino oficiais em Portugal no espaço de cinco anos, Teresa Coimbra mostrou-se otimista ao defender que esta realidade vai ser "muito mais célere". "A nível de educação, o nosso país nisto estava a zero, mas cinco anos é muito tempo".

Rui da Rocha Ferreira

Escrito ao abrigo do novo Acordo Ortográfico

 Tweetar 5

Tags

matemática ensino estudar alunos investigação tese realidade_aumentada
interação 3d tecnologia

Artigos relacionados

Alunos de matemática ganham manual digital e gratuito 2012-05-22

O jogo da matemática 2011-12-10

12 mil alunos testam conhecimentos online 2011-03-02

Clube da Matemática 2011-02-13

Universidade de Aveiro desenvolve programa de matemática para alunos do 7º ao 9º ano 2002-09-21

A carregar...

Problemas de Articulações

Experimente Artronat Rapid agora com fórmula melhorada!
clinicaobiologica.com

Usados de confiança

Carros usados de confiança Encontre o que procura!
www.portalcar.pt

Ainda não há comentários.

 Comentar



utilizador desconhecido

Escolha o seu Login:



Confirmando que este comentário respeita os [termos e condições](#)

publicar comentário cancelar

ios 2058 resultados
google 1646 resultados
android 1423 resultados
windows 982 resultados
mwc15 2 resultados

INCLUSO (<http://inclusaoaquilino.blogspot.pt>)

Este site utiliza cookies para ajudar a prestar serviços. Ao utilizar este site, concorda com a utilização de cookies.

[Obter mais informações](#)

[Entendi](#)

INCLUSO

Espaço de debate, informação, divulgação de atividades, partilha de documentos e troca de experiências relacionados com o processo de inclusão dos alunos com necessidades educativas especiais

terça-feira, 3 de março de 2015

Estudar matemática com a ajuda da realidade aumentada é algo que já se faz em Portugal

A técnica está a ser testada como parte prática de uma tese de doutoramento e estão a ser feitos esforços para que o conceito possa ser alargado a nível internacional e a outras disciplinas de ensino.

Basta olhar para a média dos exames nacionais do ensino secundário dos últimos anos para perceber que os alunos portugueses não se dão bem com a matemática: em 2014, por exemplo, a nota média rondou os 7,3 valores em 20 possíveis.

Quem já estudou matemática sabe certamente que o interesse pela matéria é fulcral para atingir um bom desempenho na disciplina. E se o problema não estiver na dedicação e na capacidade de raciocínio dos alunos, mas na forma como a disciplina é lecionada?

Teresa Coimbra sempre esteve ligada à área da matemática e quando decidiu avançar para o doutoramento, soube que precisaria de abordar o tema de forma diferenciadora. As novas tecnologias sempre foram um apelativo e chegou a trabalhar com a impressão 3D no centro de estudos do qual faz parte.

Mas paralelamente aos objetos tridimensionais, começou a aperceber-se da potencialidade de novas tecnologias, caso da realidade aumentada. Se funciona em áreas como a engenharia e a medicina, talvez pudesse funcionar ao nível dos números no seu sentido mais puro.

É exatamente isso que a doutoranda da Universidade Aberta Portuguesa está a tentar descobrir com o seu projeto. Em conjunto com outros investigadores, Teresa Coimbra adaptou um manual de matemática para que o mesmo integrasse determinadas representações em 3D - virtuais, claro.

Através da leitura de códigos QR, feita com recurso a smartphones ou tablets, os alunos vão poder ter uma visão alternativa da explicação ou do exercício, podendo também interagir com o mesmo.

"Sabemos da dificuldade que os alunos têm em identificar alguns conceitos", disse a académica em conversa com o TeK. Mas, alertou também, esta metodologia "não pode ser dissociada do formalismo da matemática".

"A realidade aumentada deve ser usada sempre como um complemento", esclareceu.

A experiência já foi feita com cem alunos da Escola Superior de Tecnologia e Gestão (ESTG) do Instituto Politécnico de Leiria e os dados estão ainda em fase de análise. No entanto há uma questão que surge de forma natural: então usar os smartphones nas aulas não será um motivo de distração?

Teresa Coimbra admite que este é de facto um dos aspetos negativos, mas lembra também que ao nível da implementação, "estamos a falar de Ensino Superior". "Muitos dos alunos já levam os gadgets para as aulas, trata-se só de aproveitar esta dinâmica", confessou a investigadora. Mas para os que aproveitam esta metodologia de trabalho inovadora como uma forma de se distrair, esse será apenas um problema próprio já que o prejudicado será sempre a pessoa no singular e não a turma no geral.

Do lado positivo é de destacar para já a "excelente receptividade, o factor motivacional e a interação em grupo", revelou a investigadora.

Mas enquanto a tese de doutoramento vai avançando, também o projeto está a ganhar outras "asas" para voar. A responsável pela investigação disse que atualmente já estão em contacto com académicos de outras universidades europeias que estão interessados em aplicar a mesma metodologia, mas a disciplinas diferentes.

Quando confrontada sobre a possibilidade de a realidade aumentada integrar os livros de ensino oficiais em Portugal no espaço de cinco anos, Teresa Coimbra mostrou-se otimista ao defender que esta realidade vai ser "muito mais célere". "A nível de educação, o nosso país neste estava a zero, mas cinco anos é muito tempo".

Fonte: TeK por indicação de Livresco

Publicada por [João Adelino Santos](#) às(s) terça-feira, março 03, 2015

Etiquetas: [Sucesso escolar](#)

Sem comentários:

[Enviar um comentário](#)

Hiperligações para esta mensagem

[Criar uma hiperligação](#)

[Mensagem mais recente](#)

[Página Inicial](#)

[Mensagem antiga](#)

Subscrever: [Enviar comentários \(Atom\)](#)

Eu!

Perfil de João Adelino Santos

[facebook](#)



Nome:
João Adelino Santos
E-mail:
santos.jam@gmail.com
Estado:
Nenhum

Cria o Teu Crachá

Acerca de mim

[João Adelino Santos](#)

[Ver o meu perfil completo](#)

No mundo, estamos...

Pesquisar neste blogue

Estamos nesta página...



Seguidores

Espaço de debate...

1 Mar 15, 23:16
Rita: Acho estranho tantos lugares para 910... será que no ano seguinte mandam todos para a mobilidade especial, ou algo do género?

27 Feb 15, 23:07
João: Helena, concordar! As recomendações do CNE e da Assembleia da República vão no sentido de se alterar o enquadramento atual desses alunos! Esperemos que seja para breve...

27 Feb 15, 23:04
Rita: Os CE's do meu agrupamento ainda não chegaram ao