

Realidade Aumentada na sala de aula: desafios, limitações e caso de estudo.

Joana Catarina Afonso Branco

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia Informática
(2^o ciclo de estudos)

Orientador: Prof. Doutor Nuno Gonçalo Coelho Costa Pombo

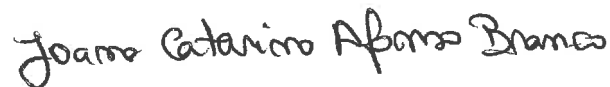
Outubro de 2022

Declaração de Integridade

Eu, Joana Catarina Afonso Branco, que abaixo assino, estudante com o número de inscrição M11020, do Curso de Mestrado em Engenharia Informática da Faculdade de Engenharia, declaro ter desenvolvido o presente trabalho e elaborado o presente texto em total consonância com o **Código de Integridades da Universidade da Beira Interior**.

Mais concretamente afirmo não ter incorrido em qualquer das variedades de Fraude Académica, e que aqui declaro conhecer, que em particular atendi à exigida referência de frases, extratos, imagens e outras formas de trabalho intelectual, e assumindo assim na íntegra as responsabilidades da autoria.

Universidade da Beira Interior, Covilhã 10 /10 /2022



(assinatura conforme Cartão de Cidadão ou preferencialmente
assinatura digital no documento original se naquele mesmo formato)

Agradecimentos

Ao longo da minha jornada académica fui ultrapassado obstáculos, que permitiram com que chegasse a realização deste projeto. Apesar de eles serem o resultado do meu trabalho árduo, persistente e contínuo, não posso aceitar todos os louros. Isto porque, durante esta minha jornada recebi um apoio, estímulo e força de um conjunto de pessoas. E como tal, não tenhono deixar passar esta oportunidade de expressar toda a minha gratidão sincera, para com elas.

Inicialmente, agradeço a Deus pela força e saúde que me tem dado, principalmente durante o período pandémico que o mundo ainda atravessa.

Aos meus pais e ao meu irmão pelo amor e encorajamento que me transmitiram durante o meu trajeto académico e no desenvolvimento do projeto.

Ao meu orientador Professor Doutor Nuno Gonçalo Coelho Costa Pombo, pelos conselhos e orientação que me deu durante o desenvolvimento do projeto.

Quero agradecer também à Professora Doutora Maria Paula Prata de Sousa pelo apoio e disponibilidade que forneceu durante a realização do projeto.

Não posso deixar de agradecer também a todos os restantes docentes do Departamento de Informática da Universidade da Beira Interior que fizeram parte desta minha jornada, que me transmitiram todo o conhecimento necessário para o desenvolvimento deste projeto e para o meu crescimento profissional.

Resumo

A tecnologia de realidade aumentada tem vindo a ser cada vez mais uma ferramenta vantajosa em muitas áreas. No ensino permite novas formas de interação e de aprendizagem, através da sobreposição de 25% de conteúdo digital em 75% da realidade.

O objetivo da dissertação é avaliar o impacto que a realidade aumentada tem no processo de aprendizagem e medir a sua eficácia no mesmo, bem como responder as seguintes questões: Será que a utilização da tecnologia de realidade aumentada é capaz de promover novos contextos que permitam a aquisição de melhores resultados de aprendizagens nos alunos?; O uso de realidade aumentada mostra-se mais eficaz do que a aprendizagem tradicional?; Os ganhos da aprendizagem são maiores ao usar as aplicações de realidade aumentada quando comparados com outros recursos educacionais?. Para tal foi realizado um estudo bibliográfico e uma experiência que utilizou uma aplicação desenvolvida ao longo da dissertação.

O estudo bibliográfico permitiu obter um conhecimento científico sobre o uso da realidade aumentada no ensino e responder as questões presentes nos objetivos. Ele revelou que a inserção da realidade aumentada em ambientes educativos é bastante auspiciosa, uma vez que os múltiplos benefícios que ela apresenta para o ensino contribuem para o aumento do ganho da aprendizagem dos alunos. A aquisição do conhecimento por meio da visualização de objetos de três dimensões permite uma melhor envolvimento do aluno na aprendizagem, provocando desta forma uma melhor retenção e compreensão de conceitos complexos e abstratos, bem como numa redução da carga de trabalho dos professores e no auxílio da lecionação de conceitos. Porém, a tecnologia de realidade aumentada apresenta algumas limitações e desafios em ambientes educacionais, como a falta de conhecimento da área de informática por parte dos professores, custos elevados de alguns equipamentos que dão suporte a realidade aumentada e adversidades com a rede da *internet*.

A experiência realizada avaliou a aplicação desenvolvida e recolheu um parecer sobre a realidade aumentada no ensino. Os seus resultados mostraram que para a maioria dos participantes o uso da realidade aumentada no ensino tem um enorme potencial para a aprendizagem de conteúdos educativos. Eles reconhecem que quando a tecnologia é aplicada em contexto educativo torna-se numa nova forma de potenciar a aprendizagem dos alunos, permite o enriquecimento da lecionação do professor, proporciona práticas de ensino mais realista, aumenta o interesse do aluno e é mais eficaz que o ensino tradicional. Por outro lado, para a maioria dos participantes a aplicação desenvolvida é bastante frutífera para a aprendizagem de competências de programação de linguagem Python, uma vez que o conteúdo que ela transmite é claro e esclarecedor, é apelativa, dispõe de um design atrativo e é de fácil utilização.

Em suma, apesar da tecnologia de realidade aumentada apresentar alguns desafios e limitações em contexto de sala aula ela mostra que é bastante eficiente para o processo de ensino, uma vez que proporciona uma melhor experiência para os professores e alunos. Ela permite a transformação de conceitos complexos em algo que é próximo a realidade do aluno, contribuindo desta forma para numa maior motivação e interesse do aluno pelo conteúdo

educacional.

Palavras-chave

Realidade aumentada, Ensino, Educação

Abstract

Augmented reality technology is becoming an advantageous tool in many areas. In education it allows for new forms of interaction and learning, by overprinting 25% of digital content in 75% of reality.

The aim of the dissertation is to evaluate the impact of augmented reality technologies in the learning process and measure its effectiveness and to answer the following questions: Is the use of augmented reality technology able to promote new contexts that enable the acquisition of better learning outcomes in students?; The use of augmented reality proves to be more effective than traditional learning?; Are the learning gains greater when using augmented reality applications when compared to other educational resources? For this, a bibliographic study and an experiment were carried out that used an application developed throughout the dissertation.

The bibliographic study allowed obtaining a scientific knowledge about the use of augmented reality in teaching and answering the questions present in the objectives. He revealed that the insertion of augmented reality in educational settings is quite auspicious, since the multiple benefits it presents for teaching contribute to increasing student learning gain. The acquisition of knowledge through the visualization of three-dimensional objects allows a better involvement of the student in learning thus causing a better retention and understanding of complex and abstract concepts, as well as in a reduction of the teachers' workload and in helping them to teach concepts. However, augmented reality technology presents some limitations and challenges in educational environments, such as the lack of knowledge of the computer science area on the part of teachers, the high cost of some equipment that supports augmented reality and adversities with the *internet* network.

The experiment evaluated the application developed and collected an opinion on augmented reality in teaching. Their results showed that for the majority of participants the use of augmented reality in teaching has enormous potential for learning educational content. They recognize that when technology is applied in an educational context it becomes a new way to enhance student learning, enriches the teacher's teaching, provides more realistic teaching practices, increases student interest, and is more effective than traditional teaching. On the other hand, for most participants the application developed is quite fruitful for learning Python language programming skills, since the content it conveys is clear and enlightening, is appealing, has an attractive design, and is user-friendly.

In short, although augmented reality technology presents some challenges and limitations in the classroom context, it is proving to be very efficient for the teaching process as it provides a better experience for teachers and students. It allows the transformation of complex concepts into something that is close to the reality of the student, contributing in this way to a greater motivation and interest of the student for educational content.

Keywords

Augmented Reality, Teaching, Education

Índice

1	Introdução	1
1.1	Enquadramento e Objetivos	1
1.2	Motivação	2
1.3	Organização do Documento	2
2	Estado da Arte	5
2.1	Introdução	5
2.2	Metodologia	5
2.2.1	Fontes de informação e estratégias de pesquisa	5
2.2.2	Critérios de elegibilidade	5
2.2.3	Seleção dos estudos	6
2.2.4	Extração dos dados	7
2.3	Revisão Bibliográfica	7
2.3.1	Seleção de estudos	7
2.3.2	Características dos estudos	8
2.3.2.1	Pré-Escolar	8
2.3.2.2	1º Ciclo do Ensino Básico	9
2.3.2.3	2º Ciclo do Ensino Básico	10
2.3.2.4	3º Ciclo do Ensino Básico	13
2.3.2.5	Ensino Secundário	13
2.3.2.6	Ensino Universitário	14
2.3.2.7	Educação Especial	19
2.3.3	Síntese dos estudos	20
2.3.4	Análise dos estudos bibliográficos	22
2.4	Conclusão	24
3	Plano do projeto	25
3.1	Introdução	25
3.2	Plano de Trabalho	25
3.3	Cronograma	25
3.4	Arquitetura da aplicação móvel	26
3.5	Conclusão	27
4	Trabalho Desenvolvido	29
4.1	Introdução	29
4.2	Tecnologias e ferramentas utilizadas	29
4.2.1	Unity	29
4.2.2	Vuforia	29
4.2.3	Android Studio	30
4.3	Engenharia de Requisitos	30

4.3.1	Requisitos Funcionais	30
4.3.2	Requisitos Não Funcionais	32
4.4	Aplicação móvel de realidade aumentada	33
4.4.1	Conceção da Realidade Aumentada	36
4.4.2	Testagem da aplicação	37
4.5	Experiência	37
4.5.1	Questionário	38
4.5.2	Resultados da experiência	38
4.5.3	Análise dos resultados	40
4.6	Conclusão	41
5	Realidade Aumentada	43
5.1	Introdução	43
5.2	História	43
5.3	Conceito	45
5.4	Funcionamento	46
5.5	Ferramentas que sustentam a realidade aumentada	48
5.6	Conclusão	49
6	Conclusão	51
	Bibliografia	53
A	Anexos	61
A.1	Lista de verificação da estratégia PRISMA	61
A.2	Instalação do Unity Hub e Unity no Windows 10	62
A.3	Criação dos marcadores na Vuforia	63
A.4	Criação de uma aplicação Android na Unity	64
A.5	Questionário	65

Lista de Figuras

2.1	Diagrama de fluxo com os respectivos resultados. Imagem adaptada de [1].	7
2.2	Valores de desempenho nos diferentes níveis de ensino.	22
2.3	Benefícios da realidade aumentada no ensino.	23
2.4	Número de estudos por áreas.	23
3.1	Cronograma Temporal.	26
3.2	Arquitetura da implementação da aplicação móvel	27
4.1	Diagrama de Atividades.	31
4.2	Diagrama de caso de uso.	31
4.3	Interface Principal.	33
4.4	Interface que permite ter acesso ao marcadores.	33
4.5	Marcadores.	34
4.6	Realidade Aumentada de cada marcador.	34
4.7	Esboço do procedimento que vai ser exibido pelo marcador “Remover Elemento”.	35
4.8	Esboço do procedimento que vai exibido pelo marcador “Adicionar elemento no fim da lista”.	35
4.9	Esboço da cena de RA a ser exibido pelo último marcador.	35
4.10	Animação do procedimento do esboço do marcador ”Adicionar elemento no fim da lista”.	36
4.11	Animação do marcador ”Adicionar elemento numa dada posição da lista”.	37
4.12	Perfil da turma da Experiência.	38
4.13	Respostas da pergunta 3 do questionário.	39
4.14	Respostas da pergunta 4 do questionário.	40
5.1	O primeiro HMD.Imagem retirada de [2].	43
5.2	VideoPlace.Imagem retirada de [3].	44
5.3	Primeiro jogo de realidade aumentada: ARQuake. Imagem retirada de [4].	44
5.4	Sistema de realidade aumentada. Imagem retirada de [5].	46
5.5	Funcionamento da RA baseada em marcadores.	46
5.6	Funcionamento da RA sem marcadores.	47
5.7	Realidade Aumentada baseada na localização. Imagem retirada de [6].	47
5.8	Realidade Aumentada baseada em projeção. Imagem retirada de [7].	48
5.9	Realidade Aumentada baseada em sobreposição. Imagem retirada de [8].	48
5.10	Sistema HUD.Imagem retirada de [9].	49
5.11	Óculos de RA. Imagem retirada de [10].	49
A.1	Lista de Verificação do modelo PRISMA. Tabela adaptada de [11].	61
A.2	Interface da Unity Hub.	62

A.3	<i>Interface</i> da Unity.	62
A.4	Exemplo de uma imagem alvo.	63
A.5	Configuração das ferramentas SDK e JDK.	64
A.6	Construção de aplicação Android	65

Lista de Tabelas

2.1	Tabela de resumo dos resultados.	21
4.1	Requisito Funcional - Marcadores	32
4.2	Requisito Funcional - Câmara	32
4.3	Requisito Funcional - Realidade Aumentada	32
4.4	Requisitos não funcionais da aplicação	32

Lista de Acrónimos

API	Interfaces de Programação de Aplicações.
GPS	Sistema de Posicionamento Global.
HDM	Head Mouted Display.
HUD	Head-Up Displays.
IEEE	Instituto de Engenheiros Eletricistas e Eletrônicos.
JDK	Java Development Kit.
LED	Light Emitting Diode.
PICO	População, Intervenção, Comparação e Resultados.
PRISMA	Principais Itens para Relatar Revisões sistemáticas e Meta-análises.
PSP	PlayStation Portátil.
QR	Quick Response.
REP	Programa de educação corretiva.
SDK	Kit de Desenvolvimento de Software.
TC	Tomografia computadorizada.
TIC	Tecnologias da informação e comunicação.
UWP	Plataforma Universal do Windows.

Capítulo 1

Introdução

1.1 Enquadramento e Objetivos

Atualmente, os jovens e crianças estão cada vez mais ligados à tecnologia, devido a sua rápida e enorme progressão. Os dispositivos móveis tornaram-se uns grandes aliados nas suas vidas, principalmente como método de estudo que permite a procura de informação e aquisição de conhecimento. Prova disso, é um estudo realizado pela empresa WIKO, que revela que mais de 50% dos jovens entrevistados utilizam os seus telemóveis como ferramenta de estudo e 40% utilizam para realizarem os seus trabalhos de casa nas plataformas propostas pelos professores[12].

O ensino atual revelou ser menos eficiente na aprendizagem dos alunos, devido aos seus métodos tradicionais exaustivos e poucos atrativos. Várias pesquisas apontam que os mais novos vão para escola desmotivados com os estudos e sem vontade de aprender, preferindo brincar com as suas tecnologias. Posto isto, é necessário adotar novas formas de transmitir o saber e de aumentar a motivação dos alunos na aprendizagem. De acordo com um estudo publicado em maio de 2014, investigadores descobriram que alunos que frequentam aulas com métodos tradicionais estão 1,5 vezes mais sujeitos a obter resultados negativos, quando comparado com alunos que assistem aulas com métodos mais estimulantes e ativos [13]. Luciane Knüppe defende em [14], que compete ao professor facilitar a construção do ensino, de modo a influenciar o aluno a desenvolver interesse e motivação na aprendizagem. Um bom ponto de partida é começar pela adoção de metodologias que sejam capazes de transformar as aulas convencionais em aulas mais tecnológicas e divertidas, promovendo o crescimento e a atenção dos alunos na sala de aula.

Com o avanço da tecnologia, surgem novas formas inovadoras que permitem melhorar a qualidade do ensino e apoiar os professores a difundir os seus conhecimentos aos seus alunos. Uma delas, é a sublime tecnologia de realidade aumentada que permite a apresentação de conceitos mais realísticos, através da introdução de 25% de conteúdo digital em 75% da realidade[15]. Desta forma, os professores conseguem com que os alunos adquiram uma melhor compreensão de conceitos mais abstratos e complexos, e que estes melhorem o seu entusiasmo nas aulas. Assim sendo, o objetivo desta dissertação é avaliar a adoção da tecnologia de realidade aumentada no processo de aprendizagem e medir a sua eficácia, bem como obter respostas as seguintes questões:

- Será que a utilização da tecnologia de realidade aumentada é capaz de promover novos contextos que permitam a aquisição de melhores resultados de aprendizagens nos alunos?
- O uso de realidade aumentada mostra-se mais eficaz do que a aprendizagem tradicional?

- Os ganhos da aprendizagem são maiores ao usar as aplicações de realidade aumentada quando comparados com outros recursos educacionais?

1.2 Motivação

Atualmente, o grande desafio do ensino é arranjar novos métodos para aumentar a motivação, interesse e atenção dos alunos na sala de aula, de modo a contribuir para um melhor aproveitamento da aprendizagem. O avanço da tecnologia permitiu o surgimento de novas ferramentas para o ensino, sendo uma delas a realidade aumentada. Posto isto, avaliar o impacto que essa tecnologia causa na aprendizagem e nos alunos e como pode ser a chave para solucionar o desafio do ensino, torna-se bastante motivador para a elaboração desta dissertação.

1.3 Organização do Documento

De modo a refletir o trabalho que foi feito, este documento encontra-se estruturado da seguinte forma:

- O primeiro capítulo – **Introdução** – apresenta o enquadramento do tema do projeto, os seus objetivos, motivação e a organização do documento.
- O segundo capítulo – **Estado da arte** – descreve toda a estratégia utilizada para a realização da revisão sistemática, os resultados alcançados com a aplicação da estratégia e a discussão dos mesmos.
- O terceiro capítulo – **Plano do Projeto** – apresenta o plano e o cronograma de trabalho e a arquitetura de desenvolvimento da aplicação móvel de realidade aumentada.
- O quarto capítulo – **Trabalho Desenvolvido** – apresenta as tecnologias e ferramentas utilizadas para a construção da aplicação, uma apresentação da mesma da respetiva implementação e testagem, os resultados da experiência e por último a engenharia de requisitos.
- O quinto capítulo – **Realidade Aumentada** – descreve a história, o conceito, o funcionamento, e as tecnologia que suportam a realidade aumentada.
- O sexto capítulo – **Conclusão** – descreve as conclusões do projeto.
- O apêndice A.1 – **Lista de verificação da estratégia PRISMA** – apresenta e descreve os vinte e sete *itens* presentes na lista de verificação da estratégia PRISMA.
- O apêndice A.2 – **Instalação do Unity Hub e Unity no Windows 10** – descreve o procedimento da instalação da ferramenta Unity Hub e Unity no Windows 10.
- O apêndice A.3 – **Criação dos marcadores na Vuforia** - descreve o procedimento para a elaboração de imagens alvo (marcadores).

- O apêndice A.4 – **Criação de uma aplicação Android na Unity** - descreve os passos necessários para converter um projeto desenvolvida na Unity num ficheiro .apk.
- O apêndice A.5 – **Questionário**- apresenta o questionário utilizado na experiência.

Capítulo 2

Estado da Arte

2.1 Introdução

A revisão sistemática é uma pesquisa secundária, que utiliza estudos primários que incluem resultados recolhidos pelos próprios autores, através de entrevistas, observações, pesquisas, experiências, etc. Engloba uma vasta quantidade de estudos primários, a fim de realizar de uma forma sucinta, uma análise proficiente e construtiva dos mesmos sobre um determinado tema. Para tal, é necessário seguir uma estratégia organizada que engloba identificar, selecionar, avaliar e sintetizar toda a informação presentes nesses estudos primários [16].

O presente capítulo apresenta de uma forma detalhada a estratégia utilizada para a realização da revisão sistemática, os respetivos resultados e uma discussão dos mesmos.

2.2 Metodologia

Este subcapítulo descreve toda a estratégia utilizada para elaboração da revisão sistemática. Nele é referido o método utilizado no levantamento bibliográfico, as bases de dados e os critérios de inclusão e exclusão usados, o método empregue na seleção dos estudos e quais as informações extraídas dos mesmos.

2.2.1 Fontes de informação e estratégias de pesquisa

De modo, a realizar um levantamento bibliográfico sobre o tema de realidade aumentada no ensino, procedeu-se a uma pesquisa nas bibliotecas digitais, IEEE e ScienceDirect, com base em literatura publicada entre janeiro de 2016 a outubro de 2021. A fim de alcançar uma pesquisa mais eficiente aplicou-se a seguinte combinação de palavras-chaves ("Augmented Reality") AND (Teaching OR Education), nos motores de busca das bibliotecas.

2.2.2 Critérios de elegibilidade

O resultado de uma procura literária deve incluir o máximo de estudos sobre o tema em questão. Para isso, é necessário elaborar uma combinação de palavras-chaves para usar nos motores de busca das fontes de informação. A combinação de palavras-chaves utilizada nesta revisão sistemática, resultou de uma estratégia de pesquisa designada pelo acrónimo PICO. No qual, a letra P do acrónimo indica qual a população que faz parte do estudo; a letra I indica a intervenção que vai ser utilizada na população; a letra C corresponde a uma comparação ou uma alternativa à intervenção; e por fim a letra O corresponde aos efeitos que intervenção causa na população [17].

Essa estratégia combina as palavras-chaves com os operadores booleanos, aspas e parênteses [18]. O uso dos operadores booleanos permite obter resultados mais precisos e com maior qualidade. Foram utilizados na pesquisa os operadores AND e OR. O operador OR inclui na pesquisa no mínimo um dos termos, enquanto que operador AND inclui todos os termos. As aspas permitem agrupar os termos com mais do que duas palavras, numa só palavra. Os parênteses indicam a ordem de como a informação vai ser processada, ou seja, primeiro é interpretada a informação que está dentro dos parênteses e só depois a informação que está fora. As palavras chaves utilizadas na pesquisa são as seguintes:

- População: Educação;
- Intervenção: Realidade aumentada;
- Outcome: Ensino.

A fim de orientar a pesquisa e a seleção da literatura foram estabelecidos os seguintes **critérios de inclusão:**

- Artigos publicados no idioma de inglês e entre janeiro de 2016 a outubro de 2021;
- A realidade aumentada como ferramenta de ensino;
- Apresentação do procedimento do estudo;
- Resultados do estudo.

E os seguintes **critérios de exclusão:**

- Estudos duplicados e que não se enquadram no tema;
- Artigos de revisão ou de meta-análise.

2.2.3 Seleção dos estudos

A seleção dos estudos realizou-se segundo as diretrizes da estratégia PRISMA, que permite a inclusão e exclusão de artigos através de uma análise do título, resumo e texto na íntegra, de acordo com os critérios de inclusão e exclusão [19].

A estratégia PRISMA contém uma lista de verificação de vinte e sete *itens* e um diagrama de fluxo composto por quatro fases:

- **Identificação** – Indica o total de artigos resultantes da pesquisa realizadas às bases de dados e o total de artigos duplicados.;
- **Seleção** – Apresenta a quantidade de artigos elegidos para análise do título e do resumo e o número de artigos excluídos após essa análise.;
- **Elegibilidade** - Revela a totalidade de artigos selecionados para a análise do texto da íntegra e o número de artigos excluídos após essa análise.;

- **Inclusão** - Indica o total de artigos incluídos na revisão sistemática.

A lista de verificação permite a elaboração de uma revisão sistemática clara, organizada, sequencial e bem estruturada. É composta por vinte e sete *itens*, que estão incluídos nos diversos tópicos da lista: título, resumo, métodos, resultados, discussão e financiamento. Essa lista pode ser observada em A.

2.2.4 Extração dos dados

Para cada artigo, incluído na revisão sistemática, procedeu-se a remoção de dados como o título, propósito e o método de estudo, os resultados obtidos e possíveis oportunidades de investigação.

2.3 Revisão Bibliográfica

Este subcapítulo apresenta os resultados obtidos através da metodologia mencionada anteriormente. Nele será divulgado o total de estudos identificados nas duas bases de dados, o total de estudos excluídos durante o processo de análise do texto na íntegra, resumo e título, e por último o total de estudos incluídos nesta dissertação. Para além disso, é ainda apresentado as características de cada estudo e um síntese dos mesmos em formato de tabela.

2.3.1 Seleção de estudos

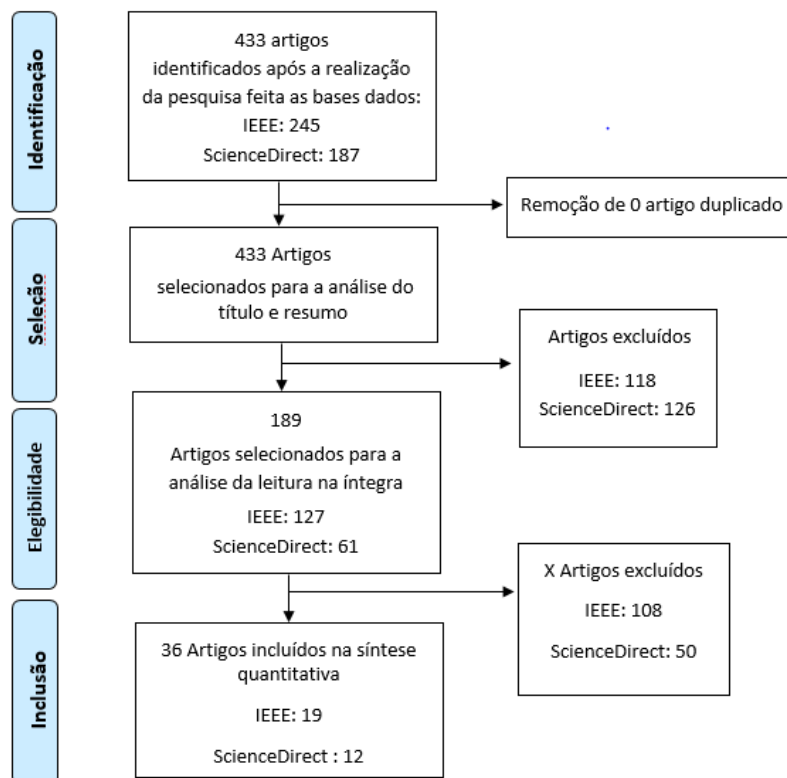


Figura 2.1: Diagrama de fluxo com os respectivos resultados. Imagem adaptada de [1].

A aplicação da estratégia de pesquisa, mencionada no capítulo anterior, originou um total de 433 artigos, 245 na base de dados IEEE e 187 ScienceDirect. Desse total foram excluídos 244 artigos (118 da IEEE e 126 da ScienceDirect) após a análise do título e do resumo, uma vez não se enquadravam no tema e não se encontravam publicados no idioma de inglês. Em seguida, procedeu-se a análise do texto na íntegra dos 189 artigos, no qual foram excluídos 158 artigos (108 da IEEE e 50 da ScienceDirect), pois não demonstravam qual o método usado para obter os resultados do estudo ou simplesmente não apresentavam os resultados. No final, foram incluídos 31 artigos nesta revisão sistemática. A Figura 2.1 apresenta as quatro fases do diagrama de fluxo do PRISMA, com respectivos resultados.

2.3.2 Características dos estudos

2.3.2.1 Pré-Escolar

Em [20], os autores apresentam um caso de estudo com recurso a dispositivos móveis de realidade aumentada, como o objetivo de ampliar as possibilidades do ensino pré-escolar. Para isso, desenvolveram uma aplicação de realidade aumentada baseada em marcadores, designada por “Cubo Kids”, que permite auxiliar a aprendizagem do alfabeto, animais, números e cores em crianças com idades compreendidas entre os dois e os seis anos. O aluno só necessita de instalar a aplicação num dispositivo móvel e ter acesso aos marcadores, que após serem reconhecidos pela câmara do dispositivo será projetado para a tela um objeto de três dimensões de acordo com a imagem de duas dimensões presente no marcador. Participaram neste estudo 20 professores e 150 crianças. A recolha de dados foi feita através de questionários realizados aos professores e segundo o comportamento das crianças durante as três semanas da experiência. Os resultados mostraram que os professores concordaram que a aplicação é de fácil utilização e os alunos conseguiram um melhor desempenho. As crianças durante a experiência demonstraram interesse, curiosidade e uma maior atenção e expectativa quando utilizavam a aplicação.

No estudo realizado em [21], os autores apresentam as opiniões dos professores e crianças sobre brinquedos mágicos educacionais (EMT) e o efeito que eles têm no comportamento e desempenho cognitivo das crianças. Os EMT incluem quebra-cabeças, cartas de jogos para ensinar categorias como animais, frutas, vegetais, veículos, objetos, profissões, cores, números e formas; e flascards que permitem ensinar um conceito de uma categoria e ver a sua visualização em três dimensões. Essa visualização só é possível quando uma câmara reconhece um código QR code presente num brinquedo. Colaboram no estudo 30 professores e 33 alunos do pré-escolar. Após as crianças brincarem livremente com os EMT durante vinte e cinco minutos, foram entrevistadas pelos autores bem como os professores. As respostas a essas entrevistas revelaram que todos os professores gostaram da atividade e consideram os brinquedos úteis e fáceis de usar. Por outro lado, as crianças gostaram dos brinquedos especialmente dos flascards e quebra-cabeças, e afirmaram que a realidade aumentada presente neles torna-os mais atrativos. Porém, os resultados mostraram que as crianças não tiveram aumento no desempenho cognitivo e que preferem apontar, responder e inspecionar quando brincam com os EMT.

2.3.2.2 1º Ciclo do Ensino Básico

O estudo [22], apresenta resultados de uma pesquisa feita aos alunos do quarto ano de escolaridade, com o intuito de determinar a influência que as aplicações móveis baseadas em realidade aumentada têm na compreensão da leitura de histórias. Nessa pesquisa participaram 28 alunos que foram divididos em dois grupos, experimental e controle. O grupo experimental utilizou uma aplicação móvel baseado em realidade aumentada com marcadores, designado por “IdeAR”, para a compreensão de leitura de história. Os marcadores são imagens presentes no manual escolar que após serem reconhecidos por uma câmara de um dispositivo móvel projetam para a tela objetos de três dimensões. O grupo de controle usou o método convencional. Ambos os grupos foram submetidos a um pré-teste e a um pós-teste. Os resultados alcançados no final da pesquisa mostraram que os alunos do grupo experimental tiveram pontuações mais elevadas nos parâmetros de memória, compreensão crítica e inferência do conteúdo, face aos seus resultados do pré-teste.

No estudo realizado em [23], os autores criaram uma aplicação móvel de realidade aumentada para os alunos do primeiro ano que se encontram abrangidos no Programa de Educação Corretiva (REP). A aplicação, baseada em marcadores, permite auxiliar o processo de aprendizagem da consoante KVK a nível de leitura e escrita. Para usar a aplicação é necessário instalá-la num dispositivo móvel e ter acesso aos marcadores, que após serem reconhecidos pela câmara permite a visualização do objeto de três dimensões, bem como seu nome e som. Participaram no estudo 25 alunos do REP, que viram os seus desempenhos a serem avaliados de acordo com o tempo gasto em segundos para responder a cada questão presente no questionário da aplicação. Para isso os autores, recorreu-se ao próprio cronómetro da aplicação que regista o tempo gasto para responder a todas as perguntas. Os resultados finais mostraram que o uso da aplicação permitiu uma redução significativa no tempo necessário para concluir todas as perguntas, quando comparado com o método tradicional. Para além disso, permitiu uma melhor memorização por parte dos alunos.

Em [24], os autores realizaram um estudo sobre a influência que uma aplicação móvel de realidade aumentada tem na aprendizagem da língua quíchua, a nível de compreensão, motivação, satisfação e desempenho. A aplicação utilizada neste estudo foi desenvolvida pelos autores e é baseada em marcadores. Possui diferentes categorias de aprendizagem como cores, frutas, animais entre outras. Após o aluno selecionar uma dessas categorias, irá visualizar uma lista com diferentes modelos de três dimensões relacionados com a categoria em causa. O modelo selecionado pelo aluno é apresentado no ecrã com seu respetivo nome em espanhol e em quíchua, bem como a possibilidade de ouvi-lo a ser pronunciado. Só é possível visualizar esse mesmo modelo com recurso a um marcador e com a câmara do dispositivo móvel. Participaram neste estudo 60 alunos do quarto ano que foram divididos em dois grupos, controle e experimental. No qual, a aprendizagem da língua no grupo experimental foi realizada com o recurso a aplicação móvel, enquanto que no grupo de controle a aprendizagem foi realizada através dos métodos tradicionais. Ambos os grupos foram submetidos a um pré-teste, pós-teste, inquéritos e fichas de observação e avaliação. Os resultados alcançados mostraram que no pós-teste o grupo experimental teve um aumento de 20,8% no nível de satisfação e uma redução de 17,2% no tempo de aprendizagem, face ao grupo de controle.

Por outro lado, o grupo experimental mostrou um aumento de 19,7% nas notas finais dos alunos, em relação as notas dos alunos do grupo de controle.

2.3.2.3 2º Ciclo do Ensino Básico

Em [25], foi realizada uma pesquisa com o intuito de averiguar a eficácia da realidade aumentada no ensino de matemática elementar de geometria espacial. Para isso, os autores desenvolveram uma aplicação móvel de realidade aumentada baseada em marcadores. Participaram 92 alunos de duas turmas do quinto ano, que foram divididos em dois grupos, controle e experimental. Ambos os grupos adquiriram conhecimento sobre o diagrama do cubo, mas com métodos de aprendizagem distintos. O grupo de controle aprendeu através do método tradicional, com a recurso a PowerPoint e vídeos. Enquanto, que o grupo experimental utilizou a aplicação de realidade aumentada criada pelos autores. No qual, esta se encontra dividida em duas partes, uma com animação do diagrama de expansão do cubo e outra por exercícios. Antes da realização da pesquisa, os alunos foram submetidos a um pré-teste a fim de avaliar os seus conhecimentos sobre o diagrama de expansão do cubo. No final da experiência, os alunos foram submetidos a um pós-teste e questionário, e ainda quatro alunos do grupo experimental foram escolhidos de forma aleatória para serem entrevistados. Os resultados finais do estudo mostraram que no pré-teste não houve diferença significativas nas pontuações de ambos os grupos (grupo de controle: 59,57; grupo experimental: 59,34); no pós-teste verificou-se um aumento da pontuação média do grupo experimental em relação ao grupo de controle (87,21 face a 79,09 respectivamente); o questionário revelou que os alunos do grupo experimental mostraram-se mais interessados e envolveram-se mais no processo de aprendizagem; e por fim a entrevista feita aos quatro alunos mostrou que a aprendizagem com a realidade aumentada é mais cativante e clara quando comparada com o método tradicional.

Na pesquisa realizada em [26], os autores analisaram se existe diferenças no desempenho da aprendizagem em alunos da área de ciências com diversos estilos de aprendizagem, quando é aplicada uma ferramenta de leitura de realidade aumentada. Cooperaram na pesquisa 66 alunos de três turmas, no qual 22 alunos correspondem a classe A, 21 a classe B e 23 a classe C. As classes A e C dizem respeito ao quinto ano e a classe B ao sexto ano. A ferramenta de realidade aumentada é baseada em marcadores e permite aos alunos a visualização de materiais complementares através do reconhecimento de uma imagem padrão presente num paragrafo de uma página do livro didático da aula. Antes da realização da pesquisa os alunos foram submetidos a um pré-teste. Durante oito semanas a aprendizagem dos alunos da classe A e B foi feita com a ferramenta de realidade aumentada, enquanto que a da classe C foi realizada através de apresentações em PowerPoint (método tradicional). No final da experiência, os alunos preencheram um questionário e foram submetidos a um pós-teste. Os resultados obtidos mostraram que houve uma melhoria significativa nas pontuações dos alunos da classe A e B, 73,91 no pré-teste e 91,30 pós-teste, enquanto que os da classe C obtiveram 77,39 no pré-teste e 85,43 no pós-teste.

A pesquisa realizada em [27], teve como propósito a medição do nível de influência do uso de uma aplicação móvel de realidade aumentada na aprendizagem do sistema solar. A

aplicação baseada em marcadores, permite ao aluno ver e girar um objeto de três dimensões relacionado com sistema solar e realizar um questionário sobre o mesmo. Para isso ser possível, o aluno tem que ter a aplicação instalada no seu dispositivo móvel e através da câmara fazer o reconhecimento do marcador, que neste caso é um código QR code. Participaram na experiência 54 alunos de duas turmas do quinto ano, cada uma composta por 27 alunos. Antes da realização da experiência os alunos foram submetidos a um pré-teste. Em seguida, cada turma foi associada a um grupo de controle e experimental. A aprendizagem do sistema solar no grupo experimental foi realizada com o recurso a aplicação móvel de realidade aumentada, enquanto que no grupo de controle foi realizada utilizando o método tradicional. No final da experiência, os alunos foram submetidos a um pós-testes e foi efetuada uma medição de três indicadores: grau de interesse, nível de conhecimento e satisfação dos alunos. Os resultados obtidos mostraram que no pré-teste o grupo de controle teve uma pontuação mais alta nos 3 indicadores face ao grupo experimental, porém no pós-testes foi observado precisamente o contrário.

Em [28], os autores realizaram uma intervenção ao livro didático do 2º Ciclo de Educação Visual, recorrendo ao uso de dispositivos móveis e tecnologia de realidade aumentada. De forma, a contribuir para uma melhor compreensão e aplicação de conhecimentos propostos do manual escolar. Os protótipos de realidade aumentada utilizados neste estudo foram desenvolvidos na plataforma Aurasma Studio e as experiências realizadas contaram com o apoio da ferramenta Aurasma, que é uma aplicação móvel que permite que qualquer imagem ou objeto possa ser associado a uma “aura”, que pode ser um vídeo, uma hiperligação ou uma animação de um modelo de três dimensões. Essa “aura” é visualizada pelo aluno, quando a câmara do seu dispositivo móvel reconhece um marcador que pode ser uma imagem ou objecto. Os marcadores criados e utilizados neste estudo podem ser baixados através do *site* da Aurasma. Participaram neste estudo duas turmas do quinto ano, no qual uma turma de 20 alunos faz parte do grupo de controle e a outra turma de 24 alunos ao grupo experimental. O grupo de controle utilizou o manual escolar como suporte do estudo, enquanto que o grupo experimental usou o manual escolar com realidade aumentada. Ambos os grupos foram sujeitos a um pré-teste e a um pós-teste. Os resultados finais do estudo mostraram que ambos os grupos tiveram pontuações médias semelhantes no pré-teste, 29% no grupo de controle e 27% no grupo experimental. Porém, nos resultados do pós-teste o grupo experimental destacou-se do grupo controle, 61% face a 43% respetivamente.

No estudo realizado em [29], os autores desenvolveram uma aplicação móvel de realidade aumentada, com o intuito de melhorar a aprendizagem do esqueleto humano em alunos do quinto ano de escolaridade. A aplicação é baseada em marcadores e permite transformar imagens de esqueletos de duas dimensões, presentes nos manuais escolares, em figuras de três dimensões e ainda a possibilidade de o aluno visualizar o nome de um determinado osso em três dimensões. O estudo encontra-se dividido em duas partes, no qual a primeira parte tem como finalidade analisar a experiência dos alunos com jogos educacionais e a segunda averiguar a eficácia da aplicação desenvolvida e compreensão dos alunos sobre a tecnologia de realidade aumentada. Em ambas as partes participaram 30 alunos da área de ciências e um professor. Antes e depois da experiência, os alunos responderam a um questionário de

forma a analisar os seus conhecimentos sobre a tecnologia de realidade aumentada e a do sistema esquelético, mas concretamente o nome dos ossos mais importantes do esqueleto. Assim como, foi recolhido o ponto de vista do professor sobre a aplicação. Os resultados alcançados no pré-teste mostraram que 83% dos alunos consideraram que os jogos educacionais ajudam a melhorar a aprendizagem, 100% gostam de jogar jogos educativos, 70% não conheciam o conceito de realidade aumentada e 67% nunca tinham observado representações de três dimensões do sistema esquelético. Em contrapartida, os do pós-teste revelaram que 53% dos alunos gostaram da aplicação desenvolvida, 70% afirmaram que a aplicação ajudou na aprendizagem, 57% auxiliou a visualização do esqueleto humano e 46% mostraram interesse em jogar aplicações de realidade aumentada no futuro. O ponto de vista do professor revelou que a aplicação é de fácil utilização e eficaz na aprendizagem do sistema esquelético. Por fim, os resultados das duas partes do estudo mostraram que houve um aumento no desempenho do aluno com 16% de respostas corretas dos nomes dos ossos do esqueleto humano.

No trabalho realizado em [30], os autores analisaram o efeito que as aplicações de realidade aumentada têm na compreensão da leitura e na aprendizagem em alunos do quinto ano de escolaridade, bem como as suas opiniões sobre as tecnologias de realidade aumentada. A aplicação de realidade aumentada utilizada neste estudo contou com o apoio da ferramenta Aurasma, já mencionada anteriormente. Participaram no estudo 89 alunos que foram divididos em dois grupos, controle e experimental. Durante um período de três semanas, o primeiro grupo constituído por 46 alunos efetuou a leitura utilizando os métodos tradicionais e o segundo grupo composto por 43 alunos realizou a com a aplicação de realidade aumentada. Ambos os grupos foram sujeitos a um pré-teste e a um pós-teste e dez alunos foram entrevistados de foram a recolher as suas opiniões sobre as tecnologias de realidade aumentada. Os resultados finais não mostram diferenças significativas nos resultados do pré-teste, ao contrário do pós-teste em que o grupo experimental alcançou melhor desempenho na compreensão da leitura e de memorização de textos em relação ao grupo de controle. A maioria afirma que é um processo divertido e motivador quando comparado com o método tradicional. Os alunos mostraram-se satisfeitos com o uso de realidade aumentada no contexto da sala de aula e gostariam de ver este tipo de tecnologia em outras áreas.

No estudo realizado em [31], os autores desenvolveram uma aplicação móvel de realidade aumentada para a aprendizagem do alfabeto hindí em linguagem gestual e avaliaram a eficácia da aplicação através do desempenho dos alunos surdos-mudos. Quando a câmara da aplicação reconhece a letra que está presente num cartão é projetada para a tela do dispositivo móvel o movimento da mão em três dimensões. Participaram na experiência 10 alunos (6 com idades compreendidas entre os 9 e 10 anos e 4 entre os 11 e 12 anos) e 2 professores. No final da experiência os alunos realizaram uma correspondência entre os gestos das mãos e o alfabeto. Os resultados do estudo mostraram que após a curta aula de dez a quinze minutos, quatro crianças foram capazes de replicar corretamente os gestos, três executaram gestos ligeiramente errados e três não deram uma resposta específica.

2.3.2.4 3º Ciclo do Ensino Básico

Em [32], os autores utilizam uma ferramenta de realidade aumentada para melhorar a aprendizagem dos alunos do nono ano sobre os temas de cinemática estelar, placa tectónica e indução eletromagnética, da área de ciências. Neste estudo, foi utilizada o software “Lightning Studios” que projeta a realidade aumentada através do reconhecimento de uma placa gráfica. Após a câmara do computador detetar uma placa gráfica é projetado para tela uma imagem de realidade aumentada, que no caso do tema de indução eletromagnética é projetado uma estrutura de um gerador. O questionário da experiência foi preenchido por 140 alunos do nono ano e 5 alunos foram entrevistados pelos autores. Os resultados do estudo mostraram que os alunos responderam positivamente ao uso de sistemas de ensino de realidade aumentada, que são eficazes na aprendizagem de conteúdos e que aumenta a motivação.

2.3.2.5 Ensino Secundário

Em [33], é apresentado o parecer de um protocolo experimental de uma aplicação móvel de realidade aumentada, utilizada como suporte adicional numa aula de História do ensino secundário. A aplicação, designada por “Teach Me A Story”, pode ser usada em dispositivos móveis e funciona por meio de slides. Cada um deles apresenta um elemento de três dimensões que pode ser uma cidade, muralha, túmulo ou palácio, conforme o conteúdo da história. Para ser possível a visualização destes elementos é necessária que a câmara deteta uma imagem de referência do manual escolar. O questionário da experiência foi respondido por 26 alunos de uma escola secundária. Os resultados obtidos mostraram que 77% dos alunos ficam mais motivados, 100% dos alunos aprendem mais rápidos, 92,2% afirmam que memorizavam melhor os conceitos da disciplina com a utilização da realidade aumentada.

O estudo apresentado em [34], tem como objetivo aprimorar a metodologia do ensino tradicional com o uso de tecnologias emergentes como realidade aumentada e plataformas *android*. Os autores desenvolveram uma aplicação móvel de realidade aumentada baseada em marcadores, designada por “Autodesk Maya”, que permite aos alunos a visualização de conceitos abstratos de hibridização química, neste caso da molécula metano. Quando a câmara da aplicação deteta o marcador (imagem), é criado um objeto virtual (molécula de metano) através da excitação de um eletrão, da mudança de estado da molécula de carbono e de uma ligação covalente. A palestra experimental realizada neste estudo conteve com a participaram de 56 alunos do ensino secundário. Antes da experiência, os alunos foram submetidos a um pré-teste com o intuito de garantir a igualdade das capacidades dos alunos em relação a matéria em causa. Posteriormente, foram divididos em dois grupos, controle e experimental, como base nos resultados do pré-teste. No grupo experimental a demonstração da hibridização do metano foi feita recorrendo à plataforma de realidade aumentada, no período de tempo de sessenta minutos, enquanto que no grupo de controle foi realizada como o recurso a metodologia e ferramentas do ensino tradicional. No final da palestra, os alunos foram submetidos a um pós-teste de forma a saber o impacto que as plataformas de realidade aumentada baseada em marcadores, tem na compreensão dos alunos e nas suas atividades de aprendizagem. Os resultados obtidos nas notas do pós-teste mostraram que no grupo de controle apenas 7,7% dos alunos alcançaram a nota “A”, enquanto que no grupo experimen-

tal a mesma nota foi alcançada por 30,7% dos alunos. A nota “B” foi adquirida por 50% dos alunos do grupo de controle e 27% do grupo experimental. A maioria dos alunos entrevistados mostraram-se muito satisfeitos em trabalhar com este tipo de tecnologia e afirmaram que as palestras com este tipo de regime se tornaram mais divertidas e emocionantes.

No trabalho realizado em [35], os autores realizaram um estudo com o objetivo de determinar o impacto que a realidade aumentada tem no desempenho dos alunos, na área de história. Para isso, desenvolveram uma aplicação móvel de realidade aumentada baseada em marcadores, que permite a visualização de vídeos, ilustrações e animações em três dimensões, isto quando a câmara de um dispositivo móvel deteta imagens de referência presentes no livro didático da disciplina. Esse estudo conteve a colaboração de 44 alunos do secundário, que foram divididos em dois grupos, controle e experimental. A aprendizagem dos três primeiros capítulos do livro foi feita de forma diferente em ambos os grupos. No grupo de controle utilizou-se o método tradicional, enquanto que no grupo experimental recorreu-se ao uso da aplicação móvel de realidade aumentada. O estudo durou três meses e em cada semana os alunos eram submetidos a uma avaliação. No final do estudo os alunos foram sujeitos a um teste de escrita, uma entrevista e ao preenchimento de um questionário para determinar a percepção do grupo experimental sobre a facilidade de aprendizagem, funcionalidade, usabilidade e aceitabilidade. Os resultados obtidos mostraram que a nota média alcançada pelos alunos do grupo experimental foi 17,0% maior que a do grupo de controle, 86,36% dos alunos do grupo experimental afirmaram que a ferramenta de realidade aumentada facilita a aprendizagem dos conteúdos programáticos da disciplina e pode ser usada durante as atividades de estudo, 90,91% dos alunos do mesmo grupo declaram que a aplicação funcionou muito bem com as ilustrações do livro didático e por fim 77,27% dos alunos consideram que a aplicação desenvolvida pode ser altamente utilizável durante as aulas ou atividades de estudo autónomo.

2.3.2.6 Ensino Universitário

A pesquisa realizada em [36], tem como finalidade apresentar um caso para o uso de realidade aumentada como tecnologia de TIC no ensino de engenharia. Colaboram na pesquisa 360 alunos e 30 professores da Universidade de Mumbai. Os alunos foram divididos em dois grupos, no qual um grupo utilizou materiais de aprendizagem baseados em realidade aumentada, como manuais e livros inteligentes, enquanto que o outro grupo utilizou materiais de ensino tradicional. Os livros inteligentes contêm marcadores que ao serem reconhecidos por uma câmara projetam para a tela do dispositivo móvel um objeto de três dimensões. Os resultados obtidos através de questionários (resultados qualitativos) mostraram que as respostas dos alunos são mais fortes quando comparadas com as dos docentes, e que os alunos se motivam mais e conseguem melhores resultados nas aulas práticas. Por outro lado, os resultados quantitativos (média dos alunos), mostraram uma melhoria nas notas, quando a aprendizagem é feita com recurso a realidade aumentada.

No estudo realizado em [37], os autores determinam o efeito que a realidade aumentada e a integração de códigos QR code têm no desempenho escolar dos alunos de graduação do curso de informática, bem como analisaram os seus pontos de vista sobre o tema. Contou

com a colaboração de 50 alunos que foram divididos em dois grupos, controle e experimental. Antes da realização da experiência ambos os grupos foram submetidos a um pré-teste. O capítulo de hardware foi explicado aos alunos do grupo experimental através de imagens tridimensionais projetadas por sistemas de áudio, tecnologia de realidade aumentada, por computador e reconhecimento de códigos QR Code. Ao passo que no grupo de controle o mesmo capítulo foi explicado através de projeções e sistemas de voz. O estudo teve um período de duração de 12 semanas. Na última semana da experiência os alunos do grupo experimental preencheram um questionário e todos alunos foram submetidos a um pós-teste. Os resultados finais do estudo mostraram que não há diferença significativa nos resultados do pré-teste, a média do grupo de controle foi de 36,6 e no experimental foi 31,4. No pós-teste o grupo experimental alcançou uma média de 81,8 face ao grupo de controle que obteve 72,2. Os resultados do questionário revelaram que as visões gerais dos alunos são positivas. Posto isto, os autores afirmaram que a realidade aumentada e a integração de códigos QR code tem um efeito positivo no desempenho académico dos alunos.

Em [38], foi realizada uma pesquisa que permite determinar a intenção dos alunos quando utilizam uma aplicação de realidade aumentada criada pelos autores e se o género influencia a intenção de usar este tipo de tecnologia. A aplicação criada pelos autores analisa a corrente digital em circuitos resistivos, efetua cálculos em tempo real, apresenta os valores de tensão e amperes e permite a alteração de valores de tensão das baterias, da resistência de lâmpadas e de resistores. O circuito e os seus componentes possuem um código QR code que permite posicionar uma figura de realidade aumentada no espaço. Participaram nesta pesquisa 314 alunos (198 do sexo masculino e 116 do sexo feminino) do terceiro e quarto ano do curso de engenharia. A aplicação de realidade aumentada foi aplicada em dois grupos designados por “Online” e “Laboratório”. No primeiro grupo, os alunos realizaram a experiência por meio de uma pesquisa online (através de email) e usaram a aplicação de uma forma livre. No segundo grupo, os alunos participaram numa aula orientada no laboratório e usaram a aplicação aproximadamente por trinta minutos com exercícios guiados. No fim da experiência ambos os grupos responderam a um questionário. Os resultados finais mostraram que os alunos consideram significativo a utilização da aplicação no ensino. O grupo “Online” teve uma melhor classificação nos parâmetros de intenção comportamental e na atitude em relação ao uso. E as mulheres tiveram melhores resultados nesses parâmetros quando comparados com o sexo oposto.

Na pesquisa realizada em [39], os autores utilizaram um questionário para recolher as opiniões e atitudes dos alunos sobre a utilização de realidade aumentada no ensino. Participaram 83 alunos do primeiro e quinto ano do curso de TIC. Os resultados obtidos mostraram que 78,3% dos alunos concordaram com o uso de novas tecnologias de realidade aumentada no ensino, 69,9% concordaram com o facto de permitir uma melhor visualização de conteúdos, 65,1% afirmaram que o uso de tecnologias de realidade aumentada possibilita uma maior participação nas aulas, 21,7% dos alunos se encontram familiarizados com o uso de aplicativos de realidade aumentada no ensino e por fim, 28,9% afirmaram que o uso dessas tecnologias iria perturbar a concentração dos alunos.

No estudo realizado em [40], os autores desenvolveram uma aplicação móvel de rea-

lidade aumentada para o curso de estruturas de dados e analisaram o seu efeito no envolvimento dos alunos. Para além disso, os autores ainda utilizaram a ferramenta de aprendizagem baseada na web, designada por VisuAlgo, que permite a visualização de animações de estruturas de dados. A aplicação desenvolvida faz o reconhecimento de uma imagem (logótipo da Marshall University) através de uma câmara de um dispositivo móvel, de modo a permitir a visualização de operações de estruturas de dados, como array, listas e pilha. À medida que o aluno adiciona ou remove elementos na lista, ele consegue visualizar o comportamento dos seus ponteiros. Por outro lado, no array o aluno consegue visualizar o procedimento da adição e remoção de um elemento. E por fim, na pilha é possível visualizar os métodos “push” e “pop”, uma vez que ao adicionar elementos a torre (pilha) ela aumenta o seu tamanho e diminui quando são tirados elementos do topo. Participaram no estudo 13 alunos do curso de ciência de computação, que foram divididos em três grupos. Cada grupo utilizou um quadro branco tradicional, VisuAlgo e a aplicação do estudo. E teve quinze minutos para aprender cada estrutura de dados com um determinado material didático. Posteriormente, os alunos preencheram um questionário que permite avaliar qual o método de ensino mais eficaz nos alunos. Os resultados obtidos mostraram que no primeiro trimestre, 54% dos alunos selecionaram a aplicação do estudo, 15% escolheram o VisuAlgo e 31% o tradicional. No segundo trimestre, 84% dos alunos escolheram a aplicação, 8% escolheram o tradicional e 8% o VisuAlgo. No terceiro trimestre 38% dos alunos escolheram a aplicação, 31% o tradicional e 31% o VisuAlgo. Por fim, no quarto trimestre 85% dos alunos querem ver mais conteúdos baseado em realidade aumentada na sala de aula.

No trabalho apresentado em [41], os autores realizaram uma pesquisa com o intuito de investigar riscos e possíveis oportunidades da utilização da realidade aumentada na educação em países em desenvolvimento, como Bangladesh. Essa pesquisa realizou-se num período de três semanas, no qual os autores por meio de entrevistas recolheram respostas de 185 alunos universitários sobre oportunidades e desafios da utilização da realidade aumentada no ensino. Os resultados obtidos apresentam que 143 dos alunos concordam com o facto que as aplicações de realidade aumentada diminuem a complexidade da aprendizagem e torna o seu processo muito mais divertido e eficaz, 87 dos alunos concordam que o uso de realidade aumentada aumenta a concentração e satisfação, 88 afirmaram que existe falta de especialistas e de conhecimento sobre o uso de realidade aumentada e 66 alunos indicam que adoção de realidade aumentada será difícil como método de ensino.

Em [42], os autores desenvolveram um material educacional hipermédia (conjunto de hipertexto e multimídia) que incluiu realidade aumentada, para o ensino de conceitos básicos do curso de programação. O material educacional designado por EPRA, é uma plataforma *web* que inclui conteúdos teóricos sobre estruturas de controle e atividades de realidade aumentada que envolvem reconhecimento facial e de marcadores (imagens ou padrões). Neste estudo, realizaram-se três experiências no período de 2015 e 2016 com 54 alunos do curso de ciências de computação. A primeira experiência foi realizada em 2015 com apenas 11 alunos, a segunda em 2016 com 13 alunos e a terceira incluiu 30 alunos. Os alunos foram sujeitos a um pré-teste como o intuito de avaliar os seus conhecimentos prévios sobre estruturas de controle e um pós-teste que permite avaliar a compreensão geral do tema após o uso do

EPRA. No final da experiência, os alunos preencheram um questionário que permite recolher as opiniões sobre a experiência. Neste estudo apenas foram analisados os resultados da experiência de 2015, que indicam que no pós-teste 100% dos alunos selecionaram de forma correta a estrutura de controle para a realização do problema, enquanto que no pré-teste apenas 70% dos alunos acertaram na estrutura. O questionário mostrou que 98% gostaram da experiência, 52 alunos não sentiram dificuldades na utilização do EPRA e 100% dos alunos afirmaram que recomendariam a experiência aos colegas.

No estudo realizado em [43], os autores desenvolveram uma aplicação móvel de realidade aumentada baseada em marcadores, designada por AREd, que gera modelos três dimensões do curso de anatomia, permitindo desta forma auxiliar alunos e professores. Para além disso, realizaram uma pesquisa de forma a analisar a aceitação e os benefícios da mesma. Os alunos fizeram o *download* das imagens alvo (marcadores) através do *site* da aplicação e com a câmara do dispositivo móvel visualizaram o modelo em três dimensões. Participaram no estudo 20 alunos, que após usarem a aplicação responderam a um questionário. Os resultados obtidos através dele, mostraram que a maioria dos alunos concordam com o facto que a introdução de sistemas de realidade aumentada juntamente com o método tradicional aumenta a motivação dos estudos e que aplicação fornece uma melhor compreensão dos conceitos relativamente aos métodos tradicionais.

Em [44], os autores apresentam resultados de um estudo realizado com o sistema de espelho mágico de realidade aumentada (AR MM) que contou com a participação de 880 alunos do primeiro ano do curso de anatomia. O sistema atua como um espelho virtual em que os alunos podem ver a sua imagem digital na tela e ao mesmo tempo diversos cortes anatômicos de várias modalidades, bem como diferentes planos de corte do seu corpo. Para além disso, permite a extração de informações como posições tridimensionais das articulações por meio de algoritmos de aprendizagem automática. A interação deste sistema é feita por meio de gestos, quando o aluno move a sua mão para cima ou para baixo ele consegue visualizar os cortes em diferentes ângulos. Após todos os alunos trabalharem com o sistema, eles atribuíram uma nota ao exercício da experiência e 748 alunos preencheram um questionário. Os resultados do questionário mostraram que 58% dos alunos afirmaram que o sistema aumenta a motivação, 69,1% consideram o sistema benéfico para a aprendizagem de anatomia, 82,4% concordaram que o sistema estimula a aprendizagem e 93,4% afirmaram que melhora a compreensão geral tridimensional da anatomia humana. Por outro lado, em relação as notas atribuídas pelos alunos os resultados mostraram que 80% dos alunos classificaram o exercício da experiência como excelente.

No trabalho realizado em [45], os autores investigaram o efeito que a realidade aumentada tem em alunos universitários do ensino de eletrônica, elétrica e de ciências. Para isso, realizaram uma experiência que utiliza um sistema de realidade aumentada para a aprendizagem da lei de ohm e analisaram as opiniões dos alunos após o final da mesma. O sistema funciona a partir do reconhecimento de imagens de dois dimensões (marcadores) com o auxílio de uma webcam e permite a interação ou manipulação dos valores de corrente (I), tensão (V) e resistência (R). Participaram 40 alunos que foram divididos em dois grupos, controle e experimental. No grupo de controle a verificação da lei de ohm foi realizada através dos

equipamentos presentes no laboratório e as ligações dos equipamentos seguiram as instruções presentes no manual escolar. Por outro lado, o grupo experimental utilizou o sistema de realidade aumentada e as ligações foram feitas com base nas instruções presentes no sistema. No final da experiência todos os alunos preencheram um questionário. Os resultados obtidos mostraram que os alunos do grupo de controle consideraram a experiência menos inovadora e interativa ao contrário do grupo experimental.

O trabalho realizado em [46], tem como finalidade medir a aprovação e o desempenho dos alunos quando entram em contacto com sistemas de realidade aumentada. Para além disso, os autores averiguam se o género afeta a aquisição dos conhecimentos. A pesquisa realizada neste estudo contou com a colaboração de 396 alunos (138 homens e 258 mulheres) dos cursos de Pedagogia e de Educação, e baseou-se no tema “Formas de uso de vídeos no ensino”. O material utilizado foram livros de realidade aumentada que continham códigos QR code ou imagens, que quando reconhecidos por uma câmara projetavam objetos três dimensões ou recursos de multimídia. Antes da realização da experiência todos os alunos realizaram um pré-teste. Durante duas semanas os alunos trabalharam de forma independente com o material de realidade aumentada. No final os alunos foram submetidos a um teste para analisar o seu desempenho após a experiência. Os resultados mostraram um elevado grau de aceitação de sistemas de realidade aumentada por parte dos alunos, o sistema utilizado foi bastante apreciado e tem grande probabilidade de ser usado futuramente. Também revelou que não houve diferenças significativas entre os géneros dos alunos.

Em [47], os autores medem os efeitos que as tecnologias de realidade aumentada têm nas habilidades laboratoriais de estudantes universitários e analisam as opiniões dos professores e alunos sobre o uso de realidade aumentada nos laboratórios de ciências através de questionário e entrevistas. Neste estudo, foi utilizada uma aplicação móvel de realidade aumentada que permite a visualização de vídeos, gráficos e matérias complementares, quando através de uma câmara de um dispositivo móvel são reconhecidos códigos QR code presentes num manual. Colaboram 76 alunos do primeiro ano do curso de Ciências, que foram divididos em dois grupos, controle e experimental. Durante cinco semanas, os alunos do grupo de controle realizaram as suas experiências laboratoriais seguindo as normas presentes nos manuais escolares, enquanto que o grupo experimental realizou segundo as normas presentes no manual com códigos QR code. Os alunos antes de realizarem a experiência preencheram um questionário e realizaram um pré-teste. No final do estudo, o professor foi entrevistado pelos autores e os alunos foram submetidos a um pós-teste, um questionário e a uma entrevista. Os resultados finais do estudo mostraram que no pré-teste não houve diferenças significativas entre os grupos, porém o mesmo já não se verificou no pós-teste onde o grupo experimental obteve uma pontuação superior ao do grupo de controle. Os alunos levaram menos tempo a concluir as experiências laboratoriais quando utilizam tecnologia de realidade aumentada e alguns afirmaram que essas tecnologias podem ser mal interpretadas pois podem levá-los a memorizar apenas os componentes presentes na aplicação (vídeos, gráficos, etc). O professor afirmou que esse tipo de tecnologias aumentam a motivação dos alunos e as atividades são mais rápidas a serem concluídas.

No estudo realizado em [48], os autores avaliam o efeito que os materiais educacionais

de realidade aumentada móvel (MAR) têm a nível de conhecimento e de aptidão em alunos do primeiro ano do curso de enfermagem, nas práticas de injeção. Contou com a colaboração de 122 alunos que foram divididos em dois grupos (experimental e controle) e com a aplicação móvel de realidade aumentada que contém jogos educacionais e vídeos com as várias etapas dos procedimentos das injeções intravenosas (IV), intramusculares (IM) e subcutâneas (SC). Antes da realização da experiência os estudantes preencheram um pré-teste, de forma a determinar os seus níveis de conhecimentos sobre as práticas das injeções. A realização da experiência no grupo de controle seguiu as orientações presentes em formato papel, enquanto que o grupo experimental seguiu as diretrizes presentes na aplicação segundo o reconhecimento de códigos QR code. Após a realização da experiência, os alunos foram submetidos a um pós-teste e a um formulário que permite recolher as opiniões dos alunos do grupo experimental sobre as vantagens do MAR. Os níveis de aptidão foram avaliados segundo uma lista de verificação, em que uma administração correta de uma injeção vale 1 ponto caso contrário vale 0 pontos. Os resultados finais do estudo mostraram que a nível de conhecimento e de aptidão o grupo experimental obteve melhores valores em relação ao grupo de controle e que 90,6% dos alunos afirmaram que a experiência foi eficiente, 78,1% alcançaram uma melhor imagem do procedimento das injeções, 71,9% identificaram melhor os locais exatos da introdução das injeções, 68,8% afirmaram que a motivação aumentou com a utilização do MAR, 64,1% declararam que autoconfiança melhorou e 54,7% afirmaram que o medo ao procedimento das injeções diminuiu.

Em [49], os autores investigaram a eficácia que a realidade aumentada tem na aprendizagem da anatomia do crânio, em alunos do primeiro ano do curso de medicina. Os 30 alunos que participaram no estudo, foram divididos em dois grupos, controle e experimental. O primeiro grupo, os alunos observaram os seios da face, a nasofaringe, a laringe e a vasculatura da cabeça e do pescoço através de exames de tomografia computadorizada (TC) com orientações axial, coronal e sagital, enquanto que o segundo grupo visualizou as mesmas partes do corpo humano com recurso a um holograma de TC de realidade aumentada. Antes e depois da experiência os alunos foram submetidos a uma pré-teste e a um pós-teste. A mesma teve um período de duração de quinze a trinta minutos. Os resultados finais do estudo mostraram que os resultados do pré-teste revelaram uma falta de conhecimento da anatomia do crânio e pescoço por parte dos alunos e que não houve diferenças significativas entre os grupos. Os do pós-teste mostraram que os alunos do grupo experimental alcançaram uma melhor pontuação face ao grupo de controle, 95% contra 80% respetivamente.

2.3.2.7 Educação Especial

No estudo desenvolvido em [50], os autores utilizaram uma aplicação móvel de realidade aumentada a fim de melhorar o desempenho dos alunos com necessidades especiais, na área de geometria. Colaboram no estudo 24 alunos, oito professores do ensino básico, secundário, e universitário e ainda um aluno de pós-graduação, no qual estes dois últimos criaram os materiais de ensino e vídeos para a aplicação móvel Aurasma. O funcionamento desta aplicação já foi mencionado anteriormente. O material didático utilizado foram 6 jogos de quebra-cabeças, três de tangram tradicionais chineses e três quadrados. Cada aluno con-

tou com o apoio da aplicação durante a realização de cada jogo. Os resultados do estudo mostraram que os alunos alcançaram uma maior taxa de sucesso em todos os jogos quando utilizaram a aplicação de realidade aumentada e o questionário preenchido pelos participantes no final da experiência mostrou que todos eles concordaram que o processo experimental foi interessante e ajuda na aprendizagem.

2.3.3 Síntese dos estudos

Na Tabela 2.1 é apresentado de uma forma sucinta os resultados mencionados na secção anterior, onde o símbolo "✓" identifica o método de estudo utilizado por cada artigo e os resultados obtidos por cada um deles, enquanto que o símbolo "×" representa simplesmente o oposto, ou seja os parâmetros que não foram utilizados nem alcançados. Através dela é possível observar que 51.61% dos trinta e um estudos apresentam um aumento nos parâmetros de motivação e desempenho dos alunos, 6.45% mostram uma intensificação na motivação, desempenho e memorização dos mesmos, 3.22% indicam uma melhoria no nível de desempenho e memorização, 3.22% apresentam um aumento nos parâmetros de concentração e memorização e por fim, 3.22% revelam um aumento na concentração e desempenho dos alunos. Para além disso, é no ensino universitário que se destaca uma maior concentração dos estudos cerca de 45.16%, apenas oito (25.8%) dos trinta e um estudos foram publicados entre o início e o fim de 2017 e 2021, dez (32.25%) entre os anos de 2016 e 2018, seis (19.35%) no final do ano de 2020 e por último sete (22.5%) no decorrer do ano de 2019. Todos os estudos contam com a participação de mais de treze intervenientes.

Ensino	Artigos	Método de Estudo				Resultados				
		Participantes		Entrevista	Experiência	Questionário	Motivação	Desempenho	Concentração	Memorização
		Alunos	Professores							
Pré-escolar	[20]	150	20	x	x	✓	✓	✓	x	x
	[21]	33	30	✓	x	x	✓	✓	x	x
1º Ciclo	[22]	28	-	x	✓	x	x	x	✓	✓
	[23]	25	-	x	x	✓	x	✓	x	✓
	[24]	60	-	x	✓	✓	✓	✓	x	x
2º Ciclo	[25]	92	-	✓	✓	✓	✓	✓	x	x
	[26]	66	-	x	✓	x	x	✓	x	x
	[27]	54	-	x	✓	x	✓	✓	x	x
	[28]	44	-	x	✓	x	x	✓	x	x
	[29]	30	1	x	x	✓	✓	✓	x	x
	[30]	89	-	✓	✓	x	✓	✓	x	✓
3º Ciclo	[31]	10	2	x	✓	x	x	✓	x	x
	[32]	140	-	✓	x	✓	✓	✓	x	x
Secundário	[33]	26	-	x	x	✓	✓	✓	x	✓
	[34]	56	-	✓	✓	x	✓	✓	x	x
	[35]	44	-	✓	✓	✓	x	✓	x	x
Universitário	[36]	360	30	x	✓	✓	✓	✓	x	x
	[37]	50	-	x	✓	✓	x	✓	x	x
	[38]	314	-	x	✓	✓	x	✓	✓	x
	[39]	83	-	x	x	✓	✓	✓	✓	x
	[40]	13	-	x	x	✓	x	✓	x	x
	[41]	185	-	✓	x	x	✓	✓	✓	x
	[42]	54	-	x	✓	✓	✓	✓	x	x
	[43]	20	-	x	x	✓	✓	✓	x	x
	[44]	880	-	x	x	✓	✓	✓	x	x
	[45]	40	-	x	✓	✓	✓	x	x	x
	[46]	396	-	x	x	✓	✓	x	x	x
	[47]	76	1	✓	✓	✓	✓	✓	x	x
	[48]	122	-	x	✓	✓	✓	✓	x	x
Educação Especial	[49]	30	-	x	✓	x	x	✓	x	x
	[50]	25	8	x	x	✓	✓	✓	x	x

Tabela 2.1: Tabela de resumo dos resultados.

2.3.4 Análise dos estudos bibliográficos

A análise dos estudos revelou que nos últimos cinco anos têm surgindo vários projetos de realidade aumentada para os mais diferentes tipos de ensino, de forma a aumentar a produtividade das aulas e de auxiliar a aprendizagem de conceitos educativos. No ensino pré-escolar os projetos desenvolvidos baseiam-se na criação de jogos educativos de realidade aumentada e de marcadores para os livros didáticos, a fim de criar um ambiente de aprendizagem mais lúdico e divertido. Ao passo que nos restantes ensinos baseiam-se na construção de aplicações móveis de realidade aumentada baseados em marcadores.

Por outro lado, os estudos mostraram que a tecnologia de realidade aumentada tem um impacto positivo na aprendizagem dos alunos, pois como se pode observar na Figura 2.2 o uso da mesma leva a um aumento do desempenho dos alunos, em qualquer nível de ensino. Esse aumento mostra que a realidade aumentada pode ser uma chave fundamental para a promoção de novos contextos educativos que contribuem para uma melhor obtenção dos resultados dos alunos.

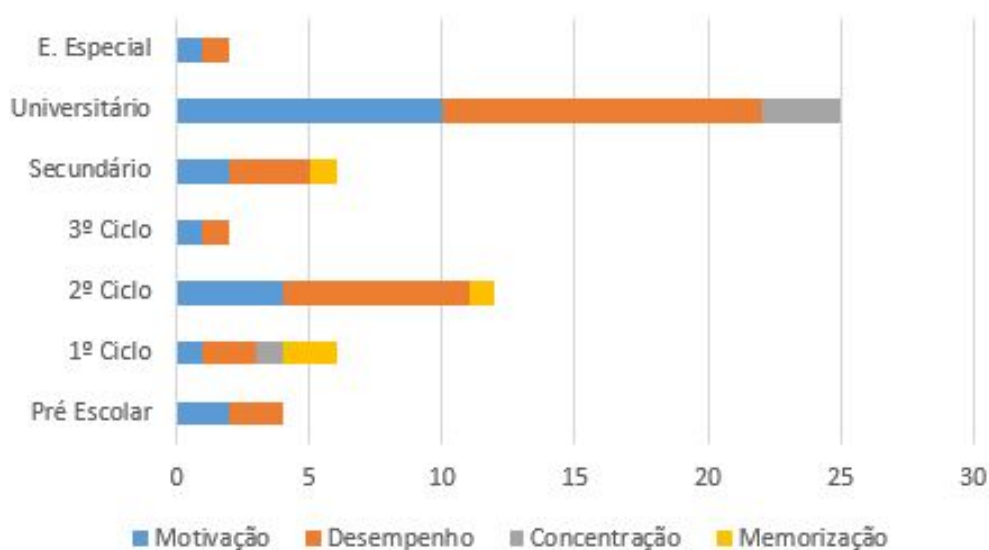


Figura 2.2: Valores de desempenho nos diferentes níveis de ensino.

Os estudos analisados mostraram que a realidade aumentada apresenta diversos benefícios para o ensino. Os estudos [43, 47] afirmam que a tecnologia permite reduzir a carga de trabalho dos professores na sala de aula e auxiliá-los na lecionação de conceitos complexos e abstratos. Por outro lado, os estudos [24, 30] indicam que a realidade aumentada facilita a compreensão e a retenção da informação enquanto que em [20] revela que a tecnologia melhora a aprendizagem de conceitos através da sua forma lúdica e divertida. Os restantes estudos afirmam que a realidade aumentada intensifica diversos parâmetros dos alunos, como a participação, atenção, autoconfiança entre outros que se podem observar na Figura 2.3, juntamente com os outros benefícios mencionados anteriormente.

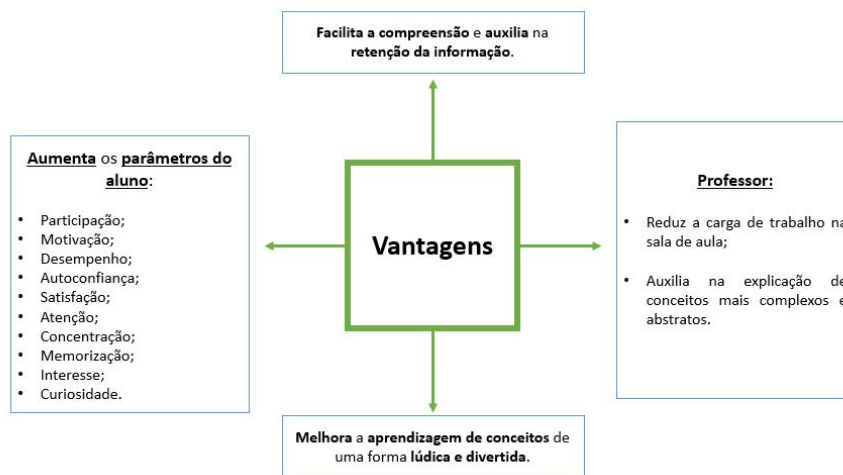


Figura 2.3: Benefícios da realidade aumentada no ensino.

Perante todos os benefícios mencionados anteriormente, pode-se concluir que o uso da realidade aumentada permite melhorar a produtividade das aulas de uma forma que um outro recurso tradicional não é capaz de fazer. Assim sendo, torna-se evidente que o ensino que faz recurso a este tipo de tecnologia torna-se mais eficaz que o tradicional.

Apesar dos múltiplos benéficos que a realidade aumentada apresenta para o ensino, ela contém alguns obstáculos e desafios que precisam de ser superados. O estudo [50] revela que a curva de aprendizagem de um professor com pouco conhecimento informático ainda é íngreme e que alguns equipamentos que oferecem apoio à tecnologia de realidade aumentada são dispendiosos. Por outro lado, a própria iluminação do ambiente da sala de aula, a qualidade de impressão dos marcadores, a resolução das câmaras dos dispositivos móveis e possíveis adversidades com a rede *internet* são desafios que a realidade aumentada pode enfrentar no ensino, de acordo com o estudo [30].

Segundo o gráfico da Figura 2.4 as áreas de engenharias e de ciências são as que demonstram uma maior quantidade dos estudos analisados, o que significa num maior desenvolvimento de sistemas e uma maior utilização da realidade nessas áreas. Por outro lado, as áreas de línguas, astronomia, educação visual, química e educação são as que apresentam um número mais reduzido de estudos, o que pode indicar oportunidades de investigação do uso de realidade aumentada.

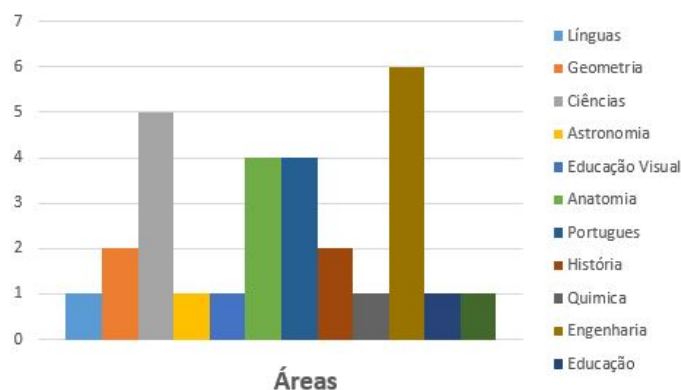


Figura 2.4: Número de estudos por áreas.

A literatura [30] revelou ainda possíveis oportunidades de investigação do uso de realidade aumentada no ensino, dos quais estudos que envolvem óculos de realidade aumentada e análises do efeito dessa tecnologia nos diferentes níveis.

Todos estudos científicos utilizaram a realidade aumentada baseada em marcadores, o que demonstra que de todos os de tipos que existem dessa tecnologia esse é o mais requisitado para o ensino. A presença dos marcadores em livros didáticos permite o enriquecimento dos mesmos, através da adição de imagens ou objetos de três dimensões, vídeos e sons. Esse enriquecimento permite ao aluno compreender com mais detalhe conceitos complexos e abstratos e a sua ligação com o exterior. Desta forma, aplicações de realidade aumentada contribui para um maior ganho da aprendizagem do aluno quando comparado com outros recursos educacionais.

2.4 Conclusão

Em suma, este capítulo serviu de base para responder as questões dos objetivos e obter um conhecimento científico sobre a realidade aumentada no ensino, isto é, em que ponto de situação em ela se encontra no ensino, de que forma que ela melhora o mesmo, que possíveis obstáculos e desafios que ela enfrenta na sala de aula, quais as áreas educativas que mais utilizam essa tecnologia e que aplicações de realidade aumentada existem atualmente ou que estão a ser desenvolvidos. Para além disso, o mesmo capítulo permitiu o levantamento de possíveis hipóteses de investigação no ensino e auxiliou no planeamento da aplicação móvel de realidade aumentada a ser desenvolvida neste projeto académico.

Capítulo 3

Plano do projeto

3.1 Introdução

O presente capítulo apresenta o plano e o cronograma de trabalho, que contribuirão para uma melhor orientação das tarefas do projeto e ao cumprimento de todos os objetivos do mesmo, bem como a arquitetura da aplicação móvel de realidade aumentada.

3.2 Plano de Trabalho

A elaboração desta dissertação contou com um plano de trabalho que englobou diversas etapas que foram cruciais para o desenvolvimento da mesma. Essas etapas foram:

1. Realização de uma pesquisa bibliográfica sobre o uso da tecnologia da realidade aumentada no ensino;
2. Análise dos estudos bibliográficos provenientes da pesquisa e procura por novas hipóteses de investigação de utilização da tecnologia de realidade aumentada no ensino;
3. Formulação das respostas às perguntas mencionadas nos objetivos do trabalho;
4. Estudo de uma aplicação móvel de realidade aumentada para ser desenvolvida no projeto.;
5. Elaboração de um esboço da aplicação;
6. Especificação de requisitos funcionais e não funcionais da aplicação;
7. Escolha das ferramentas para a construção da aplicação e dos códigos QR Codes;
8. Criação dos códigos QR Codes e da aplicação móvel;
9. Realização de uma experiência para avaliar aplicação desenvolvida e recolher um parecer sobre o uso da realidade aumentada no ensino;
10. Análise dos dados recolhidos na experiência;

3.3 Cronograma

Com o intuito de cumprir com todos os objetivos da dissertação no tempo estipulado para a realização da mesma, procedeu-se a criação de um cronograma temporal. O mesmo pode ser observado na Figura 3.1 e encontra-se dividido em quatro partes:

1. Estado de Arte – engloba o estudo bibliográfico sobre o tema, a procura de novas hipóteses de investigação e a formulação das respostas às perguntas mencionadas nos objetivos;
2. Protótipo – abrange o planeamento e a construção da aplicação móvel de realidade aumentada e a especificação dos requisitos da mesma;
3. Experiência – reúne a seleção do público-alvo, a avaliação da aplicação móvel desenvolvida, a elaboração do questionário e a análise dos resultados da experiência.;
4. Escrita – envolve a escrita do relatório da dissertação e do artigo científico do projeto desenvolvido.

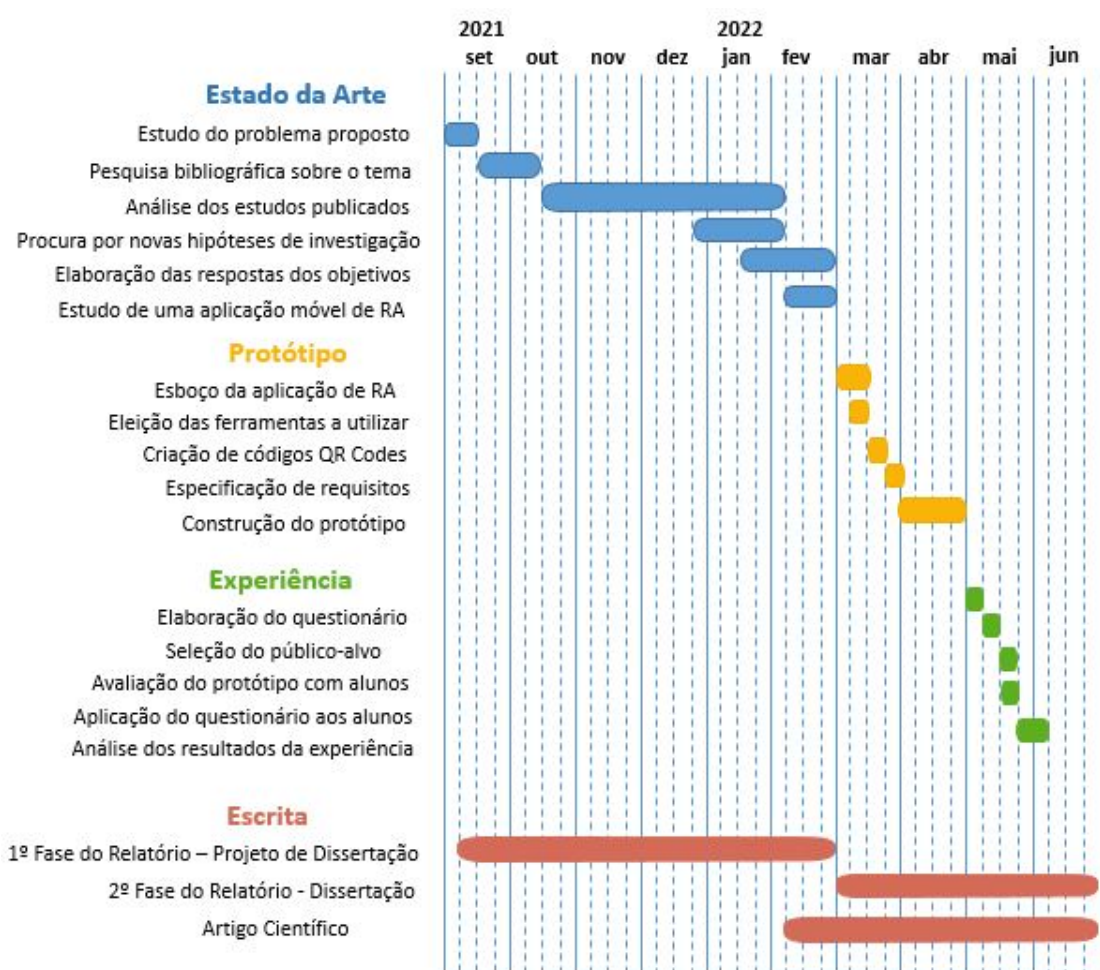


Figura 3.1: Cronograma Temporal.

3.4 Arquitetura da aplicação móvel

A Figura 3.2 apresenta de uma forma detalhada a arquitetura da aplicação móvel desenvolvida na dissertação, de forma assim obter uma visão abrangente de todo o seu processo de desenvolvimento.

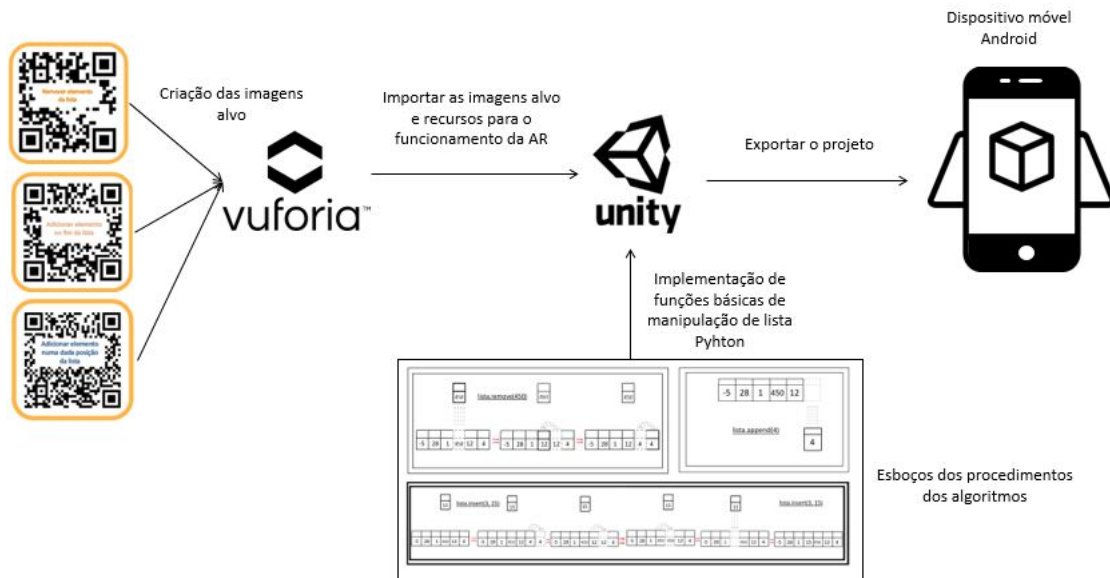


Figura 3.2: Arquitetura da implementação da aplicação móvel

A primeira parte da arquitetura engloba o uso do Portal Developer Engine Vuforia [51] para converter três imagens normais em três imagens alvo e a aquisição do recurso "Vuforia Engine" e de uma chave de licença.

As imagens alvo quando reconhecidas por uma câmara permitem a visualização de objetos em três dimensões. Elas são incorporadas num projeto da Unity através do recurso "Vuforia Engine". Esse recurso permite o acesso aos recursos "Image Target" e a câmara "AR Camera". No qual, o primeiro permite a introdução das imagens alvo na "Scene" do projeto e o segundo permite com que a realidade aumentada funcione no meio físico. A "AR Camera" para funcionar corretamente é necessário inserir na sua configuração a chave de licença obtida no Portal Developer Engine Vuforia.

Na Unity é construído sobre cada marcador o procedimento de um algoritmo de manipulação de listas Python. Neste caso, os algoritmos de adicionar elemento no fim e numa determinada posição da lista, e o de remover elemento da lista. No final dessa construção é gerado um ficheiro .apk e representa a última parte da arquitetura. Ele permite a visualização do que foi construído na Unity num dispositivo móvel Android, isto quando a câmara do dispositivo deteta e reconhece os marcadores.

3.5 Conclusão

Este capítulo apresentou arquitetura da aplicação móvel de realidade aumentada e o plano de desenvolvimento do projeto, que engloba o plano de trabalho e o cronograma temporal. O plano de trabalho descreve as metas a serem cumpridas ao longo do desenvolvimento do projeto e o cronograma o tempo necessário para a execução de cada tarefa a serem implementada no mesmo.

Capítulo 4

Trabalho Desenvolvido

4.1 Introdução

O presente capítulo apresenta as tecnologias e ferramentas utilizadas para a construção de uma aplicação móvel de realidade aumentada, os requisitos funcionais e não funcionais da mesma, a implementação e testagem da aplicação, os resultados da experiência e respetiva análise dos mesmos.

4.2 Tecnologias e ferramentas utilizadas

Atualmente, existe uma grande diversidade de ferramentas que permitem a criação e o desenvolvimento de projetos de realidade aumentada. Com elas, os utilizadores têm um acesso a uma experiência única, uma vez que conseguem ter a oportunidade de construir objetos virtuais que vão ser inseridos no mundo real [52]. Nesta secção, são apresentadas algumas dessas ferramentas, principalmente as que foram usadas para o desenvolvimento da aplicação móvel.

4.2.1 Unity

O Unity, também conhecido como Unity 3D, foi desenvolvida em 2005 pela empresa Unity Technologies e permite o desenvolvimento de jogos de duas e três dimensões para as mais diversas plataformas: Android, Windows, Linux, PlayStation, Xbox, iOS, entre outras [53]. As linguagens de programação suportadas são C++, C# e JavaScript [54]. Esta ferramenta foi escolhida pela sua versatilidade, acessibilidade, de permitir o *download* do projeto de uma forma gratuita e de disponibilizar uma testagem antes do mesmo ser executado numa das plataformas escolhidas pelo utilizador. Todos os passos necessários para a sua instalação num sistema operativo Windows podem ser observados em A.2.

4.2.2 Vuforia

A Vuforia é um SDK de realidade aumentada que permite a criação de aplicações de realidade aumentada para sistemas operativos iOS, Android e UWP. Ela utiliza a visão computacional para reconhecer e detetar imagens alvo, que assim que são reconhecidas por uma câmara sobrepõem nelas objetos de duas ou de três dimensões em tempo real [54]. Isto só é possível, através de uma licença gratuita que a Vuforia disponibiliza. Para além disso, a Vuforia permite o reconhecimento de imagens alvo a partir da Cloud, a deteção e o reconhecimento em simultâneo de cinco imagens alvo e de imagens presentes em superfícies cilíndricas e por último, API em C++, Java e .NET [55].

A Unity e a Vuforia geralmente trabalham em parceria, uma vez que a última transforma uma imagem escolhida pelo utilizador numa imagem alvo que vai ser utilizada pela Unity para construir sobre ela objetos de três dimensões [53]. Quando essa imagem alvo for reconhecido por uma câmara apresenta ao utilizador esses mesmos objetos em tempo real.

4.2.3 Android Studio

O Android studio é um ambiente de desenvolvimento integrado que permite a criação de aplicações móveis para sistemas operativos Android [56]. Ela foi escolhida para fazer parte do projeto, uma vez que permite a construção de interfaces e disponibiliza um conjunto de ferramentas necessárias para um bom funcionamento de uma aplicação móvel de realidade aumentada, neste caso o recurso SDK. Este kit é composto por um conjunto de ferramentas de desenvolvimento de software e de bibliotecas que são essências para a construção de aplicações móveis Android [57].

4.3 Engenharia de Requisitos

Este subcapítulo apresenta a engenharia de requisitos, uma das áreas com grande relevo no desenvolvimento de um sistema. Ela contém um documento de requisitos que descreve todos os serviços, funcionalidades e restrições do sistema. Os requisitos podem ser classificados em funcionais e não funcionais.

4.3.1 Requisitos Funcionais

Os requisitos funcionais descrevem as funcionalidades e os serviços de um sistema, ou seja, como o ele se deve comportar a determinadas situações e como deve reagir a determinadas entradas[58]. O levantamento desses requisitos conta com o apoio de diagramas de casos de usos e de atividades. No qual os primeiros descrevem o fluxo de atividades do sistema, que é constituído por um nó inicial e final, transições, ações e nós de decisão [59]. Os nós iniciais e finais são representados por um círculo fechado e aberto respetivamente e as transições por setas que indicam o caminho entre as ações do sistema. Estas correspondem as atividades do sistema e são representadas por símbolos retangulares [60]. Os nós de decisão correspondem a transições alternativas, que normalmente são representados por losangos [61]. Por fim, os segundos diagramas descreve as principais funcionalidades do sistema e a interação das mesmas com o utilizador [62].

Na Figura 4.1 é possível observar o diagrama de atividades da aplicação desenvolvida. O utilizador para visualizar o teor da aplicação precisa em primeiro lugar de seleccionar a opção "Aprender", para de seguida realizar a ação de descarregar e imprimir o documento que contém os marcadores. Assim, que o utilizador tenha os marcadores imprimidos pode realizar a ação de aceder a câmara do dispositivo através do botão "Continue". Quando a câmara reconhece um dos marcadores imprimidos apresenta ao utilizador o conteúdo de realidade aumentada que lhe está associado.

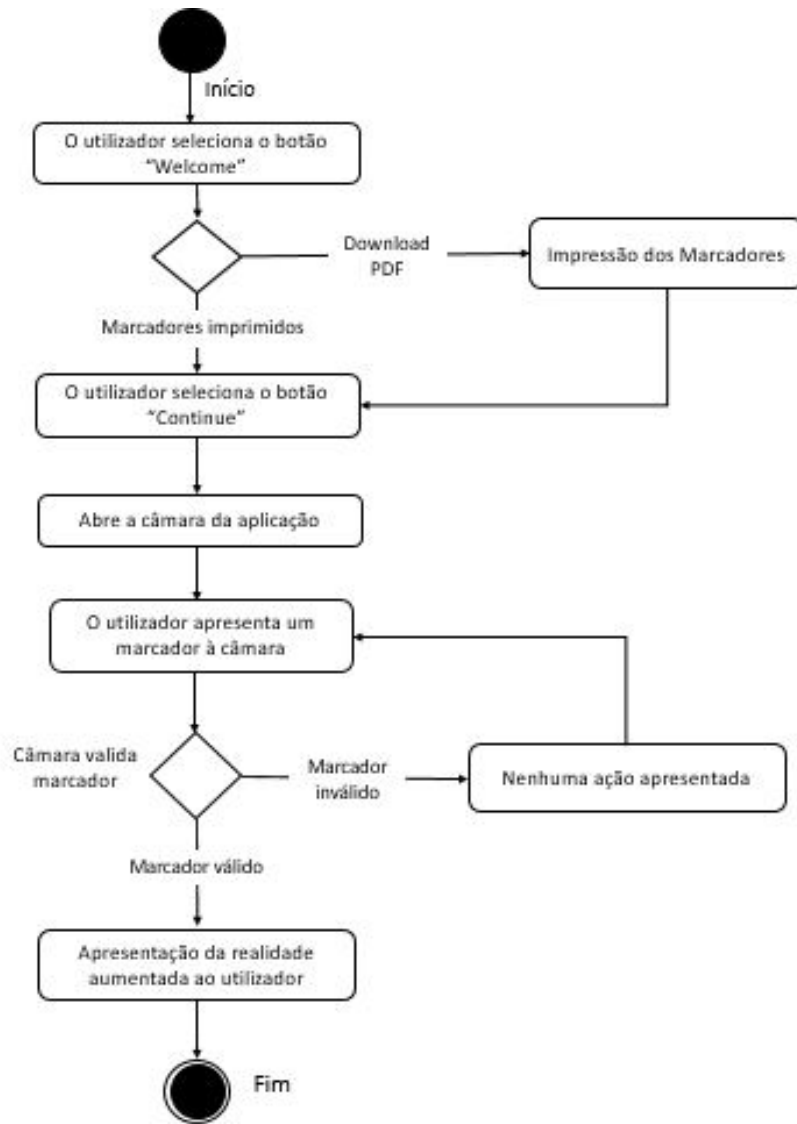


Figura 4.1: Diagrama de Atividades.

O diagrama de caso de uso encontra-se representado na Figura 4.2, onde é possível observar as as várias funcionalidades da aplicação.

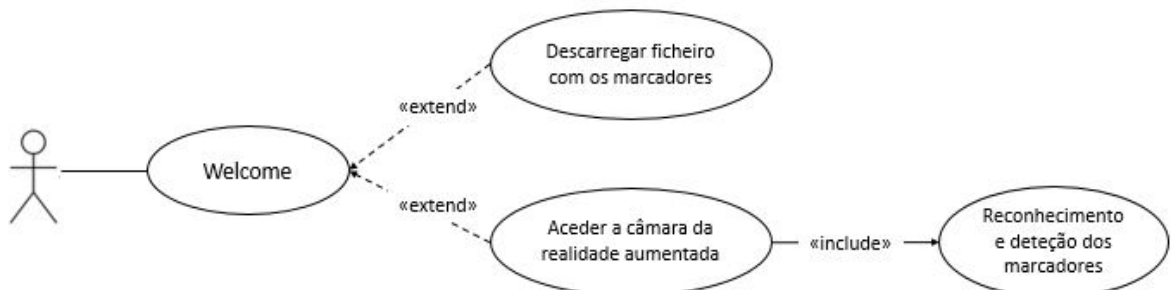


Figura 4.2: Diagrama de caso de uso.

A primeira e a segunda funcionalidade da aplicação dizem respeito à aquisição dos marcadores e a câmara do dispositivo do utilizador respetivamente, uma vez que sem eles o utilizador não consegue visualizar a realidade aumentada disponibilizada pela aplicação. As

Tabelas 4.1 e 4.2 apresentam as especificidades destes primeiros requisitos funcionais.

Marcadores	
ID do requisito	#1
Pré-condições:	Acesso à Internet para realizar o <i>download</i> do documento com os marcadores
Pós-condições:	Imprimir o documento
Descrição do requisito:	Acesso aos marcadores do sistema

Tabela 4.1: Requisito Funcional - Marcadores

Câmara	
ID do requisito	#2
Pré-condições:	Aceder a câmara do dispositivo
Pós-condições:	Permissão para usar a câmara do dispositivo móvel na aplicação
Descrição do requisito:	Funcionamento da câmara da aplicação

Tabela 4.2: Requisito Funcional - Câmara

A Tabela 4.3 apresenta todos os detalhes do terceiro e último requisito funcional da aplicação, que corresponde ao funcionamento da tecnologia de realidade aumentada presente na mesma.

Realidade Aumentada	
ID do requisito	#3
Pré-condições:	Marcadores impressos e permissão para usar a câmara
Pós-condições:	A realidade aumentada será divulgada se a câmara detetar e reconhecer os marcadores impressos.
Descrição do requisito:	Exposição do conteúdo digital no ambiente real do utilizador

Tabela 4.3: Requisito Funcional - Realidade Aumentada

4.3.2 Requisitos Não Funcionais

Os requisitos não funcionais descrevem as restrições e os serviços de um sistema [58]. Eles incluem uma vasta extensão de atributos de qualidade, como usabilidade, disponibilidade, desempenho, compatibilidade, capacidade, tolerância a falhas, entre outros [63]. Na Tabela 4.4 é possível observar esses mesmos atributos referentes a aplicação móvel desenvolvida.

Tipo de Requisito: Não funcional		
Item	Atributo	Descrição
#4	Disponibilidade	A aplicação deve estar disponível 24h por dia, 7 dias por semana
#5	Desempenho	Exposição da RA tem de ser executada num máximo de tempo de 10 segundos; Memória suficiente para instalação da aplicação.
#6	Compatibilidade	Sistema operativo Android com versão superior ou igual a 8.0
#7	Tolerância a falhas	Capaz de tratar falhas que ocorrem de uma forma inesperada
#8	Usabilidade	Fácil utilização para os menos experientes em tecnologia
#9	Manutenção	Sempre que necessário a aplicação deve ser submetida a um aperfeiçoamento.

Tabela 4.4: Requisitos não funcionais da aplicação

4.4 Aplicação móvel de realidade aumentada

A aplicação desenvolvida nesta dissertação tem como base auxiliar o processo de aprendizagem de manipulação de listas Python e destina-se a alunos que estejam a desenvolver competências nessa linguagem.

Para dar início a aplicação o utilizador precisa de seleccionar o botão "Aprender" presente na Figura 4.3.



Figura 4.3: Interface Principal.

Após esse passo é apresentado ao utilizador a interface da Figura 4.4, onde é referido o objetivo da aplicação e o procedimento necessário para ter acesso à realidade aumentada. Esse procedimento conta com o apoio de uma funcionalidade, neste caso com o botão "Download Pdf", que permite ao utilizador obter o documento com os marcadores. Os mesmos podem ser observados na Figura 4.5.

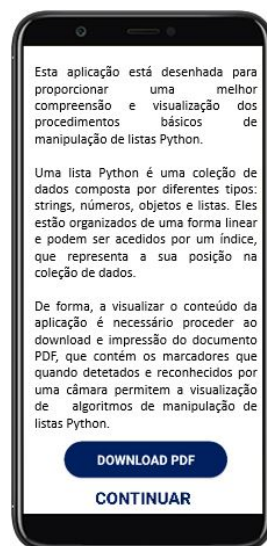


Figura 4.4: Interface que permite ter acesso aos marcadores.



Figura 4.5: Marcadores.

Assim que o utilizador tenha os marcadores imprimidos, pode seleccionar o botão "Continuar" para ter acesso a câmara do seu dispositivo móvel e com a devida permissão para usa-la, o utilizador pode a move-la de forma assim detetar e reconhecer os marcadores imprimidos. Quando a câmara reconhece um marcador é apresentado ao utilizador uma lista de três dimensões que contém em cada posição um determinado número positivo ou negativo e um botão que quando pressionado permite a visualização do procedimento das operações remover e adicionar elemento numa lista. Para além disso, ainda é possível observar nos marcadores "Adicionar elemento no fim da lista" e no "Adicionar elemento numa dada posição da lista" um elemento fora da lista. A Figura 4.6 apresenta todos esses elementos nos seus respetivos marcadores.

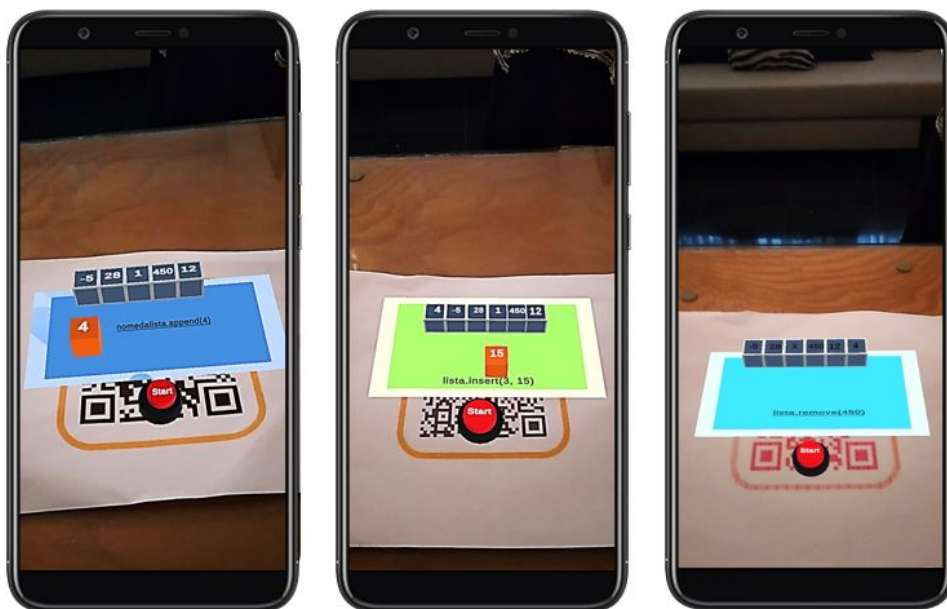


Figura 4.6: Realidade Aumentada de cada marcador.

O marcador "Remover Elemento" permite ao utilizador visualizar um elemento da lista a deslocar-se para fora da mesma e os elementos que se encontravam a sua direita a movimentar-se para novas posições, neste caso para posições anteriores. A Figura 4.7 apresenta de uma forma esquematizada todo esse mesmo processo.

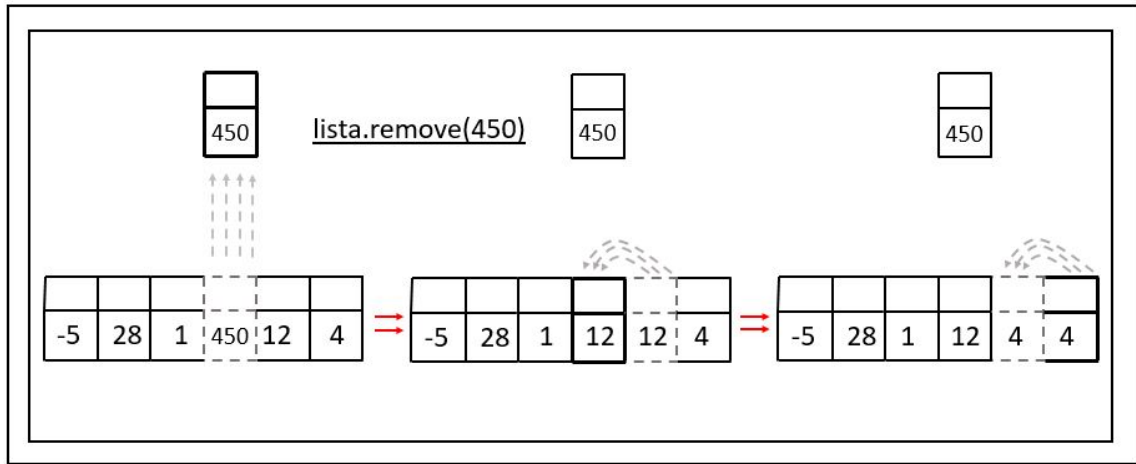


Figura 4.7: Esboço do procedimento que vai ser exibido pelo marcador “Remover Elemento”.

Em contrapartida, o marcador “Adicionar elemento no fim da lista” permite ao utilizador visualizar um elemento que se encontra fora da lista a movimentar-se para o fim da mesma. Esse procedimento pode ser observado na Figura 4.8.

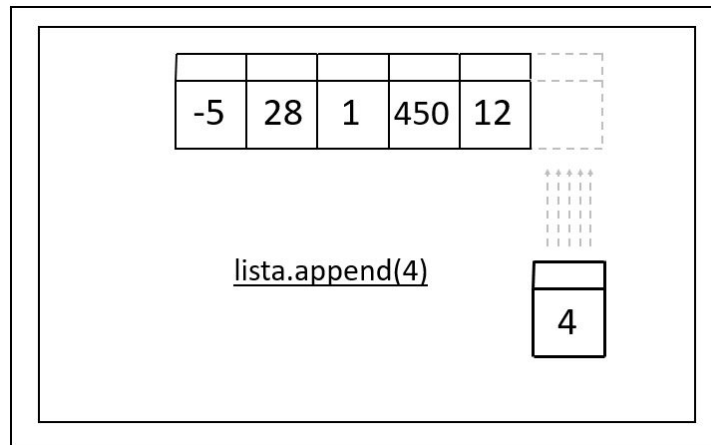


Figura 4.8: Esboço do procedimento que vai ser exibido pelo marcador “Adicionar elemento no fim da lista”.

Por último, o marcador “Adicionar elemento numa dada posição da lista” apresenta ao utilizador um elemento fora da lista que irá deslocar-se para uma determinada posição da lista. À medida que esse elemento se desloca para essa posição o elemento que se encontra nela desloca-se juntamente com os seus vizinhos para novas posições, neste caso para as posições seguintes. Na Figura 4.9 é possível observar com mais detalhe esse mesmo procedimento.

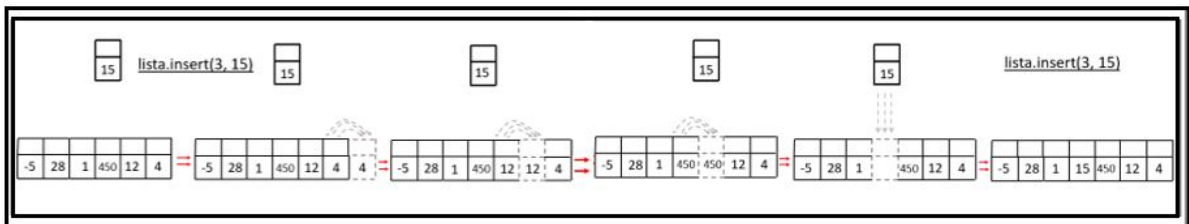


Figura 4.9: Esboço da cena de RA a ser exibido pelo último marcador.

4.4.1 Conceção da Realidade Aumentada

A aplicação desenvolvida permite ao utilizador ver em três dimensões todo o procedimento que se encontra esquematizados nos esboços das Figuras 4.7, 4.8 e 4.9. Para o devido efeito foi necessário desenvolver os respetivos marcadores, assim como a criar um projeto na Unity que requereu a aquisição de um pacote designado por “Vuforia Engine”. O mesmo pode ser baixado em [64] e permite o acesso aos recursos “Image Target” e a câmara “AR Camera”. No qual, o primeiro recurso permite a introdução de imagens alvo na “Scene” do projeto e o segundo é o responsável por permitir que a realidade aumentada funcione no mundo real. A “AR Camera” para funcionar corretamente é necessário inserir na sua configuração uma chave de licença, que é obtida através do Portal Developer Engine Vuforia [51]. O mesmo Portal permitiu ainda a criação e obtenção dos marcadores, onde os passos necessários para esses propósitos podem ser observados em A.3. É de notar que para ter acesso a esse Portal é necessário criar uma conta.

O pacote “Vuforia Engine” e os marcadores criados são incorporados no projeto através do seguinte caminho de opções: “Assets”->”Import Package”->”Custom Package”->Nome do Pacote/Marcadores. De modo assim tornar possível a construção dos elementos sobre cada marcador, as respetivas deslocações e a inserção da câmara de realidade aumentada no projeto. Cada um dos elementos foi concebido através dos seguintes caminhos de opções: “GameObject -> 3D Object-> Cube/Plane” e “Create -> Material -> Cor -> Ficheiro com o material do objeto”. As deslocações dos elementos foram realizadas com o apoio de animações que só iniciam e desenrolam quanto o utilizador pressiona de uma forma contínua o botão vermelho “Start”, caso contrário a animação volta ao início. Elas foram desenvolvidas no próprio projeto por meio do seguinte caminho de opções: “Window”->“Animation”->“Create”. Nelas são definidas quais os elementos que se vão movimentar, a velocidade da deslocação, a posição tridimensional inicial e final da deslocação, e a forma como se processa a mesma, ou seja se é de uma forma retilínea ou curvilínea. A Figura 4.10 apresenta a animação que foi construída para representar o procedimento do esboço associado ao marcador “Adicionar elemento no fim da lista”. As linhas verde, azul e vermelho correspondem a deslocação da posição y,z e x respetivamente do elemento cor de laranja.

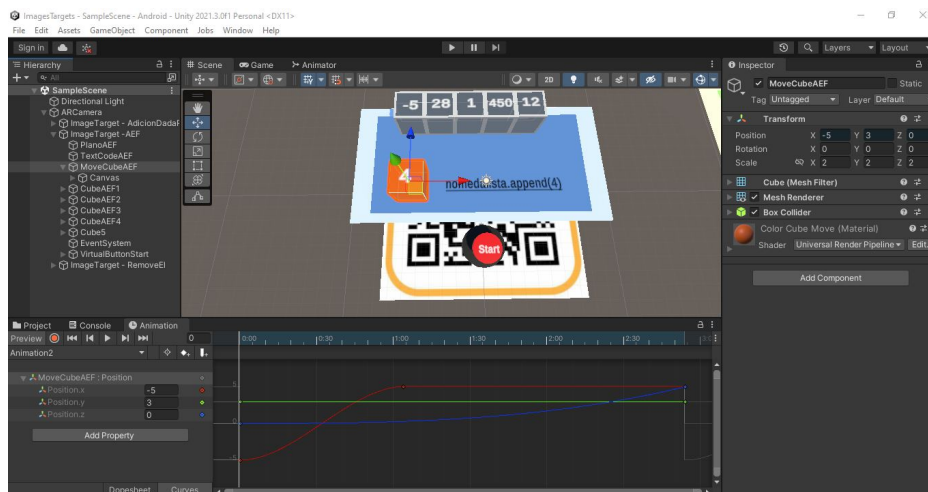


Figura 4.10: Animação do procedimento do esboço do marcador “Adicionar elemento no fim da lista” .

O último passo da concepção da realidade aumentada envolveu a criação de um ficheiro .apk do projeto desenvolvido, de forma assim ser possível usa-lo num projeto de Android Studio. Todos os passos necessários para a criação desse ficheiro são descritos em A.4. É de notar que a construção das interfaces e das respetivas funcionalidades foi feita num projeto de Android Studio.

4.4.2 Testagem da aplicação

De modo a verificar o cumprimento de todos os requisitos funcionais da aplicação desenvolvida, mencionados na secção anterior, foram realizados dois tipos de testes. O primeiro visa testar as várias funcionalidades presentes nas interfaces da aplicação e o segundo a realidade aumentada presente em cada marcador. Em ambos os testes foi utilizado o Smartphone Samsung Galaxy A02.

Os resultados do primeiro tipo de testes revelaram falhas na abertura do ficheiro .apk, que foram corrigidas com a inclusão de biblioteca Vuforia Engine. Em contrapartida, os resultados do segundo tipo de teste revelaram a necessidade de abrandar a velocidade do deslocamento de alguns cubos e o ajustamento das posições finais de deslocamento de alguns elementos. A Figura 4.11 apresenta a verificação da realidade aumentada do marcador "Adicionar elemento numa dada posição da lista".



Figura 4.11: Animação do marcador "Adicionar elemento numa dada posição da lista".

4.5 Experiência

A experiência realizada nesta dissertação teve como finalidade avaliar a aplicação desenvolvida e recolher um parecer sobre a realidade aumentada no ensino. Esta secção apresenta os

resultados da experiência e respetiva análise, e o instrumento de recolha de dados utilizado na experiência.

4.5.1 Questionário

O questionário utilizado na experiência é essencialmente composto na sua maioria por respostas alternativas, de forma assim quantificar uma multiplicidade de dados. O mesmo pode-se ser observado em A.5 e encontra-se dividido em cinco partes. A primeira parte está relacionada com o perfil do aluno como idade, género e curso; a segunda é constituída por sete questões relacionadas com conhecimento que o aluno possui sobre a realidade aumentada e a experiência que tem com a mesma; a terceira com sete questões relacionadas com a utilização da tecnologia no ensino; a penúltima é composta por sete questões sobre a aplicação desenvolvida; e por fim, a última destina-se a comentários dos alunos sobre o que gostariam de ver melhorada na aplicação e em que áreas educacionais gostariam de ver e usar a realidade aumentada.

4.5.2 Resultados da experiência

Os alunos que responderam ao questionário, sendo dezoito no total, fazem parte de uma turma de licenciatura do curso de Bioinformática da Universidade da Beira Interior. Como se pode observar na Figura 4.12 dez são do género feminino que equivalem a 56% dos participantes e oito do masculino que correspondem a 46% , e têm idades compreendidas entre os dezanove e os vinte e um anos. Os participantes usaram na experiência os seus dispositivos móveis Android como smartphones e tablets.

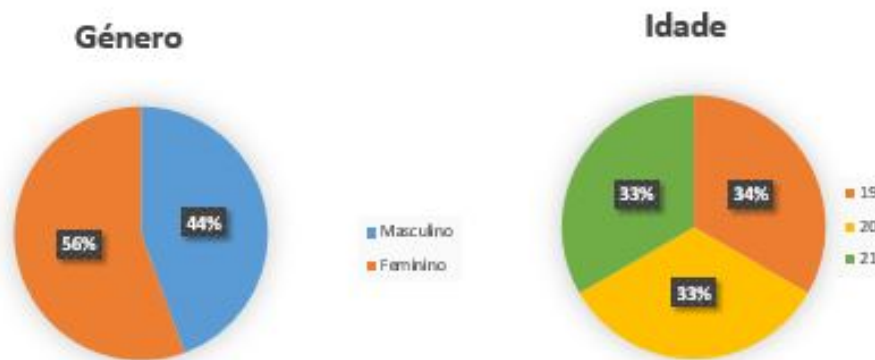


Figura 4.12: Perfil da turma da Experiência.

Os resultados da segunda parte do questionário revelaram que todos os alunos já usaram códigos QR Codes, que foi a sua primeira vez a assistiram a uma aula com realidade aumentada, que gostariam de ver mais este tipo de tecnologia nas aulas e de poderem visualizá-la e usá-la em outros conteúdos educacionais. Em relação, ao conhecimento da realidade apenas catorze alunos (12%) responderam que o conheciam o seu conceito, enquanto que quatro não responderam à pergunta. Para além disso, somente dezasseis alunos (14%) responderam que conheciam algumas ferramentas de realidade aumentada.

Relativamente, ao facto de já ter usado a tecnologia de realidade aumentada, catorze alunos (12%) responderam de uma forma afirmativa, nos quais mencionaram aplicações de realidade aumentada como pokemon Go e Snapchat.

A terceira parte do questionário mostrou que cerca de seis alunos (15%) responderam que concordavam parcialmente, onze alunos (13%) concordavam totalmente e apenas um aluno que não concordava nem discordava com o simples facto, de quando a realidade aumentada é aplicada em contexto educativo torna-se numa forma de potenciar a aprendizagem dos alunos. Em relação, a pergunta sobre se o ensino que utiliza a realidade aumentada como recurso torna-se mais eficaz do que o ensino tradicional, doze alunos (30%) concordaram parcialmente e seis (7%) concordaram totalmente. Por outro lado, na pergunta se o uso da realidade aumentada irá enriquecer a lecionação do professor, oito alunos (20%) concordaram parcialmente e dez (12%) concordaram totalmente. A quarta questão que indica que as atividades com realidade aumentada são mais motivadoras para os alunos e torna-as mais enriquecedoras a nível educacional, dois alunos (5%) concordavam parcialmente e dezasseis (19%) que concordavam totalmente. Em resposta a pergunta seguinte, em que tecnologia pode proporcionar práticas de ensino mais realistas, três alunos (7%) concordam parcialmente e quinze (18%) concordam totalmente. Relativamente a penúltima pergunta que se refere que a realidade aumentada consegue observar com mais detalhe os objetos/tópicos em estudo, quatro alunos (10%) concordaram parcialmente e catorze (16%) concordaram totalmente. Por último, cinco alunos (13%) concordam parcialmente e treze concordam totalmente (15%) que quando o professor usa a tecnologia de realidade aumentada o interesse do aluno pela matéria aumenta. No Gráfico 4.13 é possível observar com mais detalhe todos os resultados da terceira parte do questionário.

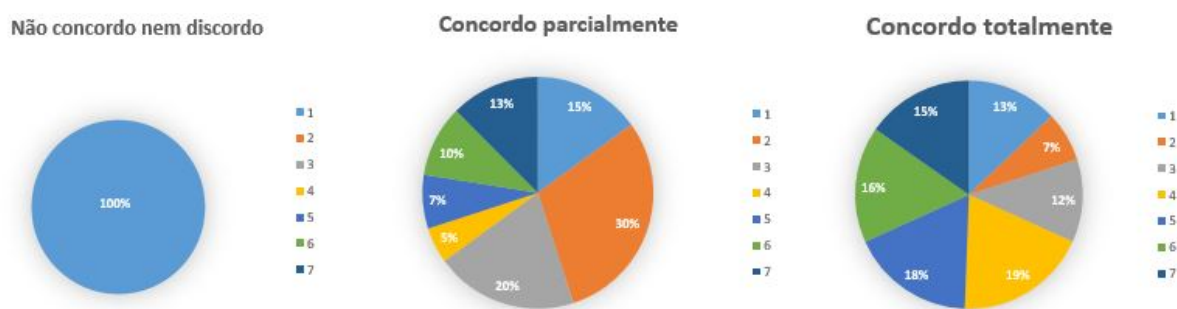


Figura 4.13: Respostas da pergunta 3 do questionário.

Os resultados sobre a aplicação desenvolvida podem ser observados na Figura 4.14, que indica que dezasseis alunos (53%) responderam que não tiveram dificuldades em utilizar a aplicação, enquanto que apenas dois (2%) responderam que sentiram alguma dificuldade; todos os alunos afirmaram que a aplicação é de fácil utilização e que a experiência provocou vontade de conhecer melhor a tecnologia; catorze alunos (15%) acharam a aplicação apelativa ao passo que três (10%) acharam simplesmente o contrário; dezasseis alunos (17%) afirmaram que o design(cor, estilo de fonte e tamanho) usado na aplicação é legível e de fácil interpretação, enquanto que dois alunos (7%) responderam o contrário; catorze alunos(13%) declaram que o conteúdo transmitido pela aplicação é claro e esclarecedor e apenas quatro alunos (13%) responderam o contrário; Por fim, treze alunos (13%) recomendariam a apli-

cação aos seus amigos e apenas cinco (17%) não recomendariam.

Pergunta	Sim	% Sim	Não	% Não
1. Tiveste alguma dificuldade em utilizar a aplicação da experiência?	2	2%	16	53%
2. A aplicação é de fácil de utilização?	18	19%		
3. A aplicação usada na experiência é apelativa?	14	15%	3	10%
4. A experiência provocou-lhe vontade de conhecer melhor este tipo de tecnologia?	18	19%		
5. O conteúdo transmitido pela aplicação é claro e esclarecedor.	14	15%	4	13%
6. O design (cor, estilo de fonte e tamanho) usado na aplicação é legível e fácil interpretação.	16	17%	2	7%
7. Recomendarias esta aplicação aos seus amigos?	13	13%	5	17%

Figura 4.14: Respostas da pergunta 4 do questionário.

Quanto ao facto do que gostariam de ver melhorada na aplicação os alunos responderam que desejariam de poder usar a aplicação em todos os tipos de telemóveis e ver a tecnologia de realidade aumentada nas aulas de genética, geometria, química e em cosmologia. É de realçar que a ferramenta Vuforia não permite que dispositivos móveis com versões inferiores à 8 possam executar aplicações de realidade aumentada com marcadores.

4.5.3 Análise dos resultados

Apesar do número reduzido de participantes os resultados foram bastantes satisfatórios e mostraram que a tecnologia de realidade aumentada é bastante eficiente no processo de aprendizagem. Para a maioria dos participantes o uso da realidade aumentada no ensino tem um enorme potencial para a aprendizagem de conteúdos educativos. Eles reconhecem que quando a tecnologia é aplicada em contexto educativo torna-se numa forma de potenciar a aprendizagem dos alunos, permite o enriquecimento da lecionação do professor, proporciona práticas de ensino mais realista, aumenta o interesse do aluno e é mais eficaz que o ensino tradicional.

Por outro lado, os resultados mostraram que a aplicação desenvolvida é bastante promissora para a aprendizagem de competências de linguagem Python, uma vez que para a maioria dos participantes o conteúdo que ela transmite é claro e esclarecedor e que a aplicação é bastante apelativa, dispõe de um design atrativo e é de fácil utilização.

Os participantes mostraram uma vontade de conhecer melhor este tipo de tecnologia e de poder ver e usa-la mais vezes em ambientes educacionais, o que demonstra o interesse que os alunos têm pela tecnologia e a vontade de a ver em ambientes educacionais.

Posto isto, os professores ao usar este tipo de tecnologia dentro na sala aula adquirem novos níveis de produtividade, aperfeiçoam o seu método de ensino e criar aulas que vão de encontro aos interesses dos alunos. Para além disso, as escolas e as instituições, podem beneficiar e muito do uso da realidade aumentada, uma vez que permite melhorar o programa educacional e cativar mais jovens e crianças a fazer parte da sua comunidade escolar. A realidade aumentada pode ser a chave para revolucionar o ensino tradicional, uma vez que contribui de uma forma significativa no aumento da motivação, compreensão e interesse do aluno.

4.6 Conclusão

Este capítulo apresenta todas as ferramentas e tecnologias utilizadas para o desenvolvimento da aplicação móvel, os resultados de uma experiência e respectiva análise dos mesmos, e uma apresentação da aplicação, bem como uma descrição da sua implementação e testagem.

Capítulo 5

Realidade Aumentada

5.1 Introdução

A realidade aumentada transformou o nosso quotidiano numa nova forma de interagir e desenvolver as nossas tarefas diárias, permitindo o acesso a novas experiências. Através dela tornou-se possível encontrar aplicações inovadoras e atrativas, de forma a melhorar o desempenho nas mais diferentes áreas da sociedade. Por exemplo, no sector da saúde reforçou a aprendizagem da autonomia através da introdução de modelos virtuais interativos, permitindo uma visualização com mais detalhe do corpo humano e um treinamento cirúrgico mais completo [65]. Na Arquitetura a realização de projetos mais inovadores e modernos através da transformação de esboços de duas dimensões para três dimensões, fornecendo assim uma visão mais realista aos clientes [66]. E na educação possibilitou aos professores a aquisição de novas formas de transmitirem o saber [67].

O presente capítulo apresenta a história, o conceito, o funcionamento e as ferramentas que sustentam a tecnologia de realidade aumentada.

5.2 História

A realidade aumentada, não é uma tecnologia recente, surgiu na década dos anos 60 quando Ivan Sutherland, professor de Harvard e cientista de computação, juntamente com o seu aluno Bob Sproul desenvolveram em 1968 o primeiro HMD. Este dispositivo é um capacete que possui um *display* ótico em cada olho do utilizador (HDM Binocular) ou apenas um (HDM Monocular) e proporciona ao utilizador a visualização de gráficos ou de objetos de três dimensões, que são gerados por um computador. Esse capacete foi designado por The Sword of Damocle, uma analogia á espada que se encontrava suspensa no teto por cima da cabeça do rei Dâmocles, uma vez que devido ao seu enorme peso era necessário ter o capacete suspenso no teto por cima da cabeça do utilizador [68]. Na Figura 5.1 é possível observar essa mesma suspensão.

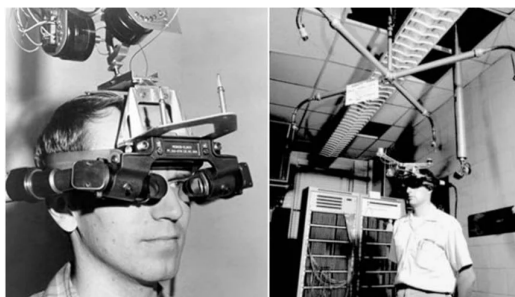


Figura 5.1: O primeiro HMD. Imagem retirada de [2].

Em 1974, o artista digital Myron Krueger criou um projeto designado por “VideoPlace” que utiliza um sistema de projeção e câmaras de vídeo para gerar sombras numa tela. Através dele o utilizador conseguiu pela primeira vez em tempo real interagir com objetos e imagens virtuais. O “VideoPlace” permite que pessoas que estejam em salas diferentes possam interagir entre si através da projeção das suas imagens na tela, que são representadas por silhuetas coloridas. Isto só é possível quando está presente em cada sala uma tela de projeção, um computador e uma câmara de vídeo. Esta última capta os movimentos dos utilizadores e transmite-os para um computador que depois irá projetá-los para uma tela. Para além disso, possibilita ao utilizador a interação com objetos que são reproduzidos de uma forma gráfica na tela [69]. A Figura 5.2 apresenta uma interação entre pessoas.



Figura 5.2: VideoPlace. Imagem retirada de [3].

O conceito de realidade aumentada surgiu em 1990, quando Tom Caudell cientista e pesquisador da Boeing desenvolveu um HDM que permite a projeção de uma imagem virtual na linha de montagem das aeronaves. Essa imagem mostrava de uma forma esquematizada o procedimento das ligações dos cabos e dos fios da aeronave, contribuindo desta forma para facilitar o trabalho dos mecânicos, uma vez que os dispensava de recorrer a manuais de instruções complexos e pesados. Este HDM permitiu pela primeira vez a interação entre o ambiente real e o virtual [70].

No início do ano de 2000, Bruce Thomas desenvolveu o primeiro jogo móvel de realidade aumentada designado por ARQuake. O utilizador tinha que se movimentar para avançar de nível e olhar em redor para alterar a visão do jogo. Essa alteração era gerada por um computador com base na localização do utilizador e de uma bússola digital. Para jogar esse jogo o utilizador tinha que colocar na cabeça um monitor, um computador nas costas e um dispositivo em forma de arma de brinquedo na mão. Todo este equipamento pesava 16 kg o que causava algum desconforto ao utilizador [71]. A Figura 5.3 apresenta todo esse equipamento para jogar o ARQuake.

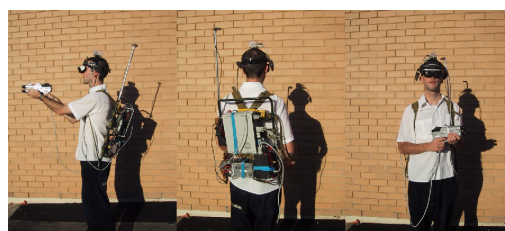


Figura 5.3: Primeiro jogo de realidade aumentada: ARQuake. Imagem retirada de [4].

A evolução da tecnologia permitiu o aparecimento de dispositivos móveis com câmaras de alta resolução, ecrãs a cores de elevada qualidade, com maior processamento computacional, com conexão a *internet*, mais leves a nível de peso e com tamanhos mais reduzidos. Esses dispositivos móveis contribuíram para uma nova forma de desenvolver sistemas de realidade aumentada, uma vez que reúnem todos os componentes necessários para o bom funcionamento dos mesmos. Desta forma, evita-se a necessidade de usar equipamentos pesados, volumosos e dispendiosos. Esta vertente impulsionou o aumento do desenvolvimento de aplicações de realidade aumentada [72].

A realidade aumentada alcançou o seu auge em 2016, quando a empresa japonesa Nintendo juntamente com a Niantic lançaram o famoso jogo de realidade aumentada Pokémon GO. Esse jogo permite ao jogador capturar pokémons que são criaturas fictícias do desenho animado Pokémon. O jogador precisa de se movimentar com ajuda de um GPS e direcionar a câmara do seu dispositivo móvel para o ambiente real de forma assim encontrar essas mesmas criaturas. Assim que elas são encontradas o utilizador carrega num botão do jogo representado por uma pokebola para captura-las, para depois treina-las e realizar combates com outras criaturas [73]. Esse jogo alcançou um sucesso à escala global, fazendo com que com mais de 100 milhões de pessoas efetuassem o *download* do jogo [74]. Esse elevado número evidenciou o potencial da tecnologia de realidade aumentada e chamou à atenção das marcas, empresas e dos consumidores. De tal forma, que é possível encontra-la nas mais diversas áreas da nossa sociedade [75].

5.3 Conceito

A realidade aumentada ou simplesmente RA é uma tecnologia que concede a integração de vários elementos virtuais (gerados por computador) na nossa visão da realidade, permitindo a combinação entre dois mundos, virtual e real. Essa combinação é normalmente obtida através de uma câmara de um dispositivo móvel e óculos ou lentes de realidade aumentada, onde o conteúdo virtual é projetado para o campo de visão do utilizador[76].

É importante realçar que, para obter programas de realidade aumentada o mais realistas possíveis, deve estar presente um bom equilíbrio entre os diferentes mundos, real e virtual. Para tal, os elementos reais e virtuais têm que assegurar um alinhamento perfeito, de forma assim a evitar erros que possam comprometer o bom funcionamento desta tecnologia [77].

Um sistema de realidade aumentada deve cumprir três requisitos fundamentais: combinar o real com o virtual, permitir a interação em tempo real e projetar em três dimensões [78]. E podem ser classificados [79] em:

- **Sistema de visão ótica direta** – os elementos virtuais são projetados diretamente para a visão do utilizador e ajustadas ao ambiente que o rodeia, através da utilização de óculos ou de capacetes com lentes. Proporcionando ao utilizador uma maior liberdade para se movimentar e uma maior perceção que os elementos virtuais fazem parte do mundo real.;

- **Sistema de visão direta por vídeo** - o ambiente real do utilizador é capturado por microcâmaras de vídeo presentes nos capacetes ou óculos, que será projetado diretamente para a visão do utilizador juntamente com elementos virtuais (gráficos ou imagens), isto através de pequenos monitores presentes nos capacetes ou óculos.;
- **Sistema de visão por vídeo baseado em monitor** -é de todos o mais utilizado, uma vez que usa uma webcam ou uma câmara de um dispositivo móvel para capturar o ambiente real, que será projetado para a tela do dispositivo móvel ou monitor juntamente com os elementos virtuais. Porém, neste sistema a liberdade do utilizador fica mais condicionada quando comparado com os anteriores.;
- **Sistema de visão ótica por projeção** - projeta os elementos virtuais para uma superfície presente no ambiente do utilizador. Porém, este sistema é muito restrito às condições do espaço real, dependendo da necessidade de superfícies de projeção.

A Figura 5.4 apresenta um exemplo de cada um destes sistemas.



Figura 5.4: Sistema de realidade aumentada. Imagem retirada de [5].

5.4 Funcionamento

Atualmente, existem dois tipos de realidade aumentada, o primeiro designado por realidade aumentada com marcadores e o segundo sem marcadores. Relativamente ao primeiro é necessários marcadores físicos, que são compostos por pequenos símbolos em forma de quadrados com bordas pretas e com ícones pretos sobre um fundo branco no centro ou vice-versa, ou simplesmente é uma imagem padrão, para projetar os objetos virtuais. E quando uma câmara os reconhece através da sua posição e orientação, um software cria e projeta o objeto virtual de três dimensões sobre o marcador [80]. A Figura 5.5 apresenta de uma forma esquematizada este mesmo funcionamento.



Figura 5.5: Funcionamento da RA baseada em marcadores.

Em relação ao segundo tipo, o funcionamento é muito semelhante ao anterior, onde a única diferença está no facto de não necessitar de marcadores físicos, uma vez que assume as imagens do ambiente real como marcadores [81]. Quando uma câmara reconhece as imagens presentes no ambiente real, o software cria e projeta o objeto virtual de três dimensões para o ambiente real, que é posicionado de acordo com os objetos presentes meio. A Figura 5.6 apresenta este mesmo funcionamento.



Figura 5.6: Funcionamento da RA sem marcadores.

A realidade aumentada sem marcadores encontra-se dividida em três categorias: localização, projeção e sobreposição.

- **Localização:** os objetos virtuais são colocados no espaço físico do utilizador segundo a sua localização no momento. A Figura 5.7 apresenta o famoso jogo Pokémon GO que é o exemplo mais representativo deste tipo de realidade aumentada. Este jogo utiliza o sistema de GPS e a câmara de um smartphone de forma a permitir aos utilizadores capturarem, treinarem e realizarem combates com criaturas (elementos virtuais) que surgem na tela do smartphone, dando a sensação que se encontram no local exato onde o utilizador se encontra. [82].



Figura 5.7: Realidade Aumentada baseada na localização. Imagem retirada de [6]

- **Projeção:** projeta uma imagem virtual em objetos físicos através de uma luz sintética, que quando incidida permite a interação humana (o toque) [83]. Este tipo de tecnologia pode ser usado para gerar ilusões de profundidade, posição e orientação de um determinado objeto. A Figura 5.8 apresenta um exemplo deste tipo de realidade aumentada.



Figura 5.8: Realidade Aumentada baseada em projeção. Imagem retirada de [7].

- **Sobreposição:** substitui de uma forma parcial ou total a visão original de um objeto por outra, com a introdução de elementos virtuais sobre ele. Esses elementos não são inseridos se o objeto em questão não for reconhecido. A Figura 5.9 apresenta um dos exemplos deste tipo de realidade aumentada, que são os famosos filtros do *Instagram*, *Tik Tok*, *Facebook*, entre outros. [83].



Figura 5.9: Realidade Aumentada baseada em sobreposição. Imagem retirada de [8].

5.5 Ferramentas que sustentam a realidade aumentada

Atualmente, nem todas as tecnologias que existem na nossa sociedade conseguem suportar a realidade aumentada, uma vez que não contém as ferramentas necessárias como sensores, câmaras, sistema de GPS, gráficos de três dimensões, entre outras [84].

Os dispositivos móveis atuais como tables e smartphones conseguem dar suporte a realidade aumentada, excepto aqueles que possuem o sistema operativo Android de versão inferior a 3.0 ou iOS de versão inferior a 7.0 [85]. Porém, nem todos esses dispositivos móveis conseguem dar suporte um tipo de realidade aumentada, neste a de baseada em marcadores, somente os dispositivos móveis de sistema operativo Android com versão superior ou igual 8.0 e iOS com versão superior ou igual a 13 [86].

O HUD é outro tipo de tecnologia que permite dar suporte a realidade aumentada. Esse equipamento utiliza um projetor que é um *display* LED, um combinador que representa a

superfície de projeção e um computador de vídeo que armazena e envia as informações para o projetor [87]. O HUD projeta para o para-brisas de um veículo ou para um pequeno ecrã localizado de frente para o condutor informações referentes à velocidade, direções de navegação, distancia da próxima curva, sinais de trânsito, cálculos de voo em caso de aeronaves, distância entre seu veículo e da frente, entre outras informações [88]. Essas informações ficam sobrepostas sobre a estrada ou a atmosfera, evitando desta forma que o condutor desvie a sua atenção ou o seu olhar para as conferi [89]. Para além disso, utiliza sensores de luz que permitem ajustar a luminosidade de projeção de acordo com a luz do ambiente [90]. A Figura 5.10 apresenta um exemplo do sistema HUD.



Figura 5.10: Sistema HUD. Imagem retirada de [9].

Os óculos e lentes inteligentes de realidade aumentada são outros tipos de dispositivos que permitem dar suporte a realidade aumentada. Eles permitem a visualização de objetos virtuais, que são geradas por um computador ou dispositivo móvel, no mundo real. Esses objetos podem ser animações, informações, vídeos, notificações do smartphone, entre outros [91]. A Figura 5.11 apresente os óculos de realidade aumentada .



Figura 5.11: Óculos de RA. Imagem retirada de [10].

5.6 Conclusão

Em suma, este capítulo apresentou todos os conceitos essenciais para adquirir um conhecimento amplo sobre a tecnologia de realidade aumentada, como a sua origem, o seu conceito e funcionamento, e as ferramentas que dão suporte a realidade aumentada.

Capítulo 6

Conclusão

Em suma, esta dissertação teve como intuito avaliar o impacto que a realidade aumentada tem no processo de aprendizagem e medir a sua eficácia no mesmo, bem como responder as seguintes questões: Será que a utilização da tecnologia de realidade aumentada é capaz de promover novos contextos que permitam a aquisição de melhores resultados de aprendizagens nos alunos?; O uso de realidade aumentada mostra-se mais eficaz do que a aprendizagem tradicional?; Os ganhos da aprendizagem são maiores ao usar as aplicações de realidade aumentada quando comparados com outros recursos educacionais?.

Em primeiro lugar foi realizado um estudo bibliográfico de forma a responder as questões presentes nos objetivos e obter um conhecimento científico sobre o uso da realidade aumentada no ensino, ou seja, de que forma que ela melhora o ensino, que possíveis obstáculos e desafios ela enfrenta na sala de aula, quais as áreas educativas onde mais se utiliza este tipo de tecnologia e que aplicações de realidade aumentada existem atualmente ou estão a ser desenvolvidas. De seguida, foi elaborado um plano de desenvolvimento que descreve todas as etapas necessárias para cumprir com todos os objetivos da dissertação, bem como o tempo necessário para a realização dos mesmos. Em terceiro lugar, é apresentado as ferramentas necessárias para a construção de uma aplicação móvel de realidade aumentada, uma descrição do processo de implementação e testagem da mesma e uma análise dos resultados de uma experiência realizada com alunos do curso de licenciatura de engenharia Bioinformática. Essa experiência teve como intuito avaliar a aplicação desenvolvida e recolher um parecer sobre o uso da realidade aumentada no ensino. Por último, é apresentado o conceito, a história, o funcionamento e as ferramentas que dão suporte a realidade aumentada, a fim de a obter uma melhor compreensão sobre a tecnologia.

A análise dos estudos bibliográficos mostrou que o uso da realidade aumentada em ambientes educativos é bastante auspicioso, uma vez que ela apresenta múltiplos benefícios que contribuem para um ganho da aprendizagem dos alunos. Esses benefícios traduzem numa melhor envolvimento do aluno na aprendizagem, contribuindo para uma melhor retenção e compreensão de conceitos complexos e abstratos, e numa redução da carga de trabalho dos professores e auxílio da lecionação de conceitos. O uso da tecnologia na sala de aula permite criar ambientes mais produtivos quando comparados com os recursos tradicionais. Porém, ainda os mesmos estudos revelaram que a tecnologia de realidade aumentada apresenta algumas limitações e desafios em ambientes educacionais, como a falta de conhecimento da área de informática por parte dos professores, custos elevados de alguns equipamentos que dão suporte a realidade aumentada e adversidades com a rede da *internet*. Para além disso, as áreas de engenharias e de ciências são as que demonstram uma maior quantidade dos estudos analisados, o que significa num maior desenvolvimento de sistemas e uma maior utilização da realidade nessas áreas.

Por outro lado, os dados recolhidos na experiência revelaram que para a maioria dos participantes o uso da realidade aumentada no ensino tem um enorme potencial para a aprendizagem de conteúdos educativos. Eles reconhecem que quando a tecnologia é aplicada em contexto educativo torna-se numa nova forma de potenciar a aprendizagem dos alunos, permite o enriquecimento da lecionação do professor, proporciona práticas de ensino mais realista, aumenta o interesse do aluno e é mais eficaz que o ensino tradicional. Também revelaram que a aplicação desenvolvida é bastante frutífera para a aprendizagem de competências de programação de linguagem Python, uma vez que para a maioria dos participantes o conteúdo que ela transmite é claro e esclarecedor, é bastante apelativa, dispõe de um design atrativo e é de fácil utilização. A experiência provocou nos participantes uma vontade de conhecer melhor este tipo de tecnologia e de poder ver e usa-la mais vezes em ambientes educacionais, o que mostra o interesse que os alunos têm pela tecnologia e a vontade de a ver em ambientes educacionais.

Posto isto, apesar da tecnologia de realidade aumentada apresentar alguns desafios e limitações em contexto de sala aula, ela mostra que é bastante eficiente para o processo de ensino e proporciona uma melhor experiência para os professores e alunos. Ela não substitui qualquer recurso tradicional, mas sim auxilia o processo de aprendizagem e enriquece o material didático e as interações entre alunos e professores.

Bibliografia

- [1] M. D, L. A, T. J, and A. DG. (2009) Prisma 2009 flow diagram. Último acesso a 22 Novembro 2021. [Online]. Available: <http://prisma-statement.org/documents/PRISMA%202009%20flow%20diagram.pdf> xi, 7
- [2] B. Poetker. (2019) A brief history of augmented reality (future trends & impact). Último acesso a 16 Março 2022. [Online]. Available: <https://www.g2.com/articles/history-of-augmented-reality> xi, 43
- [3] W. Hyung and H. Y. Lee. (2014) A study on interactive media art to apply emotion recognition. Último acesso a 16 Março 2022. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/figure/Myron-Krueger-Videoplace-1975_fig1_274621011 xi, 44
- [4] B. Thomas, N. Krul, B. Close, and W. Piekarski, “Usability and playability issues for arqueque,” pp. 455–462, 2003. xi, 44
- [5] V. A. Emílio. (2016) Realidade aumentada (ra) expansão da realidade na visão imobiliária. Último acesso a 18 Janeiro 2022. [Online]. Available: <https://m.uniara.com.br/arquivos/file/cca/artigos/2016/vincent-augusto-emilio.pdf> xi, 46
- [6] B. Bardella. (2016) O poder de pokemon go e o futuro da realidade aumentada. Último acesso a 13 Setembro 2021. [Online]. Available: <https://www.tecnicopias.com.br/blog/interna/96-o-poder-de-pokemon-go-e-o-futuro-da-realidade-aumentada> xi, 47
- [7] Pixel. (2019) O que É realidade aumentada? Último acesso a 13 Setembro 2021. [Online]. Available: <https://www.pixelinc.co.za/what-is-augmented-reality/> xi, 48
- [8] S. Media. (2021) Most popular instagram filters | best instagram filters to try in 2021! Último acesso a 13 Setembro 2021. [Online]. Available: <https://deasilex.com/most-popular-instagram-filters/> xi, 48
- [9] A. Components. (2022) Kyocera – 3d-augmented reality head-up display advanced mobility. Último acesso a 23 Março 2022. [Online]. Available: <https://www.anxocomponents.mx/news/kyocera-3d-augmented-reality-head-up-display/> xi, 49
- [10] Breezyscroll. (2021) Facebook to launch its first-ever smart glasses with ray-ban. Último acesso a 23 Março 2022. [Online]. Available: <https://www.zee5.com/articles/facebook-to-launch-its-first-ever-smart-glasses-with-ray-ban> xi, 49
- [11] T. d. S. A. P. Taís Freire Galvão and D. Harrad. (2015) Principais itens para relatar revisões sistemáticas e meta-análises: A recomendação prisma. Último acesso a 20 Novembro 2021. [Online]. Available: <https://www.scielo.br/j/ress/a/TL99XM6YPx3Z4rxn5WmCNCf/?lang=pt> xi, 61

- [12] M. V. Rodrigues. (2021) Jovens recorrem aos smartphones para estudar. Último acesso a 30 Janeiro 2022. [Online]. Available: <https://techbit.pt/jovens-recorrem-smartphones-estudar/> 1
- [13] S. Freeman, S. L. Eddy, M. McDonough, M. K. Smith, N. Okoroafor, H. Jordt, and M. P. Wenderoth, “Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics,” *Proceedings of the national academy of sciences*, vol. 111, no. 23, pp. 8410–8415, 2014. 1
- [14] L. Knüppe, “Motivação e desmotivação: desafio para as professoras do ensino fundamental,” *Educar em revista*, pp. 277–290, 2006. 1
- [15] A. Blum. (2018) The multiple uses of augmented reality in education. Último acesso a 30 Janeiro 2022. [Online]. Available: <https://www.emergingedtech.com/2018/08/multiple-uses-of-augmented-reality-in-education/> 1
- [16] C. Counsell, “Formulating questions and locating primary studies for inclusion in systematic reviews,” *Annals of internal medicine*, vol. 127, no. 5, pp. 380–387, 1997. 5
- [17] D. L. Sackett, “Evidence-based medicine,” vol. 21, no. 1, pp. 3–5, 1997. 5
- [18] C. M. d. C. Santos, C. A. d. M. Pimenta, and M. R. C. Nobre, “The pico strategy for the research question construction and evidence search,” *Revista latino-americana de enfermagem*, vol. 15, pp. 508–511, 2007. 6
- [19] H. DONATO and M. DONATO, “Etapas na condução de uma revisão sistemática.” *Acta Médica Portuguesa*, vol. 32, no. 3, 2019. 6
- [20] C. R. S. da Silva, A. K. Mendonça, J. É. G. Silva, and C. G. B. Morais, “Cubo kids: a proposal for an educational application with augmented reality,” *2020 IEEE International Conference on Teaching, Assessment, and Learning for Engineering (TALE)*, pp. 497–502, 2020. 8, 21, 22
- [21] R. M. Yilmaz, “Educational magic toys developed with augmented reality technology for early childhood education,” *Computers in human behavior*, vol. 54, pp. 240–248, 2016. 8, 21
- [22] J. P. Cruzado, D. H. Huaman, J. R. Capa, and M. Q. Bellizza, “Idear: Augmented reality applied to reading comprehension stories,” *2020 IEEE Engineering International Research Conference (EIRCON)*, pp. 1–4, 2020. 9, 21
- [23] e. a. Ayub, A. A., “Learning tools of kvk module using augmented reality mobile application for remedial education program (rep),” *In 2020 IEEE Student Conference on Research and Development (SCOReD)*, pp. 433–437, 2020. 9, 21
- [24] C. Montellanos, J. Luis, M. Vásquez, C. Alberto, and H. Salazar, “Augmented reality mobile application and its influence in quechua language learning,” *2019 IEEE Sciences and Humanities International Research Conference (SHIRCON)*, pp. 1–4, 2019. 9, 21, 22

- [25] Wu, S. Liu, C. Shi, H. Cai, and S, “Using augmented reality technology to learn cube expansion diagram in spatial geometry of elementary mathematics,” *In 2019 IEEE International Conference on Engineering, Technology and Education (TALE)*, pp. 1–6, 2019. 10, 21
- [26] Zhang, Jia, Ogan, Amy, Liu, Tzu-Chien, Sung, Yao-Ting, and K.-E. Chang, “The influence of using augmented reality on textbook support for learners of different learning styles,” *2016 IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR)*, pp. 107–114, 2016. 10, 21
- [27] Salazar, J. L. Herrera, Pacheco-Quispe, Renzo, Cabeza, J. Donayre, Salazar, M. J. Herrera, Cruzado, and J. Pretell, “Augmented reality for solar system learning,” *2020 IEEE ANDESCON*, pp. 1–4, 2020. 10, 21
- [28] J. D. C. Gomes, C. M. C. Gomes, and L. Oliveira, “Augmented reality in formal learning environments: Intervention in a visual education textbook,” *2017 12th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)*, pp. 1–6, 2017. 11, 21
- [29] M. El Kouzi, A. Mao, and D. Zambrano, “An educational augmented reality application for elementary school students focusing on the human skeletal system,” *2019 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces (VR)*, pp. 1594–1599, 2019. 11, 21
- [30] H. Bursali and R. M. Yilmaz, “Effect of augmented reality applications on secondary school students’ reading comprehension and learning permanency,” *Computers in Human Behavior*, vol. 95, pp. 126–135, 2019. 12, 21, 22, 23, 24
- [31] S. Deb, P. Bhattacharya *et al.*, “Augmented sign language modeling (aslm) with interaction design on smartphone-an assistive learning and communication tool for inclusive classroom,” *Procedia Computer Science*, vol. 125, pp. 492–500, 2018. 12, 21
- [32] G.-J. Chen and R.-S. Chen, “A case study of the development of using augmented reality in teaching nature and life technology to junior high school students in southern taiwan,” *2018 1st International Cognitive Cities Conference (IC3)*, pp. 145–148, 2018. 13, 21
- [33] B. Schiavi, F. Gechter, C. Gechter, and A. Rizzo, “Teach me a story: an augmented reality application for teaching history in middle school,” *2018 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces (VR)*, pp. 679–680, 2018. 13, 21
- [34] Abbasi, Faima, Waseem, Ayesha, and E. Ashraf, “Augmented reality based teaching in classrooms,” *2017 international conference on communication, computing and digital systems (c-code)*, pp. 259–264, 2017. 13, 21
- [35] D. Paredes-Velasteguí, A. Lluma-Noboa, D. Olmedo-Vizueta, D. Avila-Pesantez, and J. Hernandez-Ambato, “Augmented reality implementation as reinforcement tool for public textbooks education in ecuador,” *2018 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, pp. 1243–1250, 2018. 14, 21

- [36] Jacob, Samuel, M. Warde, and P. Dumane, “Impact of augmented reality as an ict tool to deliver engineering education content,” *2020 International Conference on Convergence to Digital World-Quo Vadis (ICCDW), IEEE*, pp. 1–5, 2020. 14, 21
- [37] E. Bal and H. Bicen, “Computer hardware course application through augmented reality and qr code integration: achievement levels and views of students,” *Procedia computer science*, vol. 102, pp. 267–272, 2016. 14, 21
- [38] Álvarez Marín, Alejandro, J. Ángel Velázquez-Iturbide, and M. Castillo-Vergara, “Intention to use an interactive ar app for engineering education,” *In 2020 IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality Adjunct (ISMAR-Adjunct)*, pp. 70–73, 2020. 15, 21
- [39] Pavlin, M. Homen, Sužnjević, and M, “The opinions and attitudes of students–future it teachers–on the use of vr and ar in teaching,” *2019 42nd International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics (MI-PRO)*, pp. 709–714, 2019. 15, 21
- [40] Narman, H. S, Berry, Cameron, A. Canfield, Carpenter, Logan, Giese, Jeremy, N. Lof-tus, Schrader, and Isabella, “Augmented reality for teaching data structures in computer science,” *2020 IEEE Global Humanitarian Technology Conference (GHTC)*, pp. 1–7, 2020. 15, 21
- [41] A. Sharif, F. Anzum, A. Zavin, S. A. Suha, A. Ibnat, and M. N. Islam, “Exploring the opportunities and challenges of adopting augmented reality in education in a developing country,” *2018 IEEE 18th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT)*, pp. 364–366, 2018. 16, 21
- [42] N. S. Mesia, C. Sanz, and G. Gorga, “Augmented reality for programming teaching. student satisfaction analysis,” *2016 international conference on collaboration technologies and systems (cts)*, pp. 165–171, 2016. 16, 21
- [43] F. Khalid, A. I. Ali, R. R. Ali, and M. S. Bhatti, “Ared: Anatomy learning using augmented reality application,” *2019 International Conference on Engineering and Emerging Technologies (ICEET)*, pp. 1–6, 2019. 17, 21, 22
- [44] D. Kugelmann, L. Stratmann, N. Nühlen, F. Bork, S. Hoffmann, G. Samarbarksh, A. Pferschy, A. M. von der Heide, A. Eimannsberger, P. Fallavollita *et al.*, “An augmented reality magic mirror as additive teaching device for gross anatomy,” *Annals of Anatomy-Anatomischer Anzeiger*, vol. 215, pp. 71–77, 2018. 17, 21
- [45] B. Sharma and A. Mantri, “Assimilating disruptive technology: A new approach of learning science in engineering education,” *Procedia Computer Science*, vol. 172, pp. 915–921, 2020. 17, 21
- [46] J. Cabero-Almenara, J. M. Fernández-Batanero, and J. Barroso-Osuna, “Adoption of augmented reality technology by university students,” *Heliyon*, vol. 5, no. 5, p. e01597, 2019. 18, 21

- [47] M. Akçayır, G. Akçayır, H. M. Pektaş, and M. A. Ocak, “Augmented reality in science laboratories: The effects of augmented reality on university students’ laboratory skills and attitudes toward science laboratories,” *Computers in Human Behavior*, vol. 57, pp. 334–342, 2016. 18, 21, 22
- [48] Y. Kurt and H. Öztürk, “The effect of mobile augmented reality application developed for injections on the knowledge and skill levels of nursing students: An experimental controlled study,” *Nurse Education Today*, vol. 103, p. 104955, 2021. 18, 21
- [49] J. K. Weeks, J. Pakpoor, B. J. Park, N. J. Robinson, N. A. Rubinstein, S. M. Prouty, and A. C. Nachiappan, “Harnessing augmented reality and ct to teach first-year medical students head and neck anatomy,” *Academic radiology*, vol. 28, no. 6, pp. 871–876, 2021. 19, 21
- [50] C.-Y. Lin, H.-C. Chai, J.-y. Wang, C.-J. Chen, Y.-H. Liu, C.-W. Chen, C.-W. Lin, and Y.-M. Huang, “Augmented reality in educational activities for children with disabilities,” *Displays*, vol. 42, pp. 51–54, 2016. 19, 21, 23
- [51] V. E. Team. (2022) Vuforia developer portal. Último acesso a 12 Junho 2022. [Online]. Available: <https://developer.vuforia.com/> 27, 36, 63
- [52] L. P. Monteiro. (2022) Como fazer um app de ar. Último acesso a 17 Março 2022. [Online]. Available: <https://universidadedatecnologia.com.br/como-fazer-um-app-de-ar-realidade-aumentada/> 29
- [53] M. d. M. R. Lião, M. H. P. dos Santos, L. M. Palomanes, G. B. Guerra, and M. P. Bergamaschi, “Uso da realidade aumentada como apoio ao ensino básico e tecnológico.” 2018. 29, 30
- [54] Gaspar, A. Cardoso, Maurilio, and J. Mathias, “Utilização de técnicas de realidade aumentadas em um aplicativo para auxiliar no desenvolvimento da escrita de crianças do ensino infantil,” *Ciência da Computação-Tubarão*, 2020. 29
- [55] J. M. R. Ferreira, “Interacção em realidade virtual através de tangíveis passivos,” 2020. 29
- [56] Developer. (2021) Conheça o android studio. Último acesso a 17 Maio 2022. [Online]. Available: <https://developer.android.com/studio/intro?hl=pt-br> 30
- [57] E. Themes. (2021) Android sdk: O que é? para que serve? como usar? Último acesso a 17 Maio 2022. [Online]. Available: <https://www.androidpro.com.br/blog/android-studio/android-sdk/> 30
- [58] Kelm and W. Kevin, “Estado da prática da engenharia de requisitos no desenvolvimento de aplicações móveis,” 2016. 30, 32
- [59] P. M. P. M. de Sousa, “Normalização e automatização do processo de orçamentação numa empresa do tipo job shop,” 2016. 30

- [60] R. R. Gudwin, “Diagramas de atividade e diagramas de estado,” 2016. 30
- [61] J. C. Júnior, “Uma ferramenta baseada em cenários para elicitação e modelagem de requisitos,” 1998. 30
- [62] Leandro. (2012) O que é uml e diagramas de caso de uso: Introdução prática à uml. Último acesso a 4 Setembro 2022. [Online]. Available: <https://www.devmedia.com.br/o-que-e-uml-e-diagramas-de-caso-de-uso-introducao-pratica-a-uml/23408> 30
- [63] C. Noletto. (2020) Requisitos não funcionais: o guia completo! Último acesso a 12 Junho 2022. [Online]. Available: <https://blog.betrybe.com/tecnologia/requisitos-nao-funcionais/> 32
- [64] V. E. Team. (2022) Vuforia engine 10.7. Último acesso a 12 Junho 2022. [Online]. Available: <https://developer.vuforia.com/downloads/sdk> 36
- [65] R. Tori, I. F. Silveira, and A. Cardoso. (2021) Realidade virtual e realidade aumentada: novas formas de aprender e ensinar. Último acesso a 21 Janeiro 2022. [Online]. Available: <https://ieducacao.ceie-br.org/realidade-virtual-e-aumentada/> 43
- [66] Ludmila. (2021) Realidade aumentada na arquitetura: Porque utilizar? Último acesso a 22 Janeiro 2022. [Online]. Available: <https://www.projetou.com.br/posts/realidade-aumentada-na-arquitetura/> 43
- [67] P. Birais. (2021) 7 benefícios da realidade aumentada na educação. Último acesso a 22 Janeiro 2022. [Online]. Available: <https://blog.layers.education/7-beneficios-da-realidade-aumentada-na-educacao/> 43
- [68] M. Loisier. (2020) A brief history of augmented reality. Último acesso a 16 Março 2022. [Online]. Available: <https://numerized.com/augmented-reality/history-augmented-reality/> 43
- [69] B. Federick. (2010) Myron krueger. Último acesso a 16 Março 2022. [Online]. Available: <http://thedigitalage.pbworks.com/w/page/22039083/Myron%20Krueger> 44
- [70] T. Coimbra, T. Cardoso, and A. Mateus, “Realidade aumentada em contextos educativos: um mapeamento de estudos nacionais e internacionais,” *EFT: Educação, Formação & Tecnologias*, vol. 6, no. 2, pp. 15–28, 2013. 44
- [71] S. Vardomatski. (2018) The history of ar and vr: a timeline of notable milestones. Último acesso a 17 Março 2022. [Online]. Available: <https://hqsoftwarelab.com/blog/the-history-of-ar-and-vr-a-timeline-of-notable-milestones/> 44
- [72] A. G. R. Marto, “Realidade aumentada móvel num contexto de herança cultural,” 2017. 45
- [73] V. A. EMÍLIO, “Realidade aumentada (ra) expansÃo da realidade na visÃo imobiliÁria,” 2016. 45

- [74] M. Lambert. (2018) Why augmented reality is more than just a game. Último acesso a 17 Março 2022. [Online]. Available: <https://www.omobono.com/insight/why-augmented-reality-is-more-than-just-a-game/> 45
- [75] A. Javornik. (2016) The mainstreaming of augmented reality: A brief history. Último acesso a 17 Março 2022. [Online]. Available: <https://hbr.org/2016/10/the-mainstreaming-of-augmented-reality-a-brief-history> 45
- [76] E. Louis. (2020) What is augmented reality? how does it work? let's see! Último acesso a 12 Setembro 2021. [Online]. Available: <https://www.immersiv.io/blog/what-is-augmented-reality-definition/> 45
- [77] D. A. dos Santos Cordeiro. (2014) Arzombie - estudo e desenvolvimento de aplicações de realidade aumentada para tablet. Último acesso a 12 Outubro 2021. [Online]. Available: <https://run.unl.pt/handle/10362/14180?locale=en> 45
- [78] A. Coimbra. (2020) Realidade aumentada — fundamentos e conceitos. Último acesso a 13 Setembro 2021. [Online]. Available: <https://medium.com/@anacoimbrag/realidade-aumentada-fundamentos-e-conceitos-746d9483284f> 45
- [79] O. de Publicidade em Tecnologias Digitais. (2010) Definição e tipos de sistemas de realidade aumentada. Último acesso a 18 Dezembro 2021. [Online]. Available: <https://medium.com/@anacoimbrag/realidade-aumentada-fundamentos-e-conceitos-746d9483284f> 45
- [80] A. Katiyar, K. Kalra, and C. Garg, “Marker based augmented reality,” *Advances in Computer Science and Information Technology (ACSIT)*, vol. 2, no. 5, pp. 441–445, 2015. 46
- [81] M. Amante. (2014) Realidade aumentada sem marcadores. Último acesso a 16 Janeiro 2022. [Online]. Available: <https://slideplayer.com.br/slide/1593915/> 47
- [82] D. Promise. (2020) Types of ar. Último acesso a 11 Setembro 2021. [Online]. Available: <https://digitalpromise.org/initiative/360-story-lab/360-production-guide/investigate/augmented-reality/getting-started-with-ar/types-of-ar/> 47
- [83] R. Canguçu. (2018) Guia completo sobre realidade aumentada. Último acesso a 13 Setembro 2021. [Online]. Available: <https://codificar.com.br/guia-completo-sobre-realidade-aumentada/> 47, 48
- [84] L. VARELA. (2020) O que É a realidade aumentada? Último acesso a 24 Março 2022. [Online]. Available: <https://www.educatech.pt/realidade-aumentada/> 48
- [85] Kerkhoff, H. Vanessa, Silva, A. B. Almeida, Medvedovski, N. Saffer, Sopeña, and S. de Mello, “O uso de tecnologias de realidade aumentada como estratégia de empoderamento,” 2015. 48
- [86] V. Engine. (2021) Supported versions. Último acesso a 27 Junho 2022. [Online]. Available: <https://library.vuforia.com/platform-support/supported-versions> 48

- [87] Codee. (2021) Display heads-up (hud). Último acesso a 25 Março 2022. [Online]. Available: <https://definirtec.com/display-heads-up-hud/> 49
- [88] F. Mota. (2019) Head-up display: uma boa ideia, ou só mais um gadget? Último acesso a 24 Março 2022. [Online]. Available: <https://targa67.motor24.pt/head-up-display-uma-bo-ideia-ou-so-mais-um-gadget/sabia-que/3472/> 49
- [89] Carbuyer. (2019) What is a head-up display, or hud? Último acesso a 24 Março 2022. [Online]. Available: <https://www.carbuyer.co.uk/tips-and-advice/154391/what-is-a-head-up-display-or-hud> 49
- [90] C. Neiger. (2020) How head-up displays work. Último acesso a 25 Março 2022. [Online]. Available: <https://auto.howstuffworks.com/car-driving-safety/safety-regulatory-devices/head-up-display.htm> 49
- [91] C. S. 2022. (2022) 10 best augmented reality glasses (smart glasses) in 2022. Último acesso a 25 Março 2022. [Online]. Available: <https://www.softwaretestinghelp.com/best-augmented-reality-glasses/> 49
- [92] U. Technologies. (2022) Download unity. Último acesso a 20 de Maio 2022. [Online]. Available: <https://unity3d.com/pt/get-unity/download> 62

Apêndice A

Anexos

A.1 Lista de verificação da estratégia PRISMA

Seção/tópico	N.	Item do checklist
TÍTULO		
Título	1	Identifique o artigo como uma revisão sistemática, meta-análise, ou ambos.
RESUMO		
Resumo estruturado	2	Apresente um resumo estruturado incluindo, se aplicável: referencial teórico; objetivos; fonte de dados; critérios de elegibilidade; participantes e intervenções; avaliação do estudo e síntese dos métodos; resultados; limitações; conclusões e implicações dos achados principais; número de registro da revisão sistemática.
INTRODUÇÃO		
Racional	3	Descreva a justificativa da revisão no contexto do que já é conhecido.
Objetivos	4	Apresente uma afirmação explícita sobre as questões abordadas com referência a participantes, intervenções, comparações, resultados e delineamento dos estudos (PICOS).
MÉTODOS		
Protocolo e registro	5	Indique se existe um protocolo de revisão, se e onde pode ser acessado (ex.: endereço eletrônico), e, se disponível, forneça informações sobre o registro da revisão, incluindo o número de registro.
Critérios de elegibilidade	6	Especifique características do estudo (ex.: PICOS, extensão do seguimento) e características dos relatos (ex.: anos considerados, idioma, a situação da publicação) usadas como critérios de elegibilidade, apresentando justificativa.
Fontes de informação	7	Descreva todas as fontes de informação na busca (ex.: base de dados com datas de cobertura, contato com autores para identificação de estudos adicionais) e data da última busca.
Busca	8	Apresente a estratégia completa de busca eletrônica para pelo menos uma base de dados, incluindo os limites utilizados, de forma que possa ser repetida.
Seleção dos estudos	9	Apresente o processo de seleção dos estudos (isto é, rastreados, elegíveis, incluídos na revisão sistemática, e, se aplicável, incluídos na meta-análise).
Processo de coleta de dados	10	Descreva o método de extração de dados dos artigos (ex.: formulários piloto, de forma independente, em duplicata) e todos os processos para obtenção e confirmação de dados dos pesquisadores.
Lista dos dados	11	Liste e defina todas as variáveis obtidas dos dados (ex.: PICOS, fontes de financiamento) e quaisquer suposições ou simplificações realizadas.
Risco de viés em cada estudo	12	Descreva os métodos usados para avaliar o risco de viés em cada estudo (incluindo a especificação se foi feito no nível dos estudos ou dos resultados), e como esta informação foi usada na análise de dados.
Medidas de sumarização	13	Defina as principais medidas de sumarização dos resultados (ex.: risco relativo, diferença média).
Síntese dos resultados	14	Descreva os métodos de análise dos dados e combinação de resultados dos estudos, se realizados, incluindo medidas de consistência (por exemplo, I ²) para cada meta-análise.
Risco de viés entre estudos	15	Especifique qualquer avaliação do risco de viés que possa influenciar a evidência cumulativa (ex.: viés de publicação, relato seletivo nos estudos).
Análises adicionais	16	Descreva métodos de análise adicional (ex.: análise de sensibilidade ou análise de subgrupos, metarregressão), se realizados, indicando quais foram pré-especificados.
RESULTADOS		
Seleção de estudos	17	Apresente números dos estudos rastreados, avaliados para elegibilidade e incluídos na revisão, razões para exclusão em cada estágio, preferencialmente por meio de gráfico de fluxo.
Características dos estudos	18	Para cada estudo, apresente características para extração dos dados (ex.: tamanho do estudo, PICOS, período de acompanhamento) e apresente as citações.
Risco de viés em cada estudo	19	Apresente dados sobre o risco de viés em cada estudo e, se disponível, alguma avaliação em resultados (ver item 12).
Resultados de estudos individuais	20	Para todos os desfechos considerados (benefícios ou riscos), apresente para cada estudo: (a) sumário simples de dados para cada grupo de intervenção e (b) efeitos estimados e intervalos de confiança, preferencialmente por meio de gráficos de floresta.
Síntese dos resultados	21	Apresente resultados para cada meta-análise feita, incluindo intervalos de confiança e medidas de consistência.
Risco de viés entre estudos	22	Apresente resultados da avaliação de risco de viés entre os estudos (ver item 15).
Análises adicionais	23	Apresente resultados de análises adicionais, se realizadas (ex.: análise de sensibilidade ou subgrupos, metarregressão [ver item 16]).
DISCUSSÃO		
Sumário da evidência	24	Sumarize os resultados principais, incluindo a força de evidência para cada resultado; considere sua relevância para grupos-chave (ex.: profissionais da saúde, usuários e formuladores de políticas).
Limitações	25	Discuta limitações no nível dos estudos e dos desfechos (ex.: risco de viés) e no nível da revisão (ex.: obtenção incompleta de pesquisas identificadas, viés de relato).
Conclusões	26	Apresente a interpretação geral dos resultados no contexto de outras evidências e implicações para futuras pesquisas.
FINANCIAMENTO		
Financiamento	27	Descreva fontes de financiamento para a revisão sistemática e outros suportes (ex.: suprimento de dados); papel dos financiadores na revisão sistemática.

Figura A.1: Lista de Verificação do modelo PRISMA. Tabela adaptada de [11].

A.2 Instalação do Unity Hub e Unity no Windows 10

Para instalar a ferramenta Unity no Windows 10 é necessário que em primeiro lugar seja instalada a ferramenta Unity Hub, uma vez que a mesma permite o acesso ao *download* da própria Unity. Assim sendo, é necessário aceder ao site oficial[92] e selecionar a opção do *download* Unity Hub. Posto isto, seguem-se a execução do arquivo baixado, a autorização para fazer as alterações no sistema computacional, a aceitação do contrato de licença, a definição do caminho para a pasta da ferramenta e a inicialização da instalação. A Figura A.2 apresenta a *interface* do Unity Hub.

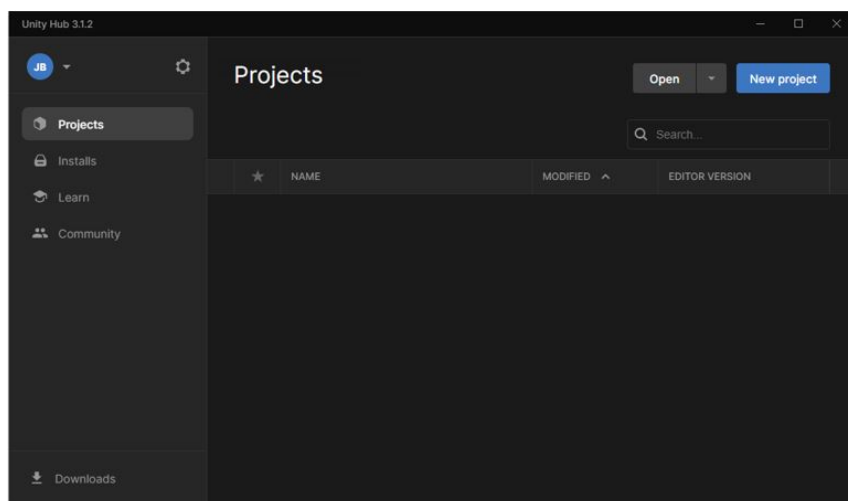


Figura A.2: *Interface* da Unity Hub.

Com o Unity Hub instalado com sucesso pode-se dar início a instalação da própria Unity, onde é necessário selecionar o botão "install", presente do lado esquerdo da interface Unity Hub, o botão "install Editor" para escolher uma das versões do editor e por último selecionar os componentes necessários para o projeto em causa, por exemplo se for o caso de uma aplicação móvel destinada ao sistema operativo Android então é necessário eleger as opções "Android Build Support" e "Microsoft Visual Studio Community 2019". A Figura A.3 apresenta a *interface* da própria Unity.

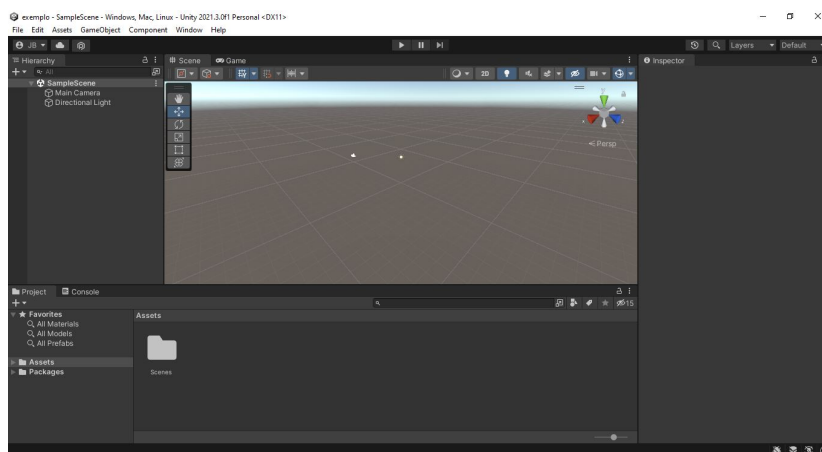


Figura A.3: *Interface* da Unity.

No canto superior esquerdo da Figura A.3 encontra-se as opções básicas da ferramenta, como abrir, guardar, editar e importar ficheiros. Mais em baixo, em "Sample Scene" situam-se as hierarquias das entidades presentes no projeto, neste caso "Main Camera" que é a câmara padrão da Unity e a "Directional Ligh" que ilumina os objetos não luminosos presentes na cena. No centro da interface é possível encontrar dois botões onde o primeiro botão designado por "Scene" permite a visualização de todos os objetos presentes na cena enquanto que o "Game" permite a visualização da execução do projeto. No canto inferior esquerdo estão localizadas todas as propriedades do projeto como textura, material, propriedades físicas dos objetos e *scripts*. No lado direito da interface encontra-se a janela "Inspector", que permite ajustar as configurações dos objetos presentes na cena, tais como as coordenadas tridimensionais, propriedades do material, entre outras funções.

A.3 Criação dos marcadores na Vuforia

O Portal do Desenvolvedor Vuforia [51] contém um plano gratuito que permite ao utilizador a obtenção e construção de imagens alvo(marcadores). Para tal, é necessário criar uma conta no Portal para ter acesso aos seus recursos.

A construção das imagens alvo envolve a criação de uma base de dados para armazenar e gerar os marcadores. Ela é criada a partir das opções "Target Manager" e "Add Database", no qual esta última solicita ao utilizador o nome e o tipo da base de dados. A opção "Add Target" presente na base dados criada pelo utilizador permite a criação de um marcador. Caso o utilizador pretenda transformar uma imagem normal num marcador necessita de seleccionar o tipo "Single Image" e inserir essa mesma imagem, um nome e uma largura. Posto isto, com as imagens alvo construídas só é necessário seleccionar as opções "Download Database" e "Unity Editor" para obter os marcadores. Estes para serem introduzidos num projeto da Unity precisam de uma chave de licença que é disponibilizada pelo Portal. Para tal, é necessário criar uma conta no Portal e seleccionar as opções "Develop" e "Get Development Key". A Figura A.4 apresenta um exemplo de uma imagem alvo construída no Portal.

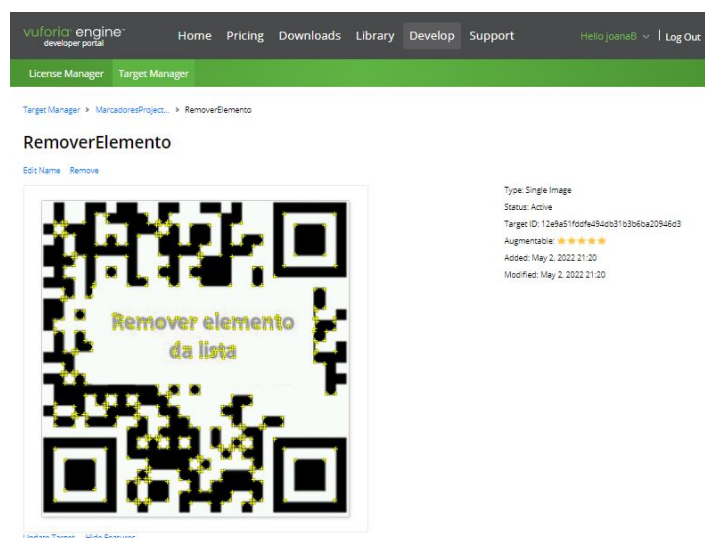


Figura A.4: Exemplo de uma imagem alvo.

A.4 Criação de uma aplicação Android na Unity

A Unity 3D possibilita a criação de um ficheiro .apk, que é responsável por permitir a execução e a visualização de um projeto desenvolvido na Unity num dispositivo Android. A criação desse ficheiro envolve três passos, no qual o primeiro passa por configurar o projeto através da introdução das localizações das ferramentas SDK e JDK. Para esse efeito, é necessário seguir o seguinte caminho de opções: "Edit" -> "Preferences" -> "External Tools". É de realçar que na localização da ferramenta SDK deve estar presente todas as versões SDK(s) correspondentes as várias versões dos dispositivos Android que se pretende ver o projeto desenvolvido. Todas essas versões podem ser obtidas através das opções "Configure" e "SDK Manager" presentes na plataforma Android Studio. A Figura A.5 apresenta a configuração das ferramentas SDK e JDK.

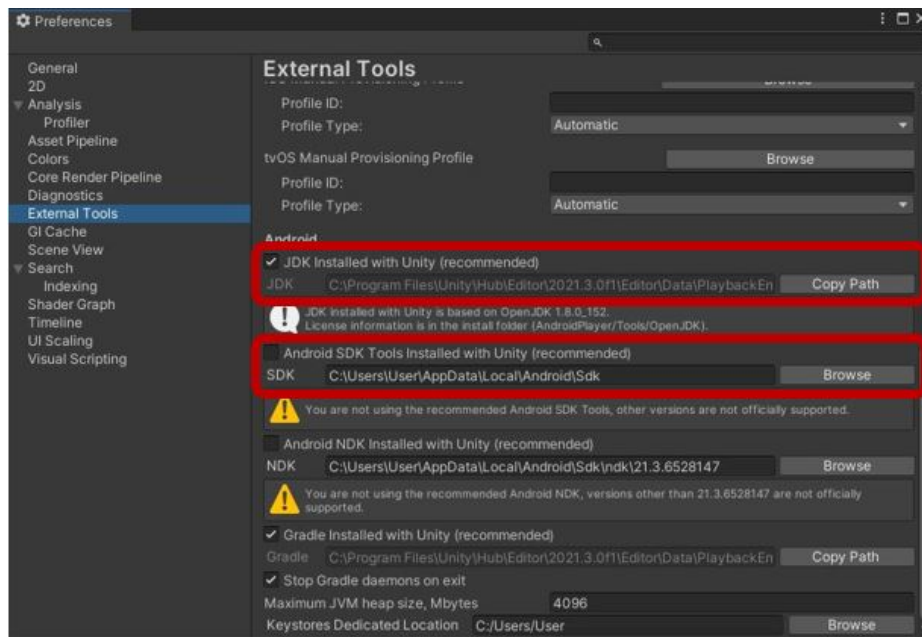


Figura A.5: Configuração das ferramentas SDK e JDK.

O segundo passo passa por configurar o nível mínimo do API e da Target API do projeto por meio do seguinte caminho de opções: "Edit" -> "Project Settings" -> "Player" > "Other Settings". Caso o projeto contenha imagens alvo é obrigatório selecionar como nível mínimo de API 8.0 de forma assim ser possível visualizar o conteúdo das imagens alvo num dispositivo Android.

O último passo passa para por abrir a janela "Build" através das opções "File" e "Build Settings", selecionar a plataforma Android e a opção "Build" para gerar o ficheiro .apk. A Figura A.6 apresenta com detalhes esse mesmo procedimento.

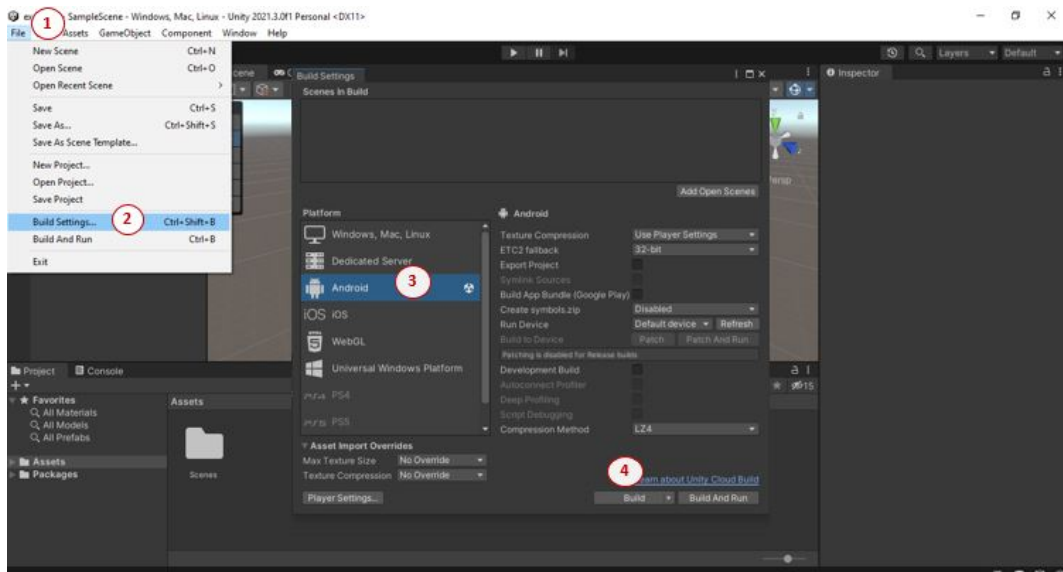


Figura A.6: Construção de aplicação Android

Com todos os passos concluídos com sucesso o utilizador só precisa de transferir o ficheiro .apk para o seu dispositivo móvel Android e executá-lo. Para além disso, o mesmo ficheiro pode ser associado a um projeto de Android Studio,

A.5 Questionário

Este questionário enquadra-se numa investigação no âmbito de uma dissertação de Mestrado em Engenharia Informática da Universidade da Beira Interior, desenvolvida pela aluna Joana Branco sobre a orientação do professor doutor Nuno Pombo. Os resultados do mesmo são utilizados exclusivamente para fins académicos.

O questionário é anónimo e confidencial, não devendo por isso colocar a sua identificação em nenhuma das folhas nem assinar o questionário. O seu preenchimento total terá uma duração aproximada de 10 minutos.

Não existem respostas certas ou erradas. Por isso lhe solicitamos que responda de forma espontânea e sincera a todas as questões. Na maioria das questões terá apenas de assinalar com uma cruz a sua opção de resposta.

Agradecemos, desde já, a sua disponibilidade e colaboração neste estudo. Estamos disponíveis para responder a qualquer questão que lhe possa surgir.

1. Preenche os seguintes dados.

Género: F M

Idade: _____

Curso: _____

2. Marca com uma cruz as seguintes questões sobre a realidade aumentada.

	Sim	Não
1. Conheces o conceito de realidade de aumentada?		
2. Já usou código QR Code?		
3. Conheces alguma ferramenta de realidade aumentada? Se sim indique o nome dessa ferramenta.		
Qual?		
4. Algumas vezes usou a tecnologia realidade aumentada? Em caso afirmativo diga onde a utilizou.		
Onde?		
5. É a tua primeira vez que assistes a uma aula com realidade aumentada?		
6. Gostarias de ver mais nas tuas aulas este tipo de tecnologia?		
7. Desejavas de ver e usar esta tecnologia noutros conteúdos educacionais?		

3. Assinale o nível de concordância das seguintes afirmações sobre a utilização da tecnologia no ensino.

	Discordo Totalmente	Discordo	Não concordo nem discordo	Concordo parcialmente	Concordo totalmente
1. A Realidade Aumentada aplicada ao contexto educativo é uma forma de potenciar a aprendizagem nos alunos.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2. Achas que o ensino que faz recurso a este tipo de tecnologia torna-se mais eficaz do que o tradicional.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3. A utilização da Realidade Aumentada poderá enriquecer a lecionação do professor.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4. O uso da Realidade Aumentada na realização das atividades de sala de aula torna-as mais motivadoras para os alunos, enriquecendo-as do ponto de vista educacional.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5. A Realidade Aumentada pode proporcionar práticas de ensino mais realistas.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6. Através da Realidade Aumentada consegue-se observar com mais detalhe objetos/tópicos em estudo.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
7. Quando o professor utiliza a tecnologia de Realidade aumentada o interesse do aluno pela matéria aumenta.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

4. Assinale com uma cruz as seguintes questões referentes à aplicação usada na experiência.

	Sim	Não
1. Tiveste alguma dificuldade em utilizar a aplicação da experiência?		
2. A aplicação é de fácil de utilização?		
3. A aplicação usada na experiência é apelativa?		
4. A experiência provocou-lhe vontade de conhecer melhor este tipo de tecnologia?		
5. O conteúdo transmitido pela aplicação é claro e esclarecedor.		
6. O design (cor, estilo de fonte e tamanho) usado na aplicação é legível e fácil interpretação.		
7. Recomendarias esta aplicação aos seus amigos?		

5. Indique o que gostaria de ver melhorada na aplicação e que outros conteúdos educacionais gostaria de ver através da tecnologia de realidade aumentada.

Comentários

--

