

UNIVERSIDADE ABERTA



DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**Realidade virtual na educação: principais desafios à sua adoção numa
instituição educativa**

Ana Isabel Rodrigues Simões Casinhas Sacavém

Mestrado em Pedagogia do E-Learning

Outubro de 2025

UNIVERSIDADE ABERTA



DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**Realidade virtual na educação: principais desafios à sua adoção numa
instituição educativa**

Ana Isabel Rodrigues Simões Casinhas Sacavém

Mestrado em Pedagogia do E-Learning

Dissertação orientada pelo Professor Doutor Leonel Morgado

Julho 2025

LICENÇA *CREATIVE COMMONS*



**Creative Commons Attribution-NonCommercial-
NoDerivatives 4.0 International**

Este trabalho está licenciado sob a Licença *Creative Commons* Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

Esta licença permite que os utilizadores copiem e distribuam o material em qualquer meio ou formato, de forma não adaptada, apenas para fins não comerciais e desde que seja atribuída a autoria ao criador.

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.pt>

AGRADECIMENTOS

Agradeço-me, antes de tudo, pela coragem de, aos 50 anos, ter embarcado neste Mestrado. O ano curricular coincidiu com o melhor ano de sempre da minha empresa — e com ele, o maior défice de sono que alguma vez conheci. Foi também o ano em que os mais velhos, os que me são mais queridos, adoeceram e precisaram de internamento. E ainda assim, agradeço-me por nunca ter desistido. Por, mesmo nas urgências, ter estado presente, ligada às sessões síncronas. Quis ser um exemplo para os meus três filhos, dois deles já universitários, e mostrar-lhes que é possível trabalhar, estudar e ainda assim terminar com orgulho, com uma boa média. A eles agradeço, porque, mesmo sem saberem, foram a minha maior inspiração, a razão da minha entrega a este Mestrado. Ao meu querido marido, António Sacavém, companheiro de vida e de negócios, agradeço profundamente pela paciência, pelo amor incondicional, por acolher as novas ideias que me fervilhavam depois de cada aula, e por ter suportado a minha ausência com tanta compreensão.

Aos meus colegas desta jornada, que se tornaram amigos de alma, o meu carinho imenso. Levamos connosco memórias de desafios superados, lágrimas partilhadas e gargalhadas que nos uniram. Obrigada, Luís, Tatiana, Andrea e Graziela, por caminharem comigo, por me desafiarem e aceitarem os meus desafios.

Aos professores, o meu mais sincero obrigada, de coração cheio. Ao professor António Quintas, pela sua generosidade poética, por nos ter desafiado a ir além, a participar num congresso, a sermos equipa, até nas lágrimas de comoção. Ao professor António Moreira, obrigada pelo entusiasmo contagiante, por nos fazer pensar fora da caixa, por nos inspirar a sermos criativos e nos fazer rir com a alma com a sua velocidade nos desafios colocados. À professora Lúcia Amante, obrigada pela doçura, pela humildade, pela forma como nos escutava e acolhia.

E um agradecimento profundo, do fundo do coração, ao professor António Teixeira, pela paciência inesgotável, pela sua forma serena e diplomática de nos esclarecer, e por me ter colocado no caminho o meu orientador, o professor Leonel Morgado, a quem devo tanto. Foi como um tsunami na minha vida — chegou, abalou, desestruturou, obrigou-me

a recomeçar, a reinventar-me. E com tudo isso, ensinou-me. Desafiou-me a cada passo. Não sei como teve a coragem de não desistir de mim. Deu-me a conhecer o fascinante mundo da Realidade Virtual, derrubou as barreiras e as crenças que carregava de que nunca teria sucesso acadêmico, por ser tão prática, de fazer, de pôr mãos à obra. Estou profundamente grata por ter acreditado em mim, por ter tido a paciência em me guiar, quase desenhar, o que se espera de uma mente investigadora. Obrigada, professor, pelas pontes que me ajudou a atravessar e pelas pessoas que trouxe para a minha vida. Graças a si, termino este documento — mas a investigação, essa, continua. Continua viva, com uma curiosidade que não se sacia, com uma vontade imensa de saber mais, de descobrir, de recolher dados, de ir sempre além.

DEDICATÓRIA

**Para quem vibra com a minha alegria.
Ao meu marido pela paciência e amor.
Aos meus filhos, por me terem escolhido.**

*“O místico é aquele que descobre que não pode deixar de caminhar.
Seguro daquilo que lhe falta, percebe que cada lugar por onde passa é
ainda provisório e que a demanda continua. Não pode ser só isto. E essa
espécie de excesso que é o seu desejo, fá-lo exceder, atravessar e perder os
lugares.”*

José Tolentino de Mendonça



DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

STATEMENT OF INTEGRITY

Declaro ter atuado com integridade na elaboração da presente dissertação/tese. Confirmando que em todo o trabalho conducente à sua elaboração não recorri à prática de plágio ou a qualquer outra forma de falsificação de resultados.

Mais declaro que tomei conhecimento integral do Regulamento Disciplinar da Universidade Aberta, publicado no Diário da República, 2.ª série, n.º 215, de 6 de novembro de 2013.

I hereby declare having conducted my thesis with integrity. I confirm that I have not used plagiarism or any form of falsification of results in the process of the thesis elaboration.

I further declare that I have fully acknowledged Disciplinary Regulations of the Universidade Aberta (regulation published in the official journal Diário da República, 2.ª série, N.º 215, de 6 de novembro de 2013).

Universidade Aberta, 21 de Abril de 2025

Nome completo/Full name: Ana Isabel Rodrigues Simões Casinhas Sacavém

Assinatura/Signature:



manuscrita ou digital / handwritten or digital

RESUMO

A Realidade Virtual embora muito atrativa, apresenta, ainda, variados desafios à sua adoção nas instituições de ensino. Este trabalho tem como objetivo geral estudar os desafios que emergiram na adoção da Realidade Virtual em turmas do 8.º e 9.º anos na *Carlucci American International School of Lisbon*. Fez parte de uma proposta de atividades do comité de STEAM dessa escola. Escolheu-se a metodologia de investigação-ação e essa escolha levou à realização de 9 ciclos de planeamento, execução, reflexão e readaptação. O estudo dos resultados permitiu confirmar o estado da arte, de que a adoção da realidade virtual enfrenta desafios financeiros, técnicos, pedagógicos e sociais cuja prevenção deve ser refletida na estratégia de implementação adotada, proporcionando concretizações particulares nascidas do confronto com as características do contexto de investigação. O custo elevado dos equipamentos, das licenças e da infraestrutura necessária podem ser um forte obstáculo para as instituições com menos recursos financeiros e humanos. A qualidade pedagógica, a necessidade de formação dos professores, o planeamento das aulas e a adaptação do conteúdo letivo às tarefas imersivas revelaram-se essenciais para o sucesso dos momentos de aprendizagem imersiva. No campo social, as questões de acessibilidade, de inclusão e de higienização exigem planeamento específico, quer por ser necessário o consentimento dos encarregados de educação (porque os alunos eram menores de idade), quer por alguma razão de doença impeditiva. Revelaram-se padrões e desafios com potencial para serem extrapolados a outros contextos. O trabalho revelou ainda padrões e dificuldades que podem ser comuns, potencialmente aplicáveis em contextos diversos, contribuindo para o enriquecimento do debate sobre o uso de tecnologias imersivas no ensino e fornecendo perceções valiosas para futuras implementações.

PALAVRAS-CHAVE: Realidade Virtual, Inovação Educativa, Investigação-Ação, Educação STEAM, Transformação Digital na Educação, Formação de Professores, Integração Pedagógica

ABSTRACT

Although Virtual Reality (VR) is highly appealing, it still presents a range of challenges for its adoption in educational institutions. This study aimed to examine the challenges that emerged during the implementation of VR in 8th and 9th grade classrooms at the Carlucci American International School of Lisbon. It formed part of a series of activities proposed by the school's STEAM committee. The chosen methodology was action research, which involved eight iterative cycles of planning, execution, reflection, and readjustment. The analysis of results confirmed the current state of the art: the adoption of VR is hindered by financial, technical, pedagogical, and social challenges that must be anticipated and addressed in the implementation strategy. These challenges require context-specific solutions shaped by the particular characteristics of the educational setting. The high costs of equipment, software licenses, and the necessary infrastructure may constitute significant barriers for institutions with limited financial and human resources. Pedagogical quality, the need for teacher training, lesson planning, and the adaptation of curricular content to immersive tasks emerged as critical factors for the success of immersive learning experiences. From a social perspective, issues of accessibility, inclusion, and hygiene demand specific planning—whether due to the requirement for parental consent (as the students were minors) or medical conditions that could limit participation. The study identified patterns and challenges with potential applicability beyond the specific research context. It also revealed difficulties and considerations likely to be encountered in other settings, thus contributing to the broader discourse on the integration of immersive technologies in education and offering valuable insights for future implementations

Keywords: Virtual Reality, Educational Innovation, Action Research, STEAM Education, Digital Transformation in Education, Teacher Training, Pedagogical Integration

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ADDIE – *Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation* (Análise, Conceção, Desenvolvimento, Implementação e Avaliação) (um modelo instrucional tradicional).

AR – *Augmented Reality* (Realidade Aumentada).

CAVE – *Cave Automatic Virtual Environment* (Ambiente Virtual Automático em ‘Caverna’).

CAISL – Carlucci American International School of Lisbon.

CS – *Cybersickness* (‘ciberenjoo’, mal-estar por exposição prolongada a ambientes virtuais).

HDM – *Head-Mounted Display* (Visor Montado na Cabeça).

IA – Inteligência Artificial.

iVR – *immersive Virtual Reality* (Realidade Virtual Imersiva).

LLM – *Large Language Model* (Grande Modelo de Linguagem).

MR – *Mixed Reality* (realidade mista).

RV – Realidade Virtual.

SAM – *Successive Approximation Model* (Modelo de Aproximações Sucessivas).

STEAM – *Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics* (Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática).

STEM – *Science, Technology, Engineering and Mathematics* (Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática).

Wi-Fi – *Wireless Fidelity* (família de protocolos de comunicações sem fios, mas o termo generalizou-se como forma genérica de designar todas as ligações sem fios).

INDÍCE DE TABELAS

TABELA 3: OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	59
TABELA: 6.1.1: CRONOGRAMA DA FASE EXPLORATÓRIA	69
TABELA 6.1.2: CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DAS APLICAÇÕES A SEREM ADQUIRIDAS.....	71
TABELA 6.1.2.1: COMPARAÇÃO DAS DIVERSAS PLATAFORMAS.....	72
TABELA 6.1.2.2: DESCRIÇÃO DOS CONTEÚDOS DE MATEMÁTICA DA APLICAÇÃO PRISMSVR.....	73
TABELA 6.2.1.4: VARIÁVEIS DE AÇÃO VS DECISÃO TOMADA NO PLANEAMENTO.....	84
TABELA 6.2.1.5: LISTA DE DESAFIOS ENCONTRADOS E FORMULAÇÃO DE SOLUÇÕES.....	85
TABELA 6.2.3: DESCRIÇÃO DE DESAFIOS E NOTAS CORRESPONDENTES (1.º CICLO)	89
TABELA 6.2.3.1: DESAFIOS ENCONTRADOS PELOS ALUNOS	90
TABELA 6.2.4.2: DESAFIOS ENCONTRADOS E RESPETIVAS RECOMENDAÇÕES.....	91
TABELA 6.2.4.2.1: DESAFIOS ENCONTRADOS NO 1.º CICLO DE INVESTIGAÇÃO-AÇÃO	93
TABELA 6.3.1: PLANEAMENTO DO 2.º CICLO (AJUSTES FACE AO 1.º CICLO).....	96
TABELA 6.3.3: DESAFIOS 2.º CICLO	99
TABELA 6.3.3.1: PRINCIPAIS DESAFIOS 2.º CICLO (RELATADOS PELOS ALUNOS)	99
TABELA 6.3.3.2: DESAFIOS ENCONTRADOS PELOS ALUNOS	100
TABELA 6.2.5: DESCRIÇÃO DOS DESAFIOS ENCONTRADOS NO 2.º CICLO.....	101
TABELA 6.2.5.1.: RESULTADO DAS RECOMENDAÇÕES DO 1.º CICLO	101
TABELA 6.2.5.1.1.: DESAFIOS ENCONTRADOS NO 2.º CICLO E RECOMENDAÇÕES.....	103
TABELA 6.3.1: PLANEAMENTO DO 3.º CICLO	105
TABELA 6.3.3.3.: DESAFIOS ENCONTRADOS PELOS ALUNOS NO 3.º CICLO	107
TABELA 6.3.4: DESCRIÇÃO DOS DESAFIOS ENCONTRADOS, INCLUINDO OS DOS ALUNOS	107
TABELA 6.3.4.1: RESULTADOS DAS RECOMENDAÇÕES PLANEADAS PARA 3.º CICLO	108
TABELA 6.4.3: DESAFIOS ENCONTRADOS PELOS ALUNOS NO 3.º CICLO	111
TABELA 6.4.4: DESCRIÇÃO DOS DESAFIOS ENCONTRADOS, INCLUINDO OS DOS ALUNOS	111
TABELA 6.6.3: DESAFIOS ENCONTRADOS PELOS ALUNOS.....	120
TABELA 7: DESAFIOS ENCONTRADOS NA REVISÃO DE LITERATURA E NA FASE EXPLORATÓRIA.....	130
TABELA 7.1: OCORRÊNCIAS QUE EMERGIRAM NOS 9 CICLOS DE INVESTIGAÇÃO.....	133
TABELA 7.2: LISTA DE OCORRÊNCIAS DURANTE OS CICLOS DE INVESTIGAÇÃO	134
TABELA 8.1: RESULTADOS DOS OBJETIVOS ESPECÍFICOS PROPOSTOS	136
TABELA 8.2: RECOMENDAÇÕES PARA OS DESAFIOS ENCONTRADOS	138

INDÍCE DE FIGURAS

FIGURA 1: CARRINHO DE ARMAZENAMENTO E CARREGAMENTO DOS <i>HEADSET</i> DE RV	77
FIGURA 2: <i>HALL</i> PARA ATIVIDADE SEM RV E TAREFA SEM RV.....	87
FIGURA 3: PREPARAÇÃO DA SESSÃO DE RV	87
FIGURA 4: CAIXA COM <i>HEADSETS</i> E CONTROLADORES	88
FIGURA 5: CONJUNTO DE 2 CADEIRAS COM A CAIXA DE EQUIPAMENTOS DE RV	97
FIGURA 6: LOGÍSTICA (CARREGADORES E PAPEIS PARA HIGIENIZAÇÃO)	98
FIGURA 7: <i>DASHBOARD</i> DO PROFESSOR	98
FIGURA 8: ALUNOS REALIZAM EXPERIÊNCIA COM RV.....	110
FIGURA 9: SALA PREPARADA PARA RV.....	118
FIGURA 10: PROFESSORA DISTRIBUI A PALAVRA-PASSE A CADA ALUNO.....	119
FIGURA 11: OS 9 CICLOS E AS ALTERAÇÕES DAS VARIÁVEIS DE AÇÃO, EM CADA CICLO.....	131

INDÍCE

ANEXOS

ANEXO I - ACESSO DE PROFESSORES.....	153
ANEXO II - TOOLKITS DE TODOS OS CONTEÚDOS	154
ANEXO III - <i>TOOLKITS</i> DE TODOS OS CONTEÚDOS	155
ANEXO IV - <i>TOOLKIT</i> DE INEQUALITIES.....	156
ANEXO V - FICHA DE AVALIAÇÃO DE CONHECIMENTO PRÉVIO DO TEMA	157
ANEXO VI – PLANEAMENTO DO GUIA DE ESTUDO DA AULA DE “INEQUALITIES”	158
ANEXO VII –PARTILHA DE INFORMAÇÃO DA PRISMSVR	159
ANEXO VIII – PROPOSTA DE QUESTIONÁRIO DA PRISMSVR.....	160
ANEXO IX – FORMULÁRIO DE CONSENTIMENTO	161
ANEXO X – PLANEAMENTO DAS DATAS DAS AULAS DO 8.º ANO	162
ANEXO XI – PLANEAMENTO DAS DATAS DAS AULAS DO 9.º ANO	163
ANEXO XII – SLIDES DA INSTRUÇÃO INICIAL	164
ANEXO XIII- SLIDES DA INSTRUÇÃO INICIAL.....	165
ANEXO XIV – ATIVIDADE 3D EM DESKTOP.....	166
ANEXO XV- CONTEÚDO DE FUNÇÕES.....	167
ANEXO XVI- CONTEÚDO DE FUNÇÕES (2).....	168
ANEXO XVII- MATERIAL DE APOIO AO PLANEAMENTO DA AULA DE FUNÇÕES	169
ANEXO XVIII- MATERIAL DE APOIO AO PLANEAMENTO DA AULA DE FUNÇÕES	170
ANEXO XIX- MATERIAL DE APOIO AO PLANEAMENTO DA AULA DE FUNÇÕES.....	171
ANEXO XX- MATERIAL DE APOIO AO PLANEAMENTO DA AULA DE FUNÇÕES.....	172
ANEXO XXI- MATERIAL DE APOIO AO PLANEAMENTO DA AULA DE FUNÇÕES.....	173
ANEXO XXII- MATERIAL DE APOIO AO PLANEAMENTO DA AULA DE FUNÇÕES.....	174
ANEXO XXIII- MATERIAL DE APOIO AO PLANEAMENTO DA AULA DE FUNÇÕES.....	175
ANEXO XXIV – QUESTIONÁRIO SOBRE CONTROLADORES.....	176

INDÍCE

APÊNDICES

APÊNDICE I - AUTORIZAÇÃO DO DIRETOR DA CAISL	178
APÊNDICE II- DOCUMENTAÇÃO PREPARADA PARA A AULA EXPERIMENTAL PARA PROFESSORES	179
APÊNDICE III- QUESTIONÁRIO APRESENTADO AOS PROFESSORES.....	180
APÊNDICE IV- RESULTADOS DOS QUESTIONÁRIOS	181
APÊNDICE V - DESAFIOS ENCONTRADOS NA REVISÃO DE LITERATURA E NA FASE EXPLORATÓRIA.....	182
APÊNDICE VI - LISTA DE DESAFIOS TOTAIS ENCONTRADOS.....	183
APÊNDICE VII- CALENDÁRIO ESCOLAR	184
APÊNDICE VIII- TEMPO DESPENDIDO NA TAREFA DE RV (1.º CICLO).....	185
APÊNDICE IX - NOTAS DO 1.º CICLO	186
APÊNDICE X - TABELA DE NOTAS RELACIONADAS COM DESAFIOS (1.º CICLO)	188
APÊNDICE XI- DESAFIOS E NOTAS CORRESPONDENTES (1.º CICLO).....	189
APÊNDICE XII – ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA VALIDAÇÃO	190
APÊNDICE XIII – ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA EM PORTUGUÊS	191
APÊNDICE XIV- ANÁLISE ÀS ENTREVISTAS ALUNOS (1.º CICLO)	192
APÊNDICE XV- DESCRIÇÃO DOS DESAFIOS ENCONTRADOS (1.º CICLO).....	193
APÊNDICE XVI- TEMPO DESPENDIDO EM RV (2.º CICLO).....	194
APÊNDICE XVII - NOTAS DO 2.º CICLO.....	195
APÊNDICE XVIII- RESPOSTAS DAS ENTREVISTAS DO 2.º CICLO.....	196
APÊNDICE XIX- DESAFIOS 2.º CICLO.....	197
APÊNDICE XX- NOTAS 3.º CICLO	198
APÊNDICE XXI- RESPOSTAS DAS ENTREVISTAS DO 3.º CICLO.....	199
APÊNDICE XXII- TEMPO DESPENDIDO NA TAREFA DE RV	200
APÊNDICE XXIII- DESAFIOS 3.º CICLO.....	201
APÊNDICE XXIV- RECOMENDAÇÕES PARA PLANEAMENTO DO 4.º CICLO.....	202
APÊNDICE XXV- DESAFIOS DOS CICLOS 1, 2 E 3	203
APÊNDICE XXVI- NOTAS DO 4.º CICLO	205
APÊNDICE XXVII- TEMPO DESPENDIDO NA TAREFA DE RV (CICLO 4).....	206
APÊNDICE XXVIII- NOTAS DO CICLO 4 AGRUPADAS POR TÓPICO	207
APÊNDICE XXIX- DESCRIÇÃO DOS DESAFIOS ENCONTRADOS VS NOTAS DO 4.º CICLO.....	208

APÊNDICE XXX- RESPOSTAS ENTREVISTAS CICLO N.º 4.....	209
APÊNDICE XXXI- DESCRIÇÃO DOS DESAFIOS DO 4.º CICLO	210
APÊNDICE XXXII- CALENDÁRIO PARA O 5.º CICLO.....	211
APÊNDICE XXXIII- VARIÁVEIS DE AÇÃO PARA 5.º CICLO.....	212
APÊNDICE XXXIV- NOTAS DO 5.º CICLO	213
APÊNDICE XXXV- TEMPO USADO EM RV (5.º CICLO).....	214
APÊNDICE XXXVI- DESAFIOS OBSERVADOS NOS 5 CICLOS ANTERIORES	215
APÊNDICE XXXVII- VARIÁVEIS DE AÇÃO ALTERADAS PARA O 6.º CICLO.....	217
APÊNDICE XXXVIII- NOTAS DO 6.º CICLO	218
APÊNDICE XXXIX- NOTAS DO 6.º CICLO POR TEMAS	219
APÊNDICE L- DESAFIOS CICLO 6 E NOTAS OBSERVADAS	220
APÊNDICE LI- TEMPO QUE DUROU A TAREFA DE RV CICLO N.º6.....	221
APÊNDICE LII- DESAFIOS CICLO 6 E NOTAS OBSERVADAS	222
APÊNDICE LIII- RESPOSTAS ÀS ENTREVISTAS (CICLO N.º6).....	223
APÊNDICE LIV- DESCRIÇÃO DOS DESAFIOS TOTAIS - NO 6.º CICLO	224
APÊNDICE LV- OCORRÊNCIAS NOVAS	225
APÊNDICE LVI- RECOMENDAÇÕES BASEADAS NO CICLO N.º 6, A IMPLEMENTAR NO CICLO N.º7.....	226
APÊNDICE LVI- TEMPO DESPENDIDO NA TAREFA DE RV	227
APÊNDICE LVII- NOTAS CICLO 7.....	228
APÊNDICE LVIII- DESAFIOS OBSERVADOS NO 7.º CICLO.....	229
APÊNDICE LVIV- RESPOSTAS DOS ALUNOS, ÀS ENTREVISTAS, DO CICLO N.º7	230
APÊNDICE LV- DESAFIOS ENCONTRADOS PELOS ALUNOS	231
APÊNDICE LVI- TOTAL OCORRÊNCIAS E DESAFIOS DO CICLO N.º7	232
APÊNDICE LVII- RECOMENDAÇÕES ÀS OCORRÊNCIAS DO CICLO N.º 7 E BENEFÍCIOS ESPERADOS.....	233
APÊNDICE LVIII- NOTAS DAS OBSERVAÇÕES DO CICLO N.º 8	234
APÊNDICE LIX- TABELA DE NOTAS DE ACORDO COM TEMAS	235
APÊNDICE LXI- OCORRÊNCIAS OBSERVADAS NO CICLO N.º8.....	236
APÊNDICE LXII- RESPOSTAS ÀS ENTREVISTAS 8.º CICLO.....	237
APÊNDICE LXIII- DESAFIOS ENCONTRADOS PELOS ALUNOS	238
APÊNDICE LXV- RECOMENDAÇÕES SOBRE OS DESAFIOS ENCONTRADOS NO CICLO N.º8	240
APÊNDICE LXVI- NOTAS DO CICLO N.º9.....	241
APÊNDICE LXVII- COMPILAÇÃO DAS NOTAS DO CICLO N.º9	242

APÊNDICE LXVIII- RESPOSTAS ÀS ENTREVISTAS AOS ALUNOS DO 9.º CICLO	243
APÊNDICE LXIX- COMENTÁRIOS DOS ALUNOS FACE ÀS DIFICULDADES QUE SENTIRAM	244
APÊNDICE LXX- TABELA DOS RESULTADOS DAS RECOMENDAÇÕES PLANEADAS.....	245
APÊNDICE LXXI- AUTORIZAÇÃO DA PRISMSVR	246
APÊNDICE LXXII- FASE EXPLORATÓRIA - RELATOS DE INTERVENÇÃO	247

INDÍCE

1.	INTRODUÇÃO	20
2.	REVISÃO DE LITERATURA / ESTADO DA ARTE.....	21
2.1.	REALIDADE VIRTUAL	21
2.1.1.	CARACTERÍSTICAS DA REALIDADE VIRTUAL	24
a)	Imersão	24
b)	Interatividade	25
c)	Feedback multissensorial.....	26
d)	Simulação realista.....	26
2.1.2.	TECNOLOGIA ASSOCIADA À REALIDADE VIRTUAL	27
a)	Computação Gráfica	27
b)	Headsets, capacetes ou óculos de RV	28
c)	Áudio espacial:.....	28
d)	Sensores de movimento	29
e)	Controladores manuais	29
2.1.3.	INFRAESTRUTURA ASSOCIADA À REALIDADE VIRTUAL.....	30
a)	Hardware.....	30
b)	Conectividade	31
c)	Software.....	33
d)	Instalações Físicas	33
e)	Suporte Técnico e Manutenção.....	33
2.2.	DEFINIÇÕES/CONCEITOS	34
a)	Stakeholders	34
b)	Metaverso.....	34
c)	Realidade Aumentada (RA)	35
d)	Realidade estendida (RX) e Realidade Mista (RM).....	35
e)	Inteligência Artificial (IA)	35
f)	Cinetose ou enjoo do movimento (motion sickness)	36
2.3.	OBSTÁCULOS/ DESAFIOS À ADOÇÃO DA REALIDADE VIRTUAL	37
2.3.1.	DESAFIOS TECNOLÓGICOS	38
a)	Hardware.....	38
a)	Infraestrutura	38
b)	Exigências Técnicas (configuração, manutenção e atualizações).....	39
c)	Cibersegurança / ética.....	39
d)	Carregamento e Manutenção dos Dispositivos de RV	40
2.3.2.	DESAFIOS SOCIAIS.....	41
a)	Acessibilidade e Inclusão	41
b)	Desinfecção	42
2.3.3.	DESAFIOS PEDAGÓGICOS	43
a)	Formação	43
b)	Integração pedagógica.....	43
2.4.	RV NA EDUCAÇÃO	44
2.5.	DESENHO INSTRUCIONAL	49
2.5.1.	SAM (Successive Approximation Model)	50
a)	As fases do modelo SAM.....	52
2.5.2.	MODELO IVR LEARNING.....	53
3.	CONTEXTO.....	55
4.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	59
5.	METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO	60
5.1.	JUSTIFICAÇÃO DA METODOLOGIA ESCOLHIDA	61
5.2.	OS CICLOS DA INVESTIGAÇÃO-AÇÃO.....	62
5.3.	IMPLEMENTAÇÃO DA METODOLOGIA.....	63
5.4.	RECOLHA DE DADOS	64

5.4.1. TRIANGULAÇÃO.....	64
5.4.3. DIÁRIO DO OBSERVADOR PARTICIPANTE	65
5.4.4. ENTREVISTAS SEMI-ESTRUTURADAS	65
6. IMPLEMENTAÇÃO DA INVESTIGAÇÃO	69
6.1. FASE EXPLORATÓRIA	69
6.1.1. INTRODUÇÃO	69
6.1.2. ESCOLHA DE UMA APLICAÇÃO /SOFTWARE	71
6.1.3. SOFTWARE DE APOIO	75
6.1.4. ESCOLHA DE HEADSETS	75
6.1.5. CONFIGURAÇÃO	76
6.1.6. CARRINHO DE SUPORTE AOS HEADSETS	76
6.1.7. REUNIÃO COM A EQUIPA PEDAGÓGICA DA PRISMSVR	77
6.1.8. AULA PILOTO PARA PROFESSORES (PLANEAMENTO E DESAFIOS ENCONTRADOS)	78
6.1.8.1. Desafios novos encontrados no decorrer da aula:	78
6.1.8.2. Resultados dos questionários da aula experimental dos professores:.....	79
6.2. 1.º CICLO DE INVESTIGAÇÃO-AÇÃO	80
6.2.1. PLANEAMENTO	81
6.2.1.1. 1.ª etapa.....	81
6.2.1.2. 2.ª etapa.....	81
6.2.1.3. 3ª etapa Nesta etapa vamos abordar as variáveis da ação para este primeiro ciclo. Alguns pontos.....	82
6.2.1.4. 4ª etapa.....	82
6.2.2. AÇÃO.....	86
6.2.3. OBSERVAÇÃO DA AÇÃO	89
6.2.4. CONCLUSÃO DO 1.º CICLO DE INVESTIGAÇÃO-AÇÃO.....	91
6.2.4.1. Factos observados	91
6.2.4.2- Reflexão Crítica	91
6.2.4.3. Conclusões relevantes	94
6.3. 2.º CICLO	95
6.3.1. CONCLUSÃO	100
6.3.1.1. Reflexão Crítica	101
6.3.1.2. Conclusões relevantes	103
6.3. 3.º CICLO	105
6.3.1. PLANEAMENTO	105
6.3.2. AÇÃO.....	105
6.3.3. OBSERVAÇÃO.....	106
6.3.4. CONCLUSÃO	107
6.3.4.1. Reflexão Crítica	107
6.3.4.2. Conclusões relevantes	108
6.4.1. PLANEAMENTO	109
6.4.2. AÇÃO.....	110
6.4.3. OBSERVAÇÃO.....	110
6.4.4. CONCLUSÃO.....	111
6.4.4.1.- Reflexão Crítica	112
6.4.4.2.- Conclusões relevantes:.....	112
6.5. 5.º CICLO	113
6.5.1- PLANEAMENTO.....	113
6.5.1.1- Etapa 1 - Análise dos desafios	113
6.5.1.2- Etapa 2 - Análise do contexto da ação.....	114
6.5.1.3- Etapa 3 - Variáveis da ação	114
6.5.1.4- ETAPA 4 - Construção do plano de ação.....	115
6.5.2. AÇÃO.....	115
6.5.3. OBSERVAÇÃO.....	115
6.5.4. CONCLUSÃO	116
6.6. 6.º CICLO	116

6.6.1. PLANEAMENTO	117
6.6.1.1. 1. ^a Etapa: análise dos desafios encontrados nos ciclos anteriores	117
6.6.1.2. 2. ^a etapa: análise do contexto da ação	117
6.6.1.4. 4. ^a etapa: construção do plano de ação	117
6.6.2. AÇÃO	118
6.6.3. OBSERVAÇÃO	119
6.6.4. CONCLUSÃO	120
6.6.4.1.- Factos observados	120
6.6.4.2. Reflexão Crítica	120
6.6.4.3. Conclusão	121
6.7. CICLO N.º7	121
6.7.1. PLANEAMENTO	121
6.7.1.1. 1. ^a etapa: análise dos desafios encontrados nos ciclos anteriores	121
6.7.1.2. 2. ^a etapa: análise do contexto da ação	121
6.7.1.3. 3. ^a etapa: variáveis da ação	122
6.7.1.4. 4. ^a etapa: plano de ação	122
6.7.2. AÇÃO	122
6.7.3. OBSERVAÇÃO	122
6.7.4. CONCLUSÃO	123
6.7.4.1 - Reflexão Crítica	123
6.7.4.2. Conclusão	124
6.8. CICLO N.º 8	124
6.8.1. PLANEAMENTO	124
6.8.1.1.- 1ª Etapa: análise dos desafios encontrados nos ciclos anteriores	124
6.8.1.2. 2ª etapa: análise do contexto da ação	124
6.8.1.3. 3. ^a etapa: variáveis da ação	124
6.8.1.4. 4. ^a etapa: Construção do plano de ação	124
6.8.2. AÇÃO	125
6.8.3. OBSERVAÇÃO	125
6.8.4. CONCLUSÃO	125
6.8.4.1. Reflexão Crítica	126
6.8.4.2. Conclusões	126
6.9. CICLO N.º 9	126
6.9.1. PLANEAMENTO	127
6.9.1.1. 1. ^a etapa: análise dos desafios encontrados nos ciclos anteriores	127
6.9.1.2. 2. ^a etapa: análise do contexto da ação	127
6.9.1.3. 3ª etapa: variáveis da ação	127
6.9.1.4. 4ª etapa: construção do plano de ação	127
6.9.3. OBSERVAÇÃO	128
6.9.4. CONCLUSÃO	129
6.9.4.1. Reflexão Crítica e Conclusão	129
7. CONCLUSÃO	130
8. REFLEXÃO CRÍTICA	136
9. LIMITAÇÕES DO ESTUDO	140
10. SUGESTÕES	141
11. BIBLIOGRAFIA	142

1. INTRODUÇÃO

A transformação digital, em paralelo com o avanço tecnológico, são temas presentes na atualidade, incluindo no setor educativo. Um setor particular de busca de estratégias educativas é aquele que envolve a realidade virtual, que tem registado grande atratividade, como se detalha no enquadramento teórico. O interesse dos investigadores em compreender como integrar e desenvolver o ambiente educativo com a realidade virtual, frequentemente em ambientes designados como “metaverso” é, ainda, relativamente limitado, embora em crescimento (Machado et al., 2024).

Embora muito atrativa, esta tecnologia apresenta, ainda, bastantes desafios à sua adoção pedagógica. Desafios estes que me propus estudar através do acompanhamento e promoção da adoção da realidade virtual em algumas das aulas de uma Instituição de Ensino. Como mãe de uma aluna dessa instituição e parte integrante do comité de STEAM (Sciences, Technology, Engineering, Arts and Math) fui convidada a incluir a equipa que visa implementar esta tecnologia na escola. Por outro lado, como aluna do Mestrado de Pedagogia em E-Learning vi aqui uma oportunidade de realizar investigação nesta área e estudar os principais desafios da adoção de realidade virtual numa instituição educativa. Dada a oportunidade de recolher dados e de estar integrada na equipa deste projeto, bem como a oportunidade que se proporciona a este estudo, optei pela escolha da metodologia de investigação-ação. Essa escolha também se justifica pelo fato do projeto ser implementado consecutivamente em várias turmas do mesmo ano, permitindo que os ciclos de planeamento, execução, reflexão e readaptação (preconizados pela metodologia) ocorram de forma rápida e eficiente. Além disso, a investigação-ação oferece a flexibilidade para permitir os ajustes necessários no decorrer do processo, aperfeiçoando as ações e garantindo que as soluções evoluam de acordo com as necessidades práticas observadas e refletidas ao longo do tempo.

Esta investigação iniciou-se por uma primeira parte exploratória, de escolha dos equipamentos e infraestruturas a usar, de levantamento documental e dos desafios da implementação da realidade virtual na educação (face aos identificados no estado da

arte). Focou-se ainda essa fase exploratória no estudo das tecnologias existentes, dos recursos necessários, entre outras questões a explorar e que se aprofundou durante o processo de investigação-ação. No estudo exploratório foi ainda incluída uma ação de formação para os professores de matemática e de ciências dos 8.º, 9.º e 10.º anos. As reflexões recolhidas dessa ação foram utilizadas para o planeamento do primeiro ciclo da investigação-ação. Foram realizados 9 ciclos de investigação-ação, envolvendo um total de 126 alunos, divididos em 4 turmas 8.º ano e 4 turmas do 9.º ano. Os dados recolhidos neste estudo refletem que a adoção desta tecnologia enfrenta diversos desafios a nível técnico e financeiro, pedagógico e social e para os mesmos foram apresentadas recomendações, como forma a evitar o seu surgimento.

2. REVISÃO DE LITERATURA / ESTADO DA ARTE

A realidade virtual (RV) tem ganho um papel de destaque na transformação das experiências educativas, oferecendo novas formas de ensinar e de aprender através de ambientes imersivos e interativos, como se expõe na subSecção de “RV e Educação”, Secção 1.4. Esta Secção de revisão de literatura tem como objetivo apresentar as principais características da RV, as tecnologias necessárias ao seu funcionamento, a infraestrutura que suporta a sua aplicação e o software que tornam possível a criação e utilização destes ambientes. De seguida, são abordadas as suas utilizações atuais na educação, com foco nas formas de uso da RV para proporcionar as experiências práticas e envolventes. Por fim, será apresentado o conjunto de desafios associados à sua implementação encontrados na literatura.

2.1. REALIDADE VIRTUAL

A ideia de usar dispositivos para criar ambientes imersivos remonta ao início do século 20, quando várias tecnologias de representação, como a fotografia e a estereoscopia, começaram a ser usadas. A primeira menção a um equipamento semelhante a óculos de RV foi no conto de ficção científica de Henry Weinbaum, *Pygmalion's Spectacles* (1932), que imaginava óculos capazes de transportar o portador para outro mundo (seg. (Ross, 2021). Posteriormente, nas décadas de 1950 e 1960, Ivan Sutherland e Morton Heilig criaram os primeiros equipamentos de RV (ibid.) Morton Heilig criou o primeiro dispositivo, chamado Sensorama, cujo desenvolvimento começou em 1956 e foi lançado

comercialmente em 1961 (Rosen, 2008). O Sensorama era uma espécie de cabine que proporcionava uma experiência multissensorial para os utilizadores e combinava imagens em 3D com som estéreo, com vibrações e até mesmo com aromas para criar uma sensação de imersão em ambientes simulados, como andar de bicicleta em uma cidade (ibidi.), antecipando as futuras tecnologias de realidade virtual (*The Sensorama: One of the First Functioning Efforts in Virtual Reality : History of Information*, sem data).

Ao longo das décadas seguintes, diferentes formas de realidade virtual foram surgindo, apresentando variados níveis de envolvimento espacial e interatividade em ambientes virtuais, abrangendo desde experiências com maior grau de interatividade e de qualidade superior até soluções mais acessíveis que dependem apenas de dispositivos móveis. Entre os autores que abordam o conceito de realidade virtual há variações de significado. Pedrosa & Morgado, (2024) referem fazem parte das categorias de realidade virtual equipamentos como os **CAVE - Cave Automatic Virtual Environments**, a **Mobile VR com monitores portáteis (tablets) e smartphones**, os **HMDs- Head-Mounted Displays**, e a **RV com vídeos esféricos de 360°**. Os primeiros desta lista, **Cave Automatic Virtual Environments (CAVE)**, são ambientes em que os utilizadores ficam fisicamente dentro de uma sala ou espaço fechado, onde imagens em 3D são projetadas nas paredes, e eventualmente mesmo no teto e chão, criando uma experiência envolvente em tamanho real (Cruz-Neira et al., 1992). A categoria **Mobile VR com monitores portáteis (tablets) e smartphones** refere-se a dispositivos improvisados similares aos adiante referidos **HMD - Head-Mounted Display**, (visores de cabeça), acessíveis em termos financeiros por uso de dispositivos móveis, como o Samsung Gear VR e o Google Cardboard (Radianti et al., 2020). Nestas soluções improvisadas, os utilizadores visualizam o ambiente virtual através do ecrã do dispositivo móvel, cujos sensores de movimento permitem que possa ser rodado ou inclinado para explorar diferentes ângulos de visualização do mundo virtual. A categoria **Head-mounted displays (HMD)** diz respeito a dispositivos de realidade virtual que os utilizadores colocam na cabeça, cobrindo os olhos e, muitas vezes, os ouvidos, criando uma experiência visual e sonora envolvente para o utilizador, com alto grau de qualidade visual e resposta a movimentos (Radianti et al., 2020). Estes dispositivos, como o **Oculus Rift**, o **HTC Vive** ou o **Meta Quest**, utilizam sensores de monitorização para

seguir os movimentos da cabeça e ajustar a visualização do ambiente virtual em tempo real, permitindo que os utilizadores experimentem uma sensação de **envolvimento** no mundo virtual. A categoria de Realidade Virtual (RV) com vídeos esféricos de 360° refere-se à utilização de quaisquer dos equipamentos anteriores para reproduzir vídeos em formato esférico, proporcionando uma experiência de visualização em 360 graus, geralmente sem interatividade com objetos virtuais nem possibilidade de deslocação no espaço (apenas, quando muito, acesso a outros vídeos ligados àquele que se está a visualizar). É uma abordagem amplamente aplicada em visitas virtuais a museus, documentários disponibilizados em plataformas digitais e experiências de turismo imersivas.

Outros autores consideram dentro do conceito de “realidade virtual” outros formatos de interação com o utilizador, como os ambientes 3D, em sistemas “desktop” (ou seja, ecrãs tradicionais), como é o caso de (Sudár & Csapó, 2023) que estudaram a transição de 2D para espaços 3D, usando o conceito de "desktop virtual em RV". Na educação, muitos destes sistemas são plataformas online onde o utilizador cria o seu avatar, ou seja, cria uma representação digital de si próprio (ou de como se quer representar) nos ambientes virtuais, permitindo que através desse avatar interaja com outros utilizadores e com o ambiente ao redor para socialização, em educação, para negócios, entre outras atividades. O Second Life tem sido um exemplo utilizado amplamente em contextos educativos no início do milénio, devido à sua flexibilidade para criar atividades e nelas participar sem necessidade de competências técnicas avançadas (Warburton, 2009) entre outros mais recentes, como o VRChat, o RecRoom, (Massari et al., 2024) e o Roblox, o Fortnite, o Minecraft, (Du et al., 2021). As diferentes categorias de experiências de realidade virtual acima descritas, apresentam níveis distintos de envolvimento espacial, contexto visual e narrativo, e interatividade, variando desde experiências de alta qualidade e interatividade até soluções mais acessíveis que utilizam dispositivos móveis. O projeto de adoção da realidade virtual em meio escolar, que será o foco desta proposta, implica, por escolha da instituição, a utilização de equipamentos HMD, pelo que será nesta categoria que incidirá a maior profundidade e desenvolvimento do trabalho. Na procura de trabalhos sobre RV, nem todos se baseiam na utilização de HMD pelo que

a análise dos mesmo é cuidadosa tendo em consideração que as conclusões desses mesmos estudos possam não se aplicar com a utilização de HMD e que é importante considerar a aferição dessas conclusões com formato HMD.

2.1.1. CARACTERÍSTICAS DA REALIDADE VIRTUAL

O termo "realidade virtual", exposto acima enquanto solução tecnológica, tem a si associados vários conceitos de interpretação e análise, inerentes às características que a compõem e relevantes para este trabalho. Sendo um conceito abrangente e multifacetado que vai além de uma definição simples, a realidade virtual pode ser percebida de diferentes maneiras, de acordo com as suas características e do contexto em que é utilizada e dos objetivos pretendidos com a sua utilização. Os autores ao longo dos anos, de acordo com a evolução da RV, destacam algumas características que vão surgindo com alguma frequência. Nas várias leituras que realizei surgem algumas características que darei o devido destaque pela sua relevância para este estudo.

Imersão, interatividade, feedback multissensorial e a simulação realista são 4 atributos pertinentes para serem aprofundados dada a natureza e propósitos do projeto.

a) Imersão

A realidade virtual é frequentemente usada para simulação baseada em computador, permitindo a interação num ambiente virtual (Beck et al., 2024) ou seja permite a interação com elementos virtuais, misturando objetos tridimensionais (3D), com som e imagem e visa fazer o utilizador sentir-se como se estivesse dentro desse mundo virtual (Nilsson et al., 2016). Nair (2021), acrescenta que a Realidade Virtual, ao permitir a movimentação e interação em tempo real, possibilitando que o utilizador manipule e interaja com objetos ou outros elementos do ambiente virtual, torna-o dinâmico e responsivo, através de sistemas que utilizam tecnologias avançadas de monitorização e de visualização que permitem que o utilizador interaja com elementos do ambiente de forma natural e intuitiva num ambiente artificial. A visão mais intuitiva da imersão na RV, é esta funcionalidade de permitir aos utilizadores estarem envolvidos por um ambiente tridimensional, (Slater & Sanchez-Vives, 2016), o que pode originar uma sensação de presença, bloqueando o mundo real e transpondo o utilizador para um mundo virtual (Edwards et al., 2018).

Slater (2009) aborda o conceito da ilusão de plausibilidade (*Plausibility Illusion*), que contribui para comportamentos realistas em ambientes virtuais imersivos. Este autor revela que não basta apresentar ao utilizador uma representação tridimensional na primeira pessoa para assegurar a ocorrência dessa sensação de presença nesse espaço: através de análise de reações fisiológicas e comportamentos, constatou-se a importância não apenas da percepção audiovisual, mas também do grau de plausibilidade do contexto, ligado à interpretação “narrativa” do momento e à percepção do grau de liberdade e credibilidade da interação. Por exemplo, quando as mãos virtuais do utilizador interagem com os objetos virtuais, em vez de os atravessarem fantasmagoricamente, esses aspetos de plausibilidade – de agência sobre o mundo – afetam a sensação de estar presente. Estas constatações levaram à conjugação de vários esforços de investigação sobre o fenómeno da imersão, por Nilsson et al. (2016), demonstrando que o fenómeno pode ser interpretado em três dimensões conceptuais: (a) **a imersão pelo sistema**, que depende das capacidades do sistema (técnico, organizacional, físico) para que o utilizador constatare estar envolvido pelo ambiente; (b) **a imersão pela narrativa**, como foco da atenção em resposta à história ou enredo, à interpretação do espaço e aos personagens; e (c) a imersão pelo desafio, que resulta do foco da atenção em atividades que requerem o uso de competência intelectuais ou sensório-motoras, ainda que não interagindo diretamente mas apenas ficando o utilizador absorto em considerações sobre aspetos táticos ou estratégicos da eventual intervenção. Esta última foi posteriormente renomeada por Morgado, (2022) como **imersão pela agência**, dada a melhor reflexão terminológica deste conceito dada pela teoria da agência do que pelo conceito mais ilusoriamente simples de “desafios”.

b) Interatividade

Outra característica frequentemente apontada da Realidade Virtual é a interatividade Ariza & Katakis, (2018) que permite que os utilizadores interajam entre si e/ou com objetos virtuais, como se de itens físicos se tratassem. A manipulação desses objetos virtuais proporciona uma sensação de controle sobre os mesmos e sustenta a presença na **interação** pessoa-computador (Wenhan et al., 2023). No contexto deste trabalho, esta interação é relevante pois os participantes (alunos, professores, outros intervenientes)

podem relacionar-se entre si e interagir com os objetos presentes nos cenários com que se deparem como calculadoras, lápis, borrachas, etc., presentes no software Prisms VR escolhido pela escola para o uso em RV, de ciências e matemática.

c) Feedback multissensorial

A RV além de envolver de forma audiovisual os utilizadores, pode igualmente envolver todos os sentidos do utilizador, tanto os sentidos exteroceptivos como os sentidos interoceptivos. Ou seja, pode permitir a percepção de estímulos externos, fornecendo informações sobre o ambiente em redor do corpo, ou relacionados com a percepção interna do corpo, como as sensações de dor, temperatura interna, fome, batimentos cardíacos e outros estados internos (Pedrosa & Morgado, 2024). Para este trabalho, pelos atributos do software escolhido para o projeto de adoção de RV será de relevante falar do feedback multissensorial, outra característica que permite intensificar a interatividade em RV. Segundo (Edwards et al., 2018) através do feedback tátil, visual e sonoro, a experiência torna-se mais envolvente. O feedback háptico que simula uma sensação de toque físico em ambientes digitais. Segundo McEvoy et al. (2024) pode simular a sensação de empurrar, de segurar, de tocar um objeto, de sentir diferentes texturas, criando uma experiência cada vez mais real. No projeto da escola que serve de campo a este trabalho, como se verá no estudo exploratório, os alunos serão confrontados com feedbacks de toque físico em objetos como teclas, segurar um lápis, etc.

d) Simulação realista

Por último, um conceito frequentemente associado à RV é o de “simulação realista”. A realidade virtual é, também, uma tecnologia para criação de **mundos simulados** onde os utilizadores podem interagir e experimentar esses mundos de forma realista (Marougkas et al., 2023). Este conceito visa salientar o objetivo de replicar cenários e experiências de forma que, apesar de virtuais, criem a sensação da experiência ser equivalente ao mundo físico. Charumathi et al. (2019) partilham que em 1950 tiveram a intenção de criar esta imersão em ambiente simulado para treino de pilotos da Força Aérea dos Estados Unidos, e em 1965 deram início a uma investigação chamada “The Ultimate Display”. Mais tarde, nos anos 90, com o desenvolvimento popular da RV, os mesmos autores referem que a realidade virtual permitiria, tecnologicamente, a criação de um mundo tridimensional

onde se poderia interagir e experimentar o espaço, de forma realista. Na experiência da Prisms VR que a Instituição escolheu como plataforma para a adoção da RV em matemática e ciências do 8.º e 9.º ano, os alunos irão ser conduzidos por um ambiente virtual, numa experiência em 3D onde terão oportunidade de realizar tarefas de matemática e interagir em cenários que se pretendem realistas e simulados.

2.1.2. TECNOLOGIA ASSOCIADA À REALIDADE VIRTUAL

Pelas diversas leituras efetuadas concluo que a implementação da realidade virtual em instituições de ensino não se limita à criação de experiências imersivas, mas exige um conhecimento acerca das tecnologias subjacentes, desde os dispositivos de hardware até as plataformas de software (Slater, 2009). Após diversas leituras apresento nesta Secção alguns conceitos que considero necessários para a implementação da realidade virtual, para compreender as condições e os requisitos técnicos necessários ao seu sucesso em uma instituição escolar.

a) Computação Gráfica

A materialização da RV assenta em várias bases tecnológicas como a computação gráfica que permite que a criação de ambientes 3D altamente detalhados e realistas e é uma base crucial da RV. Um processo que cria objetos realistas para serem usados em ambiente virtual. Além da renderização outras técnicas são usadas para trazer realismo à simulação, como a modelação 3D que:

“é uma técnica de desenvolvimento matemático de uma superfície tridimensional de objetos, através de softwares próprios e que permitem representar virtualmente os objetos.” (Paskalova, 2021)

Na aplicação escolhida, Prismsvr, as imagens gráficas trazendo bastante realismo, como iremos descrever na Secção do estudo exploratório. A renderização pode ser **local ou remota**, local em que todos os processos gráficos e a criação de imagens são realizados diretamente no dispositivo ou através de uma ligação ao computador enquanto na renderização remota os gráficos são processados num servidor remoto ou na nuvem e, em seguida, enviados para o dispositivo, através da Internet e o *headset* (equipamento explicado mais à frente nesta Secção) de RV, que exhibe a imagem já pronta. Ligada de

perto à renderização, a **texturização** é outra técnica usada para aumentar o realismo dos objetos. É a técnica de adicionar detalhes a uma superfície a um modelo 3D para que o mesmo fique mais realista: cores, padrões, materiais como ferro, madeira, vidro, pele etc. A texturização inspira uma aparência realista dos objetos (Toulatzis & Fudos, 2021).

b) *Headsets, capacetes ou óculos de RV*

Num ambiente imersivo, em 3D, os *headsets*, capacetes ou óculos de RV são os dispositivos que se colocam na cabeça e que permitem aos utilizadores entrarem e interagirem em ambientes imersivos, permitindo a abstração do utilizador do mundo real e projetam cenários digitais. Podem ser desde efetivos capacetes que envolvem o crânio, a meras armações de lentes ou um meio-termo, que envolva os olhos e/ou os ouvidos, sem, contudo, envolver toda a cabeça. Funcionam através de ecrãs posicionados perto dos olhos do utilizador, mostrando imagens digitais. Nas variantes tecnológicas atuais, possuem frequentemente sensores que acompanham os movimentos da cabeça. Existem variados equipamentos no mercado, porém a instituição escolheu trabalhar com equipamentos de meio-termo, nomeadamente com os Meta Quest3 para o arranque deste projeto. Neste trabalho referir-se-á indiferenciadamente a estes equipamentos como *headsets* ou como “óculos de RV”. Segundo o site da empresa Meta, que os comercializa, o Meta Quest 3 é a sua mais recente geração de *headsets* de realidade virtual (RV). O que distingue os Meta Quest 3 das versões anteriores, como o Quest 2, são melhorias no design, maior poder de processamento, ecrãs de melhor qualidade com maior nitidez e suporte mais robusto para realidade aumentada (AR) e realidade mista (MR). Os Meta Quest 3 também são apresentados como sendo mais leves, para proporcionarem uma experiência mais confortável para o utilizador em sessões prolongadas.

c) *Áudio espacial:*

Os óculos de RV incluem áudio espacial, uma tecnologia que permite criar experiências imersivas em realidade virtual (VR). Enquanto o som estéreo distribui o som entre o lado esquerdo e o lado direito, o áudio espacial em realidade virtual simula o modo como o som se propaga no mundo real, permitindo sentir a tridimensionalidade em áudio. Segundo (*What Is Spatial Audio?*, n.d) o áudio espacial é conseguido quando se integra o

áudio 3D adaptada aos movimentos da cabeça. O som mantém a coerência espacial permitindo a sensação de imersão. Esta tecnologia oferece-nos uma experiência sonora imersiva que nos remete e aproxima da verdadeira realidade virtual, (Pryor et al., 2023).

d) Sensores de movimento

Outra especificidade da RV são os sensores de movimento: dispositivos como controladores manuais, sensores de movimento corporal e sistemas de rastreamento/monitorização dos olhos e/ou da cabeça que são fundamentais para capturar os movimentos do utilizador e interagir com o ambiente virtual em tempo real. São dispositivos que detetam e seguem o movimento do utilizador replicando os mesmos no ambiente virtual e são essenciais para a criação de uma boa experiência imersiva. Os dados dos movimentos corporais são capturados e enviados para o sistema de RV que ajusta as imagens e áudio em tempo real, no mundo virtual (Lei et al., 2023). Os sensores de movimento em RV incluem sensores de seguimento da cabeça, sensores de monitorização do Corpo e das mãos, câmaras externas (Outside-In Tracking), sensores inerciais (acelerômetros e giroscópios) e sistemas de seguimento ótico. Esses sensores permitem uma interação mais natural e envolvente em jogos, em aplicações de simulação, em formação, e outras experiências de RV, ajustando o ambiente virtual com base nos movimentos do utilizador. Os sensores de seguimento da cabeça são localizados nos headsets de RV (já falado anteriormente) e detetam os movimentos da cabeça (inside-out tracking), permitindo que o utilizador olhe ao redor do ambiente virtual, o que contribui para a sensação de presença.

e) Controladores manuais

Os **controladores manuais** são peças fundamentais para permitirem a interação em ambientes de Realidade Virtual, podem possuir sensores e luzes de seguir, monitorizar as mãos pois os controladores manuais representam uma extensão das mãos do utilizador e no mundo virtual permitem agarrar, redimensionar, deslocar objetos bem como navegar no espaço virtual, criando uma experiência interativa natural e precisa. Os sensores detetam movimento e permitem-nos realizar movimentos mais precisos no mundo virtual (Zipp, 2023). Os controladores utilizam sensores de movimento, como acelerômetros (a que chamamos teletransportar) e giroscópios, para registarem os movimentos das mãos

e representá-los ou reproduzi-los no mundo virtual, proporcionando uma forma natural e intuitiva de interação com os objetos digitais. Alguns controladores também incorporam um sistema de feedback tátil, e permitem que o utilizador perceba sensações como o peso dos objetos, as texturas, adicionando, assim, uma experiência cada vez mais próxima da realidade (Park et al., 2021).

2.1.3. INFRAESTRUTURA ASSOCIADA À REALIDADE VIRTUAL

A infraestrutura necessária para a realidade virtual (RV) desempenha um papel fundamental na criação de ambientes imersivos e de alta qualidade. Esta infraestrutura abrange uma série de elementos físicos e digitais que suportam o funcionamento dos sistemas de RV, como espaços preparados para experiências livres de obstáculos, computadores de alto desempenho capazes de processar gráficos complexos, conexões de rede rápidas e estáveis para interações online ou em rede, e sistemas de áudio que complementam a imersão. Uma infraestrutura bem desenhada e otimizada permite que a experiência em realidade virtual seja segura, confortável, fluida e verdadeiramente imersiva, suportando o potencial de suas aplicações em diferentes contextos, desde o entretenimento à educação e à formação profissional. Neste sentido, não só é importante conhecer o que é necessário bem como refletir como serão os desafios que poderão emergir consoante os elementos físicos escolhidos e a sua disposição para assegurar uma experiência segura aos alunos da instituição.

a) Hardware

Um dos principais elementos da infraestrutura é o hardware, ou seja:

“a parte física de um sistema de computador, incluindo os dispositivos de entrada, de processamento, de armazenamento e de saída”

(Merriam-Webster, n.d).

Os já falados Óculos de RV também fazem parte da infraestrutura necessária, bem como as outras tecnologias, já faladas, atrás como os controladores manuais, sensores de movimento e câmaras, que permitem, em conjunto, criarem experiências imersivas. Um elemento fundamental na infraestrutura são os servidores para armazenamento que segundo o blog Techno Hub, (2024) são um tipo de computador ou sistema que fornece serviços e recursos para outros computadores ligados em rede. Um servidor é desenhado

para lidar com grandes quantidades de informação (*O que é um servidor de computador / Lenovo Portugal*, n.d.) e a sua eficiência e desempenho são influenciados pelo software que gere as suas operações. Esta gestão é responsabilidade dos sistemas operacionais, que funcionam como o núcleo da gestão dos recursos dos servidores. Os sistemas operacionais coordenam o acesso ao hardware, gerem os processos, asseguram a segurança dos dados e oferecem uma interface para que os aplicativos possam interagir de forma eficaz com o servidor. Um sistema operativo também chamado de sistema operacional é o software principal que faz a gestão do hardware num computador e que fornece serviços e interfaces para outros softwares. Segundo (Silberschatz et al., 2018) o sistema operativo funciona como um intermediário entre o hardware e os aplicativos, facilitando a sua comunicação. O sistema operativo é também responsável pela comunicação e pela conectividade com outros dispositivos e sistemas.

b) Conectividade

Também a conectividade permite a interligação entre os sistemas operacionais, os servidores e outros dispositivos, formando redes que garantem a troca de dados, a colaboração e o acesso remoto. Para uma boa conectividade é essencial ter uma Internet de Alta Velocidade, ou seja, a uma interligação de rede que permita grande velocidade na transferência de dados (segundo a Comissão Federal de Comunicações dos EUA, a partir de 25 Mbps.). Esta conexão suporta tarefas que exigem uma grande largura de banda, como os vídeos de alta-definição, os jogos online, as transferências de grandes arquivos etc. A internet de alta velocidade pode ser fornecida por tecnologias como fibra ótica, cabo, DSL ou 5G e nas instituições poderão existir Infraestruturas de Rede Local (LAN) que são redes internas de alto desempenho e que conectam os dispositivos de RV com os computadores, permitindo a comunicação e a partilha eficiente entre diferentes salas ou locais. A rede local permite a partilha de diversos recursos como arquivos, impressoras e internet, entre os dispositivos ligados.

Na Secção do estudo exploratório irei descrever as escolhas e desafios encontrados entre o desejado e o que a escola apresenta e como serão as escolhas perante o que nos diz a literatura e as condições que a Instituição tem para a adoção da RV nas suas práticas pedagógicas. Após a abordar a temática da conectividade e das redes, destaco a

importância da ligação entre *headsets* de Realidade Virtual (RV), frequentemente salientada por utilizadores experientes em blogs e canais de YouTube que evidenciam que a conectividade assume um papel central no ecossistema da RV, nomeadamente na eficácia e qualidade da interligação entre dispositivos. Os *headsets* modernos, como os que a Instituição escolheu trabalhar (Meta Quest 3) dependem de uma conectividade robusta para oferecer experiências imersivas sem interrupções, seja em ambientes locais ou através de interações online. A troca de dados em tempo real, a comunicação com outros dispositivos e a sincronização de informações são fundamentais para garantir que os *headsets* operem com precisão e fluidez. Outro atributo para garantir uma experiência fluida para o utilizador é a conexão dos *headsets* de realidade virtual. Uma boa conexão, seja via cabos ou sem fios, permite a transmissão rápida de dados entre o dispositivo e o computador responsável pelo processamento dos gráficos e interações. Essa conexão assegura que os movimentos e ações do utilizador sejam refletidos em tempo real no ambiente virtual, evitando o atraso e proporcionando uma experiência mais realista. Além disso, uma conexão estável garante que os gráficos sejam exibidos com alta qualidade, sem interrupções, e permite que os conteúdos interativos e as aplicações mais complexas sejam aproveitados ao máximo, aumentando o realismo e o impacto das experiências em RV.

Após leitura acerca de várias marcas de *headsets* constato que a conectividade dos mesmos varia consoante o modelo. Alguns modelos (não é o caso do equipamento que a instituição escolheu) exigem uma **conexão direta** a um computador ou consola de jogos através de cabos para garantirem uma experiência de RV mais estável e de maior qualidade devido à largura de banda ilimitada. São equipamentos recomendados para quem deseja gráficos de alta resolução e são os preferidos para jogos e aplicações profissionais em RV. Porém, estes equipamentos trazem limitações quanto à liberdade de movimentos do utilizador. Os ***headsets sem fios*** oferecem uma maior liberdade de movimento, eliminando os cabos, permitindo que os utilizadores se movimentem numa área mais extensa. Estes equipamentos são portáteis e dependem de processadores internos ou de transmissão de dados via Wi-Fi. Como desvantagem podem apresentar menos qualidade de imagem (Cable Matters, 2023).

c) Software

Após abordar a tecnologia que sustenta a realidade virtual e a infraestrutura necessária para criar ambientes imersivos, é hora de apresentar a importância que o software, o motor das experiências em RV pode ter, consoante a escolha realizada. O software de realidade virtual é o que transforma os dispositivos e o espaço físico numa experiência significativa, criando cenários interativos, ambientes tridimensionais e conteúdos dinâmicos. O software é responsável por traduzir os inputs do utilizador, seja através de movimentos, de voz ou de controladores, em ações no mundo virtual, oferecendo experiências realistas e cativantes. Com aplicações que vão desde jogos e entretenimento até simulações de formação e soluções para o campo da educação, os softwares de RV garantem que as potencialidades da tecnologia sejam plenamente exploradas, proporcionando interatividade, imersão e inovação. Falamos de aplicações de RV, de programas especializados que criam e gerem os ambientes virtuais. No caso do nosso projeto o software foi a Prismsvr que necessitou do software ManageXR para permitir ao professor integrar os diversos utilizadores (alunos) e acompanhar o progresso no seu *dashboard* ou seja no seu painel de controlo no seu *desktop*.

d) Instalações Físicas

Poderão existir espaços físicos totalmente dedicados ao trabalho com a RV, chamados de Laboratórios de RV que são espaços dedicados, oferecem as condições adequadas e eficientes para o uso desta tecnologia. São ambientes controlados, salas adequadas na sua iluminação e espaço para que os dispositivos de RV funcionem corretamente, evitando interferências. No caso deste projeto a experiência irá realizar-se dentro da sala de aula por não existir um espaço dedicado só a RV, porém é no departamento de informática que se encontram todos os equipamentos guardados.

e) Suporte Técnico e Manutenção

Nas instituições existem equipas internas e/ou externas compostas por profissionais especializados em configurar, operar, manter e dar suporte aos sistemas informáticos e de RV. Estes especialistas resolvem problemas técnicos e garantem que a infraestrutura funciona de modo eficiente. No caso da instituição onde decorre este estudo, o departamento é composto por 6 elementos internos que dão apoio à escola.

2.2. DEFINIÇÕES/CONCEITOS

A integração da RV em contextos educativos exige uma compreensão aprofundada de termos técnicos e conceitos específicos, uma vez que envolve diferentes aspetos. Após diversa leitura, julgo ser importante apresentar os principais conceitos (que não foram falados anteriormente) que tocam, de alguma forma, no nosso projeto de estudo para o e que poderão enriquecer e facilitar a leitura deste estudo. Esta Secção apresenta uma seleção de definições relevantes, oferecendo um enquadramento que facilitará a compreensão dos próximos capítulos.

a) Stakeholders

São todas as partes interessadas que têm algum tipo de envolvimento ou são afetadas por uma organização, projeto ou decisão, que podem influenciar ou ser influenciados (R. Freeman & Mcvea, 2001), no caso deste projeto podemos dizer que o grupo de *stakeholders* envolve o grupo de professores envolvidos no projeto, a equipa de informática envolvida, os interlocutores do software comprado (equipa de apoio pedagógico, comercial e técnico), eu, os alunos e o diretor da escola.

b) Metaverso

Segundo (Fernandes & Chatterjee, 2022) o metaverso é um universo virtual, baseado em realidade aumentada e realidade virtual e oferece uma experiência imersiva (dentro do mundo virtual. Neste universo, falamos de mundos não de átomos, mas de bits, num ambiente virtual, (Lévy, 1998). Este ambiente virtual combina a realidade aumentada (a ser definida mais à frente), a realidade virtual permitindo experiências interativas e imersivas e a sua aplicação abrange diversas áreas como educação, entretenimento, comércio, indústria e comunicação, sendo visto como uma extensão da Internet, mas mais imersiva e centrada no utilizador (Mystakidis et al., 2021).

"metaverso é a camada entre si e a realidade".

(Damar, 2021 como citado por Dwivedi et al., 2022)

No metaverso as pessoas podem interagir socialmente, jogar, assistir a espetáculos, conhecer monumentos e cidades, trabalhar, negociar e estudar como se estivessem num mundo real. O termo "metaverso" surgiu com o autor Neal Stephenson, em 1990, no livro

de ficção científica “Snow Crash” (Em português é "Samurai: nome de código" (Editorial Presença) e apesar de ser mais conhecido pelos jogos, é atraente por trazer algo muito inovador, algo que se diferencia muito do tradicional. De acordo com Muthmainnah et al. (2023) o metaverso oferece ambientes imersivos que podem aumentar o envolvimento dos alunos, pois a natureza personalizada e adaptativa das experiências em metaverso tem o potencial de despertar a motivação. Segundo Wu et al. (2023) estas tecnologias oferecem recursos para criar ambientes imersivos, interativos e seguros para o ensino.

c) Realidade Aumentada (RA)

Azuma, R.T. (1997) descreveu RA como uma tecnologia que conjuga objetos virtuais e reais num ambiente real, uma tecnologia que interage em tempo real com os vários objetos reais e virtuais. A RA permite que os utilizadores ouçam, vejam e sintam o mundo real expandido pelo adicionado digitalmente o que potencializa a educação e o entretenimento (Chandralekha, 2018).

“faz uso em tempo real de informações na forma de gráficos, texto, áudio ou outros aprimoramentos virtuais integrados a objetos do mundo real”.

(Sneha Saju et al., 2022)

No recurso escolhido pela instituição, (o software Prismsvr) em certos momentos, o aluno será confrontado com RA, quer no início da interação onde fará o seu login ou sempre que sair da sua zona de segurança. O software retira o aluno de um ambiente totalmente imersivo (RV) para um ambiente de RA. Fora desse momento a experiência decorrerá em ambiente totalmente imersivo, em Realidade virtual.

d) Realidade estendida (RX) e Realidade Mista (RM)

Segundo Milgram & Kishino (1994) a RM diz respeito a um conjunto de tecnologias associadas a RV que se caracterizam pela integração dinâmica entre o mundo físico e o mundo digital, ao longo do “continuum da virtualidade”, uma escala que num extremo apresenta ambientes inteiramente reais até , ao outro extremo da escala, com contextos totalmente virtuais. Segundo os mesmos autores, a parte intermedia dessa escala, onde os elementos reais e virtuais se misturam, é chamada de realidade mista.

e) Inteligência Artificial (IA)

“IA é a capacidade de uma máquina ou um sistema computacional que permite simular e realizar tarefas que normalmente exigiriam a inteligência humana, como o raciocínio lógico, a aprendizagem e a resolução de problemas, através de algoritmos de aprendizagem.”

(Morandín-Ahuerma, 2022)

Sendo esta dissertação focada no uso de RV na educação, não na inteligência artificial, a emergência explosiva da inteligência artificial generativa desde 2022 na sociedade atual, com a disponibilização do ChatGPT e de ferramentas de criação de imagens como o Midjourney, o uso da mesma estava disponível, por exemplo, na Secção de "questões mais frequentes", disponível no website da aplicação escolhida pela instituição, a qual está ligada a um LLM (Large Language Model). Na aplicação escolhida, os professores tinham a possibilidade de personalizar a língua em que cada aluno realiza a experiência e esta funcionalidade, é especialmente relevante pois trata-se de uma instituição internacional, o que poderá ser útil para os alunos que ainda não dominem o inglês. Outra faceta presente de IA é o facto de os alunos poderem receber sugestões (ou dicas) contextuais quando a aplicação identificar que essas informações podem beneficiar o seu progresso. A crescente integração da inteligência artificial na Educação, antecipa um olhar para a mesma, que oriente a sua interpretação no terreno (Morgado & Beck, 2024) e a sua aplicação tem proporcionado eficiência em processos complexos (Pandit, 2022). Estas tecnologias possibilitam a execução de tarefas com elevada precisão, como o reconhecimento de imagens e de voz, a tomada de decisões e a aprendizagem a partir de grandes volumes de dados. Com o avanço do progresso tecnológico, os critérios que definem a IA têm evoluído, permitindo uma aplicação cada vez mais ampla e diversificada em diferentes sectores, sendo o da Educação onde pousa o meu olhar.

f) Cinetose ou enjoo do movimento (motion sickness)

Segundo Nesbitt & Nalivaiko (2024), o enjoo do movimento é um efeito adverso, que alguns utilizadores sentem enquanto utilizadores de ambientes imersivos. Estes sintomas podem ocorrer durante ou após a experiência de imersão em ambientes de realidade virtual, (Caserman et al., 2021). Manifesta-se através de sintomas como enjoos (náuseas), desequilíbrio, desorientação, dores de cabeça, fadiga ocular e fadiga. A ocorrência do

enjoo do movimento pode ser provocada por estímulos visuais em movimento (estimulação da visão central) e a sensação ilusória de movimento do próprio corpo (que também pode suscitar enjoos), pode surgir pela estimulação da visão periférica (Webb & Griffin, 2003).

Na aplicação que a escola escolheu para o projeto piloto serão usados métodos de locomoção mais suave, como o teletransporte (explicação no parágrafo seguinte) ou configurações em escala de sala que permitem movimentos naturais e que reduzem significativamente os sintomas de CS, (Prithul et al., 2021). O **teletransporte**, em realidade virtual (VR), é uma técnica utilizada para locomoção, usando o botão analógico (*thumbstick*) que exibe o arco de teletransporte, permitindo que os utilizadores naveguem em ambientes virtuais maiores do que o espaço físico disponível. O utilizador seleciona um ponto no ambiente virtual e é transportado instantaneamente para essa posição, sem movimento corporal. Esta abordagem é eficaz para reduzir a ciberdoença (*Cybersickness*) em comparação a outras formas de locomoção, como movimento contínuo. Por fim, questões de saúde e segurança também são levantadas, especialmente no caso de uso prolongado da RV por alunos mais jovens. Há preocupações sobre fadiga ocular, tontura e até o impacto psicológico de imersão em ambientes virtuais intensos (Prithul et al., 2021).

2.3. OBSTÁCULOS/ DESAFIOS À ADOÇÃO DA REALIDADE VIRTUAL

A tecnologia inerente ao uso da realidade virtual permite aos professores proporcionarem experiências de aprendizagem, desde simulações a visitas virtuais (Maroukias et al., 2023). De acordo com este investigador, a tecnologia de RV tem sido amplamente incluída em várias áreas, como a indústria, a medicina, a engenharia, o entretenimento e na educação em fase cada vez mais crescente. A imersão que a RV proporciona, permite que os alunos explorem o mundo sem precisarem sair da sala de aula. Sendo esta área atrativa enfrenta diversos desafios quer de custos, quer tecnológicos, de infraestrutura, segurança, logística, desafios pedagógicos e até sociais.

“Os desafios no uso de tecnologias de RV, como qualquer outra tecnologia, levarão ao fracasso ou ao uso indevido dessas aplicações”

(Baniasadi et al., 2020)

A partir do estudo da literatura existente e desenvolvida nesta Secção, é possível identificar os desafios mais frequentemente abordados. Com base nesses dados, torna-se viável antecipar barreiras e planear uma adoção mais eficaz da Realidade Virtual (RV). Este conhecimento deverá também contemplar a mitigação desses desafios, permitindo uma maior abertura para identificar e compreender outros desafios emergentes, para os quais não estávamos previamente preparados pelo estudo teórico realizado. A adoção da realidade virtual em instituições pode ser inviabilizada devido ao **custo elevado** dos equipamentos e da infraestrutura necessária (Abulrub et al., 2011; E. Carpenter et al., 2023; Ravichandran & Mahapatra, 2023). Além da compra do hardware, as instituições podem ser confrontadas com despesas adicionais como as atualizações e manutenção dos sistemas, o que pode impedir ou limitar o acesso a estes recursos, em escolas com menos recursos financeiros.

Para facilitar a leitura irei dividir em categorias os desafios encontrados: desafios técnicos, desafios sociais e desafios pedagógicos.

2.3.1. DESAFIOS TECNOLÓGICOS

a) Hardware

Entre os principais obstáculos estão os custos elevados dos equipamentos de RV, os *headsets*, controladores para as mãos, correias de suporte com ou sem baterias extra, computadores potentes de auxílio à gestão e acompanhamento dos equipamentos em uso na sala de aula, routers e softwares que possam ser. Segundo Paszkiewicz et al. (2021) para se operar com a RV são necessários computadores potentes, cujo investimento é elevado. E o mesmo autor refere que a ausência de um computador potente pode não atender às exigências gráficas dos programas.

a) Infraestrutura

Para proporcionar um ambiente dedicado a um trabalho imersivo requer existir uma equipa de especialistas, o que implica um custo alto de recursos (Paszkiewicz et al., 2021).

Segundo Patil et al. (2020) a necessidade da tecnologia para melhorar a satisfação da RV na educação exige robustez a nível da infraestrutura a ser usada, com internet de alta velocidade, computadores com alto poder de processamento, servidores potentes e equipamentos adequados à necessidade tecnológica. Segundo Abulrub et al. (2011) à medida que a tecnologia avança o custo tende a ser mais menor.

b) Exigências Técnicas (configuração, manutenção e atualizações)

Os autores Ravichandran & Mahapatra, (2023) descrevem que os sistemas de RV para a educação envolvem desafios técnicos, como a manutenção de softwares especializados e a sua compatibilidade com o hardware. Os mesmos autores referem ainda que esta manutenção pode ser complexa e precisa de uma equipa de suporte técnico. Tal pode apresentar-se como uma barreira ao uso de RV, em especial em instituições com menos recursos técnicos ou com menos equipamento. Também os sistemas necessitam de atualizações. Quer os *headsets*, quer os computadores podem ter de ser substituídos ou podem **avariar** consoante a sua utilização e tempo útil de vida (Jimenez & Schulze, 2018).

c) Cibersegurança / ética

“Como um véu invisível que protege a identidade dos alunos, o uso ético tecnologia VR exige uma cortina de segurança virtual intransponível. Diretrizes de uso seguro são o farol que ilumina o caminho, garantindo que cada experiência de Realidade Virtual seja não somente instrutiva, mas também respeitosa com o ser humano que habita cada aluno.”

(Realidade Virtual em Educação, n.d.)

A Comissão Europeia, (European Commission, 2023) destaca questões importantes sobre a segurança na adoção da realidade virtual (RV) no ambiente educacional. De acordo com esta organização, a segurança nas plataformas de realidade virtual deve ser uma prioridade no desenvolvimento de tecnologias Web 4.0 e mundos virtuais. A Comissão propõe que esses ambientes digitais sejam seguros, confiáveis e justos, garantindo a proteção dos direitos dos utilizadores. Um dos principais desafios é equilibrar a inovação tecnológica com a proteção de dados, prevenindo violações de privacidade e

ciberataques, o que é essencial à medida que mais cidadãos e estudantes adotam essas tecnologias.

No relatório de realizado pela Comissão Europeia, em Julho de 2023 as instituições precisam de implementar formas de evitar a recolha de dados pessoais no espaço virtual. Este mesmo relatório cita Nair et al. (2023), no seu estudo *Unique Identification of 50,000+ Virtual Reality Users from Head & Hand Motion Data | USENIX* (n.d.), um estudo que analisou mais de 2,5 milhões de gravações de dados de RV de milhares de utilizadores de um jogo, onde foi possível identificar estes utilizadores com mais de 94% de precisão usando apenas 100 segundos dos seus dados de movimento. Os dados de movimento dos utilizadores incluem guardar dados sobre a sua altura, se são destros ou esquerdinos, se são homens ou mulheres, (Hupont et al., 2023). Os utilizadores deixam os seus dados durante as experiências imersivas, dados que podem incluir os dados biométricos (como movimentos oculares e corporais) bem como informações pessoais, o que aumenta o risco de violações de privacidade, caso os dados não sejam anonimizados. Impera assim a necessidade de existirem protocolos claros à implementação da realidade virtual em contexto educativo.

d) Carregamento e Manutenção dos Dispositivos de RV

Dois primeiros fatores a considerar são a gestão de energia e o carregamento das baterias dos óculos de realidade virtual. A escolha dos mesmos afeta a logística do carregamento. Existem equipamentos que precisam de carregamento e outros que carregam com o movimento do utilizador (Teng et al., 2022). Na escolha dos equipamentos é relevante considerar o consumo de energia ao escolher entre renderização local e remota. Equipamentos de renderização local não há necessidade de se conectar a um servidor externo continuamente, o que pode economizar energia em termos de comunicação de rede, pois o dispositivo precisa realizar todo o processamento, o caso dos equipamentos Meta Quest 3 que a escolha escolheu. Por outro lado, a qualidade gráfica pode ser limitada pela capacidade de processamento do próprio dispositivo. Já os equipamentos com renderização remota exigem uma conexão constante com o servidor, o que aumenta o consumo de energia relacionado à comunicação de dados. Nestes casos a qualidade da

experiência depende da qualidade da conexão de rede. Se a conexão for lenta ou instável, isso pode causar atrasos (latência) e prejudicar a experiência do utilizador (Romagnoli et al., 2023). No caso dos óculos Meta Quest 3 que a instituição escolheu, não precisam de estar ligados a um computador, pelo que necessitam de uma boa conexão de rede.

2.3.2. DESAFIOS SOCIAIS

a) Acessibilidade e Inclusão

A inclusão, a diversidade e o acesso a recursos e a serviços são, pelas leituras efetuadas, considerados direitos humanos essenciais em ambientes digitais. Pensando neste aspeto a instituição decidiu incluir todas as turmas do 8.º e 9.º anos ao invés de só uma turma como grupo experimental.

A aplicação escolhida pela instituição, para a adoção da realidade virtual em matemática e ciências, usa representações de desafios globais, quer sejam desafios urbanos, culturais ambientais. No relatório *Next Generation Virtual Worlds*, (2024) é mencionada a expectativa que no desenvolvimento de ambientes imersivos, que exista uma representação equitativa das diferentes idades, das diversas culturas, competências, que os avatares sejam representações equilibradas no género feminino e masculino, que sejam inclusivos quer nas opções de possibilidades de uso de diversas línguas. Estas expectativas, presentes neste relatório (atrás referido) estendem-se ao desenvolvimento de cenários e avatares, à adequação da linguagem utilizada e aos próprios ambientes virtuais. No futuro, o desenvolvimento de cenários virtuais enfrentará desafios relacionados com a proteção dos direitos humanos, incluindo a liberdade de expressão, a segurança, a acessibilidade e a inclusão (Hupont et al., 2023).

Existem algumas condições de saúde que exigem consideração especial. É importante considerar os possíveis impactos da realidade virtual em indivíduos com condições de saúde específicas como os problemas cardíacos ou ansiedade intensa. Estes podem experimentar um aumento na frequência cardíaca, de ansiedade ou ataques de pânico em ambientes imersivos. Dependendo das suas condições específicas, o uso de realidade virtual pode não ser recomendado para indivíduos com este histórico de problemas

(Freeman et al., 2017). Também na área dos problemas de visão podem surgir algumas barreiras pois o uso de realidade virtual (RV) pode não ser aconselhado para quem sofra de alguns problemas de saúde como problemas de visão. Pessoas com problemas como o estrabismo ou dificuldades em focar a visão, podem ter dificuldade em usar realidade virtual. Atualmente, as aplicações que envolvem leitura em realidade virtual oferecem recursos limitados de acessibilidade e não foram ainda projetadas para ir ao encontro das necessidades dos utilizadores com baixa visão ou para lidar com layouts de texto complexos e densos (Freeman et al., 2017).

A idade pode ser um desafio apesar de existirem limitações no número de estudos disponíveis especificamente quanto a realidade virtual, com uso de para as crianças. Porém estudos com crianças abaixo dos 19 anos é escassa e existe necessidade de estudar mais esta área, (Saredakis et al., 2019). Em 1997 um estudo referia que os *headsets* não deviam ser utilizados por crianças menores de 6 a 10 anos, pois o sistema visual ainda está em desenvolvimento, e o uso prolongado podia causar desconfortos visuais temporários, como cansaço ocular, (Viire, 1997). De 1997 a 2024 a tecnologia teve um avanço muito grande na qualidade dos equipamentos. Recentemente em 2020 um estudo com crianças autistas entre os 6 e os 16 anos apresenta que, com supervisão e ajuste das experiências, os dispositivos foram bem aceitos e confortáveis para essa faixa etária, (Newbutt et al., 2020). A empresa Meta, para os seus óculos Quest, recomenda 13 anos como idade recomendada, a Sony para os PlayStation VR2 recomenda 12 anos. Para estes casos é importante que se discutam opções para estes alunos se sintam incluídos nas tarefas mesmo que não estejam em experiência imersiva.

b) Desinfecção

Este é um tema sobre o qual não encontrei muitos estudos.

Os utilizadores de *headsets* de RV usam vários métodos de higienização como: toalhetes desinfetantes antibacterianos, coberturas faciais descartáveis, toalhetes desinfetantes à base de álcool, máscaras e luz de radiação ultravioleta de onda curta, (Høeg et al., 2025). Num estudo sobre a eficácia da desinfecção concluiu que a mesma pode ser realizada através do uso de álcool isopropílico ou produtos à base de amónio quaternário, (Roberts et al., 2022). As leituras que fiz remetem para a preocupação com a propagação de vírus e

bactérias, porém nada encontrei acerca da preocupação na desinfecção também com a preocupação de evitar a propagação de piolhos. Como mãe que já passou muito por este problema e que recebe emails frequentes da escola a alertar para a existência de piolhos, procurei estudos ligados a RV que mencionassem, na higiene, os piolhos, mas não encontrei.

Segundo (Pagotti et al., 2012) as crianças compreendem melhor a propagação dos piolhos as formas de a prevenir e que deixou de ser vista como motivo de vergonha. O site SNS desde Abril de 2025 (*Piolhos*, 2025) que apresenta uma Secção com 16 tópicos sobre esta temática, o meu leva a encarar este tema como um desafio inerente ao tema da higienização dos *headsets*.

2.3.3. DESAFIOS PEDAGÓGICOS

A adoção da Realidade Virtual na área educativa apresenta desafios significativos, exigindo esforços direcionados quer na formação de professores quer na integração dos processos pedagógicos para garantir a sua implementação de forma eficaz e assim maximizar os benefícios educativos.

a) Formação

O tema da formação é referido na literatura com alguma frequência na medida em que os professores podem não estar familiarizados com o potencial e com a utilização de RV nas suas aulas, sendo necessária formação adicional de modo a possibilitar a integração eficaz desta tecnologia no currículo e para os ajudar no planeamento das suas aulas (Konstantinidis et al., 2022). Sem esse suporte formativo, a aplicação da RV pode acabar por ser superficial e não alcançar os resultados esperados em termos de melhoria de aprendizagem e, como consequência, pode impedir que os professores estejam preparados para a adoção da RV nas suas aulas. A falta de confiança nesta matéria, consequente pode contribuir para alguma resistência a essa implementação ou para limitar o seu potencial de utilização (Patil et al., 2020).

b) Integração pedagógica

Para que a Realidade Virtual seja eficaz no processo de ensino-aprendizagem, são necessárias a formação e a integração pedagógica, adaptando conteúdos e criando um currículo adequado que permita maximizar o potencial desta tecnologia em contextos educativos. A falta de instrução para implementar a realidade virtual nos programas educativos é uma limitação relevante (Appel et al., 2021).

“...um dos maiores desafios está na dificuldade de encontrar aplicações simples, que sejam pedagogicamente eficazes ”

(Detyna & Kadiri, 2020)

2.4. RV NA EDUCAÇÃO

A Realidade Virtual (RV) tem emergido como uma ferramenta transformadora na educação, proporcionando ambientes imersivos e interativos que facilitam a aprendizagem prática e experiencial (Filho & Dias, 2019) tendo permitido aos professores facilitarem variadas experiências aos alunos, com a intenção de solidificar o processo de aprendizagem (Marougkas et al., 2023). A adoção de RV no contexto educativo requer uma adaptação curricular, planejar incorporar a tecnologia e pode ser um desafio, conforme refere Young et al. (2020) partilhando o estudo de Matuk et al., (2015). A escolha de modelos de design instrucional eficazes, como o SAM (Successive Approximation Model) e o iVR Learning (immersive Virtual Reality learning) que dão prioridade à interação, ao feedback imediato e à construção com base em conhecimentos anteriores, são relevantes para a implementação de RV na educação (iremos desenvolver na Secção 1.4.2).

A integração da RV promete transformar a educação, mas exige planeamento e conhecimento dos potenciais desafios de modo a superá-los e assim ampliar o seu potencial na educação. Estes temas, conceitos e modelos associados a esta transformação e apresentados nestes paragrafo serão explorados e detalhados nos parágrafos seguintes. Como iremos abordar mais à frente, a Realidade Virtual tem ganho destaque como uma tecnologia inovadora na educação, sendo alvo de variados estudos que exploram o seu potencial pedagógico. Contudo, a revisão da literatura sobre RV e educação revela tanto as suas oportunidades como os desafios associados à sua

implementação, destacando a necessidade de se compreender as suas aplicações práticas e os fatores que podem influenciar a sua adoção em contextos educativos.

“...houve um renovado interesse no uso dessa tecnologia na educação, como uma alternativa ao aprendizado tradicional, pois ela cria mais oportunidades para uma educação experiencial.” (Appel et al., 2021)

Com o potencial da realidade virtual ser usada para vários fins, a educação emerge nas leituras realizadas com um grande potencial para futuros estudos na área da educação. Segundo Appel et al., (2021) citando Page, (2000) a RV tem sido usada na formação na área da aviação há já 50 anos, no entanto, durante vários anos a tecnologia exigia custos muito elevados, eram necessários profissionais altamente qualificados e uma forte infraestrutura, o que impedia, segundo Kavanagh et al. (2017) a expansão em larga escala na área da educação.

Após várias tentativas comerciais para colocar a RV no mercado, esta área voltou a ganhar um novo destaque em 2012, após o sucesso da campanha de financiamento dos Oculus Rift. Este equipamento trouxe a RV para um público mais amplo, oferecendo uma experiência mais acessível (Radianti et al., 2020) e à medida que os *headsets* foram sendo desenvolvidos, foram trazendo uma maior experiência imersiva. Em 2014, com a criação do “Google Cardboard”, um envelope de papelão, que cada um pode montar, torna-se um equipamento de RV ligado ao smartphone (Cardoso, P.V, 2015) e teve um papel significativo na popularização da Realidade Virtual (RV), tornando-a acessível a pessoas que não tinham meios para adquirir dispositivos mais caros, como o Oculus Rift ou HTC Vive. A simplicidade do “Google Cardboard”, segundo Cardoso (2015) abriu caminho para que o público conhecesse melhor a tecnologia e inspirou o desenvolvimento e inovação de novas aplicações e conteúdos compatíveis com a RV, o que impulsionou a criação de experiências educacionais, jogos e ferramentas interativas. Após 2016, uma série de *headsets* de RV foram saindo para o mercado com valores mais acessíveis e com maior tecnologia associada, como o HTC Vive, Oculus Quest e PlayStation VR. Estes equipamentos têm sido lançados no mercado, consolidando a RV como uma ferramenta para vários setores Berg & Vance, (2017) tornando esta área mais atrativa para a

educação (Appel et al., 2021). Um novo horizonte envolve o aluno numa experiência imersiva imediata do conhecimento para a prática. O aluno pode, no sistema mais comum, imaginar que está num palco quando apresenta as ferramentas de comunicação que aprendeu em sala de aula ou pode, em ambiente imersivo, estar em cima de um palco com uma audiência à sua frente, pode ler e ver slides sobre as moléculas ou pode, em RV, ver as moléculas, rodá-las e agrupá-las. Pode ver as letras e palavras no papel, enquanto em RA ou RV pode interagir com as mesmas, rodando, fazendo zoom, cortando palavras e observando, as mesmas, de diferentes perspetivas. Vários estudos apontam que o uso da realidade virtual (RV) na educação é promissor, uma vez que os avanços tecnológicos nessa área têm promovido uma interação mais envolvente, tornando sua aplicação no ensino ainda mais, (Ding & Li, 2022). Devido a esta tendência, existe uma alta expectativa que em 2030 os alunos tenham acesso a tecnologia de XR de alta qualidade (Cat Flynn & Peter Frost, 2021). Apesar desta expectativa, a integração da Realidade Virtual em ambiente de sala de aula requer também um suporte abrangente e formação para que os professores utilizem de forma eficaz estes recursos (Dembe & Extension, 2024).

Em comparação com o ensino tradicional, a maioria dos estudos (no ensino superior) indica que o uso da realidade virtual (RV), traz benefícios, principalmente por influenciar o comportamento dos estudantes, o que, por sua vez, melhora os seus resultados académicos (Ding & Li, 2022). O ambiente imersivo e interativo da RV é especialmente útil em cursos que exigem alta manipulação prática, como a anatomia (medicina), a reparação dentária e na formação de cursos técnicos e de engenharia, onde os alunos aprendem a operar máquinas de forma segura e eficiente., entre outras áreas (Ding & Li, 2022). Além disso, a Realidade Virtual apresenta vantagens significativas no contexto educativo, proporcionando aos alunos uma experiência distinta das metodologias tradicionais (Marougkas et al., 2023). Com esta tecnologia, os professores podem levar os alunos a viajar a locais longínquos e de difícil acesso, visitar monumentos pelo mundo, viajar ao interior do corpo humano, permitindo uma melhor compreensão ao conteúdo proposto.

O World Economic Forum (WEF), em 2022 referiu que há 6 maneiras pelas quais o metaverso pode impactar positivamente a aprendizagem e texto desenvolvimento, construção de capacidades: através da aprendizagem e da conexão no campus virtual imersivo, na melhoria da qualificação no mundo real em ambientes virtuais e híbridos, através da exploração de mundos diferentes pela visualização e contando histórias, através do desenvolvimento de capacidades humanas perante situações interpessoais ou difíceis, de uma melhor acessibilidade para as pessoas com deficiência e do aumento da captura de dados sobre o desempenho da aprendizagem. O World Economic Forum, no seu texto atrás referido, menciona que o metaverso proporciona uma forma de aprendizagem experiencial e imersiva, utilizando cenários realistas e situações de pressão, permitindo erros sem riscos reais, em situações de simulação. O uso do metaverso permite diversas formas de aprendizagem: uma aprendizagem experiencial, uma aprendizagem prática deliberada e uma aprendizagem condicionada ao contexto. Também permite explorar ambientes virtuais, a interação com objetos e participar em simulações (Hedrick et al., 2022). O site Toxigon descreve 15 excursões virtuais que podem ser integradas no currículo, como a grande muralha da China, a casa de Anne Frank, o museu do Louvre, o Grand Canyon, o Coliseu de Roma, entre outros (*15 Unique Virtual Field Trips for Students in 2024*, n.d.).

Segundo a Comissão Europeia, as experiências imersivas contribuem para o desenvolvimento das competências de resolução de problemas. Competências consideradas essenciais, por esta organização, para serem desenvolvidas. A competência de resolução de problemas refere-se à aptidão para identificar necessidades e desafios, bem como para encontrar soluções para questões relacionadas com a compreensão de ideias, conceitos ou teorias abstratas, além de lidar com situações problemáticas em contextos digitais, (*DigComp Framework - European Commission*, n.d.).

O metaverso permite também experiências de aprendizagem personalizadas (Alawadhi et al., 2022) e para melhor compreender o impacto do metaverso na educação foi realizado um estudo que usou os dados de 251 instituições de Dubai e conclui que a tecnologia do metaverso melhora a interatividade e o resultado académico (Muthmainnah et al., 2023).

“Ao adotar a tecnologia do metaverso, podemos criar um futuro em que os alunos estejam profundamente envolvidos, motivados para aprenderem e equipados com as competências necessárias para o sucesso na era digital. A natureza personalizada dessas experiências pode motivar os alunos e promover o envolvimento ativo. Esta investigação avaliou o impacto do metaverso no desempenho acadêmico, com mediação da motivação, (Muthmainnah et al., 2023).

Também Asad et al., (2021) realizaram uma revisão sistemática da literatura, usando 26 artigos, com o objetivo de investigar o efeito da RV na educação e identificaram dentro da realidade virtual, alguns temas como: a RV como recurso educativo inovador, a RV como parte da transformação digital, a realidade virtual para desenvolver capacidades de comunicação, para o desenvolvimento de competências de leitura e de escrita, entre outros. O estudo concluiu que a realidade virtual é usada como um recurso pedagógico em várias áreas do conhecimento e inspira o envolvimento dos estudantes, proporcionando uma experiência prática do ambiente, sendo que a percepção de presença real no mundo virtual engrandece a experiência. Este estudo esclarece que a realidade virtual é um recurso pedagógico que contribui para melhorar a aprendizagem experiencial (Asad et al., 2021). Mais recente, segundo Wu et al., (2023) refere que muitos dos estudos existentes dizem respeito ao uso de recursos não imersivos, o que nos traz a necessidade de existir mais investigação com ambientes imersivos (3D). Este autor realizou um estudo, com estudantes chineses que estavam a aprender francês como segunda língua estrangeira, e visava compreender as potencialidades e os obstáculos de um recurso de RV imersivo que facilitaria a aprendizagem de línguas. O estudo concluiu que os alunos valorizaram a integração entre o mundo virtual, o mundo real e os processos cognitivos e emocionais. A interação com o ambiente virtual pode melhorar a concentração, motivação e o envolvimento, criando uma mentalidade mais aberta e disposta a aprender (Wu et al., 2023).

Confirmando a clareza refletiva do uso da RV como tecnologia emergente nos diversos sectores a Comissão Europeia, através do relatório “Next Generation Virtual Worlds”, partilha a importância de compreender e agir perante esta tendência:

“É importante entender como esses desenvolvimentos afetarão as interações e comportamentos entre humanos e máquinas, bem como entre seres humanos, e que tipo de oportunidades eles podem trazer. As próximas gerações de mundos virtuais integrarão vários tipos de tecnologias, incluindo realidade virtual, aumentada e estendida (VR, AR e XR). (Hupont et al., 2023).

No campo da educação, este relatório destaca a importância de uma transformação digital como parte do objetivo maior de termos “Uma Europa preparada para a Era Digital”, delineado no “Plano de Ação para a Educação Digital (2021-2027)”, que visa incentivar e apoiar a digitalização dos sistemas educativos e a formação dos Estados. Nesse contexto, o papel das tecnologias emergentes é abordado em relação ao seu potencial na educação. Em particular, o relatório dá foco ao facto de os estudantes já utilizarem a tecnologia como recurso de suporte no seu processo de aprendizagem, apontando para a probabilidade da Realidade Virtual (RV) desempenhar um papel significativo no futuro da educação e da formação. Na Secção dedicada à educação, são destacadas questões emergentes que necessitam de investigação mais aprofundada, reforçando a relevância do tema para os sistemas educativos em transformação:

“...como as experiências e o conhecimento que os alunos podem desenvolver em mundos virtuais podem ser transferidos para o ambiente físico e como os desafios emergentes serão mitigados para o melhor interesse de cada aluno”.
(Hupont et al., 2023).

2.5. DESENHO INSTRUCIONAL

Um dos potenciais desafios pedagógicos é a ausência de uma adaptação curricular. O desenho instrucional é uma peça fundamental quando se considera a integração de recursos tecnológicos na educação, incluindo a RV pois estrutura os conteúdos educativos e planeia as experiências educacionais (Reiser et al., 2024) e visa:

“promover uma aprendizagem mais profunda e significativa”
(Smith, Ragan, 2004)

Além de melhorar o processo educativo (Reigeluth, 2013) o estudo do design instrucional é fundamental para compreender a forma como a Realidade Virtual (RV) pode ser aplicada de forma pedagógica. A adoção da RV na educação deve ser planeada com cautela, considerando tanto os seus benefícios como os seus desafios. Aprender vai muito além de simplesmente receber informação e as tarefas devem ser cuidadosamente integradas de forma construtiva, tanto dentro como fora do ambiente imersivo (*DigComp Framework - European Commission, n.d.*), pelo que a utilização da RV na educação, segundo este autor, deve ser uma decisão bem refletida e preparada, que leve em conta tanto os seus benefícios bem como os desafios associados.

O desenho instrucional assenta em alguns princípios, nomeadamente: **a promoção de aprendizagem profunda**, a garantia que os materiais e **processos contribuem para uma melhor aprendizagem no menor tempo possível**, e que são **atrativos e focados nas necessidades dos estudantes** (Bajracharya, 2019; Branch, 2018). Para além disso as tarefas devem ser construídas no sentido de ajudar a retenção e a compreensão das informações por parte dos alunos (Mayer, 2021), os **objetivos de aprendizagem devem ser claros**, alinhados com as avaliações, numa entrega bem alinhada do conteúdo (Spatioti et al., 2022) e devem inspirar a aprendizagem autónoma e personalizada, aumentando assim a responsabilidade dos estudantes (Dick et al., 1978).

"O design instrucional eficaz ao incorporar RV deve garantir que os objetivos pedagógicos sejam cumpridos, maximizando o uso da tecnologia sem sacrificar os princípios educacionais fundamentais"
(Winn, 2002).

2.5.2. SAM (SUCCESSIVE APPROXIMATION MODEL)

A Teoria do Construtivismo enfatiza o uso de recursos estratégicos que promovam a autonomia, a reflexão e a resolução de problemas, atribuindo ao aluno um papel ativo na construção do seu próprio conhecimento (Mishra, 2023). Esta abordagem favorece uma maior envolvência com os conteúdos, o que, por sua vez, promove uma compreensão mais profunda e significativa (Milutinovic, 2011). Ao destacar a aprendizagem ativa, experimental e colaborativa, fornece uma base para a adoção de modelos instrucionais

que valorizem a participação ativa dos alunos e a aplicação prática do conhecimento em contextos reais.

Neste cenário, achei relevante a seleção de um modelo de design instrucional que reflita esses princípios e garantir a eficácia pedagógica, especialmente quando se trata da integração de tecnologias emergentes, como a Realidade Virtual (RV), em ambientes educativos. Após o estudo (cujas leituras serão referenciadas nesta Secção) de diversos modelos de design instrucional, incluindo o modelo de Instrução de Merrill, o modelo de Kemp, Dick e Carey, Gagné, ASSURE, ICare e os modelos ADDIE e SAM, optei por destacar especificamente o modelo SAM (Successive Approximation Model). Este modelo destaca-se por apresentar recursos e estratégias que inspiram a troca de ideias, de *feedback*, com o propósito de mobilizar e valorizar o conhecimento dos membros da equipa e reconhecer as suas contribuições (Castelhana et al., 2023).

A escolha do modelo SAM é justificada pela sua consonância com os princípios do construtivismo, e pelas características destacadas em estudos comparativos. Castelhana et al. (2023) apresentam uma análise abrangente dos modelos supracitados, evidenciando as suas características, aplicações e limitações. Já (Ali, 2021), num estudo comparativo aplicado a contextos STEAM com 30 professores, concluiu que o modelo SAM superou o modelo ADDIE em termos de flexibilidade, adaptabilidade e capacidade de promover experiências de aprendizagem significativas.

Adicionalmente, Muñoz et al. (2024) após uma revisão sistemática e exaustiva de literatura, revista por pares, reforçam que, embora a escolha do modelo deva ser adaptada às especificidades de cada projeto educativo, há uma tendência crescente em direção a modelos mais ágeis e iterativos. Nesse sentido, o modelo SAM destaca-se como uma escolha preferencial, pois permite ciclos de desenvolvimento mais curtos, feedback contínuo e rápida adaptação às necessidades dos alunos.

Assim, ao invés de abordar todos os modelos de forma generalista, opto por focar no modelo SAM, considerando a sua relevância específica para o design de experiências educativas imersivas com RV. Este modelo oferece uma abordagem prática e dinâmica, que permite incorporar de forma eficaz tecnologias interativas, promovendo a resolução

de problemas, a interação social e a reflexão crítica elementos essenciais para a aprendizagem profunda num ambiente digital contemporâneo.

“o Modelo de Aproximação Sucessiva estava mais bem situado no contexto de ensino e aprendizagem de Matemática e Ciências. Portanto, recomendamos explorações experimentais do SAM para STEM.”

(Department of Basic Education, Faculty of Educational Studies, University of Education, Winneba, Ghana. & Ali, 2021)

O modelo SAM, apresentado por Allen e Sites em 2012, é eficiente por adaptar continuamente as necessidades educacionais dos alunos que usam novas tecnologias, facilitando incrementos e melhorias rápidas ao longo do processo de desenvolvimento. O Modelo de Desenho Instrucional SAM (Successive Approximation Model), foi apresentado pelos autores acima referidos, como substituto ao modelo ADDIE (Analisar, Desenhar, Desenvolver, Implementar, Avaliar) e traz o argumento da rapidez ao projetar, desenvolver e a operacionalizar a formação e o conteúdo para e-learning (Castelhana et al., 2022). Tem como principais características a prototipagem e estimula um processo interativo, sendo os seus pontos fortes: a velocidade, a flexibilidade, a colaboração, as experiências, o envolvimento e a motivação do aluno. Segundo Castelhana, (2022), fornece recursos para a partilha de ideias, de opiniões e de experiências, estimula o trabalho colaborativo. O modelo SAM facilita a adaptação constante e a melhoria do processo ensino-aprendizagem (Connelly & Miller, 2020).

a) As fases do modelo SAM

O modelo SAM é dividido em 3 fases sendo elas: a **preparação**, a **interação e desenvolvimento** e a **utilização**. A fase da **preparação** diz respeito à recolha das informações necessárias, no sentido de garantir que o desenho da formação vai ao encontro das necessidades dos alunos e dos objetivos de aprendizagem. Esta fase inclui a análise das necessidades dos alunos, a definição dos objetivos da aprendizagem e a preparação para a fase de desenho (Wintarti et al., 2019). Segue-se a fase de **interação e desenvolvimento** onde o curso é desenvolvido de uma forma rápida e bastante interativa. É nesta fase que se criam os protótipos, que se realizam testes com os

utilizadores e que se faz a recolha de feedback para aperfeiçoamento continuado. Isso resulta em versões Alfa e Beta e, finalmente, na versão aprimorada do curso (Szabo, 2022). A versão Alfa é realizada no início do desenvolvimento do projeto, sendo conduzida pela equipa responsável com o objetivo de identificar e corrigir os principais desafios. Já a fase Beta envolve utilizadores reais, que avaliam o produto e fornecem feedback (Sandeep Bhandari, 2022). Por último a fase que envolve a forma como o modelo é utilizado. Segundo Ali, (2021), este modelo é muito usado e STEM (Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática) devido à sua flexibilidade e ajuste contínuos.

2.5.2. MODELO IVR LEARNING

Uma vez escolhido o modelo para o planeamento das aulas da turma — que inclui alunos inseridos num ambiente imersivo e outros envolvidos noutra tarefa que não implica o uso de realidade virtual —, torna-se necessário adotar um modelo instrucional adequado ao processo pedagógico do grupo que utilizará a realidade virtual. Castelhana et al. (2023), analisaram modelos de design instrucional aplicáveis à realidade virtual e identificaram quatro modelos relevantes: dois desenvolvidos originalmente para contextos educativos tradicionais, mas que podem ser adaptados à realidade virtual, e dois concebidos especificamente para ambientes de RV. Após a leitura destes modelos a minha escolha recaiu para o modelo iVR Learning (M-iVR-L) Framework que os autores acima mencionados, consideram ser o mais completo e recomendado para o desenho de aulas em Realidade Virtual (Castelhana et al., 2023). Este modelo, desenvolvido por Mulders, Buchner e Kerres (2020), é um modelo de *design* instrucional voltado para a integração da Realidade Virtual Imersiva (iVR) na educação, em ambiente imersivo, e a sua estrutura baseia-se na Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia (CTML) que dá relevo ao modo como os estudantes processam informações visuais e auditivas. A estrutura do iVR Learning adapta esses princípios para criar experiências educativas que **umentem o envolvimento dos alunos** e a **retenção de informações** através de ambientes imersivos e interativos. Tem como características: **a segmentação de tarefas mais complexas em unidades mais pequenas**, **a oferta de interações de relevância** para a aprendizagem do aluno e **visa a construção com base no conhecimento previamente existente**. Este

modelo fornece atividades de aprendizagem construtivas e o equilíbrio entre a experiência imersiva e a aprendizagem (Mulders et al., 2020). Estes autores realçam o facto de a imersão dever ser usada para apoiar os objetivos educativos e não o foco principal e sublinham que a tecnologia de iVR deve ser usada para enriquecer a aprendizagem sem sobrecarregar o estudante.

"O design de ambientes de aprendizado suportados por tecnologia iVR deve basear-se tanto em um modelo educacional fundamentado em evidências quanto em recursos específicos para iVR."

(Mulders et al., 2020)

Neste modelo, o que mais realço é a **segmentação de tarefas**, um dos princípios centrais do *framework* é a segmentação de tarefas complexas em tarefas ou unidades menores facilitando a sua gestão e evitando a sobrecarga cognitiva dos alunos o que permite que se apropriem das informações em unidades menores e de maior compreensão.

"Recomenda-se segmentar o conteúdo em diferentes sessões para evitar a sobrecarga dos alunos e ajudar na gestão e aquisição do aprendizado".

(Mulders et al., 2020)

Um dos pontos de destaque do modelo, é o facto de fornecer orientação durante a aprendizagem imersiva. Esta orientação inclui as instruções sobre o uso da tecnologia e também o suporte contínuo para garantir que a imersão facilita a aprendizagem.

"É necessário investir em orientação durante o uso de Realidade Virtual Imersiva para garantir que os alunos possam adquirir conhecimento sem que a carga aumentada da ferramenta atrapalhe."

(Mulders et al., 2020)

A estrutura do Ivr learning dá atenção à importância de construir novos conhecimentos com base naquilo que os alunos já sabem o que ajuda a gerir a potencial dificuldade de aprendizagem e facilita a introdução de novos recursos e conceitos num contexto familiar.

"O uso de conhecimentos prévios permite que novas ideias e ferramentas sejam integradas de maneira que gerencie a dificuldade do aprendizado e facilite a compreensão dos alunos".
(Mulders et al., 2020)

3. CONTEXTO

A implementação da Realidade Virtual (RV) na área da educação embora apetecível enfrenta diversos desafios, como já se expôs anteriormente, principalmente em relação aos custos elevados, infraestrutura, softwares, exigências técnicas, acessibilidade, proteção de dados, segurança, desafios logísticos, pedagógicos e desafios sociais. Embora existam os desafios já descritos anteriormente, como as questões de segurança e da infraestrutura necessária, a sua aplicação, tem um potencial promissor no ensino em diversas áreas, como se referiu. Uma das possibilidades anteriormente apresentadas é que a RVA RV ao proporcionar uma experiência imersiva e tridimensional, permite que os alunos se conectem e interajam com conceitos abstratos de maneira o que facilita a compreensão de temas mais complexos (Young et al., 2020). Focando-se nesta possibilidade, a instituição e por isso a instituição escolheu uma aplicação com conteúdos de matemática e de ciências e decidiu começar o projeto piloto com matemática para o 8.º e 9.º anos, com a ambição de para expandir posteriormente, com o conhecimento e experiência adquiridos, para a disciplina de ciências dos 8.º e 9.º anos, bem como para as de Matemática e Ciências do 10.º ano.

A matemática é de facto uma área de grande desafio e de envolvimento público e das políticas do setor, sendo que vários sistemas educativos europeus ainda precisam de desenvolver estratégias para diminuir a proporção de alunos que não conseguem resolver matemáticos mais complexos (2021 - *Eurydice publications*, n.d.). Esta escolha da escola foi impulsionada também pelo facto de existirem limitações no número e na qualidade de aplicações para serem usadas em Realidade Virtual, em contexto educativo, noutras áreas.

3.1. ESCOLA

Esta dissertação surge por meio de um convite para fazer parte de uma equipa que visa a implementação do uso da Realidade Virtual no Colégio Americano, escola onde a minha filha estuda, a começar com o ensino da matemática com a intenção de se expandir à área das ciências e mais tarde ser usada pelos professores de STEAM (Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática).

A Carlucci American International School of Lisbon (Caisl), Fundação Escola Americana de Lisboa, oferece uma abordagem de ensino que descreve como “inovadora”, conforme descrito no site oficial (CAIS Lisbon, SD., <https://www.caislisbon.org>). A escola descreve também ter como objetivo providenciar programas curriculares de excelência em termos académicos, nas artes e no desporto, que desafiem e apoiem cada aluno na aquisição de conhecimentos e competências, na resolução analítica e criativa de problemas e na comunicação eficaz. Diz ainda, no seu site, que visa inspirar o amor pela aprendizagem e o orgulho quer nas conquistas individuais, quer nas conquistas coletivas. A Caisl tem cerca de 750 alunos, maioritariamente internacionais, desde a pré-escola ao 12.º ano. A Caisl afirma ambicionar estar na vanguarda da educação STEAM (Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática). Segundo o que partilha no seu site, os alunos terão a possibilidade de se envolverem numa aprendizagem interdisciplinar baseada em projetos usando os recursos mais modernos para desenvolver o seu pensamento crítico ao longo de várias disciplinas. A escola refere que os seus alunos terão oportunidades de inovar, criar e explorar problemas do mundo real enquanto desenvolvem experiência em IA, Tecnologia de Design, Robótica e Gráficos 3D para se prepararem para campos emergentes e o futuro em evolução. Afirma ter como caminho elevar os seus programas STEAM e de TI (tecnologias de informação) para integrar um pensamento de inovação, com tecnologia de ponta, posicionando a Caisl como líder nessas áreas. Sempre segundo informação do seu site, afirma ambicionar a criação de um ambiente dinâmico e de apoio preparando os alunos para o sucesso num mundo em constante mudança.

Neste contexto alguns pais foram convidados a integrar o Comité de STEAM, em equipa com professores, num propósito comum de inovação e de desenvolvimento deste projeto. Como mãe de uma estudante de 13 anos e parte ativa no grupo de pais que

suporta a comunidade escolar, fui convidada a integrar a equipa que implementou um projeto-piloto para a utilização de recursos pedagógicos de matemática em ambiente imersivo.

Este projeto piloto foi realizado com as turmas do 8.º e do 9.º ano. Envolveu cerca de 58 alunos do 8.º ano e 53 alunos do 9.º ano, um total de 111 alunos, divididos por 8 turmas, tendo 1 turma de 15 alunos repetindo a experiência. No sistema educativo americano, o “grade 8th” encontra-se no ensino secundário (que engloba “*middle school*” do 6.º ano ao 8.º ano, crianças entre os 11 e os 14 anos e o “*high school*” – do 9.º Ano ao 12.º ano, dos 14 aos 18 anos). Da equipa deste projeto, além de mim, fazem parte, da escola, a diretora de informática e a sua equipa, duas professoras, uma delas já utilizadora de realidade virtual e outra sem contacto prévio com esta tecnologia, os alunos e o apoio necessário do Diretor da Escola, da enfermeira, dos professores de apoio e dos colaboradores administrativos de apoio ao secundário.

Como convidada, na qualidade de mãe de uma aluna e parte integrante do comité do projeto STEAM (inclui “A” de “Artes”), estive presente na equipa que conduziu e refletiu nesta implementação da RV na Caisl. Estive presente no planeamento da componente de RV, a acompanhei as aulas, auxiliei os professores na implementação e estive, como investigadora, presente ao longo de todo o trabalho, com o objetivo de estudar os desafios que emergiram ao longo das várias turmas. Assim sendo, este trabalho de mestrado teve como objetivo geral estudar os **principais desafios à adoção da Realidade Virtual numa instituição educativa**, neste contexto de uma escola internacional, a Caisl, com os alunos do 8.º ano e 9.º ano, com o mínimo de 13 anos de idade celebrados, cujos pais assinaram o consentimento de aprovação, nas aulas de matemática, usando a aplicação PRISMVR.

3.2. TÉCNOLOGIA: A PRISMVR

A PRISMVR é a aplicação escolhida para a implementação de realidade virtual na escola. É uma aplicação com conteúdos de matemática e de ciências do 8.º ao 12.º ano, para o ambiente de realidade virtual. Segundo esta organização, Prismvr, as “frágeis proficiências” em matemática continuam a ser a causa raiz do desligamento e do

desgaste em STEM e isto ocorre porque os principais preditores de sucesso em STEM – o raciocínio espacial e a capacidade de abstrair da fisicalidade estão lamentavelmente sub-representados nos materiais de aprendizagem de hoje. Falamos de ambientes interativos e imersivos para que os alunos conectem representações 3D, 2D e 1D dos principais conceitos de álgebra e geometria para uma compreensão profunda, retenção e proficiência duradoura. A Prismsvr visa envolver os alunos de forma autêntica, mergulhando-os em problemas atuais e convincentes que estimulam naturalmente a intuição matemática, a criação de sentido e a resolução de problemas orientada para um propósito. Segundo o relatório da Prismsvr “The State of EdTech: Why Students Need Change Now” aprendemos com mais fluidez e fluência quando interagimos e experimentamos por meio da percepção, do toque, do movimento e da visualização de conceitos em ambientes significativos do mundo real. Nas aplicações, ferramentas de matemática e de ciências em realidade virtual, os alunos poderão participar, com a Prismsvr de simulações que replicam cenários da vida real, como a gestão de projetos de construção, onde aplicam conhecimentos de geometria e cálculo, ou simulações financeiras que exigem compreensão de estatística e probabilidade.

Definido o contexto do estudo, considereei não só identificar os principais desafios à adoção da realidade virtual numa instituição de ensino, mas também desenvolver soluções eficazes e ajustes, de forma a maximizar o uso da tecnologia imersiva no contexto educativo. Este esforço visou assegurar a viabilidade da adoção da RV nesta instituição de modo a assegurar a sua viabilidade, ou seja, que possa ser exequível, e visou, também, assegurar a sua sustentabilidade, ou seja que tem condições para continuar e se manter a longo prazo. Este estudo poderá facilitar a adoção da realidade virtual por outras instituições em diferentes contextos educativos, enfrentando menos barreiras no processo de implementação. Na sequência do atrás descrito o meu estudo visou responder a: **“Realidade virtual na educação: os desafios à sua adoção numa instituição educativa”** através da minha participação neste projeto de implementação de Realidade Virtual no Colégio Americano.

4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Tabela 3: Objetivos específicos

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:	FINALIDADE:	RELEVÂNCIA:
Estudar a literatura sobre o uso de Realidade Virtual (RV) no ensino, os desafios no uso da mesma.	Compreender o estado atual do conhecimento e os principais obstáculos enfrentados na implementação de RV no ensino.	Fornecer uma base teórica sólida para fundamentar o estudo e identificar lacunas que precisam ser abordadas para a aplicação eficaz da RV em ambientes educacionais
Conhecer as percepções dos <i>stakeholders</i> envolvidos no projeto.	Identificar e compreender as expectativas, preocupações e interesses dos <i>stakeholders</i> no contexto da adoção da RV.	Garantir que o projeto atenda às necessidades dos envolvidos e alinhe os objetivos institucionais com as expectativas de todos.
Conhecer as condições favoráveis e os desafios à adoção da RV.	Avaliar os fatores que facilitam ou dificultam a adoção da RV no ambiente institucional.	Ajudar na formulação de estratégias de implementação mais eficientes, considerando os recursos disponíveis e os desafios identificados.
Conceber uma abordagem (ação) de implementação da RV.	Desenvolver um plano de ação estruturado para a integração da RV no ensino. contextos educacionais.	Criar um guia prático e adaptado às necessidades da instituição, promovendo uma transição eficaz para o uso de novas tecnologias.
Colocar a ação em prática e reformular as próximas ações à medida que recolhemos informação.	Testar e ajustar a implementação da RV com base em feedback e dados recolhidos durante o processo.	Garantir melhorias contínuas e uma adaptação progressiva do uso da RV, aumentando as chances de sucesso no longo prazo.
Síntese de avaliação da ação e novo planeamento.	Avaliar os resultados da implementação inicial da RV e desenvolver um novo plano com base nas lições aprendidas.	Assegurar uma evolução constante e baseada em evidências na utilização da RV, ajustando estratégias para maior eficácia.
Partilha de resultados com a comunidade científica	Divulgar os resultados e aprendizagens da investigação com a comunidade científica e educativa.	Contribuir para o avanço do conhecimento sobre o uso da RV no ensino e inspirar outras instituições a adotar práticas semelhantes.

Fonte: Elaboração própria

5. METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO

A investigação-ação foi selecionada como a abordagem metodológica deste estudo, utilizando ciclos contínuos de planeamento, ação, observação e reflexão, numa espiral de atividade (Kemmis, 2009). Tendo sido este projeto desencadeado pela vontade da escola em inovar e estar na linha da frente na oferta educativa quer em termos pedagógicos, quer tecnológicos e sugerida aos professores, a investigação-ação pareceu-me adequada como metodologia visto ser uma metodologia que:

...procura ligar a teoria e a prática e aumentar o conhecimento prático profissional.

(Cardoso, 2014)

A investigação-ação procura a resolução de problemas práticos através de um ciclo contínuo de planeamento, de ação e reflexão, envolvendo os participantes diretamente afetados pelo desafio em questão. Esta metodologia combina a investigação científica com a prática participativa, sendo frequentemente utilizada em contextos educativos. Tem como características únicas o **processo cíclico** porque a investigação-ação segue um ciclo que envolve identificar um problema, planear uma intervenção, implementar a ação, refletir sobre os resultados e, em seguida, reajustar o plano. Este ciclo pode ser repetido várias vezes, refinando continuamente as ações seguintes.

“A investigação-ação, como uma forma de investigação-ação, é um processo corrente, repetitivo, no qual o que se alcança em cada ciclo fornece o ponto de partida para mais melhora no seguinte”, (Tripp, 2005).

A **participação ativa** é outro dos pontos característicos da investigação-ação da investigação-ação envolvendo ativamente os *stakeholders* que fazem parte integrante do contexto a ser estudado e que colaboram ativamente na formulação do problema, no planeamento da ação e na análise dos resultados. Distintivo nesta metodologia é a **resolução de problemas reais**, a investigação-ação está voltada para a resolução de problemas práticos e contextuais, neste caso, relacionado com uma estratégia educativa.

A resolução de problemas visa entender a realidade, mas também modificá-la através da ação seguinte que será planeada.

"O impulso para a investigação é uma percepção de lacuna entre o que realmente existe e o que os participantes desejam ver existir", (Burns, 2015)

Após a ação, surge outro vetor crucial da investigação-ação: a **reflexão** sobre os resultados das ações, que é uma parte essencial do processo. Após a implementação de cada ação, os envolvidos refletem sobre os resultados para determinarem se os objetivos foram atingidos e o que poderá ser ajustado. Trata-se de um processo de busca e de reflexão, inspirado numa crítica constante à conduta praticada com o objetivo de a transformar de forma a melhorá-la (Carr, 2007).

5.1. JUSTIFICAÇÃO DA METODOLOGIA ESCOLHIDA

"Evitar-se-iam muitas confusões, se a ação fosse entendida no sentido instrumental – uma intervenção sobre a situação real – e se a investigação fosse encarada como a busca de uma resposta a um problema, através de dados empíricos, recolhidos de uma forma sistemática e controlada, portanto, com carácter público e objetivo".

(Amado, 2014)

A citação de Simões (Amado, 2014) esta citação reforça a importância de uma abordagem instrumental, em que a ação é entendida como uma intervenção direta em situações reais, alinhada com a procura de soluções para problemas específicos. Este ponto de vista foi determinante para a escolha da investigação-ação como metodologia neste estudo. Através de ciclos de planeamento, ação, observação e reflexão, a investigação-ação permite uma intervenção direta e adaptativa, recolhendo dados de forma sistemática de todos os envolvidos no projeto, com o objetivo de otimizar a utilização da realidade virtual nas aulas e assegurar que os resultados sejam objetivos e partilhados. Na investigação-ação, existe uma relação e comunicação estreita entre a investigação – neste caso realizada por mim no âmbito desta dissertação – e a ação, da qual fazem parte um grupo de pessoas, incluindo eu, enquanto voluntária na implementação do projeto, o diretor da escola (*Principal*), os professores que decidiram integrar esta equipa, a equipa de informática da escola, a equipa da PrismsVR (a consultora do Teacher Institute, da

área comercial e da assistência técnica) e, naturalmente, os alunos. É essencial estabelecer uma relação interativa entre estes dois momentos (eu enquanto pesquisadora e eu enquanto membro da equipa da instituição) que, embora distintos, se complementam e fortalecem mutuamente, (Burns, 2015).

A investigação-ação dentro do campo educativo é uma abordagem que intenta o desenvolvimento dos docentes e dos investigadores. Através desta estratégia podem aprimorar as suas aulas e contribuir para uma melhor aprendizagem por parte dos seus alunos, (Tripp, 2005).

Vivemos uma era colaborativa e interdisciplinar em diversas áreas e esta cooperação tem tido muito ênfase no campo da educação. O programa Erasmus+ é um exemplo desse foco. O programa Erasmus+ da Comissão Europeia apoia projetos colaborativos na área da educação, proporcionando financiamento para mobilidade e cooperação entre instituições. O programa Horizon Europe, é outro exemplo que oferece financiamento a projetos colaborativos de investigação, incluindo consórcios focados em educação.

«investigar colaborativamente significa envolvimento entre investigadores e professores em projetos comuns que beneficiem a escola e o desenvolvimento profissional docente. Esse processo não significa que cada partícipe tenha a mesma função na tomada de decisões durante todas as etapas ou fases do estudo, já que a negociação das funções ocorre dependendo das necessidades e da situação, e o desenvolvimento da pesquisa ocorre mediante a comunicação e uma rede de colaboração estabelecida entre os envolvidos no estudo”»

(Ibiapina, 2008, citada em Amado, 2014, p. 190).

A investigação-ação segue uma estratégia democrática para a geração do conhecimento, em vez de seguir uma abordagem objetiva e rigorosa. Atua em 3 pontos relevantes: os processos ou práticas educativas, o entendimento sobre as mesmas e as condições onde as mesmas se efetuam (Kemmis, 2009).

5.2. OS CICLOS DA INVESTIGAÇÃO-AÇÃO

Os ciclos da investigação-ação visam aprimorar o conhecimento através da reflexão colaborativa dos agentes envolvidos. É um processo que se repete e o fim de cada ciclo

fornece o ponto de partida para o ciclo seguinte. Cada ciclo é constituído por quatro fases: **planeamento, ação, observação e reflexão**. O planeamento envolve a definição do problema, o desenho de hipóteses e das questões-chave a ter em consideração no que se pretende intervir, implementar (Kemmis, 2009). A fase da ação está focada na implementação, na intervenção onde se desejam observar mudanças (Lewin, 1946) e está focada na resolução de problemas com o objetivo de gerar conhecimento (McNiff, 2016). A fase de observação, documenta a ação e deve ser realizada com muito cuidado pois nem todas as variáveis podem ser previstas, mas devem ser bem observadas. Esta fase é de grande relevância pois permite que os participantes reflitam sobre as consequências da ação e forneçam feedback para se planejar o próximo ciclo (Kemmis & McTaggart, 2005) permite fechar-se um ciclo e abrir o início de outro (Kemmis & McTaggart, 2005).

5.3. IMPLEMENTAÇÃO DA METODOLOGIA

Tendo em conta o pouco tempo disponível entre as várias turmas de alunos nos ciclos de implementação (8 turmas), esta metodologia permite experimentar e ajustar soluções diretamente no terreno, entre os ciclos, enfrentando os desafios à medida que eles surgem. Na investigação-ação, as ações são seguidas de reflexão crítica sobre os resultados. Se uma solução não funcionar conforme esperado, podemos sempre ajustar para o ciclo seguinte e tentar novas abordagens. Isso é crucial, pois a implementação de RV envolve uma série de desafios técnicos e pedagógicos que podem exigir mudanças rápidas e continuadas. O processo interativo de experimentação e ajuste garante que as soluções possam ser melhoradas de ciclo para ciclo ao invés de ficarmos parados em um único plano de ação. Este trabalho, colaborativo, garante que as soluções desenvolvidas levem em conta as diferentes perspetivas e necessidades dos envolvidos, facilitando uma implementação da realidade virtual mais bem-sucedida. O facto de um grupo de pessoas, com conhecimentos diferentes, de países diferentes, refletir conjuntamente, em cooperação, com objetivo de implementar na educação a oportunidade de os alunos poderem usar a realidade imersiva, pareceu-me de uma riqueza que devia ser promovida. A escola demonstra um interesse crescente em utilizar a RV para enriquecer a experiência de aprendizagem dos alunos, porém é necessário levantar informações e considerar as

possíveis limitações, os desafios já documentados em estudos prévios e através da recolha de dados, trazer o conhecimento dos diferentes agentes envolvidos no projeto de modo a planear e antecipar potenciais desafios.

5.4. RECOLHA DE DADOS

A recolha de dados na investigação-ação foi uma etapa fundamental para entender o impacto dos diversos ciclos de ação e ajustar o processo ao longo dos ciclos seguintes. Existiu recolha de dados nas diversas fases do projeto acordo com o descrito por (Miranda & Cabral, 2017): **Inicial**, antes do início do projeto; **formativa**, em intervalos regulares e continuados, durante a implementação e **sumativa**, após a conclusão do projeto. A investigação-ação envolveu uma interação contínua entre ação e reflexão, com a recolha de dados sendo feita de forma sistemática e contínua de forma a alimentar a reflexão crítica (Miranda & Cabral, 2017).

5.4.1. TRIANGULAÇÃO

Seguimos, para este processo de recolha, um protocolo de triangulação das fontes de dados para aumentar a credibilidade do nosso estudo. A arte do estudo de caso depende da competência de quem investiga em obter informações credíveis (Stake, R., 1995) pelo que a triangulação de dados envolveu a utilização de diferentes fontes de recolha com vista a fornecer uma visão mais completa, ajudando a validar os resultados que advêm de diferentes estratégias (Cohen et al., 2017). A triangulação confere credibilidade, força e consistência, construindo alicerces robustos à validade de uma investigação qualitativa, (Bento, A, 2023). As fontes de recolha de dados escolhidas foram o diário do investigador, a análise documental, as entrevistas semiestruturada aos alunos.

5.4.2. ANÁLISE DOCUMENTAL

A análise documental foi realizada no estudo exploratório e permitiu contextualizar se as tarefas propostas estavam ou não posicionadas dentro do currículo da disciplina, permitiu saber quais os planos da disciplina, que outros recursos os professores utilizavam, quais as necessidades técnicas dos equipamentos a serem usados, bem com a logística

necessária e os estudos já realizados nesta área. Recolhi os planos instrucionais recomendados pela Prismsvr bem como toda a documentação inerente às aulas através desta aplicação. A Prismsvr deu-me autorização para usar os seus materiais nesta dissertação, de acordo com o Apêndice LXXI.

5.4.3. DIÁRIO DO OBSERVADOR PARTICIPANTE

Esta ferramenta foi relevante para documentar a experiência (Bolivar et al., 1998). Foi justificada por pelo facto do ensino ser uma atividade com elevada reflexão (Souza et al., 2012). Este método de recolha de dados permitiu-me enquanto investigadora, compreender as ações no campo, onde o envolvimento do investigador é ativo e de grande relevância (Kemmis & Mctaggart, 2005). Permitiu-me manter um registo diário de tudo o que foi observado e refletivo quer por mim, observador, quer pelas partilhas dos alunos e dos professores, esta foi forma eficaz de registar as perceções, a experiência dos participantes e de mim, enquanto investigadora (McNiff, 2016). Estive atenta aos desafios manifestados pelos estudantes, registando em diários, as diversas observações que surgiram no decorrer das aulas, das ações que estavam planeadas.

5.4.4. ENTREVISTAS SEMI-ESTRUTURADAS

“evidenciam a efetividade da entrevista semiestruturada pelo realce da relação pesquisador-pesquisado, a qual permite maior flexibilidade na geração de dados por parte do entrevistado e na atuação do pesquisador de modo consciente ao longo do processo de pesquisa” (Castro & Oliveira, 2023)

As entrevistas são uma das formas mais comuns para perceber as pessoas (Fontana & Frey, 2005). Estes tipos de entrevistas permitem maior flexibilidade para colocar as questões certas nas alturas adequadas, seguindo as respostas dos entrevistados.

“Por meio da entrevista, é possível, por exemplo, recolher dados a respeito do que as pessoas fazem, como fazem e os motivos pelos quais fazem o que fazem; é possível investigar o que as pessoas sentem e as circunstâncias sob as quais sentem o que sentem; é possível identificar tendências de se comportar de determinada forma, entre tantas

outras possibilidades”

(Guazi, 2021)

De acordo com (Fontana & Frey, 2005) é uma das vias para perceber as pessoas. Segundo (Flick, 2005) as entrevistas semiestruturadas são um meio para inspirar os indivíduos a expressarem as suas realidades. Estes tipos de entrevistas permitem maior flexibilidade para colocar as questões certas nas alturas adequadas.

“perguntas principais complementadas por outras questões inerentes às circunstâncias em que se estabelece o diálogo, as entrevistas semiestruturadas apresentam maior flexibilidade ao pesquisador e possibilitam que o informante se expresse mais livremente sobre o objeto da investigação”

(Oliveira et al., 2023)

As entrevistas apresentam vantagens na produção de dados com enorme riqueza de conteúdo, fornecendo detalhes e novas percepções, permitem explorar os tópicos que nos pareçam mais ricos, permitem explorar aspetos técnicos, logísticos, afetivos e cognitivos e acima de tudo fornecem mais flexibilidade. As entrevistas foram realizadas aos estudantes no final das ações em grupo e visaram perceber as experiências que vivenciaram, chamadas de perguntas de experiência/comportamento, perguntas de conhecimento e perguntas sensoriais, (Amado, 2014). As entrevistas (neste caso semiestruturadas) em investigação-ação foram uma forma de recolher informação diretamente dos participantes, e permitiram que a sua opinião, as suas percepções sobre as experiências fossem ouvidas e tidas em consideração para os ajustes necessários no ciclo seguinte da investigação-ação, (Kvale, 1994). Os alunos responderam às questões no final de cada ciclo, de forma voluntária, sendo informados que as suas respostas seriam importantes para planearmos o próximo ciclo. Foram realizadas entrevistas de forma escrita, as respostas foram anónimas, tendo sido dadas por escrito, em suporte papel. Não tive conhecimento da identidade dos participantes, nomeadamente o nome, género, perfil psicológico ou qualquer outro dado pessoal, exceto o facto de terem integrado um determinado ciclo de investigação-ação. As perguntas das entrevistas foram validadas, por dois professores que dão aulas às mesmas idades dos alunos entrevistados,

de uma aluna (a minha filha, aluna do oitavo ano), conforme Apêndice XII. Também o diretor da escola autorizou por escrito a que todos os dados recolhidos neste projeto fossem utilizados nesta dissertação, ver Apêndice I.

5.4.5. ANÁLISE DOS DADOS

Bardin, L. (2016) fala-nos da análise de conteúdo como um método de categorias que classifica o conteúdo da mensagem em espécie de gavetas (Bardin, L., 2016). Esta análise foi realizada em cada ciclo, agrupando o conteúdo das entrevistas por palavras-chaves, identificando os temas, o modo como são expressos e como os conceitos se relacionam. Destaquei segmentos das respostas, temas e conceitos, organizando os dados que fui analisando, entendendo as perspetivas, experiências e as opiniões dos entrevistados para que essa informação fosse útil no planeamento do ciclo seguinte.

De acordo (Amado, 2014) na análise dos diários torna-se possível analisar o tipo de intenções, das relações e interações. A análise dos dados recolhidos nos diários de observação envolveu também uma preparação e interpretação rigorosa das notas recolhidas durante a investigação. A metodologia de análise de dados foi idêntica à das entrevistas semiestruturadas, acima descrito. Esta análise de conteúdo deu origem a categorias e observei temas e padrões de ocorrências (Pope et al., 2000). As notas retiradas do diário de observador, referentes a cada ciclo, foram numeradas e estão presentes nos Apêndices XIX, XVII, XX, XXVI, XXIV, XXXVIII, LVII, LVIII, LXVI. As mesmas foram posteriormente agrupadas por categorias temáticas como se pode ver nos Apêndices X, XXVIII, XXXIX, LIX e LXVIII.

5.4.6. POTENCIAIS LIMITAÇÕES

Na análise dos dados do diário consideramos que sendo uma escrita pessoal e de acordo com (Amado, 2014) existe o risco da perda de autenticidade. Poderá existir um viés subjetivo pois os participantes interpretam de acordo com as suas vivências e todos terão níveis diferentes de autoconsciência que irão influenciar o modo como descrevem as suas experiências (Bolger et al., 2003). A consistência na escrita tende a diminuir com o tempo e as competências de escrita podem influenciar o modo como se descrevem suas

experiências. Poderá existir alguma complexidade na análise de dados e o tempo para a realizar (Ohly et al., 2010). Procurei reduzir a complexidade nas tarefas pedidas, ainda assim ela poderá estar presente. Fui rigorosa na escrita e nas palavras que usei ao divulgar o estudo, porém as respostas dos participantes podem ser influenciadas (Peters & Halcomb, 2015).

Autores alertam para o rigor do desenvolvimento do guião da entrevista (Kallio et al., 2016), pelo que tive cuidado na elaboração do guião e o cuidado de validar as questões. Um dos desafios enfrentados pela investigação-ação é a necessidade de manter uma consistente necessidade de presença, do equilíbrio entre o rigor da investigação e as necessidades da aplicação do projeto na prática. A interação e participação de todos os envolvidos pode gerar conflitos de interesses e vieses e distorção de dados, tal nos é relatado por Amado (2014). Para ultrapassar esta limitação escolhi 3 fontes de recolha e equilibrei o peso de cada uma. A investigação-ação atua na potencialidade da inovação no contexto onde a mesma é aplicada, porém a sua generalização noutra contexto pode não ser adequada (Bennett, 2020). Sendo este estudo realizado no ambiente de uma escola internacional, com orçamentos alargados, com reduzida burocracia, sei que as escolas públicas terão outros desafios. Ainda assim, com as recolhas realizadas percebemos o que será necessário e as condições para a implementação do projeto e a sua adequação a novos contextos.

"Embora a pesquisa-ação tenha o potencial de transformar contextos locais, sua dependência de participação ativa e adaptação contextual pode resultar em falta de padronização e desafios na validação externa das descobertas, dificultando a comparação com outros estudos", (McNiff, 2016).

Altrichter et al. (1993), como citado em Burns, (2015), partilham que algumas questões-chave, reflexões devem ser realizadas para avaliar a qualidade da investigação-ação: se as conclusões foram oriundas das diversas perspetivas dos diversos envolvidos, se as conclusões de cada ciclo foram tidas em consideração no planeamento do ciclo seguinte, se a meta da investigação está alinhada com os objetivos pedagógicos e com a opinião de todos os envolvidos, se a estrutura da investigação e a recolha de dados estão adequadas às necessidades do ensino, (Burns, 2015).

6. IMPLEMENTAÇÃO DA INVESTIGAÇÃO

6.1. FASE EXPLORATÓRIA

6.1.1. INTRODUÇÃO

Como se pode ver descrito na Tabela 6.1.1. a fase exploratória apresentou um conjunto de ações cronologicamente estruturadas, desde a primeira apresentação da realidade virtual ao diretor da escola, à diretora do programa de STEAM e à diretora de informática. Estas ações anteciparam o planeamento do primeiro ciclo de investigação-ação, como irei apresentar mais à frente.

Tabela: 6.1.1: Cronograma da fase exploratória

Fase 1	Apresentação e início de contato	07/03/2024	Proporcionei a experiência de RV ao diretor da escola, diretora de STEAM e diretora de Informática.
		11/03/2024	Peço reunião com a empresa PrismsVR
Fase 2	Confirmação do interesse e primeiros passos	26/03/2024	Diretor da escola diz que quer avançar com um piloto e duas professoras disponibilizam-se. “I am very interested in piloting a unit of study in Grades 8 and 9 wich incorporates VR Goggles into the instructional plan”. O diretor da escola entra, também, em contacto com a empresa PrismsVR, solicitando uma reunião.
		26/03/2024 a 29/04/2024	Definição de critérios para a plataforma a escolher e pesquisa de mercado realizada para escolher o <i>software</i> .
		29/04/2024	Reunião online com a PrismsVR comigo e com a diretora de informática.
Fase 3	Análise Técnica e Organização	Maio a Outubro de 2024	Diretora de Informática analisa os recursos tecnológicos que são necessários para receber o projeto.
Fase 4	Preparação e formação	07/10/2024	Email enviado a professoras que se disponibilizaram com indicações para criarem as suas contas e logins e a combinar os próximos passos.
		11/10/2024	Formação – 3h de formação dada pela PrismsVR, via online, aos professores de Matemática e de Ciências do 8.º, 9.º e 10.º ano.
Fase 5	Definição do calendário das aulas	05/11/2024	As professoras enviam proposta de calendário das aulas com RV.
		11/11/2024	Reunião com a duas professoras para efeitos de planeamento de datas das aulas com RV.

Fonte: Elaboração própria

Esta fase exploratória antecedeu o planeamento do primeiro ciclo. Como descrito na Secção 3. – Contexto, o Carlucci American International School of Lisbon (CAISL) declara a sua ambição de estar na vanguarda da educação STEAM (Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática), proporcionando aos alunos a oportunidade de se envolverem numa aprendizagem interdisciplinar e de utilizarem recursos modernos em diversas disciplinas. Neste sentido, apresentou o projeto ao corpo docente, tendo duas professoras que se disponibilizaram para integrarem a Realidade Virtual nas suas aulas, (ver nota 6 do Apêndice LXXII).

Uma das professoras já possuía experiência na utilização desta tecnologia, enquanto a outra, apesar de não ter utilizado a Realidade Virtual anteriormente, outra foi descrita pela diretora como tendo-se revelado uma “entusiasta da inovação” e voluntariou-se para implementar este novo recurso pedagógico. Importa ainda salientar que esta não é a primeira vez que a docente se disponibiliza para a adoção de práticas inovadoras no contexto escolar (ver nota 12 do Apêndice LXXII).

Estas professoras relacionaram o currículo pedagógico com as atividades da aplicação escolhida, adaptando as tarefas propostas pelo software ao calendário dos conteúdos programáticos. Identificaram também os tópicos de Matemática do currículo do 8.º e 9.º anos que poderiam beneficiar de um impacto positivo com a utilização da realidade virtual como recurso pedagógico, ver nota 27 do Apêndice LXXII, o Anexo X e o Anexo XI. No que diz respeito à equipa de informática, liderada pela diretora de informática, procurou obter informações detalhadas sobre os requisitos necessários para a implementação do projeto, bem como identificar no mercado as plataformas ou aplicações disponíveis no mercado que melhor se adequassem ao seu contexto, ver nota 11, 14, 15 e 16 do Apêndice LXII). No âmbito deste processo, a diretora de informática realizou um levantamento das infraestruturas e recursos disponíveis, avaliando se a infraestrutura tecnológica da escola (hardware, software, conexão à Internet e espaços físicos) era suficiente para garantir as condições adequadas à realização das aulas com Realidade Virtual, ver nota 14 do Apêndice LXXII. Adicionalmente, foram estabelecidos contactos com empresas fornecedoras de equipamentos de *headsets*, selecionado o software a ser utilizado, ver nota 14 do Apêndice LXXII, preparada a formação dos

professores (notas 18, 19, 20, 21, 22, 23 e 24 do Apêndice LXXII) e definido o número de dispositivos a adquirir, tendo em consideração o número de alunos por turma (temas a desenvolver nesta Secção).

Foi realizada uma aula-piloto com os professores, do 8.º, 9.º e 10.º anos das áreas de Ciências e Matemática, com o objetivo de identificar desafios na utilização da RV (nota 24 do Apêndice LXXII). A partir desta experiência, foram identificados desafios adicionais que não tinham sido abordados na Secção 2.3, Secção respeitante à revisão da literatura, e que descreverei mais à frente.

6.1.2. ESCOLHA DE UMA APLICAÇÃO /SOFTWARE

Foi-me solicitado pelo diretor da escola, na apresentação de RV ao diretor da escola, de informática e de STEAM (notas 3, 4 e 13 do Apêndice LXXII), que realizasse uma pesquisa de mercado e que sugerisse uma aplicação para ser utilizada no projeto piloto (nota 2, 6, 8 e 9 do Apêndice LXXII). Como já conhecia a **PrismsVR**, que adquiri para uso doméstico pela minha filha, e tendo o diretor da escola, a diretora do programa STEAM e a diretora de informática experimentado e aprovado esta plataforma, decidi aprofundar a pesquisa de mercado sobre a mesma (ver nota 9 do Apêndice LXXII), bem como explorar outras potenciais opções, segundo alguns critérios que considere importantes para o sucesso deste projeto da escola e que passo a descrever na Tabela 6.1.2. Os primeiros 3 critérios dizem respeito ao contexto em que a língua oficial é o Inglês, é um colégio Internacional onde estudam alunos cuja língua nativa é diversa. Os restantes critérios advêm dos desafios encontrados através do estado da arte. Esta pesquisa foi realizada através de motores de busca como o google e o chatgpt.

Tabela 6.1.2: Critérios de avaliação das aplicações a serem adquiridas

CRITÉRIOS A AVALIAR
Inglês como língua falada a ser falada em reuniões de suporte pedagógico, comercial e técnico.
Experiência com diversas escolas, nomeadamente com Colégios Internacionais.
Opção de tradução das tarefas em diversas línguas.
Proteção de dados dos alunos.
Apoio tecnológico para instalação.
Apoio a nível pedagógico.
Diversidade na oferta de conteúdos, assegurando vários conteúdos de matemática.

Fonte: autora

Pela leitura realizada na revisão de literatura (ver Secção 2.1) defini os critérios acima descritos com base nos desafios encontrados (Tabela 6.1.2). Durante a pesquisa de mercado (Tabela 6.1.2.1.), constatei, face às minhas expectativas, uma escassez de aplicações na área da matemática e de ciências, voltadas para o ensino médio e secundário, especificamente para contextos institucionais de ensino que abrangem um leque abrangente de conteúdos curriculares. Perante os desafios encontrados na revisão de literatura (Secção 2) a aplicação PrismsVr apresenta cobertura em diversos critérios (Tabela 6.1.2.1).

Tabela 6.1.2.1: Comparação das diversas plataformas

DESAFIOS							
	TECNOLÓGICOS Seção 2.3.1. (c) (exigências técnicas)	TODOS OS DESAFIOS Seção 2.3.	SOCIAIS Seção 2.3.2. (a) (inclusão)	TECNOLÓGICOS Seção 2.3.1. (e) cibersegurança	TECNOLÓGICOS Seção 2.3.1. (c) (exigências técnicas)	PEDAGÓGICOS Seção 2.3.3. (a) (formação)	PEDAGÓGICOS Seção 2.3.3. (b) (integração pedagógica)
APLICAÇÃO /CRITÉRIOS	INGLÊS COMO LÍNGUA DE SUPORTE	EXPERIÊNCIA COM ESCOLAS INTERNACIONAIS	OPÇÃO DE TRADUÇÃO DAS TAREFAS	PROTEÇÃO DOS DADOS DOS ALUNOS	APOIO TECNOLÓGICO PARA INSTALAÇÃO	APOIO PEDAGÓGICO	DIVERSIDADE NA OFERTA DE CONTEÚDOS
GEOMETRIA AR/VR	Sim, mas suporte pedagógico limitado. ✓	Sim, amplamente utilizado. ✓	Sim, suporta múltiplos idiomas. ✓	Sim, não requer dados pessoais para uso básico. ✓	Sim, suporta múltiplos idiomas. ✓	Limitado, sem suporte estruturado. ✗	Sim, cobre matemática, álgebra e gráficos. ✓
PRISMSVR	Sim, com suporte técnico e pedagógico estruturado. ✓	Sim, usado em colégios internacionais, e, especial nos EUA. ✓	Sim, suporta múltiplos idiomas. ✓	Sim, segue padrões de privacidade (FERPA, COPPA) ✓	Sim, suporte completo para a implementação. ✓	Sim, oferece formação aos professores. ✓	Sim, foca-se em matemática aplicada e ciências. ✓
VRMATH 2.0	Não tem suporte estruturado. ✗	Pouco adotado em escolas. ✗	Apenas em Inglês. ✗	Sem políticas claras sobre proteção de dados. ✗	Não há suporte técnico estruturado. ✗	Não há suporte pedagógico oficial. ✗	Sim, explora matemática, ciências e engenharia. ✓
SHAPESXR	Sim, mas não especificamente para educação. ✓	Sim, mas mais voltado para design e modelagem. ✓	Apenas em Inglês. ✗	Sim, mas não voltado para ensino de alunos. ✗	Sim, suporte para modelagem 3D. ✓	Sim, foco em design não em ensino formal. ✗	Sim, permite modelagem geométrica. ✓
CALCFLOW	Sim, mas sem suporte pedagógico. ✓	Focado no ensino superior universitário. ✗	Apenas em Inglês. ✗	Sim, mas voltado para programadores. ✗	Sim, mas apenas documentação. ✓	Não há suporte pedagógico estruturado. ✗	Sim, cálculo avançado e vetores. ✓
MATH VR	Pouco suporte pedagógico. ✗	Pouco adotado. ✗	Apenas em Inglês. ✗	Sem políticas claras sobre proteção de dados. ✗	Limitado. ✗	Limitado. ✗	Sim, sólidos geométricos e equações. ✓
NEWTON'S HOUSE OF FORCES	Sim, mas o foco é física. ✓	Sim, mas mais voltado para a física. ✓	Apenas em Inglês. ✗	Sim protege dados. ✓	Sim, suporte básico. ✓	Sim, integração com ensino de física. ✓	Sim, vetores e forças na física. ✓

Fonte: autora, com apoio de inteligência artificial (ChatGPT, OpenAI).

Na revisão de literatura, percebi a carência de estudos que evidenciem os resultados (*outcomes*) da utilização destas plataformas, o que evidencia uma oportunidade para o desenvolvimento de futuras investigações (ver Secção 2.1.1. características da realidade virtual). Embora existam várias plataformas disponíveis, o seu número ainda é limitado. Entre as opções analisadas, a PrismsVR destacou-se na minha análise por listar maior diversidade de conteúdos e das tarefas dos mesmos, maior experiência na implementação em escolas, nomeadamente em Escolas Internacionais, apresenta um

programa de suporte dedicado aos professores e apoio tecnológico. Encontrei, também, alguns estudos que mencionam esta plataforma, o que reforçou a minha confiança em recomendá-la. Trata-se de uma solução, descrita na Secção 3.1.1. – PrismsVR, que abrange as disciplinas de Matemática e Ciências, do 7.º aos 11.º anos, alinhando-se com o objetivo da escola de iniciar o projeto com os alunos do 8.º e 9.º anos e, numa fase posterior, expandi-lo ao 10.º ano. O leque de conteúdos de matemática, descritos na Tabela 6.1.2.2. da plataforma pareceu-me diversificado.

Tabela 6.1.2.2: Descrição dos conteúdos de matemática da aplicação PrismsVR

Matemática 7.º e 8.º anos CONTEÚDOS	ÁLGEBRA 1	GEOMETRIA	ÁLGEBRA AVANÇADA
Frações	Funções Lineares	Trigonometria	Logaritmos
Área de superfície	Equações quadráticas	Fórmula da distância	Números complexos
Probabilidade	Funções exponenciais	Equações de círculos	Funções periódicas
Proporções	Estatística	Transformações	Seções crónicas
Operações racionais	Factorização de equações quadráticas	Congruências e semelhança	Vetores
Taxa de variação	Sistemas de inequações lineares	Sólidos de rotação	Matrizes
Equilíbrio de equações	Funções de valor absoluto		Coordenadas polares
Inequações	Raízes e expoentes racionais		
Funções			
Teorema de pitágoras			
Transformação de triângulos			
Transformações Rígidas			
Propriedades dos expoentes			
Volume			
ângulos			

Fonte: Elaboração própria

Solicitei, com o conhecimento da diretora de Informática e do Diretor da Escola, uma primeira reunião online com a equipa comercial da plataforma PrismsVR, em nome da instituição. No entanto, como não obtive resposta, o diretor da escola também efetuou o pedido, resultando na concretização da reunião a 29 de abril de 2014. Esta reunião foi decisiva para conhecermos a abrangência dos conteúdos nas áreas de Matemática e

Ciências, bem como os planos da plataforma para a expansão de conteúdos para outras disciplinas. Durante a reunião, a equipa da PrismsVR comprometeu-se a enviar à escola uma proposta financeira. Um dos pontos relevantes na aplicação PrismsVR, como referi nos critérios de escolha a tem uma zona de acesso a professores da instituição cliente, mediante Login individualizado (VER ANEXO I).

Os professores têm acesso aos *toolkits* de todos os conteúdos programáticos, permitindo-lhes planear, no seu calendário escolar, a integração da Realidade Virtual como recurso pedagógico, conforme ilustrado nos ANEXOS II e III. Este conteúdo disponibiliza uma vasta quantidade de informação para auxiliar os professores no planeamento das aulas.

Segundo relataram as docentes que iniciaram este projeto, este oferece diversos recursos completos, como ilustrado no ANEXO IV. Estes recursos inclusive uma ficha de avaliação do conhecimento prévio do conteúdo a ser trabalhado (ver ANEXO V) e um guia de planeamento da aula (ver ANEXO VI). Após a reunião com a empresa PrismsVR (ver Nota 11 do Apêndice LXXII) e tendo tido a oportunidade de experimentar a aplicação, apresento de seguida as características que mais se destacaram nesta plataforma:

- a) Aprendizagem baseada na resolução de problemas - inclui simulações nas várias áreas da matemática e de ciências;
- b) Imersão e envolvimento - Os alunos são colocados em situações virtuais onde podem visualizar conceitos abstratos de forma tangível;
- c) Acessibilidade - compatível com dispositivos populares de RV, como Oculus Quest, Pico e outros sistemas de VR bem como oferece suporte para implementação em escolas, permitindo que educadores usem a ferramenta em aulas práticas;
- d) Receber dados e *feedback* em tempo real - os professores e os alunos recebem *feedback* imediato sobre o desempenho nas diversas tarefas;
- e) A diversidade de conteúdos permite uma fácil integração ao currículo escolar. Ponto relevante para evitar os desafios da integração pedagógicas (ver Secção 1.3. obstáculos/ desafios à adoção da realidade virtual).
- f) Formação - inclui suporte técnico, pedagógico e materiais de apoio aos professores no da plataforma. Este ponto vai evitar um dos obstáculos encontrados na literatura

relativo à falta de formação e de confiança dos professores envolvidos (ver Secção 1.3. obstáculos/ desafios à adoção da realidade virtual).

g) Pacote de licenças para 250 alunos.

6.1.3. SOFTWARE DE APOIO

Após a reunião da diretora informática com a equipa técnica da PrismsVR fui informada que era necessária a aquisição de um software que desconhecia a finalidade e do qual nunca li nos estudos que pesquisei: o ManageXR (ver nota 16 do Apêndice LXXII); Segundo a informação presente no seu site, é uma plataforma de gestão para dispositivos RV e AR e que permite distribuir conteúdos, personalizar a experiência do utilizador e resolver desafios nos dispositivos a partir do desktop do computador portátil dos professores. Permite trabalhar com RV em larga escala, com vários utilizadores em simultâneo. A importância deste software vai limitar os desafios tecnológico no que diz respeito às configurações, manutenção e atualizações como descrito na Secção envolvidos (ver Secção 1.3. obstáculos/ desafios à adoção da realidade virtual, alínea c).

6.1.4. ESCOLHA DE HEADSETS

A aplicação escolhida aconselhou os equipamentos da PICO ou os META QUEST3 por serem os equipamentos com que trabalham. A diretora de Informática consultou a Amazon e fornecedores em Portugal e a escola escolheu os Meta Quest 3 (nota 20 do Apêndice LXXII) mais conhecidos e com mais presença em pesquisas. O facto dos *headsets* serem da Meta, implica, para configurar cada um, associar uma conta da Meta ver notas 31 e 32 do Apêndice LXXII). Um dos obstáculos envolvidos (ver Secção 2.3) na adoção da RV diz respeito à cibersegurança e ética. O sistema informático da escola através de softwares apropriados, bloqueia o acesso a redes sociais, *streaming* (nota 31 do Apêndice LXXII). Para que as conta Meta funcionassem houve a necessidade de se comprar um router só para este projeto, onde estão ligados os *headsets* (ver nota 31 do Apêndice LXXII). Esta questão não encontrei na literatura nos motores de busca académicos por onde pesquisei (google scholar, dimensions, consensos e research rabbit) sobre segurança associada às contas Meta na utilização dos *Headsets* Meta Quest. A escola comprou um total de 10 óculos.

6.1.5. CONFIGURAÇÃO

De acordo com a descrição da Diretora de Informática, numa conversa telefónica, este foi considerado o processo mais desafiante para a equipa de informática. Configurar os 10 *headsets* demorou entre 30 a 45 minutos por unidade, abrangendo desde a criação das contas Meta até à configuração do ManageXR e do PrismsVR, (ver nota 32 do Apêndice LXXII). Embora tenha sido um processo exaustivo, foi essencial para minimizar potenciais problemas tecnológicos relacionados com configurações, manutenção e atualizações. O processo incluiu muitos passos que não estavam mencionados na literatura que consultei durante a minha pesquisa. De acordo com o que foi partilhado pela Diretora de Informática, os passos necessários foram 26 (ver Apêndice 1).

6.1.6. CARRINHO DE SUPORTE AOS HEADSETS

Como se expôs na Secção 2.3. obstáculos/ desafios à adoção da realidade virtual, na alínea f, dos desafios tecnológicos, a gestão de energia e o carregamento dos *headsets* de realidade virtual podem levantar desafios. A escolha da forma de carregamento dos *headsets* afeta a logística da gestão da energia e pode colocar em causa a aula planeada. A equipa de informática, consultou fornecedores no mercado Português e comprou um carrinho, demonstrado na figura 1, que acolhe os 10 *headsets* em prateleiras, com conexão direta ao carregamento de energia. Este carrinho permite também, no seu tempo, transportar as pilhas para os *headsets* e outro material necessário. O mesmo ficará na sala de informática e será levado por alguém da equipa para a sala do professor que requisitar a utilização de RV para a sua aula.



Figura 1: Carrinho de armazenamento e carregamento dos *headset* de RV

Fonte: Autora

6.1.7. REUNIÃO COM A EQUIPA PEDAGÓGICA DA PRISMSVR

Como descrito na Tabela 6.1.1, na fase 2, foi realizada uma reunião com a equipa pedagógica da PrismsVR para partilha de informações (nota 11 do Apêndice LXXII). Da parte do colégio, foram discutidos aspetos como o contacto responsável, o material adquirido, os professores envolvidos e a logística. Da parte da PrismsVR, foi apresentada a explicação dos *toolkits* (ver ANEXO G) e destacadas as potencialidades da aplicação, nomeadamente o controlo das tarefas dos alunos através do computador dos professores, bem como as atividades alternativas para alunos com desafios de saúde ou com idade inferior a 13 anos, que, em vez de utilizarem *headsets*, podem acompanhar a atividade através do desktop. Nesta sessão, a equipa da PrismsVR alertou para um possível desafio social que não havia sido identificado nas leituras prévias: a recusa de alguns alunos adolescentes em utilizar os *headsets* por receio de prejudicar o penteado. Este novo fator revelou-se um aspeto relevante a considerar. Nesta sessão, a PrismsVR apresentou-nos um questionário (ANEXO H) para que os alunos o preenchessem após a experiência com Realidade Virtual. No entanto, por questões de privacidade, tanto eu como a diretora de informática comunicámos que os alunos não poderiam preencher qualquer formulário online que não fosse da escola. No meu entender, esta situação reforça os alertas presentes na literatura sobre segurança, em particular os princípios descritos na Secção 2.3. relativos à cibersegurança.

6.1.8. AULA PILOTO PARA PROFESSORES (PLANEAMENTO E DESAFIOS ENCONTRADOS)

Inicialmente, considerei incluir a aula destinada aos professores no primeiro ciclo do modelo de investigação-ação. No entanto, optei por utilizá-la como uma oportunidade para explorar e analisar a dinâmica e os desafios que poderiam surgir. Esta decisão revelou-se acertada, pois a aula proporcionou novas informações, que serão descritas mais adiante, contribuindo para o planeamento do primeiro ciclo (Secção seguinte).

Foram convidados para a aula experimental professores de Matemática e Ciências do 8.º ao 10.º ano (nota 23 do Apêndice LXXII).

Como descrito na nota 24 do Apêndice LXXII, no total, estiveram presentes 11 pessoas: 10 professores com *headsets*, cinco membros da equipa de informática e eu. No entanto, dois professores acabaram por se retirar, uma vez que lecionavam o 7.º ano e se tinham registado por engano, e um professor de Matemática do 10.º ano não pôde comparecer. Em cada secretária, como se pode ver no Apêndice 2, deixei preparadas as folhas retiradas do *toolkit* da atividade e desenvolvi um questionário (em Inglês devido à maioria dos professores não falarem Português) para realizar no fim da aula, como se pode ver o original no Apêndice 3 e que descrevo mais à frente, nesta Secção.

Esta aula decorreu com orientação online de uma pessoa da equipa pedagógica da PrismsVR e foi dividida em 5 fases:

- 1- Apresentação da equipa e da empresa,
- 2- Apresentação dos *toolkits* e materiais pedagógicos à disposição,
- 3- Explicação sobre o uso do equipamento,
- 4- Atividade em RV (tutorial) seguido de uma atividade pedagógica.
- 5- Momento de feedback e partilha por parte dos professores e o preenchimento do questionário que apresentei.

A aula decorreu com grande animação, pelas expressões de espanto como “Uau”, “Cool”, o tom de voz entusiasmado, elogio ao cenário visual e ao som, e as gargalhadas foram acontecendo no decorrer do tutorial (ver nota 24 do Apêndice LXXII).

6.1.8.1. Desafios novos encontrados no decorrer da aula:

De acordo com a nota 24 do Apêndice LXXII, no decorrer da aula alguns desafios aconteceram como:

- a) 3 professores não se conectaram com o login dado o que lhes gerou, pelo que percecionei pela insistência e sentido de urgência no pedido de ajuda, alguma ansiedade.
- b) Um dos óculos começou a fazer uma atualização inesperada da Meta, não planeada.
- c) Necessidade de afastarem a cadeira da mesa para não baterem na mesma, durante algumas tarefas propostas.
- d) Alguns professores levaram mais tempo que o previsto a realizar o tutorial e não houve tempo para a atividade prevista.
- e) 3 professores foram muito rápidos e saltaram para uma atividade do menu à sua escolha, fugindo do que estava planeado.
- f) Uma professora levantou a questão sobre a possibilidade de personalizar o idioma de acordo com o país do aluno.

Com estes desafios, apontámos ter em atenção no planeamento do primeiro ciclo, maior rigor na instrução do login e do caminho a seguir, ter um ou dois *headsets* de reserva em caso de atualizações inesperadas e dar espaço entre as cadeiras e mesas ou não usar mesas.

6.1.8.2. Resultados dos questionários da aula experimental dos professores:

O intuito principal seria saber acerca da experiência prévia dos professores com RV, se gostariam de usar este recurso nas suas aulas e quais as suas expectativas em relação aos potenciais desafios. Os resultados destes questionários estão descritos no Apêndice 4. Alguns desafios ainda não tínhamos refletido sobre eles como a responsabilidade dos alunos em cuidarem de um equipamento de elevado investimento e o tempo necessário para os professores realizarem um bom planeamento. As leituras efetuadas e referidas na Secção 2.3.3., (a) - Formação, referem mais o desafio da formação e da integração pedagógica e não a carência de tempo que os professores têm para planearem, e adicionarem mais um recurso a tanto já no seu dia a dia. Porém, após me deparar com o tema da responsabilidade dos alunos com os equipamentos, encontrei um estudo sobre a utilização de equipamentos móveis e de recursos digitais em educação que refere que a falta de cuidado dos alunos causou prejuízos superiores aos esperados (Vale et al., n.d.).

Todos os professores presentes na formação gostariam de usar a RV nas suas aulas. Após esta aula, as duas professoras que se disponibilizaram para ser as primeiras a lecionar com recurso à Realidade Virtual levaram os *headsets* para explorar os conteúdos da aplicação. O objetivo era familiarizarem-se com os materiais disponíveis, definir os conteúdos por onde pretendiam iniciar e apresentar uma proposta de datas para a implementação das aulas.

6.2. 1.º CICLO DE INVESTIGAÇÃO-AÇÃO

Tal como exposto na Secção 5, cada ciclo da investigação-ação é constituído por quatro fases:

1. Fase 1 – planeamento;
2. Fase 2 – ação;
3. Fase 3 – observação;
4. Fase 4 – reflexão;

Na **fase 1** (planeamento de investigação-ação) iremos abordar 4 etapas:

Etapa 1- Análise dos desafios encontrados anteriormente (Apêndice 5 e 6) com a subsequente formulação de soluções (Tabela 3.6.3.).

Etapa 2- Análise do contexto da ação (a desenvolver de seguida). Este ponto inclui o calendário, os conteúdos letivos, a autorização dos pais, a turma e o número de alunos bem como as professoras envolvidas.

Etapa 3- Variáveis da ação. Algumas decisões operacionais terão de ser decididas e dessa decisão espera-se que contribuam para a diminuição do surgimento de desafios, que influenciem positivamente os processos ou mudanças dentro do contexto que vamos analisar.

Etapa 4- Construção do plano de ação do 1.º ciclo de Investigação-ação para a escola, de como a escola deve integrar a implementação de RV.

Na descrição da ação (fase 2) irei narrar como a ação ocorreu na prática, passo a passo. Na fase da observação da ação (fase 3) irei descrever como eu observei a aula e quais as perceções captadas nas minhas notas. Inclui as reações dos participantes (entusiasmo, dúvidas e dificuldades), dados qualitativos que foram recolhidos (notas do diário do

observador, entrevistas semiestruturadas). Para terminar este 1.º ciclo, na 4ª fase irei analisar os principais resultados, a relação entre o que foi planeado e o que na prática aconteceu, os aspetos positivos e as sugestões de ajustes para o próximo ciclo.

6.2.1. PLANEAMENTO

6.2.1.1. 1.ª ETAPA

Nesta etapa dedicada ao planeamento realiza-se a análise dos desafios encontrados anteriormente (Apêndice 6) e com a subsequente formulação de soluções.

Como base ao planeamento decidi elaborar uma Tabela (ver Apêndice 5) com os desafios encontrados quer na revisão da literatura (como descrito na Secção 1.3.) quer os levantados na fase exploratória (descrito na Secção 5.1.).

Apesar de não ter encontrado, na revisão de literatura, nada relacionado com a higienização dos *headsets* como um desafio, decidi incluir este desafio, dentro dos desafios sociais, pois pode afetar a propagação de alguma doença ou até de piolhos na comunidade, um problema comum numa escola. Neste seguimento voltei a realizar uma busca na literatura tendo acrescentado este tópico de desinfeção, na Secção 1.3.2., alínea b).

6.2.1.2. 2.ª etapa

Nesta etapa foi realizada a análise do contexto da ação. As duas professoras (ver Secção 2 sobre o contexto) do 8.º ano estiveram presentes no 1.º ciclo. Uma das professoras dá aulas a 3 turmas do 8.º ano (tratarei por professora “A”) e a segunda professora dá aulas a uma turma do 8.º ano e às 4 turmas do 9.º ano (tratarei por professora “B”). Temos assim 4 turmas do 8.º ano e 4 turmas do 9.º ano. O 8.º ano tem 59 alunos no total, e o 9.º também é constituído por um total de 59 alunos.

A escola organiza o calendário diário por letras “A”, “B”, “C” e “D”. Cada aluno sabe a ordem das disciplinas que têm quer no dia “A” e dia “B” e sabe que a ordem das disciplinas troca para os dias “C” e “D” (Figura 13). Se o aluno tem matemática no 1.º tempo do dia “A” sabe que no dia “C” essa aula será o último tempo do dia e o mesmo acontece com a ordem das disciplinas do dia “B” e “D”, (Ver Apêndice n.º 7). Consoante

as semanas uma turma de matemática pode ter 2 aulas numa semana e em outra semana 3 aulas de matemática, depende da rotação.

As professoras enviaram os conteúdos programáticos previstos para as semanas de 10 e 11 do calendário escolar (de 11 a 22 de Novembro de 2024), onde iriam abordar para o 8.º ano “frações” e para o 9.º ano “transformações”. Para facilitar a leitura vou nomear as turmas de acordo com os ciclos de Investigação-ação, sendo a turma dos 8.º anos que participará no 1.º ciclo será chamada de: 1.º ciclo: 8.º ano - turma 1 e este grupo é constituído 14 alunos.

Existem 10 *headsets* e 10 conjuntos de controladores no total.

6.2.1.3. 3ª etapa

Nesta etapa vamos abordar as variáveis da ação para este primeiro ciclo. Alguns pontos

mereceram alguma reflexão entre a equipa deste projeto piloto (ver Secção 2. sobre o contexto), como por exemplo:

- Os alunos quando entram na sala, são eles que tiram os seus *headsets* do carrinho ou já os têm na cadeira?
- Será a professora a dar o login ou será um colega (da outra metade do grupo que depois irá para outro local, realizar outra tarefa)?
- A instrução inicial será dada a todos ao mesmo tempo ou cada grupo recebe a instrução?
- Fazem a atividade de RV sentados ou em pé?
- Fazem os alunos a higienização ou fazemos nós (professores, equipa de apoio)?
- A atividade da outra metade do grupo será dentro da sala ou noutra local, de forma aos alunos não verem os outros a fazerem RV?
- O carrinho de transporte dos *headsets* será levado pela professora ou por outro elemento da equipa?
- A escolha sobre estas variáveis serão expostas, mais à frente, na quarta etapa do planeamento da ação.

6.2.1.4. 4ª etapa

Nesta etapa construí o plano de ação do 1.º ciclo de Investigação-ação.

a) Consentimento dos pais

Apesar da legislação ser escassa, vimos atrás, na Secção 1.3.2., acerca dos desafios sociais, existem algumas recomendações das marcas de equipamentos, para a idade mínima de utilização de *headsets*, e por esse motivo decidimos seguir a recomendação da Meta. A empresa Meta, que recomenda para os seus óculos Quest, os 13 anos como idade recomendada para uso de RV. Neste seguimento foi enviado aos pais dos alunos de 8.º e 9.º. Ano um questionário, via *google form*, (ver Anexo I – formulário de consentimento), com o objetivo de receber o consentimento dos pais para uso de RV, bem como de partilhar informações acerca dessa utilização, elaborado em conjunto com a equipa técnica e a enfermeira da escola.

As professoras decidiram que as turmas que irão acompanhar, deste primeiro ciclo (bem como de todos os ciclos que se realizarão (que serão detalhados nas seções futuras) serão divididas em 2 subgrupos. Neste primeiro ciclo um grupo fará a experiência /tarefa em RV e o outro grupo realizará uma atividade no hall da entrada da sala, com apoio de um professor auxiliar. Depois de terminadas as tarefas de cada grupo, os mesmos trocam de atividades.

b) Calendário

As professoras enviaram o calendário de aulas para o início das sessões com Realidade Virtual no 8.º ano (Anexo J) e no 9.º ano (Anexo L), tendo também definido os temas a abordar com esta tecnologia. A primeira atividade em RV será o Tutorial, quer para o 8.º ano, quer para o 9.º ano. Para este 1.º ciclo a primeira turma a realizar esta experiência imersiva será a turma de dia 13 de Novembro de 2024, 4ª feira, das 8h30 às 9h50, uma duração de 80 minutos.

c) Conteúdo

A primeira experiência a proporcionar aos alunos será o tutorial da PrismsVR que ensina em RV a utilização dos botões e comandos dos controladores, de funções como: agarrar objetos, largar objetos, recentrar no cenário, puxar objetos que estão altos para a sua altura, teletransporte, dar pequenos passos, escrever no ar com um lápis, apagar o que foi escrito, enviar pedido de ajuda a professora, receber mensagens da professora, ler as

dicas que ajudam a resolver as tarefas, usar a calculadora, ajustar a nitidez da imagem, ajustar o som, enviar mensagem à professora.

d) Variáveis de ação

Perante as variáveis de ação expostas no ponto 6.2.1.3. apresento na Tabela 6.2.1.4. a solução tomada em cada uma das variáveis, para este primeiro ciclo e a respetiva justificação bem como o benefício esperado.

Tabela 6.2.1.4: Variáveis de ação VS decisão tomada no planeamento

	Variáveis da ação:	Desafio onde se enquadra:	Solução tomada:	Benefício esperado:
a)	Os alunos quando entram na sala, são eles que tiram os seus <i>headsets</i> do carrinho ou já os têm na cadeira?	Técnico (hardware - segurança do mesmo) Pedagógico (gestão da sala de aula)	Para o primeiro ciclo, visto ser a primeira experiência, os <i>headsets</i> serão entregues na caixa a cada aluno, estando os alunos 2 a 2, um sentado (o primeiro a realizar RV e o segundo em pé, ao seu lado.	Evitar acidentes (alunos ainda não sabem como manusear os <i>headsets</i> e os controladores.)
b)	Será a professora a dar o login ou será um colega (da outra metade do grupo que depois irá para outro local, realizar outra tarefa)?	Pedagógico	Será a professora, na altura certa, a fornecer a cada aluno o seu login de acesso.	Minimização de distrações. (Para evitar termos toda a turma junta e o potencial entusiasmo que possa existir que pode gerar ruído, bem como para o segundo grupo poder avançar na sua atividade, a professora irá um a um fornecer a sua palavra-passe.)
c)	A instrução inicial será dada a todos ao mesmo tempo ou cada grupo recebe a instrução?	Pedagógico	A instrução será dada a todos ao mesmo tempo.	Economia de tempo e uniformização da informação. (pretende-se poupar tempo. Porém poderá haver risco que o segundo grupo, ao iniciar, já não se lembrarem bem da instrução dada anteriormente.)
d)	Fazem a atividade de RV sentados ou em pé?	Técnico	Por ser a primeira vez, farão a atividade sentados, sem mesas por perto.	Garantir a segurança dos alunos (Como não sabemos acerca da experiência prévia dos alunos, da sua adaptação à experiência, vamos jogar pela segurança dos alunos, que farão a atividade sentados, retirámos as mesas e afastámos as cadeiras, para que tenham liberdade de movimentos sem tocarem em obstáculos).

e)	Fazem os alunos a higienização ou fazemos nós (professores, equipa de apoio)?	Sociais	Serão os alunos, com o apoio da equipa técnica e de apoio, que farão a higiene.	Promover a autonomia e a responsabilidade dos alunos, além da boa higienização. (Vamos explicar como fazer, porque fazer e vamos fazer em conjunto, garantindo que aprendem e que a higienização fica bem realizada).
f)	A atividade da outra metade do grupo será dentro da sala ou noutra local, de forma aos alunos não verem os outros a fazerem RV?	Pedagógico	O grupo que não estará a realizar a atividade de RV estará no hall de entrada (pequeno corredor de acesso à sala de aula), de forma a não verem os colegas a realizarem a atividade em RV.	Garantir um ambiente confortável, sereno e focado para os alunos que estão a realizar a tarefa com RV. (As professoras do 8 ano decidiram que esta será a melhor solução para não criar situações de julgamento e brincadeira e assim ambos os grupos se mantêm focados nas suas atividades. O grupo de RV terá mais à vontade na realização da mesma, sem se sentirem observados).
g)	O carrinho de transporte dos <i>headsets</i> será levado pela professora ou por outro elemento da equipa?	Técnico	Será a equipa técnica e de apoio que assegurará que no início da aula o carrinho estará dentro da sala de aula.	Reduzir a carga logística das professoras. (Queremos tirar a preocupação da logística técnica das professoras para este primeiro ciclo, para que as mesmas se foquem com a parte pedagógica e na organização da sala de aula).

Fonte: autora

Na Tabela 6.2.1.4. descrevo de uma forma objetiva, as várias soluções encontradas pelos vários *stakeholders* que fazem parte da equipa do projeto piloto (ver Secção 2.1. acerca do contexto), de forma a minimizar os desafios.

Tabela 6.2.1.5: Lista de desafios encontrados e formulação de soluções

DESAFIOS	Descrição dos desafios	Soluções
TÉCNICOS	Hardware	<ul style="list-style-type: none"> ● 10 <i>Headsets</i> de RV ● Carrinho de transporte de <i>headsets</i> com ligação à corrente ● Computador de professoras ● Vídeo projetor para passar slides ● Carrinho transportado para a sala pela equipa técnica.
	Software	PrismsVR, Manager XR (estão de <i>Headsets</i>)
	Infraestrutura	Assegurada
	Exigências Técnicas	<ul style="list-style-type: none"> ● Equipa informática assegura reposição de pilhas e carregamento dos <i>headsets</i>. ● Diretora de Informática está presente no 1.º ciclo
	Cibersecurity	<ul style="list-style-type: none"> ● Questionário aos pais a solicitar autorização ● Questionário aos pais a questionar de saúde que impedissem o uso de RV. ● Idade mínima de 13 anos para uso de RV ● Assegurar Instruções sobre potenciais tonturas ● Afastar as mesas

		<ul style="list-style-type: none"> ● Realizar a tarefa sentados
	Carregamento e Manutenção de dispositivos	<ul style="list-style-type: none"> ● O carrinho de suporte leva: ● carregador de pilhas, ● Caixa para colocar pilhas vazias não carregáveis ● Pilhas novas ● <i>Headsets</i> têm bateria para 90 minutos. 1 turma dura máximo de 60 minutos de utilização.
	Configuração demorada	Todos os <i>headsets</i> estão configurados
	Obrigatoriedade de contas meta para os <i>headsets</i> da META	Router exclusivo para RV e colocado em cima do carrinho dos <i>headsets</i> (figura 7)
	Atualização do software	<ul style="list-style-type: none"> ● Dividir a turma de forma a só usarmos 9 <i>headsets</i>, ficando 1 suplente. ● No futuro comprar mais 2 <i>headsets</i> suplentes.
SOCIAIS	Acessibilidade e Inclusão	Opção de realizar tarefa em 3D em desktop.
	Estéticos (penteados)	Opção de realizar tarefa em 3D em desktop.
	Higienização	Álcool e rolo de papel em cima do carrinho de transporte dos <i>headsets</i> .
PEDAGÓGICOS	Formação	<ul style="list-style-type: none"> ● As professoras levaram os <i>headsets</i> para casa para experienciarem as tarefas. ● Estudar os <i>toolkits</i> que a PrismsVR fornece ● Tirar dúvidas no fórum de professores da PrismsVR.
	Integração Pedagógica	<ul style="list-style-type: none"> ● Assegurar que professoras compreendem que as tarefas só devem ser apresentadas aos alunos são após os conteúdos serem dados.
	Gestão do tempo/tarefas	Bloco de 80 minutos para a 1ª aula de tutorial
	Atribuição do login	Para os tutoriais as professoras ditam os logins aos alunos
	Gestão da sala	<ul style="list-style-type: none"> ● Para os tutoriais (1ª aula) os alunos têm já os <i>headsets</i> nas cadeiras. ● Após instrução inicial, os alunos dividem-se indo metade para o hall de acesso à sala, realizar outra tarefa. ● Professoras, eu e diretora de informática vamos higienizar e arrumar <i>headsets</i> nos carrinhos.
	Qualidade da instrução	<ul style="list-style-type: none"> ● Explicar o que vai acontecer durante a sessão: metade da turma com RV e a outra metade em outra tarefa ● Todos juntos ouvem as instruções de RV. ● Apresentar slides sobre a utilização dos controladores e do <i>headset</i> ● Depois da explicação a turma divide-se. ● Quando o grupo de Rv terminar o tutorial da PrismsVr os grupos trocam de posição (tarefa) ● No final juntam-se todos para partilha de experiência. ● Experiência em RV na língua oficial da escola, o Inglês.

6.2.2. AÇÃO

Nesta etapa do planeamento vou descrever a ação deste 1.º ciclo de Investigação-ação.

O *hall* de entrada da sala está pronto para receber o grupo durante a atividade que não inclui RV (Figura 2) e também a tarefa a ser desenvolvida, em forma de jogo está preparada (Figura 2).



Figura 2: *Hall* para atividade sem Rv e tarefa sem RV
Fonte: Autora

Dentro da sala principal as cadeiras para receber os alunos está preparada (Figura 3), vídeo projetor ligado, *headsets* já nas caixas, retirados do carrinho, e distribuídos por mesas que rodeiam as cadeiras. O carrinho tem várias pilhas novas e todo o material necessário à higienização.

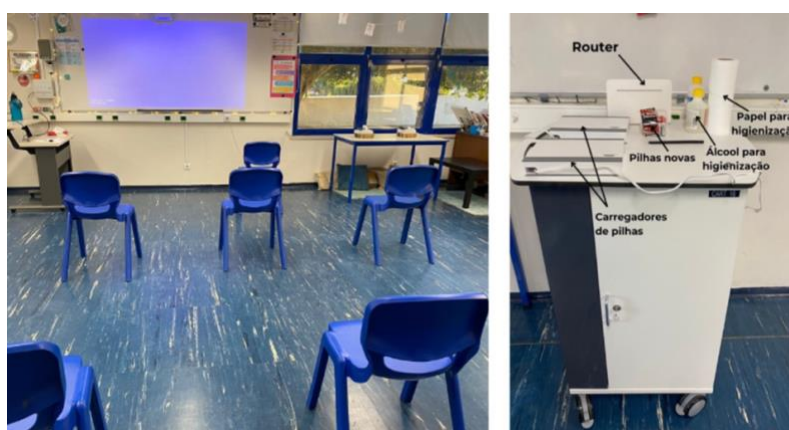


Figura 3: Preparação da sessão de RV
Fonte: Autora

O Grupo 1 do 8.º ano, turma “B4” era constituído por 14 alunos que já tinham conhecimento da dinâmica que iria ocorrer durante a aula e que iam usar RV. A aula decorreu no dia 13 de Novembro de 2024, num dia “D” (Secção 5.2.1.), das 8h30 às 9h35. Estavam presentes a professora “B” que conduziu a aula, a professora “A” assistiu e outra professora de apoio ao grupo que fará a atividade sem RV, a diretora de informática

esteve também presente. A professora deu as boas-vindas ao grupo, perguntou quem já tinha usado RV e para que fim e partilhou com os 14 alunos os slides da PrismsVR que explicam os equipamentos e os seus botões bem como o funcionamento e a atividade que irão realizar (ANEXOS M e N). A par destes slides foram entregues a cada 2 alunos uma caixa com um *headset* e os seus controladores (Figura 7) e explicado que tanto o *headsets* como os controladores têm um autocolante com um número e que devem manter-se juntos. Ambos os alunos manusearam os controladores e juntos foram vendo e tocando nos botões, à medida que os slides passavam.



Figura 4: Caixa com *headsets* e controladores
Fonte: autora

Após a instrução inicial da atividade RV a turma dirigiu-se ao hall de entrada e receberam instrução para a atividade sem RV. A turma foi dividida em dois grupos de 8 alunos. Um dos grupos, metade da turma voltou à sala principal e iniciaram a atividade RV. Foram realizando todos os passos até ao pedido de login, altura em que a professora foi de aluno em aluno, fornecendo a password de cada um. Concluída esta tarefa, os alunos ajudaram a desinfetar o equipamento, a guardá-lo na respetiva caixa e foram dirigindo-se para o hall para iniciarem a segunda tarefa. Os que terminaram a atividade sem recurso a RV foram entrando na sala principal, onde lhes foi entregue uma caixa com equipamento para começarem a atividade com RV. Dos 14 alunos do Grupo 1 do 8.º ano, um deles tinha 12 anos e, como não podia utilizar RV, realizou outra tarefa. À medida que iam terminando as tarefas, com ou sem RV, iam-se sentando. Quando todos terminaram, a professora fez algumas perguntas. Fui convidada a fazer mais algumas questões e pedi que respondessem novamente às mesmas perguntas através de um questionário.

6.2.3. OBSERVAÇÃO DA AÇÃO

Dos 14 alunos do 8.º ano. A professora após dar as boas-vindas questionou os alunos se já tinham utilizado RV e a maioria (11 alunos) já tinha tido algum contacto com RV, quer seja para jogar quer numa experiência interativa num museu. Este primeiro grupo, neste primeiro ciclo, demorou entre o 9 minutos e 30 minutos (ver Apêndice VIII).

Como mencionado nas secções 4.3. acerca da recolha de dados, fui recolhendo, no decorrer da ação, um diário de notas, onde fui descrevendo o que observava, as minhas perceções face ao que estava a observar, aos desafios que percecionei que ocorreram e as interações que fui observando. As notas observadas e apontadas constam no Anexo n.º1 e agrupei-as de acordo com os desafios que considerei a que diziam respeito como se pode ver no Anexo n.º 9, tendo resumido em 12 notas relacionadas com aspetos tecnológicos, 25 notas relacionadas a questões do âmbito pedagógico, e 6 de ordem Social (ver Apêndice XI). Realço, abaixo, a descrição dos desafios percecionado, que mais me chamaram a atenção, os quais são apresentados na Tabela 6.2.3. Estes desafios serão relevantes para serem abordados no planeamento do segundo ciclo.

Tabela 6.2.3: Descrição de desafios e notas correspondentes (1.º ciclo)

	Desafio	De acordo com as notas:
1	Dificuldades com os controladores	10,7,6,13, 15,17,11, 29
2	Dificuldade nos ajustes dos <i>headsets</i>	10, 6,7
3	Alunos não sabiam como colocar os controladores em segurança, com a bracelete travada no pulso.	11
4	3 controladores não funcionavam por terem as pilhas descarregadas	40
5	Os alunos que demoraram mais tempo foram sujeitos a mais barulho na sala bem como pessoas a passarem perto de si.	27
6	Alguns <i>headsets</i> foram dados sem a caixa, separando o Pack numerado de <i>headset</i> e respetivos controladores	23,14
7	Alguns alunos repetiram o tutorial	18
8	Alunos e professora não conseguiram parar numa tarefa e saltar a mesma.	18
9	Um aluno iniciou com o login do aluno que anteriormente usou o <i>headset</i>	30,31, 32
10	Um aluno iniciou em Português, devido ao aluno anterior ter mudado para o idioma Português.	30,32
11	Dificuldades com os 3 passos como: ajustar/ampliar os óculos; fazer login e criar limites;	13,18, 25,26, 30,33
12	Perderam tempo por não saberem como realizar a higienização.	19,20,21,22
13	O sistema em <i>update</i>	12
14	Ambiente confuso e barulhento à medida na troca dos grupos. Troca desfasada, alunos entravam e saíam um a um, à medida que iam terminando.	28, 4,27, 29, 34, 22,21

Fonte: autora

Tinha planeado realizar uma entrevista semiestruturada, em grupo, aos alunos, como parte da recolha de dados, conforme descrito nas secções 4.3.4. No entanto, antecipei o risco de não dispor de tempo suficiente para a conduzir na totalidade, dado que a duração das aulas variava entre 60, 80 e 90 minutos. Com base nessa percepção, optei por elaborar um questionário não validado, no qual incluí as perguntas inicialmente previstas para a entrevista, assegurando assim a recolha das informações essenciais.

Adicionalmente, a minha filha, aluna avisou-me que ela sendo introvertida não se iria expor ao responder. Prevendo que outros alunos mais introvertidos poderiam não se sentir à vontade para se expressar verbalmente, decidi disponibilizar a entrevista semiestruturadas e validada (ver Apêndice XII) também por escrito, de forma anónima (Apêndice XI e XII). A entrevista foi aplicada em ambas as modalidades: inicialmente de forma verbal e, posteriormente, por escrito, de forma anónima. No início da aula, as professoras perguntaram aos alunos quem já havia utilizado a tecnologia anteriormente e se estavam entusiasmados. Diante das questões levantadas e do desenvolvimento do estudo, constatou-se que, dos 14 alunos presentes, onze já haviam tido a oportunidade de experimentar a Realidade Virtual com *headsets*, conforme (ver Apêndice XIV, questão n.º 1). Destes, apenas quatro utilizam a tecnologia para jogos, enquanto a maioria dos que já tiveram essa experiência o fez durante uma visita a um museu (ver Apêndice XIV, questão n.º 2). Após a análise das respostas fornecidas, aprofundei para compreender quais aspetos que se apresentaram foram mais fáceis para os alunos (ver Apêndice XIV, questões n.º 3 e n.º 4) e quais desafios encontraram (Tabela 6.2.3.1.) complementando com os desafios que observei enquanto investigadora. 11 dos 14 alunos encontraram desafios na utilização descritos na Tabela 3.7.3.

Tabela 6.2.3.1: Desafios encontrados pelos alunos

DESAFIOS DESCRITOS PELOS ALUNOS	
Lembrar o que fazem os botões	8
Um dos controladores não funcionava	2
A minha cabeça doeu um pouco	1

Para concluir, deixámos em aberto a possibilidade de os alunos realizarem algum comentário ou partilha (Apêndice XIV, questão 6). Dos 14 alunos, cinco escreveram

comentários, os quais expressavam, sobretudo, que a experiência foi divertida. Alguns desses comentários foram acompanhados de pontos de exclamação ou do desenho de um coração. Em relação à questão sobre se estar sentado ou em pé faria diferença na experiência, ou se essa variável seria indiferente, a resposta majoritária indicou que não haveria diferença significativa (Apêndice XIV, questão 5).

6.2.4. CONCLUSÃO DO 1.º CICLO DE INVESTIGAÇÃO-AÇÃO

Tal como descrito na Secção 1, a reflexão sobre cada ciclo de investigação-ação irá ditar as potenciais alterações para o planeamento do grupo seguinte e por aí adiante. Divido esta conclusão em 4 vetores: factos observados, reflexão crítica, lições retiradas, implicações práticas.

6.2.4.1. Factos observados

A maioria dos alunos já tinha tido algum contacto prévio com Rv e a utilização de *headsets*, porém a maior percentagem numa experiência em museu de forma mais passiva (visita aos *news museum* em Sintra). Foram encontrados 17 desafios neste 1.º ciclo, entre os 14 observados e os 3 diferentes, descritos pelos alunos (ver Apêndice 15). Apesar dos desafios encontrados pelos alunos, a experiência foi positiva, tanto pelas suas partilhas como pelo feedback positivo das professoras. A média usada na atividade foi abaixo dos 25 minutos, apesar de um aluno ter passado esse tempo.

6.2.4.2- Reflexão Crítica

O planeamento inicial apresentado na Secção 6.2.1. revelou eficiência no colmatar dos desafios previstos (ver Tabela 6.2.1.5) respeitante à lista de desafios encontrados e formulação de soluções. Porém, neste ciclo, emergiram vários desafios de ordem pedagógica, nomeadamente derivados da qualidade da instrução e da gestão da logística da sala de aula e aos quais são sugeridos ajustes para o planeamento do segundo ciclo.

Tabela 6.2.4.2: Desafios encontrados e respetivas recomendações

	DESAFIOS		RECOMENDAÇÕES
1	PEDAGÓGICO	Dificuldades com os controladores	Mostrar mais tempo o PowerPoint e permitir que os alunos tenham os controladores consigo (sentados em pares), com tempo para que ambos possam mexer e os colocar nos

			pulsos. Recapitular, deixando que os alunos façam, em voz alta, essa recapitulação.
2	PEDAGÓGICO	Dificuldade nos ajustes dos <i>headsets</i>	Garantir que todos tenham os <i>headsets</i> na mão antes de os colocarem e recapitular, em conjunto, como ajustar e ampliar as alças e como ajustar em caso de usarem óculos.
3	PEDAGÓGICO	Alunos não sabiam como colocar os controladores em segurança, com a bracelete travada no pulso.	Fornecer os controladores antes dos óculos. Exemplificar a colocação da bracelete. Dar tempo a cada aluno para colocar a bracelete e ajustar.
4	TÉCNICO	3 controladores não funcionavam por terem as pilhas descarregadas	Colocar pilhas carregadas em todos os controladores antes de iniciar sessão ou avisar alunos que se não funcionar devem pedir para trocar as pilhas.
5	PEDAGÓGICO	Os alunos que demoraram mais tempo foram sujeitos a mais barulho na sala, bem como pessoas a passarem perto de si.	Esperarem que o grupo acabe e mudarem em bloco.
6	PEDAGÓGICO	Alguns <i>headsets</i> foram dados sem a caixa, separando o Pack numerado de <i>headset</i> e respetivos controladores	Entregar o pack junto com a caixa.
7	PEDAGÓGICO	Um aluno repetiu o tutorial	Recapitular o <i>log off</i>
8	TÉCNICO	Alunos e professora não conseguiram parar numa tarefa e saltar a mesma.	Perguntar à PrismVr como se pode saltar uma das tarefas.
9	PEDAGÓGICO	Um aluno iniciou com o login do aluno que anteriormente usou o <i>headset</i>	Recapitular o <i>log off</i> e desligar o <i>headset</i>
10	PEDAGÓGICO	Um aluno iniciou em Português, devido ao aluno anterior ter mudado para o idioma Português.	Perguntar à PrismsVr se é possível programar o <i>log in</i> sempre em Inglês e só depois do <i>login</i> , o professor alterar a língua. Recapitular o <i>log off</i> e desligar o <i>headset</i>
11	PEDAGÓGICO	Dificuldades com os 3 passos como: ajustar/ampliar os óculos; fazer <i>login</i> e criar limites;	Quando os alunos se sentarem com os <i>headsets</i> , recapitular os quatro pontos principais: 1-Como ampliar/ajustar os óculos; O sistema pode pedir para reiniciar a aplicação; criar limites; iniciar sessão.
12	SOCIAL	Perderam tempo por não saberem como realizar a higienização.	Esclarecer nas instruções iniciais que é necessário desinfetar a fita e a área preta em redor dos olhos, alertando para não limpar as lentes.
13	TÉCNICO	O sistema pediu para "Reiniciar o aplicativo";	Avisar que se acontecer é só esperarem um pouco.
14	PEDAGÓGICO	Ambiente confuso e barulhento à medida na troca dos grupos. Troca desfasada, alunos entravam e saíam um a um, à medida que iam terminando.	Esperarem que o grupo acabe e mudarem em bloco.
		DESAFIOS DESCRITOS PELOS ALUNOS	RECOMENDAÇÕES

15	PEDAGÓGICO	Lembrar o que fazem os botões	Mostrar mais tempo o PowerPoint e permitir que os alunos tenham os controladores consigo (sentados em pares), com tempo para ambos mexerem e colocarem nos pulsos. Recapitular, deixando que os alunos façam, em voz alta, essa recapitulação.
16	TÉCNICO	Um dos controladores não funcionava por falta de pilha	Colocar pilhas carregadas em todos os controladores antes de iniciar sessão ou avisar alunos que se não funcionar devem pedir para trocar as pilhas.
17	PEDAGÓGICO / TÉCNICO	Dores de cabeça, ajuste do <i>headset</i>	Dar mais tempo na instrução para que alunos mexam no <i>headset</i> .

Fonte: autora

Também no que diz respeito às variáveis de ação, as decisões tomadas revelaram-se 6.2.4.2.1.

Tabela 6.2.4.2.1: Desafios encontrados no 1.º ciclo de investigação-ação

DESAFIOS		
1	PEDAGÓGICO (qualidade da instrução)	Dificuldades com as funções dos controladores e dos ajustes dos <i>headsets</i> . Dores de cabeça, ajuste do <i>headset</i>
2	TÉCNICO (segurança)	Alunos não sabiam como colocar os controladores em segurança, com a bracelete travada no pulso.
3	TÉCNICO	3 controladores não funcionavam por terem as pilhas descarregadas
4	PEDAGÓGICO (gestão da sala de aula)	Os alunos que demoraram mais tempo foram sujeitos a mais barulho na sala bem como pessoas a passarem perto de si.
5	PEDAGÓGICO	Alguns <i>headsets</i> foram dados sem a caixa, separando o Pack numerado de <i>headsets</i> e respetivos controladores
6	PEDAGÓGICO	Alguns alunos repetiram o tutorial. Um aluno iniciou com o login do aluno que anteriormente usou o <i>headset</i> . Um aluno iniciou em Português, devido ao aluno anterior ter mudado para o idioma Português.
7	TÉCNICO	Alunos e professora não conseguiram parar numa tarefa e saltar a mesma.
8	PEDAGÓGICO	Dificuldades com os 3 passos como: ajustar/ampliar os óculos; fazer login e criar limites;
9	SOCIAL	Perderam tempo por não saberem como realizar a higienização.
10	TÉCNICO	O sistema pediu para "Reiniciar o aplicativo";

Segundo os Apêndices IX e X (notas de observação), a divisão da turma em dois grupos permitiu um melhor acompanhamento a cada subgrupo com 8 alunos. No entanto sugiro uma instrução mais detalhada dos controladores, com mais tempo em cada botão e com manuseamento do equipamento. Com este ajuste espero que influencie positivamente a qualidade e o tempo da atividade, em especial para os alunos menos experiência com RV.

O facto de a troca dos subgrupos não ter ocorrido de forma simultânea resultou, de acordo com as observações registadas (Apêndices IX e X), num ambiente confuso, que não favoreceu os alunos que ainda estavam a executar a tarefa de Realidade Virtual (RV) e comprometeu a dinâmica de distribuição dos conjuntos de *headsets* e controladores. Além disso, gerou desorganização (ver notas em Apêndice IX e X) no processo de higienização dos equipamentos à medida que os participantes iam saindo. A transição apressada entre a atividade de RV e a segunda tarefa levou ainda a que alguns alunos não desligassem corretamente os equipamentos. A decisão de realizar a experiência com os alunos sentados revelou-se acertada do ponto de vista da segurança, sem comprometer a qualidade da experiência. No que diz respeito à recolha de dados, a inclusão de uma entrevista semiestruturada por escrito, após a entrevista de grupo revelou-se pertinente. Os alunos mais extrovertidos participaram ativamente na discussão oral, enquanto os mais reservados contribuíram na parte escrita, acrescentando informações que poderiam ter sido perdidas. Esses contributos revelaram-se valiosos para a reflexão e o planeamento do próximo ciclo.

6.2.4.3. Conclusões relevantes

O primeiro ciclo da investigação-ação permitiu a implementação da Realidade Virtual (RV) em contexto educativo, e permitiu, também, uma análise aprofundada dos desafios associados. A observação e a recolha de dados, por meio de notas de campo, entrevistas semiestruturadas e questionários, forneceram informações que servirão de base para o planeamento do segundo ciclo. Os resultados indicam que a maioria dos alunos já tinha tido contacto prévio com a RV, porém em contextos passivos (sem necessidade de controladores), como visitas a museus, o que significa que a experiência com controladores, proporcionada pela atividade, foi uma novidade. A gestão da sala de aula e a distribuição dos equipamentos revelaram-se aspetos críticos, com desafios como a troca desfasada dos subgrupos e a higienização dos *headsets* que tiveram impacto na fluidez da atividade. Adicionalmente, algumas dificuldades técnicas, como problemas como as pilhas dos controladores, o *update* da Meta e o fato dos alunos não se lembrarem das funções dos botões dos controladores e ajustes dos *headsets*,

evidenciaram a necessidade de um reforço na instrução inicial, mais eficiente durante a sessão. A estrutura do planeamento revelou-se globalmente eficaz, minimizando vários desafios identificados previamente na revisão de literatura (Secção 1.) e na fase exploratória (Secção 5.1). No entanto, emergiram novos desafios, sobretudo relacionados com a **qualidade da instrução** e a **gestão da logística da sala de aula**. Para otimizar futuras sessões, sugere-se:

- Uma **instrução inicial mais detalhada e interativa**, permitindo que os alunos manuseiem os equipamentos antes do início da atividade, garantindo maior familiaridade e reduzindo dificuldades durante a utilização.
- A **troca simultânea dos subgrupos**, evitando o ambiente confuso gerado pela troca desfasada e garantindo que todos os alunos iniciem e terminem a atividade em condições semelhantes.
- Melhor organização na **distribuição e higienização dos equipamentos**, garantindo que os *headsets* e controladores permaneçam juntos e identificados de forma clara para evitar trocas e atrasos, garantindo maior fluidez.
- Uma **estratégia para lidar com dificuldades técnicas**, como a verificação prévia da carga das pilhas dos controladores ou colocar pilhas carregadas em todos os controladores.
- **Ajustes na recolha de dados**, mantendo a abordagem combinada de entrevistas semiestruturadas e questionários escritos, pois revelou-se uma estratégia eficaz para captar perceções tanto dos alunos mais extrovertidos quanto dos mais reservados.

6.3. 2.º CICLO

6.3.1. PLANEAMENTO

Considerando que o planeamento geral dos 4 primeiros ciclos têm uma componente geral, e discriminados em grande detalhe na Secção 5.2.1 (Planeamento do 1.º ciclo), irei especificar somente as alterações no planeamento derivadas da aprendizagem do 1.º Ciclo. A aula irá decorrer no mesmo dia do 1.º ciclo, dia 13 de Novembro de 2024, porém das 13h35 às 14h35, uma aula de somente 60 minutos. Vai ser liderada pela professora

“A”, teve presente a auxiliar uma professora, eu e a diretora de informática. Os conteúdos serão os mesmos do 1.º Ciclo (ver Secção 6.2.1.4. alínea c - conteúdo). As variáveis da ação, mantêm-se (ver Secção 6.2.1.4. alínea d – variáveis de ação), bem como as soluções aos desafios encontrados na revisão da literatura e na fase exploratória, (ver Apêndice VI). Perante os desafios encontrados no 1.º ciclo (Tabela 6.2.4.2.1.) planeou-se:

Tabela 6.3.1: Planeamento do 2.º ciclo (ajustes face ao 1.º ciclo)

	DESAFIOS		SOLUÇÕES/RECOMENDAÇÕES
1	PEDAGÓGICO (qualidade da instrução)	Dificuldades com as funções dos controladores e dos ajustes dos <i>headsets</i> . Dores de cabeça, ajuste do <i>headset</i>	Colocar 2 cadeiras e ter os alunos em pares, sentados. Dar mais tempo para mexerem nos botões e nos <i>headsets</i> . Recapitular e perguntar para que servem os botões.
2	TÉCNICO (segurança)	Alunos não sabiam como colocar os controladores em segurança, com a bracelete travada no pulso.	Fornecer os controladores antes dos óculos. Exemplificar como colocar a bracelete. Dar tempo para cada aluno colocar a bracelete e ajustar.
3	TÉCNICO	3 controladores não funcionavam por terem as pilhas descarregadas	Estar preparados para mudar rapidamente as pilhas se alunos mencionarem que controlador não funciona.
4	PEDAGÓGICO (gestão da sala de aula)	Os alunos que demoraram mais tempo foram sujeitos a mais barulho na sala bem como pessoas a passarem perto de si.	Pedir silêncio e inspirar ambiente mais clamo, porém vão mudando de atividade à medida que terminam.
5	PEDAGÓGICO	Alguns <i>headsets</i> foram dados sem a caixa, separando o Pack numerado de <i>headsets</i> e respetivos controladores	Entregar o pack junto com a caixa a cada par de alunos.
6	PEDAGÓGICO	Alguns alunos repetiram o tutorial. Um aluno iniciou com o login do aluno que anteriormente usou o <i>headset</i> . Um aluno iniciou em Português, devido ao aluno anterior ter mudado para o idioma Português.	Recapitular o <i>log off</i> e desligar o <i>headset</i> .
7	TÉCNICO	Alunos e professora não conseguiram parar numa tarefa e saltar a mesma.	Não é possível um aluno saltar uma tarefa, só se a turma saltar a tarefa. Pelo que vão receber mais dicas para superar as dificuldades.
8	PEDAGÓGICO	Dificuldades com os 3 passos como: ajustar/ampliar os óculos; fazer login e criar limites;	Recapitular os quatro pontos principais: 1-Como ampliar/ajustar os óculos; O sistema pode pedir para "Reiniciar a aplicação"; criar limites; iniciar sessão.
9	SOCIAL	Perderam tempo por não saberem como realizar a higienização.	Esclarecer nas instruções iniciais que é necessário desinfetar a fita e a área preta em redor dos olhos, alertando para não limpar as lentes.

10	TÉCNICO	O sistema pediu para "Reiniciar o aplicativo";	Avisar que se acontecer é só esperarem um pouco.
----	----------------	------------------------------------------------	--------------------------------------------------

Fonte: autora

6.3.2. AÇÃO

A sala estava preparada para receber os 13 alunos que compareceram, com conjuntos de 2 cadeiras e foi dada a caixa com um pack de *headset* e controladores (Figura 8). A instrução foi dada seguiu os slides apresentados no 1.º ciclo. A professora representou os gestos que cada botão do controlador faz. Recapitulou a instrução e perguntou aos alunos para que servem cada um dos botões. Clarificou que a bracelete tem de ser colocada no pulso e avisou que no final teriam de trazer a caixa até mim ou até à diretora de informática para se proceder à higienização. Os alunos foram divididos em subgrupos de 7 e de 6 alunos. Em cada par que estava junto a receber a instrução, cada um pertencia a um dos dois subgrupos. Após a instrução alunos do subgrupo foram para ao *hall* realizar a atividade sem RV, sabendo que voltariam para o lugar onde tinham estado sentados previamente a receber a instrução inicial (Figura 8).



Figura 5: Conjunto de 2 cadeiras com a caixa de equipamentos de RV

Fonte: Autora

O carrinho tinha as pilhas e os carregadores e em relação à higienização separei vários papeis de limpeza para que fosse mais rapidez na higienização (Figura 8). Não foi planeado, mas ocorreu durante a ação.

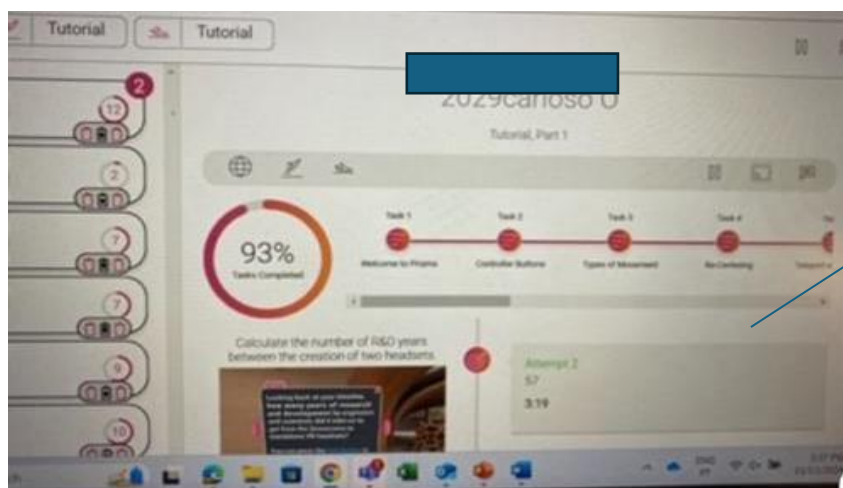
Carregadores de pilhas



Folhas para higienização

Figura 6: Logística (carregadores e papeis para higienização)

Fonte: autora



Hora e % das tarefas do aluno que estava mais avançado na concretização das tarefas.

Figura 7: *Dashboard* do professor

Fonte: autora

Os alunos à medida que terminavam a atividade entregaram a caixa e juntos desinfetámos os equipamentos. A aula devia ter terminado às 14h35, porém os alunos estavam ainda a terminar as tarefas de RV, terminaram já muito perto da aula seguinte iniciar. A professora pelo seu *dashboard* iam controlando as tarefas de cada aluno (figura n.º 10).

6.3.3. OBSERVAÇÃO

Dos 14 alunos do 8.º ano, presentes, um dos estudantes tinha 12 anos e realizou uma tarefa diferente. Embora a PrismsVR disponibilize as mesmas atividades no YouTube para aqueles que não podem utilizar Realidade Virtual, o tutorial não faz sentido, sem a possibilidade de o aluno simular os botões e os movimentos do equipamento. Por esse motivo, a professora atribuiu-lhe outra tarefa. O tempo mínimo foi de 8 minutos e o máximo de 14 minutos (Apêndice XVI). As notas observadas e apontadas sobre este ciclo constam no Apêndice 17 e agrupei-as de forma descritiva, de acordo com os desafios que considerei a que diziam respeito como se pode ver no Apêndice 18 e que resumo de seguida na Tabela 6.3.3.

Tabela 6.3.3: Desafios 2.º ciclo

DESAFIOS		NOTAS
TÉCNICO	Cibersegurança	54
	Carregamento e manutenção dos dispositivos	58
PEDAGÓGICO		44,59,62
SOCIAL	Inclusão	61

Fonte: autora

Realço, abaixo, a descrição dos desafios percecionados (notas Apêndice 17), que mais me chamaram a atenção, os quais são apresentados na Tabela 6.3.3.1. Esses desafios serão relevantes para serem abordados no planeamento do segundo ciclo.

Tabela 6.3.3.1: Principais desafios 2.º ciclo (relatados pelos alunos)

	DESAFIO	DE ACORDO COM AS NOTAS:
1	Dificuldades em apertar as braceletes dos controladores	59
2	Um controlador com as pilhas descarregadas	58
3	Alunos não conseguiam encontrar o lápis virtual	59
4	Um dos alunos foi para a um jogo	54
5	Gestão do tempo. Aula a terminar e alunos ainda não tinham terminado a atividade em RV.	56

Fonte: autora

Como esta aula foi somente 60 minutos (e a do 1.º ciclo de 80 minutos) e as tarefas estavam a ser completadas já após o término da aula, percebi que não iria conseguir realizar a entrevista de grupo, fui fazendo perguntas um a um aos alunos, à medida que os alunos do subgrupo na atividade de RV acabavam, fui pedindo para preencherem a entrevista escrita como forma de gerir o risco de perder os feedbacks por falta de tempo. A maioria dos alunos já tinha usado RV e dos 14 alunos, 5 têm equipamento para jogarem em casa (Apêndice XVIII, questões 1 e 2). Para a maioria dos alunos a utilização foi fácil (Apêndice XVIII, questão 3) e foi desafiante para alguns alunos completarem as tarefas do tutorial (Apêndice XVIII, questão 4) ponto que também observámos e que consta na minha nota n.º56 (Apêndice XVII). A maioria dos alunos considerou ser fácil a utilização de RV (Apêndice XVIII, questão 3) e as maiores dificuldades foram em encontrar o lápis virtual (ver abaixo Tabela 6.3.3.). 8 dos 13 alunos encontraram desafios na utilização (Apêndice XVIII, questão 5) e descritos na Tabela 6.3.3.2.

Tabela 6.3.3.2: Desafios encontrados pelos alunos

DESAFIOS DESCRITOS PELOS ALUNOS	
Encontrar / usar o lápis virtual	5
Utilizar os botões dos controladores	1
Pilha no controlador	1

Fonte: autora

As respostas acerca de estarem sentados ou em pé ou não faz diferença, foram respostas equilibradas e pelas respostas não fizeram diferença na experiência dos alunos o estarem sentados. Os alunos mostraram bastante entusiasmo e escreveram frases como “Foi muito divertido”, “devíamos fazer todos os dias” e “espetacular” (Apêndice XVIII, questão 7) e que observei nas minhas notas 49, 50, 51,52,52 e 60 (Apêndice XVII).

6.2.5. CONCLUSÃO

A maioria dos alunos, já tinha tido algum contacto prévio com RV e a utilização de *headsets*. Foram encontrados 17 desafios neste 1.º ciclo, entre os observados e os descritos pelos alunos (Tabela 3.9.3.3.:). Apesar dos desafios encontrados pelos alunos, a experiência foi positiva, tanto pelas suas partilhas (figura n.º 38) como pelas notas que retirei (notas 49, 50, 51,52,52 e 60, no Anexo 3). A média usada na atividade foi 11

minutos e foram encontrados 8 desafios entre os que observei e que alunos mencionaram (Tabela 6.2.5).

Tabela 6.2.5: Descrição dos desafios encontrados no 2.º ciclo

DESAFIOS	
1	Dificuldades com apertar as braceletes dos controladores
2	Um controlador com pilha descarregada
3	Alunos não conseguiam encontrar o lápis virtual
4	Um dos alunos dos foi para a um jogo
5	Gestão do tempo. Aula a terminar e alunos ainda não tinham terminado a atividade em RV.
DESAFIOS DESCRITOS PELOS ALUNOS	
6	Encontrar / Usar os botões dos controladores
7	Utilizar os botões dos controladores
8	Pilha no controlador

Fonte: autora

6.2.5.1. Reflexão Crítica

O planeamento inicial apresentado na Secção 6.2.1. revelou eficiência no colmatar dos desafios previstos como se pode ver na Tabela 6.2.5.1.

Tabela 6.2.5.1.: Resultado das recomendações do 1.º ciclo

	DESAFIOS		SOLUÇÕES / RECOMENDAÇÕES	RESULTADO
1	PEDAGÓGICO (qualidade da instrução)	Dificuldades com as funções dos controladores e dos ajustes dos <i>headsets</i> . Dores de cabeça, ajuste do <i>headset</i> .	Colocar 2 cadeiras e ter os alunos, em pares, embora sentados. Dar mais tempo para mexerem nos botões e nos <i>headsets</i> . Professora recapitular e perguntar para que servem os botões.	Resultou e observa-se a diminuição do número de ocorrências (Anexo n.º 3).
2	TÉCNICO (segurança)	Alunos não sabiam como colocar os controladores em segurança	Fornecer os controladores antes dos óculos. A professora exemplifica como colocar a bracelete. Dar tempo para cada aluno colocar a bracelete e ajustar.	Resultou e observa-se a diminuição do número de ocorrências (Anexo n.º 3).
3	TÉCNICO	3 controladores não funcionavam por terem as pilhas descarregadas.	Estarem preparados para mudar rapidamente as pilhas se os alunos mencionarem que controladores não funcionam.	Só 1 controlador não funcionou e foi rapidamente resolvido.
4	PEDAGÓGICO (Gestão da sala de aula)	Os alunos que demoraram mais tempo foram sujeitos a	Pedir silêncio e inspirar ambiente mais calmo, porém	A turma foi mais ordeira não tendo sido

		mais barulho na sala bem como pessoas a passarem perto de si.	vão mudando de atividade á media que terminam.	observado um ambiente confuso e barulhento (Anexo n.º 3).
5	PEDAGÓGICO	Alguns <i>headsets</i> foram dados sem a caixa, separando o Pack numerado de <i>headset</i> e respetivos controladores	Entregar o pack junto com a caixa a cada par de alunos.	Resultou muito bem, não foram observados <i>headsets</i> e controladores separados (Anexo 3).
6	PEDAGÓGICO	Alguns alunos repetiram o tutorial. Um aluno iniciou com o login do aluno que anteriormente usou o <i>headset</i> . Um aluno iniciou em Português, devido ao aluno anterior ter mudado para o idioma Português.	Recapitular o log off e desligar o <i>headset</i> .	Aconteceu sómente com 1 aluno (Anexo 3)
7	TÉCNICO	Alunos e professora não conseguiram parar numa tarefa e saltar a mesma.	Não é possível um aluno saltar uma tarefa, só se a turma saltar a tarefa. Pelo que vão receber mais dicas para superar as dificuldades.	Não se observou necessidade.
8	PEDAGÓGICO	Dificuldades com os 3 passos como: ajustar/ampliar os óculos; fazer login e criar novos <i>boundaries</i> (limites);	Quando os alunos se sentarem com os <i>headsets</i> , recapitular os quatro pontos principais: 1-Como ampliar/ajustar os óculos; O sistema pode pedir para "Reiniciar a aplicação"; criar novos limites; iniciar sessão.	Foi recapitulado e não foram observadas ocorrências (Anexo 3)
9	SOCIAL	Perderam tempo por não saberem como realizar a higienização.	Esclarecer nas instruções iniciais que é necessário desinfetar a fita e a área preta em redor dos olhos, alertando para não limpar as lentes.	Flui de forma mais harmoniosa, com a minha ajuda e da diretora de informática.
10	TÉCNICO	O sistema pediu para "Reiniciar o aplicativo";	Avisar que se acontecer é só esperarem um pouco.	Não aconteceu nenhum <i>update</i> da Meta.

Fonte: autora

De 17 desafios descritos, que foram encontrados no 1.º ciclo, passámos para 8 no 2.º Ciclo. Considero que o aumento da qualidade de instrução teve como consequência a diminuição do tempo médio para a turma completar as tarefas, de 19,5 minutos para 11 minutos. Apesar do aumento da qualidade de instrução ainda emergiram alguns desafios que voltam a requer pequenos ajustes no planeamento do 3.º ciclo.

Tabela 6.2.5.1.1.: Desafios encontrados no 2.º Ciclo e recomendações

	DESAFIOS	RECOMENDAÇÕES
1	Dificuldades com apertar as braceletes dos controladores	Na instrução mostrar como se apertam as braceletes de proteção dos controladores.
2	Um controlador com pilha descarregada	Foi rapidamente resolvido.
3	Alunos não conseguiram encontrar o lápis virtual	Na próxima aula explicar esse ponto na instrução.
4	Um dos alunos foi parar a um jogo	Reforçar sempre a importância do Log out correto. Para não acontecer com o colega seguinte não estar pronto para entrar na aplicação.
5	Gestão do tempo. Aula a terminar e alunos ainda não tinham terminado a atividade em RV.	Controlando as tarefas no desktop para ir antecipando a gestão das tarefas.
DESAFIOS DESCRITOS PELOS ALUNOS		
7	Encontrar/usar o lápis virtual	Na próxima aula explicar esse ponto na instrução.
8	utilizar os botões dos controladores	Reforço na instrução.
9	Pilha no controlador	Foi rapidamente resolvido.

Fonte: autora

Apesar da troca dos subgrupos não ter ocorrido de forma simultânea resultou, não se observaram ocorrência de perturbação do silêncio ou que tenha gerado alguma confusão. Atribuo o aumento da fluidez à qualidade da instrução no que diz respeito aos alunos saberem exatamente nas passagens/trocas de atividades. Ainda assim a transição apressada entre a atividade de RV e a segunda tarefa levou ainda a que alguns alunos não desligassem corretamente os equipamentos.

6.2.5.2. Conclusões relevantes

Do 1.º ciclo para o 2.º ciclo existem melhorias observadas, nomeadamente no que diz respeito à fluidez da atividade e na redução de desafios encontrados observados e encontrados pelos alunos. A comparação entre os dois ciclos revela que os ajustes introduzidos, sobretudo ao nível da qualidade da instrução, contribuíram para uma

experiência mais eficiente e estruturada. A média de tempo despendida na realização das tarefas foi reduzida de 19,5 minutos para 11 minutos, demonstrando que os alunos conseguiram completar os desafios de forma mais rápida. Além disso, o número de desafios identificados diminuiu de 17 no primeiro ciclo para 8 no segundo ciclo, o que reforça o impacto positivo na implementação dos ajustes sugerido conforme evidenciado na Tabela 6.3.1. A introdução de uma recapitulação mais detalhada da instrução inicial e a participação ativa da professora na demonstração dos controladores e das principais funcionalidades dos *headsets* foram aspetos que impactaram positivamente para uma melhoria. As dificuldades observadas estiveram sobretudo relacionadas com a localização de ferramentas virtuais, como o lápis digital, conforme registado nas notas de observação e nas respostas ao questionário e não no uso dos controladores. Para otimizar o planeamento do 3.º ciclo, sugere-se:

- **Transição entre tarefas dos subgrupos:** Embora a troca dos subgrupos tenha sido mais fluida e sem perturbações significativas, 2 alunos não desligaram corretamente os equipamentos no final da atividade, o que pode ser melhorado através de um reforço das instruções sobre este procedimento.
- **Gestão do tempo:** A aula tinha uma duração de 60 minutos, o que se revelou um fator limitador para a recolha de feedback mais aprofundado. Assumir desde logo a colocação do questionário para os próximos ciclos de tutoriais inseridos numa aula com 60 minutos.
- **Higienização:** A logística da higienização foi otimizada com a disponibilização prévia dos papéis de limpeza já cortados, reduzindo o tempo necessário para esta tarefa. Este procedimento será mantido nos próximos ciclos.

As melhorias na quantidade dos desafios registados entre o primeiro e o segundo ciclo demonstra que a abordagem da investigação-ação permite um aperfeiçoamento contínuo do processo de implementação de RV. As recomendações extraídas deste segundo ciclo serão incluídas no planeamento do terceiro ciclo, com o objetivo de continuar a otimizar a experiência dos alunos e garantir que a integração da Realidade Virtual no ensino decorra com cada vez menos desafios.

6.3. 3.º CICLO

6.3.1. PLANEAMENTO

A aula irá decorrer no mesmo dia do 1.º e 2.º ciclo, dia 13 de Novembro de 2024, porém das 14h45 às 15h45, uma aula de somente 60 minutos, bem como o 2.º ciclo. A turma “B1” do 8.º. Ano, vai ser liderada pela professora “A”, teve presente a auxiliar uma professora, eu e a diretora de informática. Face à ausência de tempo entre as duas aulas (os 2 ciclos) trocámos palavras breves face aos ajustes a serem realizados. Os conteúdos serão os mesmos do 1.º Ciclo (ver Secção 5.2.1). A variável da ação mantém-se (ver Secção 3.6.1.4. alínea d – varáveis de ação), bem como as soluções aos desafios encontrados na revisão da literatura e na fase exploratória (Tabela 3.6.4.1.). Vamos reforçar a instrução sobre os controladores e os recursos virtuais.

Tabela 6.3.1: Planeamento do 3.º ciclo

	DESAFIOS	RECOMENDAÇÕES/SOLUÇÕES
1	Dificuldades com apertar as braceletes dos controladores	Na instrução mostrar como se apertam as braceletes de proteção dos controladores.
2	Alunos não conseguiam encontrar o lápis virtual	Na próxima aula explicar esse ponto na instrução.
3	Um dos alunos foi parar a um jogo	Reforçar sempre a importância do Log out correto. Para não acontecer com o colega seguinte não estar pronto para entrar na aplicação.
4	Gestão do tempo. Aula a terminar e alunos ainda não tinham terminado a atividade em RV.	Controlando as tarefas no desktop antecipar a gestão das tarefas.
6	Encontrar/usar o lápis virtual	Explicar melhor os recursos virtuais disponíveis e como aceder (incluindo o lápis) na instrução inicial.

Fonte: autora

6.3.2. AÇÃO

A sala estava preparada para receber os 15 alunos que compareceram, com conjuntos de duas cadeiras. Foi entregue a cada aluno uma caixa contendo um *kit* com *headset* e controladores (Figura 7).

Como os alunos precisaram aguardar a finalização da atividade da turma anterior, receberam instruções sobre a atividade sem o uso da realidade virtual (RV) no hall de entrada, antes de ingressarem na sala de aula.

A instrução seguiu os slides apresentados no primeiro ciclo. A professora demonstrou os gestos correspondentes a cada botão do controlador, recapitulou as instruções e questionou os alunos sobre a função de cada botão. Esclareceu que a pulseira de segurança deveria ser colocada no pulso, explicou como ajustá-la corretamente e informou que, ao final da atividade, a caixa contendo os equipamentos deveria ser entregue a mim ou à diretora de informática para que a higienização fosse realizada. Os alunos foram divididos em dois subgrupos, um com sete e outro com oito integrantes. Dentro de cada par que recebeu as instruções iniciais, cada aluno pertencia a um subgrupo diferente. Após a explicação, os alunos de um dos subgrupos dirigiram-se ao hall para realizar a atividade sem RV. Eles foram instruídos a retornar ao mesmo local onde haviam recebido as instruções iniciais para colocar o *headset* disponível na cadeira. Caso o colega do par ainda não tivesse concluído a atividade com RV, seria fornecido um outro kit de equipamento. O carrinho continha pilhas em processo de carregamento e diversos papéis de limpeza previamente cortados, prontos para serem utilizados com álcool na higienização dos dispositivos. Assim que os alunos do primeiro grupo passaram para a atividade sem RV, preencheram o questionário correspondente.

6.3.3. OBSERVAÇÃO

Neste grupo de 15 alunos todos tinham 13 anos e o consentimento dos pais de acordo com a Nota 68 (Anexo 5). Os alunos demoraram uma média de 13 minutos (Apêndice XX). As notas observadas e apontadas sobre este ciclo constam no Apêndice XXIII e agrupei-as de forma descritiva, de acordo com os desafios que considerei a que diziam respeito. Surgiram desafios pedagógicos e 1 tecnológico. Como esta aula foi de 60 minutos e com base na experiência do 2.º. ciclo, percebi que não iria conseguir realizar a entrevista de grupo, nem individual e fui entregando a esma de forma escrita, à medida que os alunos do subgrupo em atividade de RV terminavam. Nesta turma 10 dos 15 alunos já tinham tido oportunidade de experienciar RV (Apêndice XXI – questão 1) quer em idas a museus, quer em casa de amigos e alguns têm em casa e usam para jogar (Apêndice 21 – questão 2). 60% dos estudantes desta turma compartilharam que foi fácil a utilização dos equipamentos (Apêndice XXI – questão 3). 5 dos 16 alunos encontraram desafios

(Apêndice XXI – questão 5) e descrevem os desafios encontrados que se encontram exposto na Tabela 6.3.3

Tabela 5.6.3.3.: Desafios encontrados pelos alunos no 3.º ciclo

DESAFIOS DESCRITOS PELOS ALUNOS	
1	Só no início não encontrava o menu
2	A imagem estava desfocada
3	Foi confuso
4	Fiquei confuso acerca dos controladores e como me virar
5	Lembrar os botões dos controladores

Fonte: autora

Para a maioria dos alunos não faz diferença ter realizado a experiência sentado ou em pé (Apêndice XXI – questão 6). 4 alunos escreveram que “foi muito divertido” mostraram entusiasmo pelo que escreveram: “it’s really fun”, “it was fun”, “it is fun to be able to use” e “yes, it was really fun” e pelo que observei na minha notas 65 (Apêndice 20).

6.3.4. CONCLUSÃO

A maioria dos alunos, já tinha tido algum contacto prévio com RV e a utilização de *headsets*. Foram encontrados 7 desafios nest4.º3.º ciclo, entre os observados e os descritos pelos alunos (Tabela 6.3.4.).

Tabela 6.3.4: Descrição dos Desafios encontrados, incluindo os dos alunos

DESAFIOS		
1	PEDAGÓGICO	Relembrar funções dos botões dos controladores
2	PEDAGÓGICO	Aluno entrou nas tarefas do aluno anterior. Aluno anterior não fez <i>log off</i> .
3	TÉCNICO	Imagem tremida, pois, aluno não colocou os óculos de ver ao longe.
DESAFIOS DESCRITOS PELOS ALUNOS		
4	PEDAGÓGICO	Só no início não encontrava o menu
5	TÉCNICO/PEDAGÓGICO	A imagem estava desfocada
6	PEDAGÓGICO	Foi confuso
7	PEDAGÓGICO	Fiquei confuso acerca dos controladores e como me virar. Lembrar os botões dos controladores

fonte: autora

6.3.4.1. Reflexão Crítica

O planeamento inicial apresentado na Secção 6.3.1. revelou eficiência no colmatar dos desafios previstos como se pode ver na Tabela 6.3.4.1.

Tabela 6.3.4.1: Resultados das recomendações planeadas para 3.º ciclo

	DESAFIOS	RECOMENDAÇÕES/SOLUÇÕES	RESULTADOS
1	Dificuldades com apertar as braceletes dos controladores	Na instrução mostrar como se apertam as braceletes de proteção dos controladores.	Não houve problemas com braceletes
2	Alunos não conseguiam encontrar o lápis virtual	Na próxima aula explicar esse ponto na instrução.	Não se observaram desafios
3	Um dos alunos foi parar a um jogo	Reforçar sempre a importância do Log out correto. Para não acontecer com o colega seguinte não estar pronto para entrar na aplicação.	Houve um aluno que não tinha feito <i>Log out</i>
4	Gestão do tempo. Aula a terminar e alunos ainda não tinham terminado a atividade em RV.	Controlando as tarefas no desktop antecipar a gestão das tarefas.	Correu bem

Fonte: autora

De 17 desafios descritos, que foram encontrados no 1.º ciclo, passámos para 8 no 2.º Ciclo e para 7 no 3.º ciclo. Apesar do aumento da qualidade de instrução ainda emergiram alguns desafios que voltam a requerer pequenos ajustes no planeamento do 4.º ciclo, nomeadamente um desafio novo: o facto de um aluno que usa óculos de ver ao longe, não ter colocado os óculos e por isso se ter deparado com uma imagem tremida originou uma recomendação, neste âmbito, para o 4.º ciclo (Apêndice XXIV). Também, neste ciclo, apesar da troca dos subgrupos não ter ocorrido de forma simultânea resultou, não se observaram ocorrência de perturbação do silêncio ou que tenha gerado alguma confusão.

6.3.4.2. Conclusões relevantes

Neste ciclo verificou-se uma continuidade na melhoria dos processos, refletindo o resultado eficácia dos ajustes realizados nos ciclos anteriores. O número de desafios foi reduzido de 17, para 8 e para 7, neste ciclo. Ainda assim alguns desafios persistem no que diz respeito a aspetos pedagógicos, na qualidade da instrução dada acerca da funcionalidade dos botões dos controladores (Apêndice XXIII). Estes desafios levam uma abordagem reforçada no próximo ciclo. As soluções colocadas em prática neste ciclo como a demonstração da colocação das braceletes dos controladores, eliminou os desafios inerentes a este assunto. Também a explicação prévia sobre o lápis virtual evitou dificuldades neste ponto, demonstrando a importância de reforçar instruções específicas. Ainda assim alguns desafios ainda persistiram, como a necessidade de reforçar a

importância do *log out* correto para evitar que o aluno seguinte entre na sessão do colega anterior. Este problema já tinha sido identificado no segundo ciclo e continua a surgir, sugerindo que a solução aplicada pode precisar de um reforço adicional.

Apesar das aprendizagens de ciclo para ciclo, um novo desafio emergiu no terceiro ciclo: a imagem tremida para um aluno que não colocou os óculos de ver ao longe. Esta situação evidencia a necessidade de lembrar aos alunos que utilizam óculos para ver ao longe que devem mantê-los durante a atividade de Realidade Virtual.

Este terceiro ciclo demonstrou um aperfeiçoamento contínuo da implementação da Realidade Virtual, que se refletiu na diminuição do número de desafios. Para otimizar o planeamento do 4.º Ciclo, sugere-se:

- Reforçar o procedimento de terminar a app PrismsVr e realizar o *log out*, garantindo que todos os alunos finalizam corretamente a sessão antes de entregar os *headsets*.
- Informar os alunos que utilizam óculos de ver ao longe, de os manterem colocados durante a atividade de RV.

Existe, em cada novo ciclo, confirma que a integração da RV no ensino pode ser otimizada por meio de ajustes sucessivos e adaptativos. À medida que os desafios seguintes são melhorados espera-se que a experiência dos alunos continue a melhorar, tornando a experiência fluída e positiva para os alunos.

6.4. 4.º CICLO

6.4.1. PLANEAMENTO

A aula irá decorrer no dia 14 de Novembro de 2024, uma 5ª feira, dia A (ver Secção 3.6.1.2 e a Figura 13). Será uma aula de 90 minutos, das 12h35 às 14h05, uma aula de 90 minutos e 16 alunos, que se dividirão em 2 subgrupos de 8 alunos. A turma “A3” vai ser liderada pela professora “A”, terá presente uma professora auxiliar. Eu e a diretora de informática estaremos presentes para algum auxílio que seja necessário. Esta turma tem 3 alunos do 7.º, mas que realizam matemática do 8.º ano, pelo que irão realizar a tarefa sem RV. Os consentimentos foram enviados também para os pais destes alunos. Os conteúdos são os mesmos dos ciclos anteriores e esta foi a última turma do 8.º ano a realizar o tutorial da PrismsVR (ver Secção 5.2.1.4. alínea c - conteúdo). As variáveis de

ação mantém-se inalteradas (ver Secção 5.21.4. alínea d – varáveis de ação). Neste ciclo a professora reforça a instrução, expondo e perguntando de seguida. Reunimos os desafios encontrados nos ciclos anteriores (Apêndice XXV). Mantemos as recomendações dadas em todos os ciclos anteriores, e reforçamos a instrução no que diz respeito aos alunos que usam óculos de ver ao longe.

6.4.2. AÇÃO

A sala estava preparada para receber os 16 alunos que compareceram, tendo a atividade decorrido de forma idêntica à do 3.º ciclo (ver Secção 5.4.2). Os alunos do 7.º ano têm 13 anos, pelo que irão realizar a atividade com os restantes colegas. Neste ciclo, os alunos também receberam as instruções sentados em pares e cada par recebeu uma caixa contendo um *headset* e controladores (Figura 7 e Figura 8). No fim da aula foi-me dada a palavra para realizar a entrevista de grupo semiestruturada e de seguida foi pedido que preenchessem a mesma de forma escrita.



Figura 8: Alunos realizam experiência com RV
Fonte: autora

6.4.3. OBSERVAÇÃO

Neste grupo de 15 alunos todos tinham 13 anos. No início da aula percebemos que, faltava um consentimento dos pais, para um aluno poder realizar a atividade (ver notas 70,71,72,73 e 74 presentes no Apêndice XXVI). Os alunos demoraram uma média de 13,5 minutos (Apêndice XXVII). As notas observadas e registadas sobre este ciclo encontram-se no Apêndice XXVI e foram agrupadas de forma descritiva, por tópicos comuns, conforme

apresentado no Apêndice XXVIII. Os desafios observados foram de cariz técnico (aluno sem consentimento – cibersegurança) e pedagógico, como se pode ver no Apêndice XXIX. Os alunos manifestaram verbalmente entusiasmo pela experiência (ver Apêndice XXVI, notas 81,82 e 83). 12 dos 16 alunos preencheram a entrevista escrita. Para 4 alunos foi a primeira vez que tiveram contacto com RV (Apêndice XXX- questão n.º 1). 6 alunos usam, em casa, RV para jogarem (Apêndice XXX- questão 2). 60% dos estudantes desta turma partilharam que foi fácil a utilização dos equipamentos (Apêndice XXX- questão n.º 3). 5 dos 16 alunos encontraram desafios (Apêndice XXX) e descrevem os desafios encontrados que se encontram expostos na Tabela 6.4.3.

Tabela 6.4.3: Desafios encontrados pelos alunos no 3.º ciclo

DESAFIOS DESCRITOS PELOS ALUNOS	
1	Em descolar-me
2	usar os controles, esqueci os botões
3	Nas questões que incluíam "timeline"

Fonte: autora

A maioria dos alunos gostaria de realizar a experiência em pé (Apêndice 30 - questão 6). Os alunos gostaram e mostraram o seu entusiasmo através do que escreveram que “foi muito divertido” mostraram entusiasmo pelo que escreveram: ““it was very fun”, e 2 alunos disseram “it was fun”, “it was fun, and something new “, “it was really fun”, “i’am all good”. Nas minhas notas também percecionei esse entusiasmo (ver Apêndice 26 notas 81, 82, 83 e 84).

6.4.4. CONCLUSÃO

A maioria dos alunos já tinha tido algum contacto prévio com realidade virtual (RV) e a utilização de *headsets*. Neste 4.º ciclo, foram identificados sete desafios, tanto a partir das observações realizadas como das descrições fornecidas pelos alunos (Apêndice XXVIII). No entanto, apenas dois desses desafios ainda não haviam ocorrido anteriormente: um aluno sem o devido consentimento e um aluno que introduziu a palavra-passe da escola antes de a professora lhe fornecer a palavra-passe destinada à RV (ver Tabela 6.4.4.).

Tabela 6.4.4: Descrição dos Desafios encontrados, incluindo os dos alunos

DESAFIOS		
PEDAGÓGICO	Instrução	Alunos tinha <i>headset</i> na ponta do nariz e por isso pedi ajuda pois não via.
		Um dos alunos quando ligou o <i>headset</i> , o menu apareceu longe dele e não permitia mexer. Aluno fez " <i>shutdown</i> ", forçou a saída e depois fez novo <i>restart</i> .
		Um aluno colocou a password da escola e dizia que não dava. Professora esqueceu de dizer não era password da escola, mas uma especial.
TÉCNICO	Cibersegurança	Um aluno sem consentimento dos pais
DESAFIOS DESCRITOS PELOS ALUNOS		
PEDAGÓGICO	Instrução	em descolar-me
		usar os controles, esqueci os botões
		Nas questões que incluíam "timeline"

Fonte: autora

6.4.4.1.- Reflexão Crítica

Não existiram desafios face aos alunos com óculos, consequência da instrução reforçada nesse ponto. Dos 17 desafios descritos, que foram encontrados no 1.º ciclo, passámos para 7 desafios no 4.º ciclo. O facto de a aula ter tido 90 minutos, mais tempo que os ciclos anteriores (80, 60, 60 minutos) a professora falou mais calmamente e de instrução em instrução foi perguntando aos alunos e esta serenidade levou a maior clareza e memorização das funções dos botões dos controladores. A experiência de 5 alunos que têm *headsets* em casa, contribuiu também para menos desafios com os controladores.

6.4.4.2.- Conclusões relevantes:

O 4.º ciclo desta investigação-ação continuou a demonstrar melhoria contínua na implementação da realidade virtual (RV) no contexto educativo, pois aparecem menos desafios em relação aos primeiros ciclos. Ao acompanhar estes ciclos, concluo que o reforço e recapitulação da instrução inicial, contribuem para esta melhoria. A experiência mais estruturada e eficiente, reduzindo a incidência de desafios previamente identificados. A inclusão de um tempo de aula superior ao dos ciclos anteriores revelou-se ser um fator positivo para a experiência com RV, proporcionando um ambiente mais tranquilo e propício à assimilação das instruções. A clareza no processo instrucional foi reforçada pela interação progressiva entre a professora e os alunos, o que resultou numa melhor compreensão das funções dos controladores e numa diminuição dos problemas

com os equipamentos técnicos, mas que foram resultantes de fatores pedagógicos. Além disso, a presença de cinco alunos que já tinham experiência com RV em casa pode ter contribuído para uma adaptação mais rápida ao ambiente virtual. Este 4.º ciclo revelou novos desafios, nomeadamente a questão de os consentimentos assinados pelos pais ser assegurada a sua entrega (quer seja positiva ou negativa) antes da aula iniciar. No geral, o progresso registado ao longo dos ciclos demonstra que a abordagem adotada está a contribuir para uma implementação cada vez mais eficaz da RV no ensino. A redução no número de desafios encontrados, a melhoria na compreensão dos alunos e a otimização das práticas pedagógicas indicam um caminho promissor para futuras aplicações desta tecnologia em contexto educativo. Ainda assim, pequenos ajustes continuam a ser necessários, assegurando que as instruções são cada vez mais claras, os processos de segurança são reforçados e a experiência dos alunos continua a ser aprimorada.

6.5. 5.º CICLO

6.5.1- PLANEAMENTO

- Etapa 1- Análise dos desafios encontrados anteriormente listados na Tabela 6.4.3. e Tabela 6.4.4. relativa aos desafios encontrados na revisão de literatura e na fase exploratória e análise das descrições das ocorrências encontradas em cada um dos ciclos anteriores (Anexo XI).
- Etapa 2- Análise do contexto da ação (a desenvolver de seguida). Este ponto inclui o calendário, os conteúdos letivos, a turma e o número de alunos bem como as professoras envolvidas.
- Etapa 3- Variáveis da ação. Algumas decisões operacionais face às variáveis de ação foram alteradas face aos ciclos anteriores.
- Etapa 4- Construção do plano de ação do 5.º ciclo de Investigação-ação para a escola.

6.5.1.1- Etapa 1 - Análise dos desafios

Os desafios que se mantiveram no 4.º ciclo, embora, em menor número de ocorrências (ver Apêndice XXXI), são relacionados com desafios pedagógicos, mais especificamente no que diz respeito a ocorrências (desafios) acerca da funcionalidade dos botões dos

controladores, no lembrar os ajustes dos *headsets*, no saber como sair da aplicação é relevante para o colega que virá de seguida conseguir fazer o login com fluidez.

6.5.1.2- Etapa 2 - Análise do contexto da ação

Este 5.º ciclo consiste em uma aula das turmas do 8.º ano que, nos ciclos anteriores, tiveram a sua primeira experiência com RV. Neste ciclo, os estudantes já sabem utilizar os comandos que aprenderam nos ciclos anteriores. O conteúdo foi acerca de Funções e a PrismsVR fornece um pacote de planeamento a que chama *toolkit* e que ajuda os professores no planeamento da atividade, inclui slides e fichas de avaliação de conhecimento prévio, (ver Anexos XIV, XV, XVI, XVII, XVIII, XIX, XX, XXI, XXII, XXIII). Este tema é dividido em duas atividades de RV e os alunos realizarão a parte n.º1 deste tema. A turma é de 14 alunos, vai ser dividida em 2 subgrupos de 7 alunos. A tarefa sem RV será um “questionário” com duração de 20 minutos acerca destes mesmos conteúdos. Um dos alunos tem menos de 12 anos, irá realizar a mesma tarefa que os colegas farão em RV, mas somente no desktop. A professora colocou a atividade da PrismsVr na plataforma *teams*, para aluna a fazer através do Teams da turma. A aula tem uma duração de 80 minutos. Decorrerá num dia “B”. A turma que no 1.º ciclo teve aulas no último tempo do dia (das 2h45 às 3h45), neste dia “D” terá esta aula no 1.º tempo do dia (8h30 às 9h50). Estes foram os mesmos alunos que participaram no 3.º ciclo.

6.5.1.3- Etapa 3 - Variáveis da ação

Agora que os alunos do 8.º ano, já estão mais familiarizados com os equipamentos, alterámos as soluções para as variáveis de ação definidas no 1.º ciclo (ver Tabela 6.2.1.4 na Secção 6.2.). A variável a) “Os alunos quando entram na sala, são eles que tiram os seus *headsets* do carrinho ou já os têm na cadeira?” irá ter uma solução diferente das tomadas nos ciclos anteriores e serão os alunos irão retirar com a orientação, as caixas com *headsets* e controladores do carrinho, ficando sob a sua responsabilidade. Pretendemos com isso que se tornem responsáveis pelo manuseamento e pelo carregamento dos mesmos no final da sessão. Também a variável e) foi alterada. Ao invés de os alunos higienizarem os equipamentos com ajuda da equipa de suporte (eu e diretora

de informática), serão os alunos sozinhos (com supervisão) a realizarem a higienização e a guardarem as caixas com os equipamentos no carrinho a carregarem (Apêndice XXXIII).

6.5.1.4- ETAPA 4 - Construção do plano de ação

Como já vimos na Seção anterior os alunos retirarão o equipamento do carrinho e no final, após a higienização, voltarão a colocar o equipamento no carrinho. Perante os desafios ainda encontrados no ciclo 4 (Apêndice XXXI) a professora irá relembrar as funcionalidades dos controladores e o ajuste dos *headsets*. Serão passados slides sobre o conteúdo da aula: pré-álgebra – funções (Anexo XV e XVI). Metade da turma fará um questionário de 20 minutos. A aluna com menos de 13 anos, que fará a mesma atividade em 3D, mas no teams. A aula irá decorrer com metade da turma com experiência RV dentro da sala de aula, a outra metade com o questionário, no hall de acesso à sala de aula. A instrução será dada a todos ao mesmo tempo, a pares, com 2 cadeiras ao lado uma da outra e as mesas afastadas.

6.5.2. AÇÃO

O conteúdo foi acerca do tema Funções. A aluna com menos de 13 anos, realizou tarefa de RV em 3d, Youtube, com o link colocado na aplicação Teams (Anexo XIV).

6.5.3. OBSERVAÇÃO

Esta foi a segunda experiência com RV e a recolha de dados foi feita pela observação em diário do observador. A professora iniciou a aula mostrando os slides acerca do conteúdo da tarefa com RV (Anexo XV, Anexo XVI e Apêndice XXXIV, nota 85). A professora recapitulou as funções dos controladores e a informação do ajuste do (Apêndice XXXIV, nota 86) a atividade Funções, em Pré-Álgebra (Apêndice XXXIV, nota 93). Explicou como entrar na atividade. Ainda assim 2 alunos entraram na atividade Tutorial, tendo saído e voltado a entrar na atividade certa (nota 88 no Apêndice XXXIV). 6 alunos já sabiam de cor a sua password (Apêndice XXXII, nota 87). Um dos alunos, com menos de 13 anos fez a atividade de RV, dentro da sala de aula. A professora colocou a atividade da plataforma Prismsvr dentro da aplicação Teams (Apêndice XXXIV, nota 91 e Figura 55). Os alunos

foram ensinados a colocar a caixa com o equipamento dentro do carrinho, após a higienização, assegurando a segurança do equipamento e o seu carregamento, conforme notas 92 e 96 presentes no Apêndice XXXIV. A transição dos subgrupos entre as atividades com e sem RV decorreu de forma ordeira, à medida que cada aluno ia terminando a tarefa anterior, conforme notas 94 e 95 no Apêndice XXXIV. No final da atividade a professora fez questões sobre o conteúdo da tarefa. A atividade decorreu com um aluno a terminar em 14 minutos e o último aluno levou 22 minutos, Apêndice XXXV. Não foram observados novos desafios, realço somente o fato de 2 alunos não terem entrado na atividade e terem perdido alguns minutos para saírem e reentrarem na atividade certa.

6.5.4. CONCLUSÃO

Este ciclo demonstrou-me avanços na autonomia de manuseamento dos equipamentos e uma maior agilidade no manuseamento dos controladores e do *headset*, o que levou a não existirem desafios acerca deste ponto, face aos ciclos anteriores. Percecionei que os alunos estavam a gostar da atividade, tendo um inclusive tendo manifestado “Is so cool!”, conforme nota 89 no Apêndice XXXIV.

6.5.5. Reflexão crítica

Os desafios enfrentados neste ciclo foram significativamente reduzidos, centrando-se sobretudo em aspetos pedagógicos relacionados com a instrução:

Dificuldades na instrução: Dois alunos não iniciaram a atividade correta, evidenciando a necessidade de uma verificação inicial antes do início da tarefa.

O 5.º ciclo consolidou o progresso dos alunos na utilização da realidade virtual, minimizando os desafios técnicos e pedagógicos previamente identificados. Este foi o último ciclo em que acompanhei alunos do 8.º ano. A professora A, responsável por três das quatro turmas deste ano letivo, evidenciou um processo cada vez mais eficiente e fluído (desafios diminutos), refletindo um avanço significativo na implementação da tecnologia em sala de aula.

6.6. 6.º CICLO

6.6.1. PLANEAMENTO

6.6.1.1. 1.ª Etapa: análise dos desafios encontrados nos ciclos anteriores

Para esta etapa fomos rever os desafios encontrados na revisão da literatura e na fase de exploração (Tabela 5.2.1.5.) e os desafios que surgiram nos 5 ciclos anteriores (Apêndice XXXVI).

6.6.1.2. 2.ª etapa: análise do contexto da ação

Este será o primeiro de 4 ciclos do 9.º Ano. Será a Professora B a dar a aula. A professora já realizou previamente o 1.º ciclo com a turma do 8.º ano. A aula irá decorrer no dia 22 de Novembro e decorrerá das 8h20 às 9h50, será uma aula de 90 minutos. O conteúdo para os próximos 4 ciclos será o tutorial de RV e a outra atividade sem RV será o finalizar de um projeto de matemática que os alunos terão de entregar no final da aula. A professora vai dividir a turma em 2 subgrupos, porém, desta vez, o grupo que não estará em atividade com RV, vai permanecer na sala de aula. A sala será dividida em duas partes, chegando as mesas para a frente e na parte da entrada da sala estarão só cadeiras, afastadas, umas das outras.

6.6.1.3. 3.ª etapa: variáveis da ação

Com a experiência dos ciclos anteriores e sendo esta turma do 9.º ano, vamos responsabilizar os alunos por retirarem os equipamentos do carrinho, higienizar e voltar a arrumar, no fim da experiência, como fizemos no ciclo 5. A grande alteração vai ser o facto da turma ir permanecer na mesma sala, dividindo a mesma de acordo com as necessidades das atividades que cada subgrupo irá realizar. Ambos os grupos estarão dentro da sala. A sala vai ser dividida em duas partes, uma com mesas onde trabalha um subgrupo, na outra metade da sala, só cadeiras espaçadas. As variáveis do 6.º ciclo estão descritas no Apêndice XXXVII.

6.6.1.4. 4.ª etapa: construção do plano de ação

a) Consentimento dos pais - foi solicitado aos pais dos alunos que preenchessem o consentimento que autorize os seus filhos a realizarem a experiência de RV.

b) Calendário - a professora enviou o calendário de aulas para o início das sessões com Realidade Virtual no 9.º ano Anexo XXXII), tendo também definido os temas a abordar com esta tecnologia.

c) Conteúdo - a primeira experiência a proporcionar aos alunos será o tutorial da PrismsVR que ensina em RV a utilização dos botões e comandos dos controladores. Iremos manter a lista de desafios encontrados na revisão de literatura e fase de exploração e as respetivas soluções que foram definidas para a implementação e que estão descritos na Secção 5.2.1.5, Tabela 5.2.1.5.

6.6.2. AÇÃO

Dentro da sala principal as cadeiras para receber os alunos está preparada, o vídeo projetor ligado, *headsets* nas caixas, no carrinho. O carrinho tem várias pilhas novas e todo o material necessário à higienização.



Figura 9: Sala preparada para RV

Fonte: autora

Neste 6.º ciclo, a primeira turma do 9.º ano, a realizar esta experiência, turma “A4” era constituído por 14 alunos que já tinham conhecimento da dinâmica que iria ocorrer durante a aula e que iam usar RV. A professora “B” que conduziu a aula, e uma professora

de apoio auxiliou. A professora deu as boas-vindas ao grupo, perguntou quem já tinha usado RV e para que fim e partilhou com os 14 alunos os slides da PrismsVR que explicam os equipamentos e os seus botões bem como o funcionamento e a atividade que irão realizar (Anexo XII e XIII). Os alunos estavam sentados em grupos de 4, ao redor de 2 mesas unidas. Em grupos de 2 por 1 pack de equipamento, foram seguindo as instruções da professora. Após a instrução inicial da atividade RV a turma dividiu-se e metade dos alunos trouxe o equipamento e ocuparam as cadeiras que estavam na primeira parte da sala (Figura 12). Foram realizados todos os passos até ao pedido de login, altura em que a professora foi de aluno em aluno, fornecendo a palavra-passe de cada um (Figura 14).

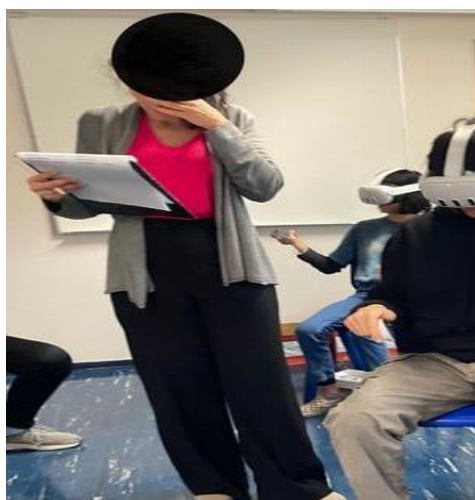


Figura 10: Professora distribui a palavra-passe a cada aluno
Fonte: autora

Concluída esta tarefa, os alunos ajudaram a desinfetar o equipamento, a guardá-lo na respetiva caixa, colocaram-no a carregar no carrinho. Dos 14 alunos todos tinham mais de 13 anos e todos pertenciam ao 9.º ano. Fui convidada a fazer mais algumas questões e pedi que respondessem novamente às mesmas perguntas através de um questionário.

6.6.3. OBSERVAÇÃO

Dos 14 alunos do 9.º ano. A professora após dar as boas-vindas questionou os alunos se já tinham utilizado RV e a maioria (8 alunos) já tinha tido algum contacto com RV, quer seja para jogar quer numa experiência interativa num museu (Apêndice XXXVIII, nota 102). 3

alunos têm em casa *headsets* de RV (Apêndice XXXVIII, nota 102). Este primeiro grupo, do 9.º ano, neste 6.º ciclo, demorou entre 9 minutos e o máximo de 30 minutos e o aluno que realizou mais rapidamente realizou-a em 13 minutos e o que demorou mais tempo, levou 20 minutos (Apêndice LI). A maioria das notas não foram ocorrências de desafios, algumas delas revelam o entusiasmo dos estudantes (ver notas 103,104 e 105, no Apêndice XXXIX). Em termos de desafios ocorridos observei 3 ocorrências a nível da instrução (pedagógico), internet, cibersegurança (técnico) e que exponho no Apêndice LII. No fim da aula apliquei a entrevista. Diante das questões levantadas e do desenvolvimento do estudo, constatou-se que, dos 14 alunos presentes, só para 2 esta foi a 1.ª experiência com RV. Apesar de na resposta à professora só 3 tenha dito que tinham em casa, neste questionário 9 disseram que tinham usado em casa, Apêndice LIII, questões 1 e 2. 7 alunos encontraram desafios na utilização descritos num espaço em branco, para as suas partilhas (ver Tabela 6.6.3.).

Tabela 6.6.3: Desafios encontrados pelos alunos

DESAFIOS ENCONTRADOS PELOS ALUNOS			
PEDAGÓGICO	Instrução	Encontrar/usar o lápis virtual	2
		Tutorial fez <i>restart</i> , voltou ao início	1
		Imagem travou, fez <i>shutdown</i>	1
		Imagem estava tremida	1
		No início não sabia como escrever a palavra-passe	1
		Botões dos controladores	1
		Tive uma dúvida na pergunta de uma tarefa	1
		Algumas coisas desapareceram	1
TÉCNICO	Cibersecurity	Ficou enjoado	1

Fonte: autora

6.6.4. CONCLUSÃO

6.6.4.1.- Factos observados

A maioria dos alunos já tinha tido algum contacto prévio com RV e a utilização de *headsets*. Foram encontradas 13 ocorrências (Apêndice LIV) neste 6.º ciclo. 10 delas derivadas da qualidade da instrução. Neste 6.º ciclo apareceram ocorrências novas, dentro das categorias de desafios técnicos (conexão e cibersegurança). Ver Apêndice LV.

6.6.4.2. Reflexão Crítica

Este ciclo mostra face aos anteriores um retrocesso face à qualidade da instrução que originou o surgimento de ocorrência já muito diminuída nos ciclos anteriores. O contexto foi diferente, os subgrupos de alunos estavam na mesa sala, a professora B só tinha tido ainda uma aula (o 1.º ciclo) como sua própria experiência instrucional. A decisão de manter todos os alunos na mesma sala, dividindo o espaço para as diferentes atividades, teve impactos maioritariamente positivos, embora tenha surgido uma ocorrência. Favoreceu a gestão do tempo, na troca entre os subgrupos e facilitou a supervisão da professora, por outro, trouxe desafios em relação a alguma distração no arranque do primeiro subgrupo. A interação entre grupos foi um aspeto relevante, e a necessidade de reforçar as regras de comportamento e respeito pelo espaço do outro foi identificada como uma área de melhoria. Outro aspeto relevante foi a questão do enjoo sentido por um dos alunos, o que ressalta a importância de estar atento se aluno sabe usar a deslocação virtual mais suave e se volta a sentir-se enjoado. Se assim for pode realizar a tarefa sem *headset*.

6.6.4.3. Conclusão

Para ciclos futuros, é necessário reforçar a instrução inicial, lembrar os alunos dos ajustes dos óculos e a importância de manter os óculos de ver ao longe. Esses ajustes serão essenciais para garantir uma experiência mais eficiente e enriquecedora, consolidando a integração da RV como uma ferramenta pedagógica eficaz.

6.7. CICLO N.º7

6.7.1. PLANEAMENTO

6.7.1.1. 1.ª etapa: análise dos desafios encontrados nos ciclos anteriores

Com base nas ocorrências do ciclo anterior e com a aprendizagem dos ciclos 1 a 6, a Tabela lista as recomendações a implementar neste ciclo. Foram criadas 4 sugestões a nível da instrução e 3 a nível dos desafios técnicos, detalhadas no Apêndice LVI.

6.7.1.2. 2.ª etapa: análise do contexto da ação

A aula decorrerá no mesmo dia do ciclo anterior, porém das 2h45 às 3h45. A Turma do 9.º é a turma A1 e decorrerá no dia C, numa 6ª feira dia 22 de Novembro. Os alunos farão

o tutorial de RV, as condições da sala são iguais às do ciclo 6 (ver Secção 6.6.1). A professora será a Professora B.

6.7.1.3. 3.ª etapa: variáveis da ação

As variáveis mantêm-se as mesmas do ciclo anterior (ver Secção 7.1.3, Tabela 7.1.3).

6.7.1.4. 4.ª etapa: plano de ação

a) Calendário - a aula será de 60 minutos. Menos tempo que a aula anterior que foi de 90 minutos.

b) Consentimento - todos os pais deram o consentimento.

c) Conteúdo - a primeira experiência a proporcionar aos alunos será o tutorial da PrismsVR que ensina em RV a utilização dos botões e comandos dos controladores. Estes conteúdos já descritos na Secção 3.6.1.4., alínea c).

6.7.2. AÇÃO

Este ciclo decorreu como o anterior (ver Secção 6.6.). A sala apresentava a mesma configuração e o contexto bem como tarefas dos 2 subgrupos foi igual ao ciclo anterior. A única alteração é o facto de a aula ser somente de 60 minutos.

6.7.3. OBSERVAÇÃO

Estiveram presentes 12 alunos (alguns faltaram devido a um torneio de basquetebol). O aluno que fez a tarefa mais rápido fez em 8 minutos e em mais tempo 16 minutos, dando uma média de 12 minutos, conforme Apêndice LVI. Na instrução inicial foi lembrado com exemplificação visual como usar os porta objetos virtuais. A professora pediu para rodarem o pulso, para anteciparem o que irão fazer em RV (ver Anexo LVII, notas 118 e 119). Uma aluna de cabelos longos, mostrou constrangimento em colocar os óculos e só quando a descansei que os mesmos estavam desinfetados, descontraíu e colocou o *headset* (nota 117). Um dos alunos não quis usar os óculos de ver ao longe e queixou-se da imagem pouco enublada. Após colocar os óculos, por debaixo do *headset*, a imagem passou a ficar nítida. Das notas retiradas deste ciclo (Anexo XIX) observei 2 ocorrências a nível da segurança e da higienização, descritas no Apêndice LVIII.

Diante das questões levantadas na entrevista aos alunos constatou-se que, dos 12 alunos presentes, só para um deles, esta foi a 1.^a experiência com RV, ver Apêndice LVIV, questão n.º 1. Para a grande maioria, esta experiência foi fácil e após a análise das respostas fornecidas, aprofundei para compreender quais aspectos que se apresentaram foram mais fáceis para os alunos Apêndice LVIV, questão n.º3. Neste ponto 38,9% dos alunos disseram ter compreendido bem as instruções e para 27,8% referiram ter sido fácil completar as tarefas.

Acerca dos desafios, emergiram 5 desafios do âmbito pedagógico, técnico e de instrução e encontram-se detalhados no Apêndice LVI.

6.7.4. CONCLUSÃO

6.7.4.1 - Reflexão Crítica

Este 7.º ciclo, em comparação com o ciclo anterior, teve um menor número de ocorrências no que diz respeito ao nível da instrução, e resultante da melhor qualidade de instrução (ver Anexo LVII, notas 118 e 119). Teve uma melhoria na execução das instruções iniciais, especialmente na explicação do uso dos objetos virtuais e na demonstração prévia dos movimentos necessários. No entanto, ainda persistiram desafios, principalmente relacionados à adaptação dos alunos ao ambiente virtual, como dificuldades em se movimentar dentro do mundo virtual e ultrapassar as barreiras de segurança, o que pode ser resolvido com ainda mais reforço das instruções iniciais. A redução do tempo de aula para 60 minutos representou um desafio logístico, limitando a possibilidade de entrevistas de grupo e aprofundamento qualitativo da experiência. Apesar disso, os questionários aplicados forneceram informações valiosas sobre a experiência dos alunos, permitindo identificar pontos de melhoria para os próximos ciclos. Do ponto de vista social, observou-se a resistência, demonstrando desconforto em utilizar os *headsets*, sem validação oral que os mesmos estavam desinfetados. A recusa de um aluno em utilizar seus óculos de grau impactou sua experiência, tornando a imagem tremida até que ele decidisse colocá-los. Isso reforça a necessidade de alertar previamente sobre a importância do uso adequado dos óculos para garantir uma experiência otimizada na RV.

6.7.4.2. Conclusão

O 7.º ciclo apresentou melhores resultados (face à diminuição de ocorrências) face à melhoria da instrução e revelou a necessidade de pequenos ajustes em questões técnicas e sociais. Embora o tempo de aula, mais reduzido, tenha limitado a recolha de dados via entrevista, os questionários trouxeram informação complementar ao observado.

6.8. CICLO N.º 8

6.8.1. PLANEAMENTO

6.8.1.1.- 1ª Etapa: análise dos desafios encontrados nos ciclos anteriores

Mantendo a solidificação das soluções implementadas ao longo de todos os ciclos anteriores reforçamos, para o planeamento deste ciclo, as recomendações para solucionar as ocorrências observadas no ciclo anterior. São elas: quem usa óculos deve manter os óculos colocados debaixo dos *headsets*, reforçar sempre a importância da higienização, incluindo nas bandas elásticas, reforço dos botões que permitem a deslocação no mundo virtual, bem como os botões de recentrar, que trazem o cenário até ao aluno e o relembrar os botões de recentrar que evitam a saída das fronteiras virtuais. Estas recomendações, as ocorrências que desejam colmatar e os benefícios esperados encontram-se detalhados no Apêndice LVII.

6.8.1.2. 2ª etapa: análise do contexto da ação

A aula irá decorrer na 2ª feira, dia 25 de Novembro de 2024, das 10h às 11h30 com a turma do 9.º ano B3. Será a primeira aula deste grupo com RV. Os alunos farão o tutorial de RV, as condições da sala são iguais às do ciclo 6 e ciclo 7 (ver Secção 7.1). A professora será a Professora B.

6.8.1.3. 3ª etapa: variáveis da ação

As variáveis mantêm-se as mesmas dos 2 ciclos anteriores (ver Secção 7.1.3, Tabela 7.1.3).

6.8.1.4. 4ª etapa: Construção do plano de ação

a) Calendário- a aula será de 90 minutos. Mais tempo que a aula anterior que foi de 60 minutos.

b) Consentimento- todos os pais já deram o consentimento.

c) Conteúdo- a primeira experiência a proporcionar aos alunos será o tutorial da PrismsVR que ensina em RV a utilização dos botões e comandos dos controladores. Estes conteúdos já descritos na Secção 3.6.1.4., alínea c).

6.8.2. AÇÃO

Este ciclo decorreu como os ciclos anteriores (ver Secção 6.7.2.). A sala apresentava a mesma configuração e o contexto bem como tarefas dos 2 subgrupos foi igual ao ciclo anterior. A única alteração é o facto de a aula ser de 90 minutos.

6.8.3. OBSERVAÇÃO

Estiveram presentes 15 alunos (Apêndice LVIII, nota 121). Na instrução inicial foi lembrado com exemplificação visual como usar os porta objetos virtuais. A professora pediu para rodarem o pulso, para anteciparem o que irão fazer em RV e eu reforcei e exemplifiquei como se utiliza o lápis virtual (ver Anexo LVIII, notas 128). Alunos e professora conversaram mais tempo do que nos 2 ciclos anteriores, sobre o projeto final, pois era o dia de entrega do mesmo. Foram observadas 6 ocorrências, (Apêndice LXI) porém de novo, tivemos o desafio do Idioma. Um aluno Chinês, teve dificuldade em perceber termos novos, técnicos, com os quais não está familiarizado, (ver Anexo LVIII, nota 129), que trouxe ocorrência no campo da instrução e pondo em causa a segurança do equipamento. As notas do diário de observador foram agrupadas de acordo com os temas a que dizem respeito, (Apêndice LXI).

Pelas respostas às entrevistas realizadas aos alunos, 13 estudantes já tinham tido alguma experiência com RV (Apêndice LXII, questão 1). Para a grande maioria dos alunos esta experiência foi fácil (Apêndice LXII, questão 2). 4 alunos partilharam que encontraram desafios, todos eles no âmbito de desafio de cariz pedagógico (Apêndice LXIII).

No total de 6 ocorrências, entre as observadas por mim e às descritas pelos alunos. 4 foram de âmbito pedagógico e 2 de cariz técnico (detalhe no Apêndice LXIV).

6.8.4. CONCLUSÃO

6.8.4.1. Reflexão Crítica

O 8.º ciclo de investigação-ação seguiu a estrutura dos ciclos anteriores, mantendo-se consistente acerca do contexto e da abordagem metodológica. No entanto, algumas ocorrências e desafios identificados em ciclos anteriores continuaram a manifestar-se (Secção 6.8.3), exigindo novas reflexões sobre a efetividade das soluções implementadas. Em cada atividade a Prismsvr apresenta uma listagem de potenciais pontos críticos em cada tarefa, para que os professores possam antecipar esses obstáculos (Anexos XVII, XVIII e XIX). Porém não observei a professora a antecipar esses potenciais obstáculos na instrução inicial. Surgiu um desafio novo, uma barreira linguística, que foi motivo de uma experiência menos positiva para o aluno em questão e que também poderia ter colocado em causa a segurança dos equipamentos.

6.8.4.2. Conclusões

Diante dessas ocorrências, recomenda-se aprimorar a clareza e o rigor das instruções, implementar mais materiais visuais e reforçar as orientações sobre a utilização dos equipamentos. A prismsVR tem um questionário sobre as funções dos controladores que pode ser preenchido após a instrução (Anexo XXIV). As pilhas podem ser mudadas antes de cada utilização. Ao aplicar essas melhorias, espera-se reduzir obstáculos e tornar a experiência em RV mais eficiente, acessível e segura para todos os alunos.

O 8.º ciclo evidenciou que, apesar dos progressos alcançados, subsistem desafios que exigem um planeamento contínuo e adaptável. A necessidade de reforçar a clareza da instrução, bem como de disponibilizar suporte linguístico adequado, revelou-se essencial para garantir uma experiência educativa inclusiva e eficaz. Para finalizar esta conclusão deixo uma Tabela com recomendações para as ocorrências encontradas, que inclui uma instrução pausada, passo a passo, pedindo aos alunos para recapitularem cada ação, usar mais materiais visuais, evitar realizar uma 1.ª experiência de RV quando se tem um teste, exame ou trabalho final para entregar logo de seguida e evitar realizar uma 1.ª experiência de RV quando se tem um teste, exame ou trabalho final para entregar logo de seguida (ver Tabela detalhada no Apêndice LXV).

6.9. CICLO N.º 9

Este foi o último ciclo de implementação de RV. Neste ciclo a última turma do 9.º ano passou pela experiência de RV, e teve a sua primeira experiência imersiva. Foi a 5.ª aula de RV que a professora B deu e a sua 4.ª turma de 9.º ano.

6.9.1. PLANEAMENTO

6.9.1.1. 1.ª etapa: análise dos desafios encontrados nos ciclos anteriores

Mantendo a solidificação das soluções implementadas ao longo de todos os ciclos anteriores (ver Secções 6.2.1, 6.3.1, 6.4.1, 6.5.1, 6.6.1, 6.7.1, 6.8.1 e 6.9.1) reforçámos, o planeamento deste ciclo, com as recomendações para solucionar as ocorrências observadas no ciclo anterior, ciclo n.º 8 e presentes no Apêndice LXV.

6.9.1.2. 2.ª etapa: análise do contexto da ação

A aula irá decorrer na 2.ª feira, dia 25 de Novembro de 2024, das 14h15 às 3h45 com a turma do 9.º ano A1. Será a primeira aula deste grupo com RV. Os alunos farão o tutorial de RV, as condições da sala são iguais às dos três ciclos anteriores (ver Secções 6.7.1, 6.8.1 e 6.9.1). A professora será a Professora B. Na sala terá também uma professora auxiliar que dará apoio ao subgrupo que não está na experiência de RV.

6.9.1.3. 3ª etapa: variáveis da ação

As variáveis mantêm-se as mesmas dos 3 ciclos anteriores (ver Secções 6.7.1.3, 6.8.1.3 e 6.9.1.3).

6.9.1.4. 4ª etapa: construção do plano de ação

a) Calendário - a aula será de 90 minutos, decorre no último tempo de aula do dia. Tal como nos ciclos anteriores os alunos serão divididos em dois subgrupos, ambos ficarão a trabalhar na mesma sala, os que farão a atividade com RV estarão no início da sala, com as cadeiras afastadas e o subgrupo que fará a outra tarefa, trabalharão no seu trabalho de projeto, que deverão entregar nesse dia.

b) Consentimento- todos os pais já deram o consentimento.

c) Conteúdo- a primeira experiência a proporcionar aos alunos será o tutorial da PrismsVR que ensina em RV a utilização dos botões e comandos dos controladores. Estes conteúdos já descritos na Secção 3.6.1.4., alínea c).

6.9.2. AÇÃO

A sala apresentava a mesma configuração dos 3 ciclos anteriores (ver Secções 6.6.1.3, 6.7.1.3, 6.8.1.3) bem como o contexto e as tarefas dos 2 subgrupos.

6.9.3. OBSERVAÇÃO

As notas de observação estão listadas no Anexo LXVII. Estiveram presentes na aula 12 alunos (Apêndice LXVI, nota 131). Na instrução inicial foi lembrado com exemplificação visual como usar os porta objetos virtuais (Apêndice LXVI, nota 132). A professora pediu para rodarem o pulso, para anteciparem o que irão fazer em RV e eu reforcei e exemplifiquei como se utiliza o lápis virtual (Apêndice LXVI 133). A professora reforçou a funcionalidade dos botões, demorando mais tempo nos slides (Apêndice LXVI, nota 132). A professora reforçou que quem usa óculos deve mantê-lo para manter a boa visibilidade na experiência (Apêndice LXVI, nota 134). A instrução foi dada a todos os alunos ao mesmo tempo, todos mexeram nos equipamentos. Tive a percepção que, apesar de ter sido uma instrução com mais tempo de visualização dos slides, que precisaríamos de mais uns minutos para ambos colocarem no pulso os controladores, durante mais tempo mexerem nos botões (Apêndice LXVI, notas 135 e 136). A higienização correu bem e alunos foram responsáveis por limpar e recolocar no carrinho os equipamentos, a carregarem (Apêndice LXVI, nota 138).

Os alunos verbalizaram palavras de entusiasmo (associadas a expressões de entusiasmo e alegria) como se pode ver no Apêndice LXVI, notas 139, 140, 141, 142, 143, 144 e 145.

As notas estão agrupadas de acordo com as temáticas dos desafios, sendo todas ligadas à qualidade de instrução, âmbito pedagógico (Apêndice LXVII).

A professora pediu que os alunos preenchessem a entrevista escrita e perante as suas respostas, dos 12 alunos, para 3 foi a primeira vez que usaram RV (Apêndice LXVIII, questão n.º 1). Os outros já tinham tido experiência em museus e em casa de amigos (Apêndice LXVIII, questão n.º 2). Para a grande maioria dos alunos esta experiência foi fácil (Apêndice LXVIII, questão n.º 3). No espaço livre para comentários e partilhas os

alunos escreveram: “Gostei da experiência, foi muito divertido”, “devemos continuar a fazer isto, muito divertido”, “devemos fazer mais vezes” e “foi muito divertido”.

Não observei nenhuma ocorrência, porém os alunos fizeram comentários do que consideraram mais difícil e esses 5 comentários dizem respeito a questão do âmbito pedagógico, Apêndice LXIX.

6.9.4. CONCLUSÃO

6.9.4.1. Reflexão Crítica e Conclusão

Este nono ciclo de implementação de Realidade Virtual assinala o encerramento desta etapa na investigação-ação. Este último ciclo reforçou a importância da adaptação e da melhoria contínua, assegurando a consistência nos processos de planeamento, execução e observação. A repetição das condições anteriores permitiu consolidar as boas práticas, garantindo que a implementação das recomendações fosse testada de forma consistente. Observou-se que os alunos demonstraram entusiasmo e facilidade na utilização dos dispositivos, embora, nesta primeira utilização, tenham surgido alguns desafios técnicos e pedagógicos, nomeadamente dificuldades na manipulação dos botões virtuais e na compreensão de comandos específicos. Estas dificuldades, ainda que pontuais e não diretamente observadas por mim, foram reportadas pelos alunos, que, contudo, as superaram autonomamente, sem necessidade de solicitar apoio à professora. Estas questões estão relacionadas com a curva de aprendizagem inerente ao uso da RV, evidenciando a necessidade de um refinamento nas instruções e de um suporte mais detalhado durante as primeiras interações. A análise dos comentários dos alunos aponta para um impacto positivo da RV na experiência de aprendizagem. O facto de alguns estudantes terem referido que a experiência foi divertida e que gostariam de repeti-la sugere que a utilização da RV foi bem recebida e proporcionou um ambiente de aprendizagem envolvente e motivador.

Este último ciclo encerra a investigação-ação com evidências de que a RV pode ser uma ferramenta valiosa no contexto educacional, desde que acompanhada de um suporte adequado e de estratégias pedagógicas bem estruturadas.

Face às recomendações realizadas no planeamento destes ciclos as mesmas tiveram consequências positivas pois não se registaram ocorrências idênticas aos desafios do ciclo n.º 8 e as recomendações alcançaram os resultados esperados, como se pode ver detalhado no Apêndice LXX.

7. CONCLUSÃO

A utilização da Realidade Virtual como recurso pedagógico apresenta um forte potencial para prática educativa, enriquecendo a experiência educativa, em sala de aula. Porém, os dados recolhidos neste estudo refletem que a adoção desta tecnologia enfrenta diversos desafios a nível técnico e financeiro, pedagógico e social que devem ser estrategicamente considerados, como vamos aprofundar de seguida. As leituras realizadas na revisão de literatura bem como os desafios apurados na sessão exploratória permitiram um planeamento preventivo que contribuiu para a diminuição das manifestações dos desafios conhecidos previamente. Apurou-se que os desafios se enquadram em 3 grandes categorias: técnicos, sociais e pedagógicos. Cada categoria divide-se em subcategorias como se pode ver na Tabela 7.

Tabela 7: Desafios encontrados na Revisão de literatura e na fase exploratória

DESAFIOS	REVISÃO DE LITERATURA	FASE DE EXPLORAÇÃO
TÉCNICOS	Hardware	Software de gestão de <i>Headsets</i>
	Infraestrutura	Router exclusivo a RV
	Exigências Técnicas	Configuração demorada
	Cibersegurança	Obrigatoriedade de contas meta para <i>headsets</i> META
	Carregamento e Manutenção de dispositivos	Atualização do software
SOCIAIS	Acessibilidade e Inclusão	Estéticos (penteados)
PEDAGÓGICOS	Formação	Gestão do tempo/tarefas
	Integração Pedagógica	Introdução do login
		Gestão da sala
		Qualidade da instrução

Fonte autora

O custo elevado dos equipamentos, das infraestruturas necessárias, as licenças de software podem ser impeditivas para instituições com menos recursos financeiros. A

complexidade técnica a nível da configuração e manutenção dos *headsets* pode ser um entrave para a tomada de decisão à implementação de instituições com menos recursos humanos nas equipas técnicas.

Ainda que o contexto específico deste estudo tenha superado estas barreiras através de uma maior capacidade orçamental, os desafios relacionados com a configuração, manutenção dos dispositivos e atualizações de software estiveram presentes.

Foram realizados 9 ciclos, em cada um deles alguns ajustes, quer seja no conteúdo a abordar, quer seja na professora responsável, como é realizada a instrução inicial, como decorrem as atividades com e sem Rv, quem faz a higienização do equipamento e o tempo de duração de cada sessão, como se pode ver na Figura 11.



Figura 11: Os 9 ciclos e as alterações das variáveis de ação, em cada ciclo.

Fonte: Autora

Estes 9 ciclos de ação trouxeram várias ocorrências, alargando o leque de desafios que ocorrem na adoção de Rv no ensino e que não tinha encontrado nas leituras que realizei.

Do ponto de vista pedagógico, faço destaque à formação de professores, bem como a sua experiência prévia com os equipamentos e com as tarefas que irão ser propostas aos alunos, facilita a antecipação de desafios que possam ocorrer durante a experiência imersiva. O planeamento em detalhe da aula, a adaptação dos conteúdos curriculares às tarefas imersivas propostas. O planeamento pormenorizado das aulas, a adaptação dos conteúdos às tarefas imersivas, a gestão do tempo e a higienização dos equipamentos revelaram-se fundamentais para o sucesso da experiência com RV. A clareza e qualidade das instruções iniciais mostraram-se determinantes para minimizar dificuldades técnicas e proporcionar uma experiência mais fluída aos alunos.

No campo social, questões de acessibilidade, inclusão e higienização são relevantes e exigem planeamento uma vez que nem todos os alunos podem realizar a experiência imersiva, quer pela falta de consentimento dos pais, quer por terem menos de 13 anos, quer por alguma razão de doença. A importância dos alunos que usam óculos os manterem durante os exercícios em realidade virtual vai impactar a qualidade da imagem e da sua experiência.

Alguns desafios tecnológicos encontrados na revisão de literatura surgiram no decorrer do estudo, nomeadamente os desafios técnicos relacionados com a gestão de bateria dos controladores e as atualizações de software.

Os desafios a nível pedagógico, nomeadamente a nível da qualidade da instrução foram os que mais emergiram na adoção da realidade virtual. Apesar da formação, do planeamento e da experiência dos professores com as atividades imersivas, verificou-se que a qualidade da instrução inicial impacta na qualidade da experiência com a Realidade Virtual. A clareza e a qualidade da orientação inicial aos utilizadores revelaram-se fatores preditivos dos obstáculos enfrentados durante a utilização da RV, nomeadamente a nível do *Logout* das aplicações que afeta o login do utilizador e também, seguinte, a instrução a nível da funcionalidade dos controladores.

O número de desafios nestes temas diminui quando os professores usam uma estratégia de instrução com vários recursos variados como explicar, demonstrar recapitular, perguntar, mostrar visualmente com slides e permitir os alunos mexerem nos

controladores. As ocorrências que foram surgindo em cada ciclo foram agrupados por temas, que colori na Tabela abaixo (Tabela 7.1), para melhor ilustrar o leitor.

Tabela 7.1: Ocorrências que emergiram nos 9 ciclos de investigação

		8.º Ano					9º ano			
		Professora B	Professora A			Professora B				
CATEGORIA DE DESAFIO	SUB CATEGORIA	DESAFIOS 1º CICLO	DESAFIOS 2º CICLO	DESAFIOS 3º CICLO	DESAFIOS 4º CICLO	DESAFIOS 5º CICLO	DESAFIOS 6º CICLO	DESAFIOS 7º CICLO	DESAFIOS 8º CICLO	DESAFIOS 9º CICLO
PEDAGÓGICO	Instrução	Funcionabilida des dos controladores	Braceletes dos controladores	Funcionabilida des dos controladores	Funcionabilida des dos controladores	Loggin/Loggin incorrecto		Funcionabilida des dos controladores	Loggin/Loggin incorrecto	Usar recursos virtuais
				Loggin/Loggin incorrecto	Ajuste do headset		Ajuste do headset	Funcionabilida des dos controladores	Aluna não terminou as tarefas e fez logoff, dizendo que tinha terminado.	
			Usar recursos virtuais	Usar óculos + Headset	Entender a tarefa		Usar recursos virtuais	Usar óculos + Headset	Loggin/Loggin incorrecto	
			Loggin/Loggin incorrecto				Loggin/Loggin incorrecto		Aluno Chinês com dificuldade nas instruções em inglês.	Funcionabilida des dos controladores
		Loggin/Loggin incorrecto					Imagem travou, fez shutdown		Entender a tarefa	Dificuldade em reter muita informação
							Funcionabilida des dos controladores		Loggin/Loggin incorrecto	
		Dificuldade em reter muita informação					Entender a tarefa		Funcionabilida des dos controladores	
		Braceletes dos controladores					Loggin/Loggin incorrecto			
	Gestão da sala de aula	Confusão/desordem/gestão do tempo	Confusão/desordem/gestão do tempo				Confusão/desordem/gestão do tempo			
PEDAGÓGICO / TÉCNICO	Instrução e Cibersegurança						Ficou enjoado			
		Ajuste do headset			Consentimento dos pais					
TÉCNICO	Gestão da energia	Pilhas descarregadas	Pilhas descarregadas						Pilhas descarregadas	
	Conexão						Conectividade			
	Hardware								Entender a tarefa	
	Software	Atualização do sistema								
		Loggin/Loggin incorrecto								
SOCIAL	Higienização	Dificuldade na higienização						Dificuldade na higienização		
Nº OCORRÊNCIAS		16	5	6	7	1	12	4	8	5

Fonte: autora

Listo abaixo na Tabela 7.2. as subcategorias em que dividi as ocorrências que foram surgindo e que estão detalhadas atrás, nas seções correspondente a cada ciclo de investigação-ação.

Tabela 7.2: Lista de ocorrências durante os ciclos de investigação

OCORRÊNCIAS		
PEDAGÓGICO	INSTRUÇÃO	Funcionalidade dos controladores
		Login incorreto
		Ajustes dos <i>headsets</i>
		Dificuldade em reter muita informação
		Braceletes dos controladores
		Usar recursos virtuais
		Usar Óculos + <i>headsets</i>
		Aluna não terminou as tarefas e fez <i>logoff</i> , dizendo que tinha terminado
		Entender a tarefa
	GESTÃO DE SALA DE AULA	Confusão / desordem / gestão do tempo
TÉCNICO	ENERGIA	Pilhas descarregadas
	SEGURANÇA	Consentimento dos pais
		Enjoo
SOFTWARE	O sistema pediu para “Reiniciar o aplicativo”	

Fonte: autora

Como se pode observar a maioria das ocorrências que surgiram são de cariz pedagógico e relacionadas à instrução. Abordámos na Secção 2.5. a importância da existência de um modelo instrucional como peça fundamental quando se considera a integração de recursos tecnológicos na educação. A prática pedagógica observada neste estudo aproxima-se do Modelo SAM (Secção 2.5.2) que se destaca pelo seu carácter iterativo, colaborativo e ajustado com base em ciclos curtos de feedback. O processo ao longo destes 9 ciclos de investigação foi iterativo, algumas das aulas foram seguidas em calendário, num processo veloz, permitindo ajustes de aula para aula, num trabalho colaborativo, recebendo feedback dos alunos e da equipa. Estes ciclos curtos de *feedback*, em equipa multidisciplinar, foram constantes e permitiram às professoras irem ajustando a qualidade da sua instrução e o número de desafios foi sendo menor de ciclo para ciclo. Como o modelo Sam preconiza ciclos curtos, este modelo para a adoção da realidade virtual funcionou e foi adequado. À luz deste modelo é possível realizar ajustes de ciclo para ciclo. Neste modelo a aprendizagem e feedback estão integradas em todas as etapas do processo. Considerando que o nosso processo teve uma parte exploratória e mais 9 ciclos, todas estas fases foram etapas do processo de adoção de RV no colégio e

permitiu-nos ajustar em cada fase, aprendendo, testando e ajustar. Neste momento na fase de desenvolvimento temos condições de realizar o manual de implementação com feedbacks recebidos de todos os *stakeholders*.

Porém considero que após esta adoção, para a continuidade da utilização de Rv nas aulas, em que os professores poderão usar Rv para os alunos que o preferirem a outra atividade, onde podem estar todos os alunos a usar RV ou grupos diferentes com recursos diferentes, este modelo poderá ser substituído por outro modelo a explorar em futuros estudos.

Referimos na Secção 2.5.3. o modelo IVlearning é usado para a prática da experiência imersiva. Há luz deste modelo a aplicação PrismVR acolhe os diversos pontos que este modelo preconiza, como o a segmentação de tarefas em que cada atividade apresenta várias tarefas, divididas em unidades mais pequenas, a serem concluídas e que professor acompanha através do seu *dashboard*. Outra das características é a oferta de interações relevantes e que a PrismsVr oferece ao longo do tutorial e também nos seus outros conteúdos (Anexos II e III). O modelo IV learning visa a construção com base no conhecimento previamente existente e a PrismsVr apresenta inclusive uma análise dos conhecimentos prévios (ver Anexo V). Para além disso, as tarefas propostas pela plataforma PrismsVR demonstraram-se adequadas do ponto de vista pedagógico, contribuindo para a consolidação de aprendizagens anteriores e alinhando-se ao modelo instrucional M-iVR-L. Tem um foco pedagógico, centra-se no aluno e na sua experiência (envia dicas, podem enviar e receber mensagens da professora, entre outras), promove o pensamento crítico, com forte transfer para a prática e alargado a vários conteúdos, temáticas.

8. REFLEXÃO CRÍTICA

8.1. Objetivos específicos

Propusemos na Secção 3 o que seria intencionado alcançar com este estudo e desenharam-se objetivos. Analiso neste ponto o alcançado face ao proposto, ver Tabela 8.1).

Tabela 8.1: Resultados dos objetivos específicos propostos

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:	FINALIDADE:	RELEVÂNCIA:	RESULTADO:
Estudar a literatura sobre o uso de Realidade Virtual (RV) no ensino, os desafios no uso da mesma.	Compreender o estado atual do conhecimento e os principais obstáculos enfrentados na implementação de RV no ensino.	Fornecer uma base teórica sólida para fundamentar o estudo e identificar lacunas que precisam ser abordadas para a aplicação eficaz da RV em ambientes educacionais	Este estudo permitiu identificar os principais obstáculos que emergem na adoção de Rv e permitiu-nos desenhar uma lista de soluções para as ocorrências que encontramos na revisão de literatura. (ver Seção 8.2)
Conhecer as percepções dos <i>stakeholders</i> envolvidos no projeto.	Identificar e compreender as expectativas, preocupações e interesses dos <i>stakeholders</i> no contexto da adoção da RV.	Garantir que o projeto atenda às necessidades dos envolvidos e alinhe os objetivos institucionais com as expectativas de todos.	Todos os elementos foram ouvidos e o seu feedback relevante para o aperfeiçoamento de cada ciclo.
Conhecer as condições favoráveis e os desafios à adoção da RV.	Avaliar os fatores que facilitam ou dificultam a adoção da RV no ambiente institucional.	Ajudar na formulação de estratégias de implementação mais eficientes, considerando os recursos disponíveis e os desafios identificados.	Este estudo permitiu identificar os principais obstáculos que emergem na adoção de Rv e permitiu-nos desenhar uma lista de soluções para as ocorrências que encontramos na revisão de literatura. (ver Seção 8.2)
Conceber uma abordagem (ação) de implementação da RV.	Desenvolver um plano de ação estruturado para a integração da RV no ensino. contextos educacionais.	Criar um guia prático e adaptado às necessidades da instituição, promovendo uma transição eficaz para o uso de novas tecnologias.	Foi criada uma lista detalhada de soluções para evitar os desafios encontrados.
Colocar a ação em prática e reformular as próximas ações à medida que recolhemos informação.	Testar e ajustar a implementação da RV com base em feedback e dados recolhidos durante o processo.	Garantir melhorias contínuas e uma adaptação progressiva do uso da RV, aumentando as chances de sucesso no longo prazo.	As melhorias foram realizadas em cada novo ciclo, o que contribui para uma diminuição do número de ocorrências.
Síntese de avaliação da ação e novo planeamento.	Avaliar os resultados da implementação inicial da RV e desenvolver um novo plano com base nas lições aprendidas.	Assegurar uma evolução constante e baseada em evidências na utilização da RV, ajustando estratégias para maior eficácia.	As melhorias foram realizadas em cada novo ciclo, o que contribui para uma diminuição do número de ocorrências.
Partilha de resultados com a comunidade científica	Divulgar os resultados e aprendizagens da investigação com a comunidade científica e educativa.	Contribuir para o avanço do conhecimento sobre o uso da RV no ensino e inspirar outras instituições a adotar práticas semelhantes.	Um artigo foi já submetido e aprovado para uma conferência e mais estão planeados.

Fonte: autora

8.2. SUGESTÕES PARA COMBATER AS OCORRÊNCIAS ENCONTRADAS

Com a intenção de desenvolver um futuro manual de adoção da Realidade Virtual, foram desenhadas recomendações para os vários desafios que surgiram neste estudo. Estas soluções são recomendadas para o Colégio Americano, que, entretanto, decidiu adquirir mais 10 equipamentos e por esse motiva as turmas não terão mais necessidade de serem divididas em 2 grupos, com atividades diferenciadas. Na Tabela 8.2. pode ver-se as recomendações para a implementação de RV para as próximas turmas do 8.º ano e para os novos alunos do 9.º e 10.º ano, nos próximos anos letivos.

Tabela 8.2: Recomendações para os desafios encontrados

DESAFIOS	DESCRIÇÃO DOS DESAFIOS	SOLUÇÕES
TÉCNICOS	Hardware	20 <i>headsets</i> de RV.
		Carrinho de transporte de <i>headsets</i> com ligação à corrente.
		Computador de professoras.
		Vídeo projetor para passar slides ou para projetar a atividade 3D e poder ser realizado 2 a 2 (até com menores de 13 anos).
		Carrinho transportado para a sala pela equipa técnica.
	Software	PrismsVR, Manager XR (estão de <i>headset</i>).
	Infraestrutura	Assegurada
	Exigências técnicas	Equipa informática assegura reposição de pilhas e carregamento de <i>headsets</i> .
		Diretora de informática está presente no 1.º ciclo.
	Cibersegurança	Questionário aos pais a solicitar autorização.
		Questionário aos pais a questionar de saúde que impedissem o uso de RV.
		Idade mínima de 13 anos para uso de RV com <i>headsets</i> .
		Assegurar instruções sobre potenciais tonturas.
		Afastar as mesas.
	Realizar a tarefa tutorial sentados, as outras já podem fazer de pé, caso a sala o permita.	
Carregamento e manutenção de dispositivos	O carrinho de suporte transporta: <ul style="list-style-type: none"> - carregador de pilhas; - para tutorial, colocar as pilhas carregadas em todos os controladores antes de iniciar sessão ou avisar alunos que se não funcionar devem pedir para trocar as pilhas; - Caixa para colocar pilhas vazias não carregáveis; 	

		-Pilhas novas; - Headsets têm baterias para 90 minutos. 1 turma dura no máximo de 60 minutos de utilização;
	Configuração demorada	Todos os <i>headsets</i> estão configurados.
	Obrigatoriedade de contas meta para os <i>headsets</i> da META	Router exclusivo para RV e colocado em cima do carrinho dos <i>headsets</i> .
	Atualização de <i>software</i>	Todos os <i>headsets</i> estão configurados.
SOCIAIS	Acessibilidade e Inclusão	Opção de realizar a tarefa em 3D em desktop.
	Estéticos (penteados)	Opção de realizar a tarefa em 3D em desktop.
	Higienização	Alunos retiram e colocam equipamento no carrinho logo na 1.ª aula e são responsáveis pela higienização. Alertar para não limpar as lentes.
		No carrinho de transporte dos <i>headsets</i> : - Álcool; - Rolo de papel; - Toalhetes descartáveis; - Bandas descartáveis para o cabelo;
PEDAGÓGICOS	Formação	As professoras levam <i>headsets</i> para casa para experienciarem as tarefas. - Estudar os <i>toolkits</i> que a Prismsvr fornece; - Tirar dúvidas no fórum de professores da PrismsVR
	Integração pedagógica	Realizar a 1ª aula de RV em sessões de 90 minutos.
	Integração pedagógica	Assegurar que professoras compreendem que as tarefas só devem ser apresentadas aos alunos só após os conteúdos serem dados. Realizar avaliação de conhecimento prévio e no final de questionário pós ação.
	Gestão do tempo / tarefas	Bloco de 80 minutos para a 1.ª aula de tutorial.
	Atribuição do login	Para os tutoriais (1.ª aula) os alunos têm já os <i>headsets</i> nas cadeiras.
	Gestão da sala	Entregar o Pack junto com a caixa.
		Dividir o espaço, garantindo a segurança de cada aluno. Ter espaço para os alunos com menos de 13 anos poderem realizar a tarefa no seu computador.
		Professoras e colegas de apoio fazem a higienização e arrumam os <i>headsets</i> nos carrinhos.
	Qualidade da instrução	Explicar o que vai acontecer durante a sessão.
		Todos juntos ouvem as instruções de RV.
Apresentar os slides sobre a utilização dos controladores e do <i>headset</i> .		
Depois da explicação, exemplificar, fazer questões orais e escritas sobre os controladores e <i>headsets</i> .		
Quando o grupo de RV terminar o tutorial da PrismsVr. No final inspirar a partilha da experiência. Mostrar mais tempo o power point e permitir que os alunos tenham os controladores consigo (sentados em		

		<p>pares), com tempo para que ambos possam mexer e colocar as braceletes nos pulsos. Recapitular, deixando os alunos façam, em voz alto, essa recapitulação.</p>
		<p>Garantir que todos tenham os <i>headsets</i> na mão antes de os colocar e recapitular, em conjunto, como ajustar e ampliar as alças e como ajustar em caso de usarem óculos.</p>
		<p>Reforçar a explicação e mimetização do uso dos recursos virtuais disponíveis e como aceder (incluindo o lápis) na instrução inicial.</p>
		<p>Quando os alunos se sentarem com os <i>headsets</i>, recapitular os quatro pontos principais: 1- como ampliar / ajustar os óculos; 2- o sistema pode pedir para reiniciar a aplicação; 3- iniciar sessão;</p>
		<p>Na instrução mostrar como se apertam as braceletes de proteção dos controladores.</p>
		<ul style="list-style-type: none"> - Fornecer os controladores antes dos óculos. - Exemplificar a colocação da bracelete. - Dar tempo a cada aluno para colocar a bracelete e ajustar.
		<p>Recapitular o <i>log off</i> e desligar o <i>headset</i>.</p>
		<p>Experiência em Rv na língua oficial da escola, o Inglês.</p>

Fonte: autora

9. LIMITAÇÕES DO ESTUDO

A acumulação das funções de investigadora e membro da equipa resultou na possível perda de algumas observações, as quais foram registadas no diário do observador. A necessidade de colaborar na dinâmica da sala de aula impediu o registo de todas as interações que poderiam ter sido anotadas. Outra limitação foi termos tido aulas durações diferentes, as professoras não serem sempre as mesmas, a instrução não ser rigorosamente igual, a experiência prévia dos alunos, foram variáveis não consideradas como variáveis e não foram isoladas.

O fato de termos realizado 9 ciclos investigação-ação trouxe, em cada um, o surgimento de vários desafios e a oportunidade de os explorar; ainda assim, teve como desvantagem a falta de tempo de um melhor planeamento de ciclo para ciclo. Embora os ciclos seguidos permitiram um ajuste rápido aos desafios, com um maior espaçamento, entre os ciclos, teríamos mais tempo para refletir e analisar mais profundamente as informações recolhidas e talvez com isso se tivesse realizado um melhor planeamento dos ajustes,

mais precisos na abordagem de cada ciclo, especialmente em termos pedagógicos. Com mais tempo entre ciclos poderia ter havido ajustes na recolha de dados a nível de entrevistas mais detalhadas, maior registo de observações.

10. SUGESTÕES

Com o objetivo de expandir a RV como recurso pedagógico a escola está a desenvolver um Manual de Adoção de Realidade Virtual (RV) para os novos professores, com especial atenção na qualidade da instrução inicial.

Há uma oportunidade de investigar a adoção da RV, particularmente em relação à primeira experiência dos alunos, incluindo as tarefas do tutorial com um desenho da instrução inicial, que se repete de forma consistente em vários ciclos, variando apenas a professora.

Seria interessante explorar as diferenças dessa abordagem com alunos de diferentes anos e até analisar se algo se altera entre aqueles que têm experiência com o equipamento em casa e os que nunca o utilizaram.

Sugiro ainda o estudo da compreensão do conhecimento no final de cada módulo, com foco no conteúdo programático, para avaliar como a RV pode ajudar a compreensão do conhecimento conceptual.

Outra sugestão é investigar, ao aplicar a experiência de RV em um conteúdo específico, como se dá a **transferência do conhecimento** para a prática, verificando se os alunos conseguem aplicar o que aprenderam em contextos do mundo real.

Além disso, a escola gostaria de ter um estudo sobre o envolvimento e entusiasmo dos alunos com a utilização de RV, a fim de entender melhor como essa tecnologia impacta sua motivação e a sua participação nas aulas a fim também desse estudo ser partilhado com outras escolas internacionais.

11. BIBLIOGRAFIA

- 2021—*Eurydice publications*. (sem data). Obtido 24 de outubro de 2024, de <https://eurydice.eacea.ec.europa.eu/publications/2021-eurydice-publications>
- Abulrub, A., Attridge, A., & Williams, M. (2011). Virtual reality in engineering education: The future of creative learning. *2011 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, 751–757. <https://doi.org/10.3991/ijet.v6i4.1766>
- Alawadhi, M., Alhumaid, K., Almarzooqi, S., Sh, A., Aburayya, A., Salloum, S., & Almesmari, W. (2022). *Factors Affecting Medical Students' Acceptance of the Metaverse System in Medical Training in the United Arab Emirates (Original Research)*. *Special Volume*, 1–14. <https://doi.org/10.11576/seejph->
- Ali, C. A. (2021). A comparative study of SAM and ADDIE models in simulating STEM instruction. *African Educational Research Journal*, 9(4), 852–859. <https://doi.org/10.30918/AERJ.94.21.125>
- Amado, J. (2014). *Manual de investigação qualitativa em educação (2ª)*. Imprensa da Universidade de Coimbra. <https://doi.org/10.14195/978-989-26-0879-2>
- Appel, L., Peisachovich, E., & Sinclair, D. (2021). CVRRICULUM Program: Benefits and Challenges of Embedding Virtual Reality as an Educational Medium in Undergraduate Curricula. *International Journal for Innovation Education and Research*, 9, 219–236. <https://doi.org/10.31686/ijer.vol9.iss3.2992>
- Ariza, bruder, & Katzakakis, N. (sem data). *Analysis of Proximity-Based Multimodal Feedback for 3D Selection in Immersive Virtual Environments*. <https://doi.org/10.1109/VR.2018.8446317>.
- Asad, M. M., Naz, A., Churi, P., & Tahanzadeh, M. M. (2021). Virtual Reality as Pedagogical Tool to Enhance Experiential Learning: A Systematic Literature Review. *Education Research International*, 2021(1), 7061623. <https://doi.org/10.1155/2021/7061623>
- Azuma, R. T. (sem data). *Azuma A Survey of Augmented Reality*. Obtido 22 de outubro de 2024, de <https://www.semanticscholar.org/paper/Azuma-A-Survey-of-Augmented-Reality-Azuma/831d55d38104389de256c501495539a73118db7f>
- Bajracharya, J. (2019). Instructional Design and Models: ASSURE and Kemp. *Journal of Educational Research*, 9, 1–8. <https://doi.org/10.3126/jer.v9i2.30459>
- Baniasadi, T., Ayyoubzadeh, S. M., & Mohammadzadeh, N. (2020). Challenges and Practical Considerations in Applying Virtual Reality in Medical Education and Treatment. *Oman Medical Journal*, 35(3), e125–e125. <https://doi.org/10.5001/omj.2020.43>
- BARDIN, L. (2016). *Análise de Conteúdo. 4 Ed.* <https://pt.scribd.com/document/772734293/BARDIN-Laurence-Ana-lise-de-conteudo-4-ed-2016>
- Beck, D., Morgado, L., & O'Shea, P. (2024). Educational Practices and Strategies With Immersive Learning Environments: Mapping of Reviews for Using the Metaverse. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 17, 319–341. <https://doi.org/10.1109/TLT.2023.3243946>
- Bennett, M. (2020). A Review of the Literature on the Benefits and Drawbacks of Participatory Action Research. *First Peoples Child & Family Review*, 1, 19–32. <https://doi.org/10.7202/1069582ar>

- Bento, A. (2023). «Triangulação» na investigação qualitativa. <https://etal.pt/2013/09/29/triangulacao-na-investigacao-qualitativa/>
- Berg, L. P., & Vance, J. M. (2017a). Industry use of virtual reality in product design and manufacturing: A survey. *Virtual Reality*, 21(1), 1–17. <https://doi.org/10.1007/s10055-016-0293-9>
- Berg, L. P., & Vance, J. M. (2017b). Industry use of virtual reality in product design and manufacturing: A survey. *Virtual Reality*, 21, 1–17. <https://doi.org/10.1007/s10055-016-0293-9>
- Bolger, N., Davis, A., & Rafaeli, E. (2003). Diary methods: Capturing life as it is lived. *Annual Review of Psychology*, 54, 579–616. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.54.101601.145030>
- Bolivar, A., DOMINGO SEGOVIA, J., & M.Fernández. (1998). *La investigación biográfico-narrativa. Guía para indagar en el campo.*
- Branch, R. (2018). *Instructional Design for Training Programs.* 1–7. https://doi.org/10.1007/978-3-319-66227-5_1
- Burns, A. (2015). *Action research.* (pp. 99–104).
- Cardoso, A. P. P. D. O. (2014). *Inovar com a investigação-ação.* Imprensa da Universidade de Coimbra. <https://doi.org/10.14195/978-989-26-0666-8>
- Cardoso, P. V. (2015). Realidade Virtual e Geografia:O Caso Do Google Cardboard Glasses Para O Ensino. *Revista Tamoios.* https://www.academia.edu/87099821/Realidade_Virtual_e_Geografia_O_Caso_Do_Google_Cardboard_Glasses_Para_O_Ensino
- Carr, W. (2007). *Philosophy, methodology and action research.* Brill. https://doi.org/10.1163/9789087903190_004
- Caserman, P., Garcia-Agundez, A., Zerban, A. G., & Göbel, S. (2021). Cybersickness in current-generation virtual reality head-mounted displays: Systematic review and outlook. *Virtual Reality*, 25, 1153–1170. <https://doi.org/10.1007/s10055-021-00513-6>
- Castelhana, M., Morgado, L., & Pedrosa, D. (2023). *INSTRUCTIONAL DESIGN MODELS FOR IMMERSIVE VIRTUAL REALITY - A SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW.*
- Castro, E., & Oliveira, U. (2023). A entrevista semiestruturada na pesquisa qualitativa-interpretativa: Um guia de análise processual. *Entretextos*, 22, 25–45. <https://doi.org/10.5433/1519-5392.2022v22n3p25-45>
- Cat Flynn, & Peter Frost. (2021, abril). *Making VR a Reality in the Classroom.* EDUCAUSE Review. <https://er.educause.edu/articles/2021/4/making-vr-a-reality-in-the-classroom>
- Chandralekha, K. (2018). Augmented Reality Applications. *International journal of engineering research and technology*, 5. <https://consensus.app/papers/augmented-reality-applications-chandralekha/0387d48cdf0d5423be57656bc1e18349/>
- Charumathi, A., Leelavathi, A., & Chithralekha, G. (2019). AN OVERVIEW OF THE VIRTUAL REALITY. *Journal of emerging technologies and innovative research.* <https://www.semanticscholar.org/paper/AN-OVERVIEW-OF-THE-VIRTUAL-REALITY-Charumathi-Leelavathi/85862459a50b6c1c47c04da4d41a56f85ff3ceb8>
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2017). *Research Methods in Education* (8.^a ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315456539>

- Connelly, J. O., & Miller, P. (2020). *Instructional Design Models and Theories*: 69–85. <https://doi.org/10.4018/978-1-7998-1542-6.ch005>
- Cruz-Neira, C., Sandin, D. J., DeFanti, T. A., Kenyon, R. V., & Hart, J. C. (1992). The CAVE: Audio visual experience automatic virtual environment. *Communications of the ACM*, 35(6), 64–72. <https://doi.org/10.1145/129888.129892>
- Dembe, A., & Extension, K. P. (2024). *The Integration of Virtual Reality (VR) and Augmented Reality (AR) in Classroom Settings*. 3, 102–113.
- Detyna, M., & Kadiri, M. (2020). Virtual reality in the HE classroom: Feasibility, and the potential to embed in the curriculum. *Journal of Geography in Higher Education*, 44(3), 474–485. <https://doi.org/10.1080/03098265.2019.1700486>
- Dick, W., Carey, L., & Carey, J. O. (1978). *The systematic design of instruction*. <https://www.semanticscholar.org/paper/The-systematic-design-of-instruction-Dick-Carey/bdee2e8dde217c6a420adf2c90358e1294f2559e>
- DigComp Framework—European Commission*. (sem data). Obtido 23 de outubro de 2024, de https://joint-research-centre.ec.europa.eu/scientific-activities-z/education-and-training/digital-transformation-education/digital-competence-framework-citizens-digcomp/digcomp-framework_en
- Ding, X., & Li, Z. (2022). A review of the application of virtual reality technology in higher education based on Web of Science literature data as an example. *Frontiers in Education*, 7. <https://doi.org/10.3389/educ.2022.1048816>
- Du, Y., Grace, T. D., Jagannath, K., & Salen-Tekinbas, K. (2021). Connected Play in Virtual Worlds: Communication and Control Mechanisms in Virtual Worlds for Children and Adolescents. *Multimodal Technologies and Interaction*, 5(5), Artigo 5. <https://doi.org/10.3390/mti5050027>
- Dwivedi, Y. K., Hughes, L., Baabdullah, A. M., Ribeiro-Navarrete, S., Giannakis, M., Al-Debei, M. M., Dennehy, D., Metri, B., Buhalis, D., Cheung, C. M. K., Conboy, K., Doyle, R., Dubey, R., Dutot, V., Felix, R., Goyal, D. P., Gustafsson, A., Hinsch, C., Jebabli, I., ... Wamba, S. F. (2022). Metaverse beyond the hype: Multidisciplinary perspectives on emerging challenges, opportunities, and agenda for research, practice and policy. *International Journal of Information Management*, 66, 102542. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2022.102542>
- E. Carpenter, R., R. McWhorter, R., Stone, K., & Coyne, L. (2023). Adopting Virtual Reality for Education: Exploring Teachers' Perspectives on Readiness, Opportunities, and Challenges. *International Journal on Integrating Technology in Education*, 12(3), 27–36. <https://doi.org/10.5121/ijite.2023.12303>
- Edwards, B. I., Bielawski, K., Prada, R., & Cheok, A. D. (2018). *Haptic Virtual Reality and Immersive Learning for Enhanced Organic Chemistry Instruction*. <https://doi.org/10.20944/preprints201804.0065.v1>
- Fernandes, A., & Chatterjee, P. S. (2022). Possibilities of Metaverse: The Second Life. *International Journal of Engineering and Management Research*, 12(4), Artigo 4. <https://doi.org/10.31033/ijemr.12.4.12>
- Filho, P. de S., & Dias, R. da S. (2019). *Realidade virtual e aumentada: Uma metodologia ativa a ser utilizada na Educação*. 6, 94–101.
- Flick, U. C. (2005). Flick, U. (2004) *Introducción a la investigación cualitativa*. Madrid: Morata. *Anuario de psicología; Vol.: 36 Núm.: 1*.

- Fontana, A., & Frey, J. H. (2005). The Interview: From Neutral Stance to Political Involvement. Em *The Sage handbook of qualitative research, 3rd ed* (pp. 695–727). Sage Publications Ltd.
- Freeman, D., Reeve, S., Robinson, A., Ehlers, A., Clark, D., Spanlang, B., & Slater, M. (2017). Virtual reality in the assessment, understanding, and treatment of mental health disorders. *Psychological Medicine, 47*(14), 2393–2400. <https://doi.org/10.1017/S003329171700040X>
- Freeman, R., & Mcvea, J. (2001). A Stakeholder Approach to Strategic Management. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.263511>
- Guazi, T. (2021). *Diretrizes para o uso de entrevistas semiestruturadas em investigações científicas [Guidelines for the use of semistructured interviews in research]*. 2, 20. <https://doi.org/10.18227/2675-3294repi.v2i0.7131>
- Hedrick, E., Harper, M., Oliver, E., & Hatch, D. (2022). Teaching & Learning in Virtual Reality: Metaverse Classroom Exploration. *2022 Intermountain Engineering, Technology and Computing (IETC)*, 1–5. <https://doi.org/10.1109/IETC54973.2022.9796765>
- Høeg, E. R., Serafin, S., & Lange, B. (2025). Keep It Clean: The Current State of Hygiene and Disinfection Research and Practices for Immersive Virtual Reality Experiences. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, 31*(5), 3035–3044. <https://doi.org/10.1109/TVCG.2025.3549130>
- Hupont, T. I., Charisi, V., De, P. G., Pogorzelska, K., Schade, S., Kotsev, A., Sobolewski, M., Duch, B. N., Calza, E., Dunker, C., Di, G. F., Bellia, M., Hledik, J., Nai, F. I., & Vespe, M. (2023, julho 3). *Next Generation Virtual Worlds: Societal, Technological, Economic and Policy Challenges for the EU*. JRC Publications Repository. <https://doi.org/10.2760/51579>
- Jimenez, J. G., & Schulze, J. P. (2018). Continuous-Motion Text Input in Virtual Reality. *Electronic Imaging, 30*, 1–6. <https://doi.org/10.2352/ISSN.2470-1173.2018.03.ERVR-450>
- Kallio, H., Pietilä, A., Johnson, M., & Kangasniemi, M. (2016). Systematic methodological review: Developing a framework for a qualitative semi-structured interview guide. *Journal of Advanced Nursing, 72*(12), 2954–2965. <https://doi.org/10.1111/jan.13031>
- Kavanagh, S., Luxton-Reilly, A., Wuensche, B., & Plimmer, B. (sem data). *A systematic review of Virtual Reality in education*.
- Kemmis, S. (2009). Action research as a practice-based practice. *Educational Action Research, 17*, 463–474. <https://doi.org/10.1080/09650790903093284>
- Kemmis, S., & McTaggart, R. (2005). Participatory Action Research: Communicative Action and the Public Sphere. *Handbook of qualitative research*.
- Konstantinidis, K., Apostolakis, I., & Karaiskos, P. (2022). A narrative review of e-learning in professional education of healthcare professionals in medical imaging and radiation therapy. *Radiography (London, England: 1995), 28*(2), 565–570. <https://doi.org/10.1016/j.radi.2021.12.002>
- Kvale, S. (1994). *InterViews: An introduction to qualitative research interviewing* (pp. xvii, 326). Sage Publications, Inc.

- Lei, Y., Deng, Y., Dong, L., Li, X., Li, X., & Su, Z. (2023). A Novel Sensor Fusion Approach for Precise Hand Tracking in Virtual Reality-Based Human—Computer Interaction. *Biomimetics*, 8(3), Artigo 3. <https://doi.org/10.3390/biomimetics8030326>
- Lévy, P. (1998). *Becoming virtual: Reality in the Digital Age*. Plenum Trade.
- Lewin, K. (1946). Action Research and Minority Problems. *Journal of Social Issues*, 2(4), 34–46. <https://doi.org/10.1111/j.1540-4560.1946.tb02295.x>
- Machado, A. D. B., Sousa, M. J., & Domingos, L. (2024). Creating a Metaverse-based Innovative Digital Learning Environment. Em *Transformative Leadership and Sustainable Innovation in Education: Interdisciplinary Perspectives* (pp. 59–72). Emerald Publishing Limited. <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/978-1-83753-536-120241005/full/html>
- Maroungkas, A., Troussas, C., Krouska, A., & Sgouropoulou, C. (2023a). Virtual Reality in Education: A Review of Learning Theories, Approaches and Methodologies for the Last Decade. *Electronics*, 12. <https://doi.org/10.3390/electronics12132832>
- Maroungkas, A., Troussas, C., Krouska, A., & Sgouropoulou, C. (2023b). Virtual Reality in Education: A Review of Learning Theories, Approaches and Methodologies for the Last Decade. *Electronics*, 12(13), Artigo 13. <https://doi.org/10.3390/electronics12132832>
- Massari, F., Van Belle, J.-P., & Turpin, M. (2024). Navigating New Realities: Experiences of Early Adopters in the Metaverse. *Proceedings of the 2024 International Conference on Advanced Visual Interfaces*, 1–3. <https://doi.org/10.1145/3656650.3656702>
- Matters, C. (sem data). *Wireless VR vs. Wired – Which Is Best? | Cable Matters Blog*. Obtido 22 de outubro de 2024, de <https://www.cablematters.com/blog/virtual-reality/wireless-vr-vs-wired-vr>
- Matuk, C. F., Linn, M. C., & Eylon, B.-S. (2015). Technology to support teachers using evidence from student work to customize technology-enhanced inquiry units. *Instructional Science*, 43(2), 229–257. <https://doi.org/10.1007/s11251-014-9338-1>
- Mayer, R. (2021). Evidence-Based Principles for How to Design Effective Instructional Videos. *Journal of applied research in memory and cognition*. <https://doi.org/10.1016/J.JARMAC.2021.03.007>
- McEvoy, A., Murray, N., & Keighrey, C. (2024). Building a Low-Cost Immersive Haptic Feedback Glove for Virtual Reality. *2024 16th International Conference on Quality of Multimedia Experience (QoMEX)*, 58–61. 2024 16th International Conference on Quality of Multimedia Experience (QoMEX). <https://doi.org/10.1109/QoMEX61742.2024.10598247>
- McNiff, J. (2016). *You and Your Action Research Project* (4th ed). Taylor and Francis.
- Melinda, V., & Widjaja, A. (2022). Virtual Reality Applications in Education. *International Transactions on Education Technology (ITEE)*, 1, 68–72. <https://doi.org/10.34306/itee.v1i1.194>
- Merriam-Webster: America's Most Trusted Dictionary*. (sem data). Obtido 20 de outubro de 2024, de <https://www.merriam-webster.com/>
- Milgram, P., & Kishino, F. (1994). A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays. *IEICE Transactions on Information*, E77-D(12), 1321–1329.

- Milutinovic, J. (2011). Social constructivism in the field of education and learning. *Zbornik Instituta Za Pedagoska Istrazivanja*, 43(2), 177–194.
<https://doi.org/10.2298/ZIPI1102177M>
- Miranda, B., & Cabral, P. B. (2017). *Projetos de intervenção educativa* (pp. 1–90). Universidade Aberta. <https://repositorioaberto.uab.pt/handle/10400.2/6557>
- Mishra, N. (2023). Constructivist Approach to Learning: An Analysis of Pedagogical Models of Social Constructivist Learning Theory. *Journal of Research and Development*.
<https://doi.org/10.3126/jrdn.v6i01.55227>
- Morandín-Ahuerma, F. (2022). What is Artificial Intelligence? *International Journal of Research Publication and Reviews*, 03(12), 1947–1951.
<https://doi.org/10.55248/gengpi.2022.31261>
- Morgado, L. (2022). AMBIENTES DE APRENDIZAGEM IMERSIVOS. *Video Journal of Social and Human Research*, 1(2), Artigo 2. <https://doi.org/10.18817/vjshr.v1i2.32>
- Morgado, L., & Beck, D. (2024). Tutorial—Authoring a Personal GPT for Your Research and Practice: How We Created the QUAL-E Immersive Learning Thematic Analysis Helper. *Immersive Learning Research - Practitioner*, 1–3.
<https://doi.org/10.56198/5M1RHFUMB>
- Mulders, M., Buchner, J., & Kerres, M. (2020). A Framework for the Use of Immersive Virtual Reality in Learning Environments. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)*, 15, 208–224.
<https://doi.org/10.3991/ijet.v15i24.16615>
- Muñoz, G. F. R., Letechi, A. L. L., & Zamora, Y. E. P. (2024). Análisis comparativo de los modelos instruccionales ADDIE y SAM en el diseño de entornos de aprendizaje digitales. *Reincisol.*, 3(5), Artigo 5. [https://doi.org/10.59282/reincisol.V3\(5\)745-766](https://doi.org/10.59282/reincisol.V3(5)745-766)
- Muthmainnah, Al Yakin, A., & Ibna Seraj, P. M. (2023). Impact of Metaverse Technology on Student Engagement and Academic Performance: The Mediating Role of Learning Motivation. *International Journal of Computations, Information and Manufacturing (IJCIM)*, 3(1), 10–18. <https://doi.org/10.54489/ijcim.v3i1.234>
- Mystakidis, S., Fragkaki, M., & Filippousis, G. (2021). Ready Teacher One: Virtual and Augmented Reality Online Professional Development for K-12 School Teachers. *Comput.*, 10. <https://doi.org/10.3390/computers10100134>
- Nair, A. D. (2021). A Brief Study on Virtual Reality. *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology*, 9(4), 665–666.
<https://doi.org/10.22214/ijraset.2021.33664>
- Nesbitt, K., & Nalivaiko, E. (2024). Cybersickness. Em *Encyclopedia of Computer Graphics and Games* (pp. 505–511). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-23161-2_252
- Newbutt, N., Bradley, R., & Conley, I. (2020). Using Virtual Reality Head-Mounted Displays in Schools with Autistic Children: Views, Experiences, and Future Directions. *Cyberpsychology, behavior and social networking*.
<https://doi.org/10.1089/cyber.2019.0206>
- Next generation virtual worlds: Opportunities, challenges, and policy implications - European Commission*. (2024, setembro 24). https://joint-research-centre.ec.europa.eu/jrc-news-and-updates/next-generation-virtual-worlds-opportunities-challenges-and-policy-implications-2023-07-03_en

- Nilsson, N., Nordahl, R., & Serafin, S. (2016). Immersion Revisited: A Review of Existing Definitions of Immersion and Their Relation to Different Theories of Presence. *Human Technology*, 12, 108–134. <https://doi.org/10.17011/ht/urn.201611174652>
- O que é um servidor de computador | *Lenovo Portugal*. (sem data). Obtido 11 de julho de 2025, de <https://www.lenovo.com/pt/pt/glossary/what-is-a-computer-server/>
- Ohly, S., Sonnentag, S., Niessen, C., & Zapf, D. (2010). Diary studies in organizational research: An introduction and some practical recommendations. *First publ. in: Journal of Personnel Psychology* 9 (2010), 2, pp. 79-93, 9.
- Oliveira, S., Guimarães, O., & Ferreira, J. (2023). As entrevistas semiestruturadas na pesquisa qualitativa em educação. *Revista Linhas*, 24, 210–236. <https://doi.org/10.5965/1984723824552023210>
- Pagotti, R. E., Santos, V., Bisson, G. S., Santos, M. J. S. F. L., & Ferreira, B. R. (2012). *Avaliação de um programa para controle de pediculose em uma escola [Evaluation of a program to control pediculosis in schools]*. 3, 76–82.
- Pandit, B. (2022). RECENT USED AND FUTURE APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENT (AI). *INTERANTIONAL JOURNAL OF SCIENTIFIC RESEARCH IN ENGINEERING AND MANAGEMENT*, 06. <https://doi.org/10.55041/IJSREM16966>
- Park, C., Kim, J., & Choi, S. (2021). Length Perception Model for Handheld Controllers: The Effects of Diameter and Inertia. *IEEE Transactions on Haptics*, 14(2), 310–315. *IEEE Transactions on Haptics*. <https://doi.org/10.1109/TOH.2021.3077709>
- Paskalova, M. (2021). IMPROVEMENT OF THE 3D MODELING AUTOMATED SYSTEM IN MILITARY EQUIPMENT. *Collection of scientific works of Odesa Military Academy*, 1, 222–227. <https://doi.org/10.37129/2313-7509.2020.14.1.222-227>
- Paszkiwicz, A., Salach, M., Dymora, P., Bolanowski, M., Budzik, G., & Kubiak, P. (2021). Methodology of Implementing Virtual Reality in Education for Industry 4.0. *Sustainability*, 13(9), Artigo 9. <https://doi.org/10.3390/su13095049>
- Patil, K., Ayer, S., & London, J. (2020). *Mixed Reality Multimedia Learning To Facilitate Learning Outcomes From Project Based Learning*. <https://doi.org/10.1061/9780784482865.017>
- Pedrosa, D., & Morgado, L. (2024). *Immersive Virtual Reality, Augmented Reality and Mixed Reality for Self-regulated Learning: A Review* (pp. 64–81). https://doi.org/10.1007/978-3-031-59383-3_5
- Peters, K., & Halcomb, E. (2015). Interviews in qualitative research: A consideration of two very different issues in the use of interviews to collect research data. *Nurse Researcher*, 22(4), 6–7. <https://doi.org/10.7748/nr.22.4.6.s2>
- Piolhos. (sem data). SNS24. Obtido 25 de junho de 2025, de <https://www.sns24.gov.pt/tema/doencas/doencas-da-pele/piolhos/>
- Pope, C., Ziebland, S., & Mays, N. (2000). Analysing qualitative data. *BMJ*, 320(7227), 114–116. <https://doi.org/10.1136/bmj.320.7227.114>
- Prithul, A., Adhanom, I., & Folmer, E. (2021). *Teleportation in Virtual Reality; A Mini-Review*. 2. <https://doi.org/10.3389/frvir.2021.730792>
- Pryor, W., Wang, L. J., Chatterjee, A., Vagvolgyi, B. P., Deguet, A., Leonard, S., Whitcomb, L. L., & Kazanzides, P. (2023). A Virtual Reality Planning Environment for High-Risk, High-Latency Teleoperation. *2023 IEEE International Conference on Robotics and*

- Automation (ICRA)*, 11619–11625.
<https://doi.org/10.1109/ICRA48891.2023.10161029>
- Radianti, J., Majchrzak, T. A., Fromm, J., & Wohlgenannt, I. (2020). A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: Design elements, lessons learned, and research agenda. *Computers & Education*, 147, 103778.
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103778>
- Ravichandran, R. R., & Mahapatra, J. (2023). Virtual Reality in Vocational Education and Training: Challenges and Possibilities. *Journal of Digital Learning and Education*, 3(1).
<https://doi.org/10.52562/jdle.v3i1.602>
- Reigeluth, C. M. (2013). *Instructional Theory and Technology for the New Paradigm of Education*.
- Reiser, R. A., Carr-Chellman, A. A., & Dempsey, J. V. (Eds.). (2024). *Trends and Issues in Instructional Design and Technology* (5.^a ed.). Routledge.
<https://doi.org/10.4324/9781003502302>
- Roberts, S. C., Havill, N. L., Flores, R. M., Hendrix II, C. A., Williams, M. J., Feinn, R. S., Choi, S. J., Martinello, R. A., Marks, A. M., & Murray, T. S. (2022). Disinfection of Virtual Reality Devices in Health Care Settings: In Vitro Assessment and Survey Study. *Journal of Medical Internet Research*, 24(12), e42332. <https://doi.org/10.2196/42332>
- Romagnoli, L., Mattia, G. P., & Beraldi, R. (2023). A Study on Energy Efficiency in Edge-assisted VR Applications with Meta Quest 2 for Disaster Management. *2023 International Conference on Information and Communication Technologies for Disaster Management (ICT-DM)*, 1–7. <https://doi.org/10.1109/ICT-DM58371.2023.10286920>
- Rosen, K. R. (2008). The history of medical simulation. *Journal of Critical Care*, 23(2), 157–166. <https://doi.org/10.1016/j.jcrc.2007.12.004>
- Ross, M. (2021). Virtual Reality. *Cinema and Media Studies*.
<https://doi.org/10.1093/obo/9780199791286-0339>
- Sandeep Bhandari. (2022, janeiro 2). *Teste Alfa vs Beta: Diferença e Comparação*.
<https://askanydifference.com/pt/difference-between-alpha-and-beta-testing-with-table/>
- Saredakis, D., Szpak, A., Birckhead, B. J., Keage, H. A. D., Rizzo, A., & Loetscher, T. (2019). Factors Associated With Virtual Reality Sickness in Head-Mounted Displays: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Frontiers in Human Neuroscience*, 14.
<https://doi.org/10.3389/fnhum.2020.00096>
- Silberschatz, A., Galvin, P. B., & Gagne, G. (2018). *Operating System Concepts, 10e Abridged Print Companion*. John Wiley & Sons.
- Slater, M. (2009). Place illusion and plausibility can lead to realistic behaviour in immersive virtual environments. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364(1535), 3549–3557. <https://doi.org/10.1098/rstb.2009.0138>
- Slater, M., & Sanchez-Vives, M. V. (2016). Enhancing Our Lives with Immersive Virtual Reality. *Frontiers in Robotics and AI*, 3. <https://doi.org/10.3389/frobt.2016.00074>
- Smith, Ragan. (2004). *Instructional Design, 3rd Edition | Wiley*. Wiley.Com.
<https://www.wiley.com/en-ca/Instructional+Design%2C+3rd+Edition-p-9780471393535>

- Sneha Saju, Aparna Babu, Arya S Kumar, Theres John, & Tintu Varghese. (2022). Augmented Reality VS Virtual Reality. *International Journal of Engineering Technology and Management Sciences*, 379–383.
<https://doi.org/10.46647/ijetms.2022.v06i05.057>
- Souza, A. P. G. D., Carneiro, R. F., Perez, S. M., Oliveira, E. R., Reali, A. M. D. M. R., & Oliveira, R. M. M. A. D. (2012). A escrita de diários na formação docente. *Educação em Revista*, 28(1), 181–210. <https://doi.org/10.1590/S0102-46982012000100009>
- Spatioti, A. G., Kazanidis, I., & Pange, J. (2022). A Comparative Study of the ADDIE Instructional Design Model in Distance Education. *Information*, 13(9), Artigo 9.
<https://doi.org/10.3390/info13090402>
- Stake, R. (1995). *A Arte Da Investigação Com Estudos de Caso PDF | PDF*. Scribd.
<https://www.scribd.com/doc/263772360/Stake-Estudo-de-Caso>
- Sudár, A., & Csapó, Á. B. (2023). Descriptive markers for the cognitive profiling of desktop 3d spaces. *Electronics*, 12(2), 448.
- Szabo, D.-A. (2022). Adapting the Addie Instructional Design Model in Online Education. *Studia Psychologica*, 67, 126–140. <https://doi.org/10.24193/subbpsyped.2022.1.08>
- Techno Hub. (sem data). *Techno Hub*. Obtido 11 de julho de 2025, de
<https://www.tecnohub.org/2024/>
- Teng, S.-Y., Wu, K., Chen, J., & Lopes, P. (2022). *Prolonging VR Haptic Experiences by Harvesting Kinetic Energy from the User* (p. 18).
<https://doi.org/10.1145/3526113.3545635>
- Toulatzis, V., & Fudos, I. (2021). Deep Tiling: Texture Tile Synthesis Using a Deep Learning Approach. *ArXiv, abs/2103.07992*. <https://consensus.app/papers/tiling-texture-tile-synthesis-using-deep-learning-toulatzis/4b0c8216da775513a78db25ef5fe8094/>
- Tripp, D. (2005). Pesquisa-ação: Uma introdução metodológica. *Educação e Pesquisa*, 31.
<https://doi.org/10.1590/S1517-97022005000300009>
- Vale, L., Carvalho, A. A., Moutinho, N., & Morgado, L. (sem data). *Desafios dos dispositivos móveis e recursos digitais – O projeto TeK.escolaglobal*.
- Viire, E. (1997). Health and safety issues for VR. *Commun. ACM*, 40, 40–41.
<https://doi.org/10.1145/257874.257882>
- Wang, Y. (2021). Technical Details and Educational Applications for Virtual Reality Technologies. Em *Current and Prospective Applications of Virtual Reality in Higher Education* (pp. 74–95). IGI Global Scientific Publishing. <https://doi.org/10.4018/978-1-7998-4960-5.ch004>
- Warburton, S. (2009). Second Life in higher education: Assessing the potential for and the barriers to deploying virtual worlds in learning and teaching. *British Journal of Educational Technology*, 40(3), 414–426. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8535.2009.00952.x>
- Webb, N. A., & Griffin, M. J. (2003). Eye movement, vection, and motion sickness with foveal and peripheral vision. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, 74(6 Pt 1), 622–625.
- Wenhan, Y., Chua, T., & Zhao, J. (2023). *Virtual Reality in Metaverse over Wireless Networks with User-centered Deep Reinforcement Learning*.
<https://doi.org/10.48550/arXiv.2303.04349>

- Winn, W. (2002). Current Trends in Educational Technology Research: The Study of Learning Environments. *Educational Psychology Review*, 14(3), 331–351.
- Wintarti, A., Abadi, & Fardah, D. K. (2019). The Instructional Design of Blended Learning on Differential Calculus Using Successive Approximation Model. *Journal of Physics: Conference Series*, 1417(1), 012064. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1417/1/012064>
- Wu, J. G., Miller, L., Huang, Q., & Wang, M. (2023). Learning with Immersive Virtual Reality: An Exploratory Study of Chinese College Nursing Students. *RELC Journal*, 54(3), 697–713. <https://doi.org/10.1177/00336882211044860>
- Young, G., Stehle, S., Yazgi, B., & Tiri, E. (2020). Exploring Virtual Reality in the Higher Education Classroom: Using VR to Build Knowledge and Understanding. *Journal of Universal Computer Science*, 26, 904–928. <https://doi.org/10.3897/jucs.2020.049>
- Zipp, C. (sem data). *Exploring Hand Controllers for Virtual Reality Headsets*. Nerdhelmet.Com. Obtido 22 de outubro de 2024, de <https://www.nerdhelmet.com/tracking-and-controls-hand-controllers>

ANEXOS

ANEXO I - Acesso de professores



Create a new account to access the Prisms Dashboard!

First Name *

Last Name *

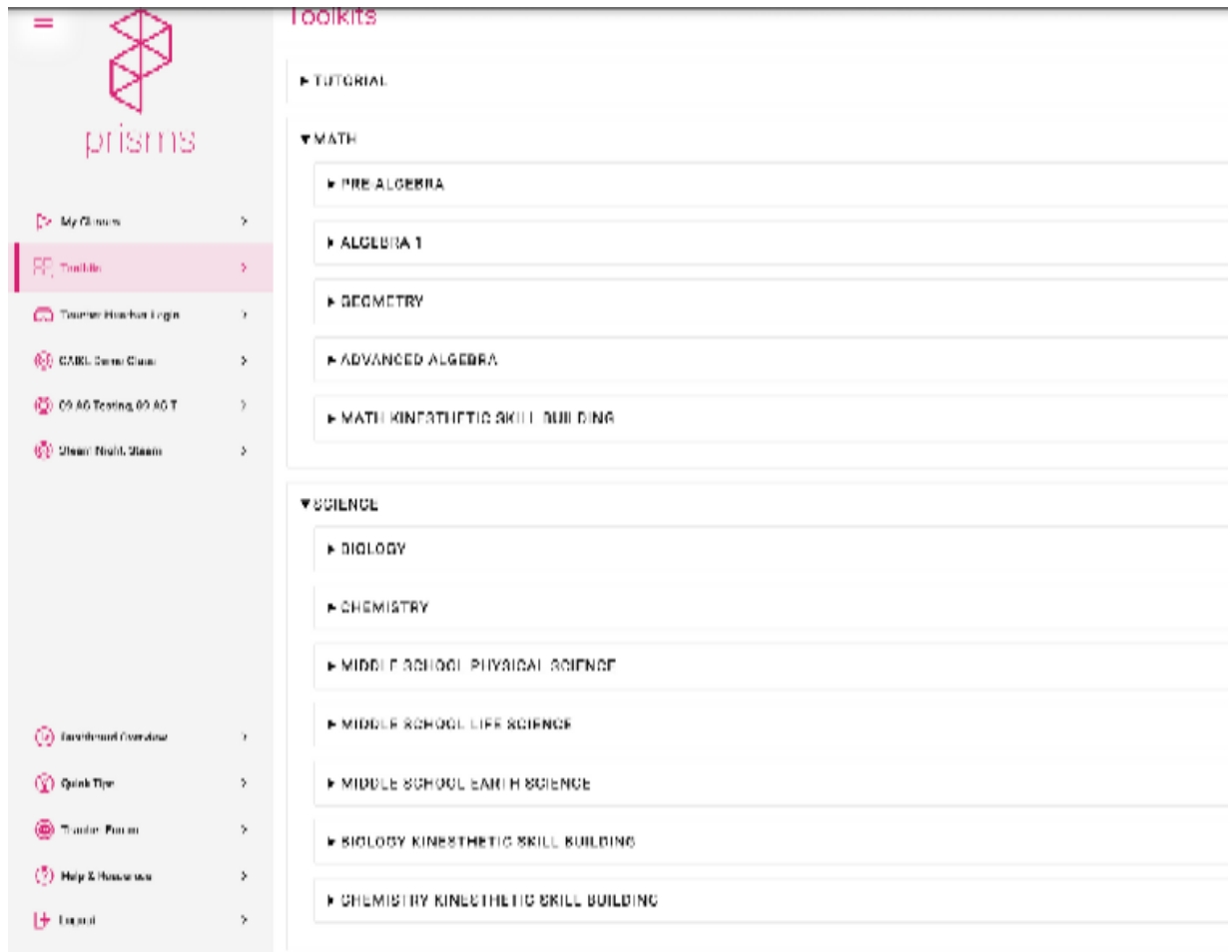
Role *

- Teacher
- Tutor
- Parent
- District Administrator
- School Administrator
- Other

School or Organization (if applicable)


Fonte: PrismsVR. Disponível a 4/2/2024 em <https://app.prismsvr.com/login>

ANEXO II - Toolkits de todos os conteúdos



Fonte: PrismsVR. Disponível em, 4/2/2024, mediante login autorizado. <https://app.prismsvr.com/toolkits>






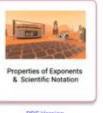










ANEXO III - Toolkits de todos os conteúdos




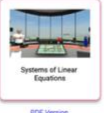








- My Classes >
- Toolkits >**
- Teacher Headset Login >
- CARL Demo Class >
- 09-AS-Testing, 09-AS-T >
- Steam Night, Steam >
- Dashboard Overview >
- Quick Tips >
- Teacher Forum >
- Help & Resources >
- Logout >

MATH







▼ PRE-ALGEBRA

 Equations - Solidifying PDF Version	 Fractions PDF Version	 Functions PDF Version	 Inequalities PDF Version	 Probability PDF Version	 Properties of Exponents & Scientific Notation PDF Version	 Pythagorean Theorem PDF Version
 Rates of Change - Solidifying PDF Version	 Rational Operations PDF Version	 Rigid Transformations PDF Version	 Surface Area PDF Version	 Transforming Triangles PDF Version	 Ratios PDF Version	 Percents PDF Version
 Equations - Developing PDF Version	 Rates of Change - Developing PDF Version					





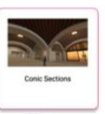


▼ ALGEBRA 1

 Linear Functions PDF Version	 Systems of Linear Equations PDF Version	 Quadratics PDF Version	 Exponential Functions PDF Version	 Linear Regression PDF Version	 Systems of Linear Inequalities PDF Version	 Factoring Quadratics PDF Version
 Ratios & Rational Exponents PDF Version	 Absolute Value Functions PDF Version	 Two-Way Frequency Tables PDF Version				






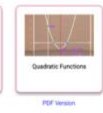








▼ GEOMETRY

 Transformations PDF Version	 Distance Formula PDF Version	 Circle Equations PDF Version	 Trigonometry PDF Version	 Solids of Rotation PDF Version	 Congruence & Similarity PDF Version
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

▼ ADVANCED ALGEBRA

 Complex Numbers PDF Version	 Matrices PDF Version	 Vectors PDF Version	 Polar Coordinates PDF Version	 Conic Sections PDF Version	 Periodic Functions PDF Version	 Logarithms PDF Version
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

▼ MATH KINESTHETIC SKILL BUILDING

 Creating Linear Equations PDF Version	 Rate of Change PDF Version	 Integer Operations PDF Version	 Identifying & Creating Functions PDF Version	 Unit Conversions PDF Version	 Properties of Exponents PDF Version	 Quadratic Functions PDF Version
 Angles PDF Version	 Decimal Operations PDF Version	 Volume PDF Version	 Solving Systems of Linear Equations PDF Version	 Distributive Property PDF Version	 Proportions PDF Version	 Solving Linear Equations and Inequalities PDF Version

Fonte: PrismsVR. Disponível em, 4/2/2024, mediante login autorizado. <https://app.prismsvr.com/toolkits>

ANEXO IV -Toolkit de inequalities

Pre-Module - Lesson Study	Day 1 VR - Part 1	Day 2 VR - Part 2	Transfer Day
<p>Teachers</p> <ul style="list-style-type: none"> Complete VR Module in Headset Open and make a copy of Lesson Study Planning Handout Internalize narrative flow using the Inequalities Module Overview Annotate Lesson Guides: <ul style="list-style-type: none"> Lesson Guide Part 1 Lesson Guide Part 2 <p>Students</p> <ul style="list-style-type: none"> Student Prereqs (Answer Key) 	<p>Teachers</p> <ul style="list-style-type: none"> Facilitate Part 1: <ul style="list-style-type: none"> Lesson Guide Part 1 Make a copy of the Module Lesson Slides and customize as needed <p>Students</p> <ul style="list-style-type: none"> Complete VR Module: Inequalities Part 1 Memorialize key takeaways using the Part 1 Synthesis Activity <ul style="list-style-type: none"> For students who cannot be in VR for medical reasons: <ul style="list-style-type: none"> Google Gameplay Video: Inequalities Part 1 YouTube Gameplay Video: Inequalities Part 1 	<p>Teachers</p> <ul style="list-style-type: none"> Facilitate Part 2: <ul style="list-style-type: none"> Lesson Guide Part 2 Make a copy of the Module Lesson Slides and customize as needed <p>Students</p> <ul style="list-style-type: none"> Complete VR Module: Inequalities Part 2 Memorialize key takeaways using the Part 2 Synthesis Activity <ul style="list-style-type: none"> For students who cannot be in VR for medical reasons: <ul style="list-style-type: none"> Google Gameplay Video: Inequalities Part 2 YouTube Gameplay Video: Inequalities Part 2 	<p>Teachers</p> <ul style="list-style-type: none"> Assess student learnings from the module using the Check for Understanding (Points Rubric) Facilitate Transfer Day Lesson (Answer Key) <p>Students</p> <ul style="list-style-type: none"> Demonstrate learnings from the module using the Check for Understanding (Points Rubric) Actively Engage in Transfer Day Lesson (Answer Key)

© Prisms of Reality, Inc. All rights reserved.

Fonte: PrismsVR. Disponível em, 4/2/2024, mediante login autorizado.

<https://docs.google.com/document/d/1DW-XU9st-XSY1dDfgS8P8uWyQGwy8F66Ku3lqP0qVGU/edit?tab=t.0>

ANEXO V - Ficha de avaliação de conhecimento prévio do tema



MODULE TOOLKIT Inequalities

PREREQ CHECK

1. Determine whether the following inequality statements are true or false.

Circle One

- | | |
|----------------------------------|---------------|
| a. $8 > 9$ | True or False |
| b. $6 < 10$ | True or False |
| c. $x + 2 < 5$; if $x = 2$ | True or False |
| d. $12 \leq y - 7$; if $y = 19$ | True or False |

2. Choose the inequality statement that represents each situation.

Timothy's average math score is more than 90%.

- A. $x > 90$
- B. $x < 90$
- C. $x \leq 90$
- D. $x \geq 90$

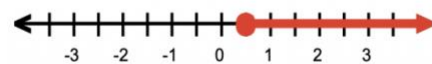
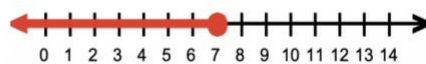
Julia is flying an airplane for the first time. The air traffic controller tells her to fly at 500 m above the ground or higher.

- A. $x > 500$
- B. $x < 500$
- C. $x \leq 500$
- D. $x \geq 500$

3. Graph the following inequality statements on the number line.



4. Write an inequality statement for each of the following number lines.



5. Solve the following equations.

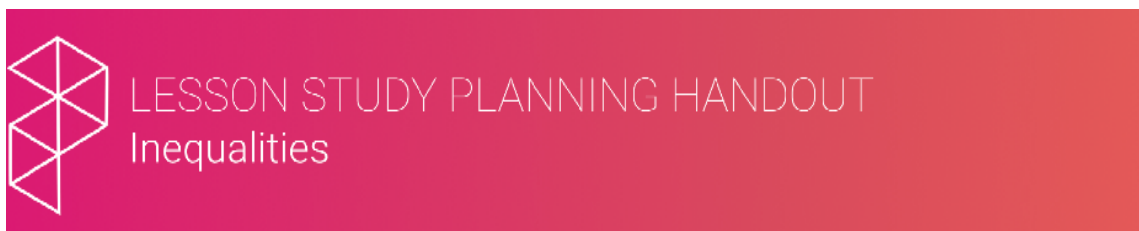
a. $x + 10 = 2$

b. $-3x - 6 = 12$

c. $\frac{2}{5}x + 4 = 14$

Fonte: PrismsVR. Disponível em, 4/02/2024, mediante login autorizado.
<https://docs.google.com/document/d/1pyXfOvmILgtkBXbUaC97MympxF3TJX3xCTI3UvveNi0/edit?tab=t.0>

ANEXO VI – Planejamento do guia de estudo da aula de “inequalities”



Pre-Work: Experience as a Student (on your own)

Steps	Anticipated Time
1. Complete the module in headset (both parts) <ul style="list-style-type: none"> ○ Use the Module Overview as a reference for background knowledge, tasks, answers, and hints. ○ Note down the UI challenges and tasks where you believe students will get stuck. 	~35 minutes

Lesson Study Protocol (with coach or planning team)

Steps	Anticipated Time
2. Review Module CFU	5 minutes
3. Review how Knowledge Builds using Module Overview*	10 minutes
4. Anticipate Misconceptions in Part 1	7 minutes
5. Plan for Post-VR Synthesis Discussion after Part 1	8 minutes
6. Anticipate Misconceptions in Part 2	7 minutes
7. Plan for Post-VR Synthesis Discussion after Part 2	8 minutes
8. Plan for Frontloading: Prereq Check & In-VR Tools	3 minutes
9. Plan for Culture & Classroom Norms	2 minutes
10. Plan for Hardware & Logistics	5 minutes
11. Plan for Class Time Breakdown	5 minutes
Total Anticipated Time: ~60 minutes	

**The timing for this step will depend on how recently the in-VR module was completed*


Fonte: PrismsVR. Disponível em [4/2/2024](#) em, mediante login autorizado.

https://docs.google.com/document/d/1czLREkRyhD26FWYYPyg_uBaDfvdau0UCF_9tLPtLs/edit?tab=t.0

ANEXO VII –Partilha de informação da Prismsvr

Administering & supporting implementation

District & School Details	
Describe your school & district: Demographics, points of pride, challenges, etc	Carlucci International - different nationalities 738 students k-12 community is very strong, big family -teachers and parents are very close #1 international school in Portugal, huge initiative for STEM learning 1-to-1 computers for students in grade 1-12, always updating curriculum, lots of changes happening internally (teachers who used to pair now with other partners, new curriculum, AI certification) doesn't want teachers to feel overwhelmed implementing Prisms
What's important to you this year?	AI certification - helping students use AI tools age appropriately and properly, ethical training around it Iana - parent found Prisms in Quest store while looking for resources for their child who struggles with math
What are you working towards as a district?	



PRISMS MODULE TOOLKITS 2024-2025 MATH

TUTORIAL DAY

- Tutorial Day Module Toolkit

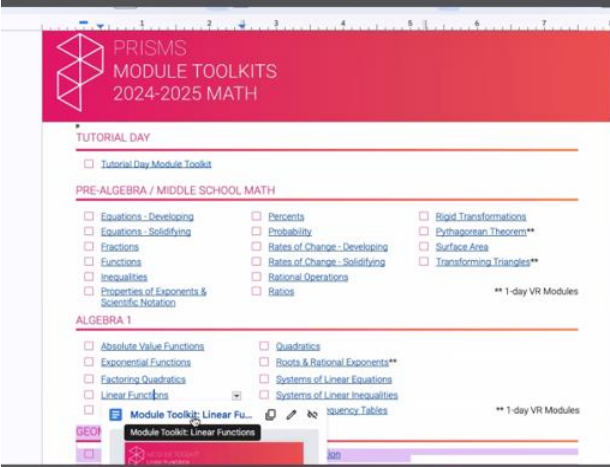

PRE-ALGEBRA / MIDDLE SCHOOL MATH

- Equations - Developing
- Equations - Solidifying
- Fractions
- Functions
- Inequalities
- Properties of Exponents & Scientific Notation
- Percents
- Probability
- Rates of Change - Developing
- Rates of Change - Solidifying
- Rational Operations
- Ratios
- Rigid Transformations
- Pythagorean Theorem**
- Surface Area
- Transforming Triangles**

ALGEBRA 1


- Absolute Value Functions
- Exponential Functions
- Factoring Quadratics
- Linear Functions
- Quadratics
- Roots & Rational Exponents**
- Systems of Linear Equations
- Systems of Linear Inequalities
- Sequence Tables

** 1-day VR Modules

Fonte: Autora

ANEXO VIII – Proposta de questionário da PrismsVr



SURVEYS

- Purpose:** Prisms modules have equal measured goals in improving student proficiency with foundational standards-aligned proficiencies as well as rapidly elevating student joy, purpose and perseverance and building enduring identities in the mathematical sciences. As such, the student survey is aimed at measuring the growth in authentic student engagement, agency, joy, and motivation in the Math and Science classes as a result of the integration of Prisms learning experiences.
- Implementation Guidelines:** The pre-survey should be administered before students complete the Tutorial on Tutorial Day, and it should take approximately 10 minutes. The post survey should be administered after students have completed 3 Prisms learning modules (4-5 is ideal), and it should take approximately 15-20 minutes. They both can be administered as a GoogleForm.
- Resource:**
 - ▶ [Pre and Post Survey](#)

CHECK FOR UNDERSTANDING ASSESSMENTS

- Purpose:** A Prisms CFU is a short, two-question formative assessment to measure student learning following the in-VR module experience. The questions align directly to the standards-aligned content of the Prisms module, allowing teachers to assess whether students understood and can apply the learning. The CFU seeks to provide evidence of student learning and can be used to support teachers as they make decisions for differentiated support on Transfer Day.
- Implementation Guidelines:** The CFU is best administered after students have experienced all parts of

Fonte Autora

ANEXO IX – Formulário de consentimento

CONSENT FORM - USE OF VIRTUAL REALITY (VR) IN THE CLASSROOM

Dear Parents/Guardians,

CAISL is introducing Virtual Reality (VR) technology in the classroom to enhance your child's learning experience. VR will allow students to explore complex scientific concepts in interactive and immersive 2D/3D environments, providing them with new ways to understand and engage with different subjects.

Details of VR Implementation:

Purpose: The use of VR in the classroom aims to make learning more engaging by allowing students to visualize and interact with abstract concepts.

Privacy: We are committed to protecting your child's privacy. Only CAISL-authorized users will have access to a dashboard in the VR provider's platform, where the students' identities will be pseudonymized by using their CAISL pseudonym (e.g., 2024johnm). No full names, age, photos or any other personal data will be used. Additionally, performance data will be collected to assess the challenges and successes of using VR in the classroom. Anonymous data related to how students use this technology will be used as research on VR's potential as an educational tool.

Time usage: Maximum 25 minutes of immersive experience in each class.

Age: Students must be 13 or older to participate

VR Safety Considerations:

For children who express discomfort, anxiety or stress using this technology, and for children who suffer from Epilepsy or Seizure Disorders, 2D exercises will be provided in place of 3D exercises.

If your child suffers from strabismus, amblyopia, or other conditions affecting depth perception, please consult with your child's eye doctor before allowing them to use VR technology.

If you have any concerns or questions, feel free to contact us.

VR safety/health matters: [redacted]

Data privacy matters: [redacted]

For questions related to academic matters (the use of VR in the classroom), please contact your child's teacher.

* Obrigatório

1. Please indicate below whether you consent your child's participation in classes that incorporate Virtual Reality (VR) technology under the conditions described above *

Please note you can change your consent preferences at any time by emailing [redacted]. Note that new instructions can only be implemented for the future and cannot be retroactive.

I Consent

I Do Not Consent

2. Parent Name *

Introduza a sua resposta

3. Student Name *

Introduza a sua resposta

4. Student Grade *

Introduza a sua resposta

5. Kindly confirm your consent preferences by submitting this form

Introduza a sua resposta

ANEXO X – Planejamento das datas das aulas do 8.º ano

Week 10 NOV	11 – B U2L7	12 – C U2L7	13 – D U2L8 Small Block + tutorial 8:30-9:50 C009 Ms. [redacted] 1:35-2:35 C009 [redacted] 2:45-3:45 C009 [redacted]	14 – A U2L8 + tutorial 12:35-14:05 C009 Ms. Cori [redacted]	15 – B U2L9 + vr functions part 1 8:30-9:50 C009 [redacted] 10:00-11:30 C009 Ms. [redacted] 2:45-3:45 C009 Ms. [redacted]
Week 11 NOV	18 – C U2L9 + vr functions part 1 10:00-11:30 C009 Ms. [redacted]	19 – D U2L10 + vr functions part2 8:30-9:50 C009 Ms. [redacted] 1:35-2:35 C009 [redacted] 2:45-3:45 C009 [redacted]	20 – A U2L10 + vr functions part2 12:35-14:05 C009 Ms. [redacted]	21 – B U2L11 D3-5 Tournament (Boys basketball & Girls soccer)	22 – C U2L11 D3-5 Tournament (Boys basketball & Girls soccer)

ANEXO XI – Planejamento das datas das aulas do 9.º ano

Week 12					22 – C day D3-5 Tournament (Boys basketball & Girls soccer) Friday class #2 VR tutorial 8:20-9:50 A4 2:45-3:45 A1
Week 13	25 – D day Final Project VR tutorial 10 -11:30 B3 2:15-3:45 B1	26 – A day Final Project VR Transformations module 1 8:20-9:50 A1 2:45-3:45 A4	27 – D day Friday class #2 VR Transformations module 1 8:20-9:50 B1 13:35-14:35 B3	28 – Thanksgiving Break (no school)	29 – Thanksgiving Break (no school)

December 2024					
	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday
Week 14	2 – A day Quiz 4 VR Transformations module 2 8:20-9:50 A4 2:15-3:45 A1	3 – B day Quiz 4 VR Transformations module 2 8:20-9:50 B1 13:35-14:35 B3	4 -	5 -	6 -

Fonte: professoras

ANEXO XII – Slides da instrução inicial



INTRODUCING STUDENTS TO VIRTUAL REALITY
Hardware, Tutorial, Best Practices

Hardware Basics | Headset

1. Power button
2. Charging port
3. Headphone jack
4. Volume buttons



Hardware Basics | Adjusting the Headset



- Use top and side straps to adjust the fit of the headset
- Move until headset feels comfortable

Hardware Basics | Adjusting the Headset



Smooth IPD → Move dial to adjust lens to align with pupils - image in VR should appear clear



Hold button to move lens cavity closer or further away - helpful for users with glasses

Hardware Basics | Controllers

1. Menu button
Log out and revisit Prisms' Main Menu
2. Grip button
Like your hand - grab, pick up, move
3. Trigger button
Like a computer mouse - point, select, confirm
4. Oculus button
Recenter, exit application, or access settings



Hardware Introduction | The Controllers




Labels include: Left Joystick, Hodge; Right Joystick, Tailgrip & Strap-Turn; Y.B. Recenter; S.A. Height Adjust; Grip Grab; Oculus Button; Double Button, Pause; Motion Buttons, Opens your Palm Menu in Prisms Module.

SETTING UP & LOGGING IN

Setting up | Guardian

First, **confirm floor level**; touch a controller to the ground to set the floor level.

Press the **Trigger** and spin to draw your guardian, mapping out a large play area or use "Stationary Boundary", which is a fixed boundary.




Setting up | Guardian

- Make sure you can **stretch your arms out around you 360°**
- Set your boundary in the **position that you'll be completing the module**
 - For example, if you're completing the module seated, set your boundary while you are seated
- **Move all desks or turn sideways** if your chairs + desks are attached
 - Desks can cause the headset to think the desk surface is the floor.
- If the VR environment feels too low, high, or close, exit the app and reset the boundary from the main menu screen, making sure to adjust floor height.


Fonte: PrismsVR. Disponível em, 4/2/2024, mediante login autorizado. <https://app.prismsvr.com/toolkits>

ANEXO XIII- Slides da instrução inicial


Height Adjustment in the Lab
To **ADJUST THE HEIGHT** in the Lab press **X** or **A** on either controller.




Re-Centering in the Lab
To **RECENTER** in the Lab press **Y** or **B** on either controller.




RETURNING TO THE MAIN MENU
Press Menu button on left controller.
• House icon = return to main menu




Hint Tool via Palm Menu
Subsequent hints unlocked if students needs help after first




Directions:
Prisms Math → Session Login Keyboard




TUTORIAL
Let's learn everything you need to know to become a Prisms VR user




Movement | Snap Turning
Push the joystick right or left to rotate your view around the lab.




Movement | Nudging
On your **left controller only** push the joystick forward, backward, left, or right to take small steps.




Movement | Leap Teleporting
Push the joystick forward while pointing to a spot on the floor. You will see a white circle and an arc appear. When you release the joystick you will automatically be moved to this location.




Movement | Anchor Teleporting
Push the joystick forward while aiming the arc directly at the station in the lab you are trying to get to (top of the floor). You will see a rectangle and the outline of a Headset appear. When you release the joystick you will automatically be moved right in front of that station.



MENU BUTTON ON WRIST MENU




SENDING AND RECEIVING MESSAGES
Press Menu button on left controller.



Explore	Persist
Try new things It's ok to be wrong	Use hints if you need them Replay audio & video Believe in yourself


LET'S GET STARTED!



Fonte: PrismsVR. Disponível em, 4/2/2024, mediante login autorizado. <https://app.prismsvr.com/toolkits>

ANEXO XIV – Atividade 3d em desktop

YouTube PT



Functions Gameplay Video Part 1 August 2024

prisms
233 subscritores

Subscrito

1 Partilhar Transferir Guardar

ANEXO XV- Conteúdo de Funções



Factory

Fábrica



Corn kernels

Granos de maíz



Ethanol

Etanol



Power

Fuerza



Kilowatt hours

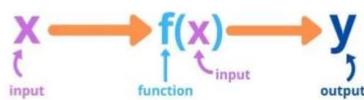
Kilovatio-hora

$$f(x) = 5x$$

x (Entrada)	f(x) (Salida)
1	5
2	10
3	15

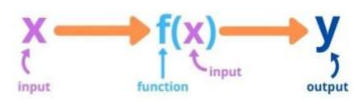
Function

función



Input

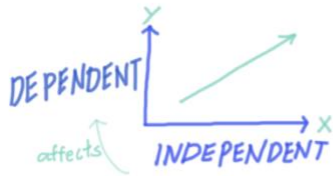
Aporte



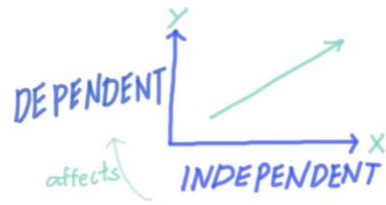
Output

Producción

ANEXO XVI- Conteúdo de funções (2)



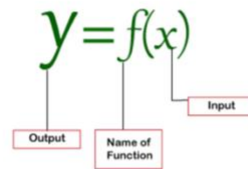
Dependent Dependiente



Independent Independiente

$$7c = 56$$

Equation Ecuación



Function notation Notación de funciones

FUNCTIONS PART ONE

FUNCTIONS Part 1 Frame

- Think about how you use electricity daily. How would you feel if you lost electricity for a week? What would be the hardest thing to go without?
- We know that electricity comes from a variety of sources. Can you list a few of the ways it is generated?



FUNCTIONS Part 1 Frame

Electricity, or energy, can come from many sources, and one exciting possibility is wasted food. Instead of discarding food that's inedible or imperfect, we might be able to convert it into energy to power anything from small devices to entire cities! Today, you're going to help figure out how to use surplus crops and food waste to provide power for a city in West Virginia: Charleston!

ANEXO XVII- Material de apoio ao planejamento da aula de funções



MODULE TOOLKIT Functions

PART 1 LESSON GUIDE

[Synthesis Activity for Part 1](#)

Mathematical Objectives

- Demonstrate an input-output relationship using a physical model, graph, and table
- Understand the x -values/inputs as the dependent variable and the y -values/outputs as the independent variable
- Determine all possible inputs and outputs of a relationship and name them as the domain and range, respectively

Key Points

- Excess corn that won't be used for food can be converted into ethanol, a natural source of power.
- A specific input of corn, in pounds, yields a specific output of ethanol, in gallons.
- In an input-output relationship, the input is the independent variable (in our case, pounds of corn), and the output is the dependent variable (in our case, gallons of ethanol). This is because we can have corn without ethanol, but we cannot make ethanol without corn.
- The independent variable is graphed on the x -axis and the dependent variable is graphed on the y -axis.
- All the possible values of the x -axis (corn) are called the domain. All the possible values of the y -axis (ethanol) are called the range.
- A discrete domain and range are limited and show up on a graph as individual points.

Contextual Objectives

- Use a virtual machine to demonstrate that an input of corn creates an output of ethanol
- Create math models that show the precise amount of ethanol created from specific amounts of corn

Prereq Check

Prereq Check should be done prior to the lesson. These can be Bell-Work, Warm-Up, or homework in the days leading up to Part 1.

Frame (~5 mins.)

Ask Activation Questions:

- Think about how you use electricity daily. How would you feel if you lost electricity for a week? What would be the hardest thing to go without?
- We know that electricity comes from a variety of sources. Can you list a few of the ways it is generated?

State Frame:

Electricity, or energy, can come from many sources, and one exciting possibility is wasted food. Instead of discarding food that's inedible or imperfect, we might be able to convert it into energy to power anything from small devices to entire cities! Today, you're going to help figure out how to use surplus crops and food waste to provide power for a city in West Virginia: Charleston!

ANEXO XVIII- Material de apoio ao planeamento da aula de funções

Supporting Students in VR (~25 mins.)

- The table below outlines key tasks in the VR module where students may struggle, common misconceptions, and a Teacher Talk Track to provide effective support.
- The Teacher Talk Track consists of guided questions that teachers can ask while students are in headset, encouraging them to reflect on their actions and observations while making connections to the academic objective of the module.
- For a detailed breakdown of each task, its solution, and helpful hints, refer to the Module-at-a-Glance in the Module Overview.

Task	What Students Have Just Done	What We Want Them to Do	Misconceptions to Look For	Teacher Talk Track
0	Students have just converted unsellable corn to ethanol using the corn thresher.	Select the appropriate size corn measuring cup to convert pounds of corn to gallons of ethanol to power household appliances.	Students may struggle to figure out which size corn measuring cup to use for various appliances. Students may need support with trial and error strategy. Students may struggle using and moving the handle to adjust the amount of corn they want to test.	<ul style="list-style-type: none"> • Look at the appliance. Is it big or small? • Do you think it needs more or less corn than the previous appliance? • What have you tried? Was it too much or not enough?
2	Students have just learned their mission after transitioning to the lab.	Determine the amount of ethanol that is output by specific amounts of corn, then plot those values on a coordinate plane.	Students may struggle to plot the coordinates correctly. The x-axis is scaled by 2.5 and the y-axis is scaled by 0.25.	<ul style="list-style-type: none"> • How many pounds of corn did you put into the machine? How many gallons of ethanol were produced? • Plot your corn value along the x-axis and your ethanol value along the y-axis. • Pay attention to the values on the x and y-axes. How are they changing?
4	Students have just tabulated the relationship between pounds of corn and gallons of ethanol based on what they did on the machine and the graph.	Recognize the relationship between corn and ethanol as a consistent one and calculate the amount of ethanol output by different inputs of corn.	Students need to notice the pattern on the graph or table to find the amount of ethanol that is created from 60 pounds of corn, as that ratio is not immediately evident. They must either count up another 0.5 gallons from 50 pounds: 2.5 gallons, or recognize the unit rate.	<ul style="list-style-type: none"> • You can look at the table to complete the first two sentences. • What pattern do you notice in the outputs- the gallons of ethanol? • Can you keep this pattern going for 30 pounds of corn?

ANEXO XIX- Material de apoio ao planeamento da aula de funções

Post-VR Synthesis Discussion in Small Groups (using the Synthesis Activity) (~10-15 mins.)

- To effectively use the Synthesis Activity, ensure they are distributed to students while they are in headset completing the module.
- Early finishers can work on the Synthesis Activity on their own or with partners, once they finish all VR tasks.
- When ~15 minutes remain in the class period, have students who are still in VR log out and take their headsets off. Put all students into pairs or small groups to work on the questions in the Synthesis Activity.
- Circulate and conference with students as they work, coaching them towards exemplar responses that they can potentially share with the class. Use the guidance below.

Key Moment	Synthesis Activity Discuss & Write Questions	Teacher Talk Track	Exemplar Student Responses												
1. Converting Corn into Ethanol to Power Different Appliances	At the electricity factory, you converted unsellable corn into a fuel source called ethanol . Then, you used that ethanol to power different appliances. What did you notice about the amount of corn, the amount of ethanol produced, and the size of the appliance?	<ul style="list-style-type: none"> ● How did you turn corn into ethanol? ● Which appliances were you trying to power? ● Which appliances required the <u>most</u> ethanol? Were those the largest or smallest appliances? ● What happened if you used <u>too much</u> corn? 	<ul style="list-style-type: none"> ● <i>The larger the appliance, the more corn was required to produce the appropriate amount of ethanol needed.</i> ● <i>If too much corn was used, it overloaded the appliance with power.</i> 												
Our Mission	Our mission is to determine if there is enough wasted corn in West Virginia to power the city of Charleston for one year.														
2. Recording the Relationship between Pounds of Corn and Gallons of Ethanol	You saw how much ethanol was produced from different amounts of corn using the corn milling machine. Complete the table, then finish plotting the points on the coordinate plane to represent this relationship.	<ul style="list-style-type: none"> ● What size measuring cup were you using to select the amount of corn? ● How was the amount of corn changing in the table? ● To plot the corn-ethanol values, which is your x-value? Which is your y-value? 	<p><i>Table</i></p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th style="color: #e91e63;">Corn (c) lbs</th> <th style="color: #e91e63;">Ethanol (E) gallons</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>10</td><td>0.5</td></tr> <tr><td>20</td><td>1</td></tr> <tr><td>30</td><td>1.5</td></tr> <tr><td>40</td><td>2</td></tr> <tr><td>50</td><td>2.5</td></tr> </tbody> </table> <p><i>Graph</i></p>	Corn (c) lbs	Ethanol (E) gallons	10	0.5	20	1	30	1.5	40	2	50	2.5
	Corn (c) lbs	Ethanol (E) gallons													
10	0.5														
20	1														
30	1.5														
40	2														
50	2.5														
Use the relationship you found in the table and/or graph to determine the number of gallons of ethanol for the following amounts of corn. Explain or show your thinking.	<ul style="list-style-type: none"> ● <i>Continue values for corn in your table. How does the amount of ethanol change as you increase corn by 10 lbs?</i> ● <i>How many times do you need to increase to get 60 lbs of corn?</i> ● <i>What about 80 lbs of corn?</i> 	<ul style="list-style-type: none"> ● <i>60 lbs of corn → 3 gallons of ethanol</i> ● <i>80 lbs of corn → 4 gallons of ethanol</i> ● <i>Student explanations may vary. Some students may extend the table of values to 60, then 80 pounds. Some students may verbally describe that for every 10 lbs of corn, there is an output of 0.5 gallons</i> 													
60 lbs of corn → _____ gallons of ethanol 80 lbs of corn → _____															

© Prisms of Reality, Inc. All rights reserved.

ANEXO XX- Material de apoio ao planejamento da aula de funções



MODULE OVERVIEW Functions

Module Integration Guide - A one-page summary of how the module is recommended to be used in your core unit of study

Prerequisite Topics + Skills

- Graph (x,y) coordinates on a 2D graph*
- Simplify and evaluate algebraic expressions in one and two variables*
- Write expressions and equations to represent situations in context*
- Identify the relationship between corresponding numbers in an input-output table*
- Find the unit rate of a relationship between two quantities using a graph, table, or ratio

*These prereqs are explicitly reviewed in the Functions Prereq Check. The Prereq Check will assess students' readiness for the VR module. If review on these topics is needed, teachers can choose to give these questions to students anytime before they go into VR. It is recommended to use the Prereq Check questions as Bell-Work or Warm-Up in the days leading up to Day 1 - Part 1 VR.

MISSION: Determine if there is enough wasted corn in West Virginia to power one of its cities, Charleston, for one year.

Motivation. There is an increasing need for different, sustainable ways to get the fuel we need to power our towns and cities, particularly in places where previous energy industries are dwindling. Turns out an extremely common and abundant crop- corn can be turned into ethanol, which can be converted into power!

- How can we take extra corn that would otherwise be wasted and turn it into ethanol, a power source?
- What math models can we create to model the exact amounts of ethanol and power created from this wasted corn?

Module Overview In this module, students explore how excess corn in West Virginia can be used as an alternative source of energy that could power the city of Charleston.

- 1 In Part I, students explore and tabulate the input-output relationship of corn and ethanol and examine the domain and range of that relationship.
- 2 In Part II, students formalize this relationship as a function and represent several functions in different models.

Mathematical Objectives

- Demonstrate an input-output relationship using a physical model, graph, and table
- Understand the x -values/inputs as the dependent variable and the y -values/outputs as the independent variable
- Determine all possible inputs and outputs of a relationship and name them as the domain and range, respectively
- Create a linear equation to represent the unit rate of the input-output relationship
- Understand this equation as a function where each input leads to a specific output
- Construct and use an equation with function notation $f(x)$


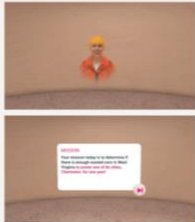


Contextual Objectives

- Use a virtual machine to demonstrate that an input of corn creates an output of ethanol
- Create math models that show the precise amount of ethanol created from specific amounts of corn
- Create math models to show the input-output relationship between ethanol and power
- Construct a function to determine if there is enough wasted corn in West Virginia to power the city of Charleston




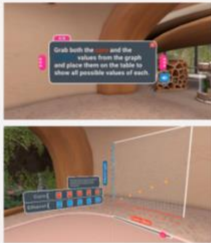
Essential Vocabulary factory, corn kernels, ethanol, power, kilowatt hours, input, output, dependent, independent, function, function notation, equation

ANEXO XXI- Material de apoio ao planeamento da aula de funções

MODULE AT-A-GLANCE

PART I		Students in VR Headset ~25 minutes		
Task	Visual	Narrative Flow	Question & Answer	Hint
0 Immersive: Corn Field		<p>In the immersive experience, students are in an electricity factory in West Virginia. They learn that wasted food can actually be repurposed, and in the case of corn, it can be converted into ethanol, a power source.</p> <p>Students see many different kinds of electrical devices, large and small, and experiment with choosing the right amount of corn they think will create enough ethanol to power each device. As they do, they build intuition for potential patterns in an input-output relationship: that some specific amount of corn will result in some specific amount of energy, and you can generally predict that more corn will create more power.</p>		
1 Welcome to Lab		<p>Students then transition to the lab, where they learn of their mission: to determine if there is enough wasted corn in West Virginia to power one of its cities, Charleston!</p>		
2 Graph Corn- Ethanol		<p>Students now use a physical model- an ethanol machine- and a graph to show the precise relationship between pounds of corn and gallons of ethanol. They move a slider horizontally to fill a scooper with a specific amount of corn, which pours into the machine and turns into a specific amount of ethanol. After each conversion, they plot the relationship between corn and ethanol on a graph: first by moving a handle to the right to note the amount of corn, and then up vertically to plot the corresponding amount of ethanol. Each time, they must drag the horizontal handle from the origin of the graph to the specific amount of corn on the x-axis, building a kinesthetic understanding of the domain of this function, which they will formalize later on. As they reinforce the skill of plotting coordinates, they see that they push up more for each amount of ethanol after each longer drag of the handle for corn.</p>	<p>Question: Graph the relationship between the different amounts of corn (lbs) and the amount of ethanol (gallons) created from it.</p> <p>Answer:</p> 	<p>Where To Go</p> <p>How To Solve</p>
			<p>to show all the ethanol produced by that amount of corn.</p>	

ANEXO XXII- Material de apoio ao planejamento da aula de funções

<p>3 Corn-Ethanol Table</p>		<p>Students now continue to deepen their understanding of the corn-ethanol relationship by tabulating the results from their graph in an input-output table. Here is where they see corn and ethanol represented as variables (c and E), which is of course how they will be represented in function notation later on. The table also allows students to see the numerical relationship between the two variables much more clearly: that as the amount of corn increases by 10 pounds, the amount of ethanol increases by 0.5 gallons.</p>	<p>Question: Graph the relationship between the different amounts of corn (lbs) and the amount of ethanol (gallons) created from it.</p> <p>Answer:</p> <table border="1" data-bbox="1121 488 1294 622"> <thead> <tr> <th>Corn (c) lbs</th> <th>Ethanol (E) gal</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>10</td> <td>0.5</td> </tr> <tr> <td>20</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>30</td> <td>1.5</td> </tr> <tr> <td>40</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>50</td> <td>2.5</td> </tr> </tbody> </table>	Corn (c) lbs	Ethanol (E) gal	10	0.5	20	1	30	1.5	40	2	50	2.5	<p>Where To Go</p> <p>How To Solve</p>
Corn (c) lbs	Ethanol (E) gal															
10	0.5															
20	1															
30	1.5															
40	2															
50	2.5															
<p>4 Understand Corn-Ethanol Relationship</p>		<p>Students now formalize the relationship between corn and ethanol as inputs and corresponding outputs. Although the first two ratios- 10 pounds to 0.5 gallons and 20 pounds to 1 gallon- can be found on their graph and table, the output of 60 lbs of corn is not. Students must notice and extrapolate the pattern in the ratios they know to find that 60 pounds of corn will create 3 gallons of ethanol. Armed with this "input-output" vocabulary and some precise examples, students now have a deeper understanding of what makes this relationship a function.</p>	<p>Question: Using the representations of the relationship between corn and ethanol you just filled out, answer the following questions in the task station.</p> <p>Answer: If I were to input 10 lbs, the output would be 0.5 gallon(s). If I were to input 20 lbs, the output would be 1 gallon(s). If I were to input 60 lbs, the output would be 3 gallon(s).</p>	<p>Where To Go</p> <p>How To Solve</p>												
<p>5 Animation: Input-Output</p>		<p>Students watch an animation that formalizes inputs as the independent variable and outputs as the dependent variable.</p> <p>The amount of ethanol depends on the amount of corn. When we input different amounts of corn, like 10 pounds, the machine outputs 0.5 gallons of ethanol.</p> <p>The output, in this case ethanol, depends on the input, in this case corn. We call the output "dependent." We call the input, in this case corn, independent. The corn determined the ethanol, not the other way around.</p>														
<p>6 Possible Values: Ten Pounds</p>		<p>Students now begin to informally explore the concepts of domain and range by grabbing each value for corn and ethanol they plotted on the graph and placing them into a table. By doing this, they are answering the question: what are all the possible amounts of ethanol we can make from our scoops of corn? Doing this, and seeing how limited it is, creates the intellectual need for drilling down to a more precise measurement in the next task, as well as constructing the function they will use later on.</p>	<p>Question: Grab both the corn and the ethanol values from the graph and place them on the table to show all possible values of each.</p> <p>Answer: Corn {10, 20, 30, 40, 50} Ethanol {0.5, 1, 1.5, 2, 2.5}</p>	<p>Where To Go</p>												

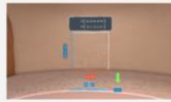
ANEXO XXIII- Material de apoio ao planejamento da aula de funções

tions

Module Overview

7

Animation:
Domain
and Range



Students watch an animation that formalizes what they have been exploring as the concepts of "domain" and "range".

The set of possible values for corn, our input, is called a domain. The set of possible values for ethanol, our output, is called a range.

A discrete domain and range is one where we only have a certain amount of inputs that can create a certain amount of outputs since we are limited by our 5-pound scooper.

We record our domain and range using notation like this:

Domain {5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50}

Range {0.25, 0.5, 0.75, 1, 1.25, 1.5, 1.75, 2, 2.25, 2.5}

PART I LEARNINGS

- Excess corn that won't be used for food can be converted into ethanol, a natural source of power.
- A specific input of corn, in pounds, yields a specific output of ethanol, in gallons.
- In an input-output relationship, the input is the independent variable (in our case, pounds of corn), and the output is the dependent variable (in our case, gallons of ethanol). This is because we can have corn without ethanol, but we cannot make ethanol without corn.
- The independent variable is graphed on the x-axis and the dependent variable is graphed on the y-axis.
- All the possible values of the x-axis (corn) are called the domain. All the possible values of the y-axis (ethanol) are called the range.
- A discrete domain and range are limited and show up on a graph as individual points.

ANEXO XXIV – Questionário sobre controladores



SYNTHESIS ACTIVITY

Name: _____

Date: _____

Label the parts of the controller and explain their function.

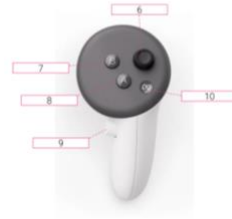
Word Bank				
grip	trigger	top thumb	bottom thumb	Quest (home)

This is the **left / right** controller

1. _____

2. _____

3. _____



This is the **left / right** controller. [circle one]

6. _____

7. _____

8. _____

9. _____

10. _____

11. _____

12. _____



APÊNDICES

APÊNDICE I - Autorização do diretor da CAISL

April 02, 2025

To Whom It May Concern,

I hereby authorize the use of anonymized data collected during the implementation of the Virtual Reality (VR) project at CAISL, in which Ana Isabel Casinhas Sacavém played an active role as a member of the committee.

This data includes group interviews with students, written semi-structured interviews, photographs, and observational notes. All materials were collected under ethical guidelines, ensuring complete anonymity of both students and staff. Photographs do not contain identifiable images of students or teachers.

This authorization permits the use of the data for academic purposes, specifically within her master's dissertation at Universidade Aberta. The name of the school, CAISL, is also authorized to be mentioned in the context of the project.

Additionally, I authorize Ana Isabel Casinhas Sacavém to use this anonymized data in academic presentations, including conferences and seminars, where the goal is to share educational practices and innovations developed at CAISL.

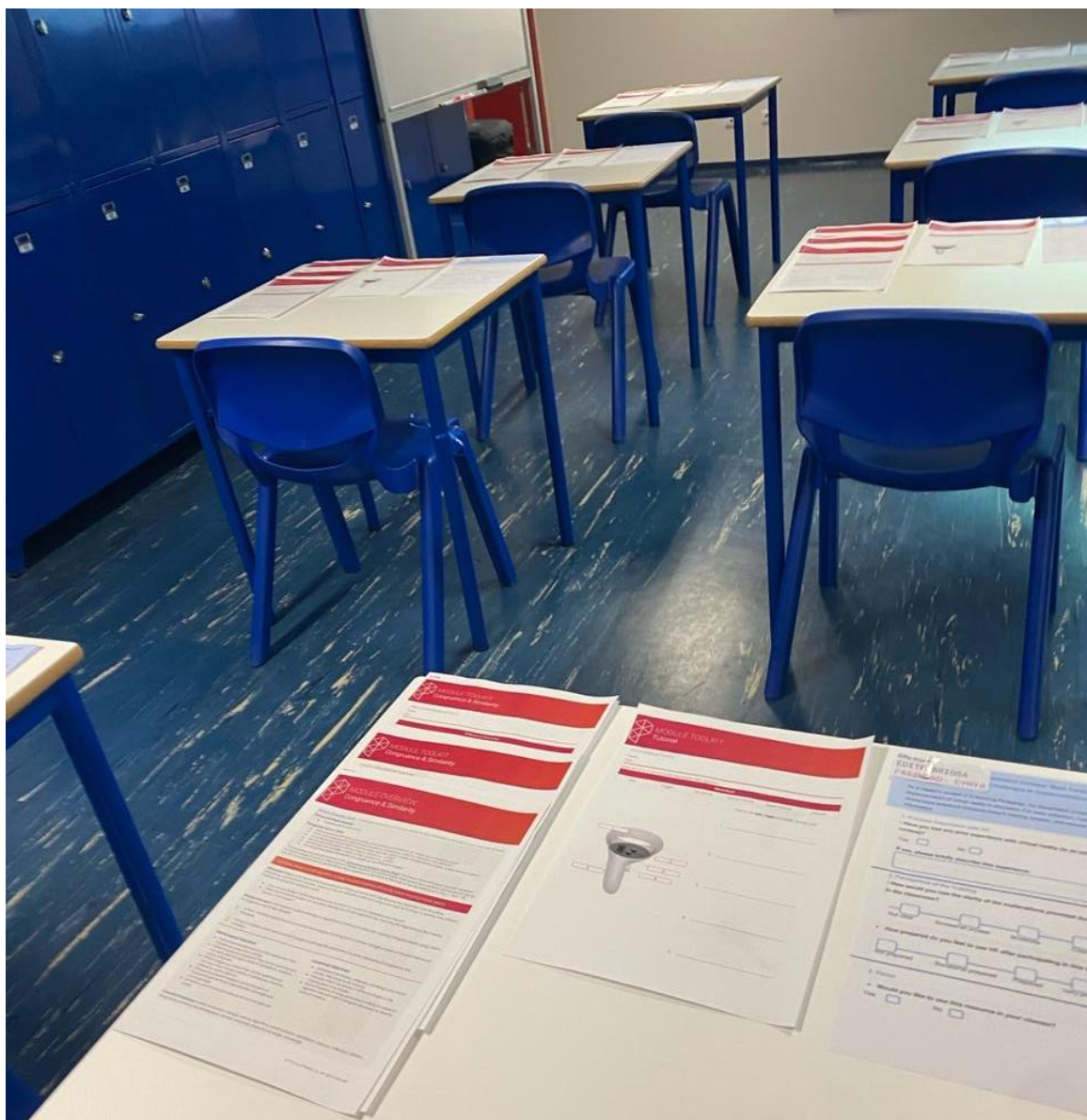
This use is also subject to ethical research standards, ensuring full anonymity and confidentiality.

Sincerely,



Nate Chapman
CAISL Director

APÊNDICE II– Documentação preparada para a aula experimental para professores



Fonte: Autora

APÊNDICE III- Questionário apresentado aos professores

Virtual Reality in Mathematics Classes: Main Technical and Pedagogical Challenges in Implementation

As a master's student in E-learning Pedagogy, my dissertation project focuses on the implementation of virtual reality in education. For data collection, I would like to ask you a few brief, anonymous questions following today's training session, and request your permission to use this information.

1. Previous Experience with VR

• Have you had any prior experience with virtual reality (in an educational or personal context)?

Yes No

If yes, please briefly describe this experience.

2. Perceptions of the Training

• How would you rate the clarity of the explanations provided during the training on using VR in the classroom?

Not clear Somewhat unclear Moderate Clear Very clear

• How prepared do you feel to use VR after participating in this training?

Not prepared Somewhat prepared Prepared Very prepared

3. Vision

• Would you like to use this resource in your classes?

Yes No

4. Technical Challenges

• What technical difficulties do you believe might arise when using VR in your classes?

5. Pedagogical Challenges

• In your opinion, what are the main challenges of integrating VR into the teaching of mathematics or science?

• How do you believe VR can benefit the teaching-learning process in your classes?

6. Feedback and Suggestions

• Please share any suggestions on how to improve the use of VR in an educational

Fonte: Autora

APÊNDICE IV- Resultados dos questionários

PREVIOUS EXPERIENCE	EXPERIÊNCIA PRÉVIA COM VR	
	YES	4
	NO	3
	QUEM DISSE SIM	
	* In another school, however with it support and I didn 't have practice or knowledge in it."	
	*I own a Meta quest 2 for 3-4 year"	
PERCEPTIONS OF THE TRAINING	PERCEPTIONS OF THE TRAINING	
	How would you rate the clarity of the explanations provide during the training on using VR in the classroom?	
	Not Clear	
	Somewhat unclear	
	Moderate	1
	Clear	2
	Very clear	3
	How prepared do you feel to use VR after participating in this training?	
	Not prepared	
	Somewhat prepared	3
Prepared	3	
Very prepared	1	
VISION	Would you like to use this resource in your class?	
	YES	7
	NO	0
TECHNICAL CHALLENGES	TECHNICAL CHALLENGES	
	What technical difficulties do you believe might arise when using VR in your classes?	
	*Space with security for students to use VR"	
	*Using the controllers with differnet functions"	
	*number of VR googgles is less than number of students"	
	*just battery usage"	
	*Possible internet connection issues"	
*Batteries not being charged"		
PEDAGOGICAL CHALLENGES	PEDAGOGICAL CHALLENGES	
	In your opinion, what are the main challenges of integrating VR into the	
	*Access to the necessary material for all students"	
	*Students getting used with the VR"	
	*Responsability"	
	*Physical desconfort"	
	*Just time to sift through all materials and explore"	
	*I think it is a great addition. Just deciding when to use it during a lesson"	
	*Acess to the necessary material for all students"	
	*Students getting used with the VR"	
	*Responsability"	
	*Physical desconfort"	
	*Just time to sift through ll materials and explore"	
	*Aligning VR modules to lesson scope e sequence. Managing students on VR"	
	*Scheduling , cleaning"	
How do you believe VR can benefit the teaching-learning process in your class?		
*It is a very engaging way to learn and students are going to love it!"		
*It ' s dynamic and applies to real world context"		
*Engagment visual and kinesthetic learning"		
*Real life situations"		
*Providing visual context for abstract ideas"		
*It is different aspect to hands-on/minds-on learning that is very applicable"		
*Engagment"		
FEEDBACK AND SUGGESTIONS	FEEDBACK AND SUGGESTIONS	
	How do you believe VR can benefit the teaching-learning process in your classes?	
	*Continue to build content modules, what I see so far is incredible"	
	*Training and planning time built into our schedules"	
	*Aligned with standarts for NGSS"	
	*Aligned with IB curriculum"	
	*Great organization with worksheet and teachers can edit them.Very positive"	
	*Expanding the content more and more to reach as many students and"	
*we need a digital calendar for who uses them when"		

APÊNDICE V - Desafios encontrados na revisão de literatura e na fase exploratória

DESAFIOS	REVISÃO DE LITERATURA	FASE DE EXPLORAÇÃO
TÉCNICOS	Hardware	Software de gestão de Headsets
	Infraestrutura	Router exclusivo a RV
	Exigências Técnicas	Configuração demorada
	Cibersecurity	Obrigatoriedade de contas meta para headsets META
	Carregamento e Manutenção de dispositivos	Atualização do software
SOCIAIS	Acessibilidade e Inclusão	Estéticos (penteados)
PEDAGÓGICOS	Formação	Gestão do tempo/tarefas
	Integração Pedagógica	Introdução do login
		Gestão da sala
		Qualidade da instrução

Fonte: Autora

APÊNDICE VI - Lista de desafios totais encontrados

DESAFIOS	
TÉCNICOS	Hardware
	Software
	Infraestrutura
	Exigências Técnicas
	Cibersecurity
	Carregamento e Manutenção de dispositivos
	Software de gestão de Headsets
	Configuração demorada
	Obrigatoriedade de contas meta para os headsets da META
	Atualização do software
SOCIAIS	Acessibilidade e Inclusão
	Estéticos (penteados)
	Higienização
	Formação
PEDAGÓGICOS	Integração Pedagógica
	Gestão do tempo/tarefas
	Atribuição do login
	Gestão da sala
	Qualidade da instrução

Fonte: Autora

APÊNDICE VII- Calendário escolar

DIAS				
A	B	C	D	A
B	C	D	A	B
C	D	A	B	C
D	A	B	C	D

Fonte: Autora

APÊNDICE VIII- Tempo despendido na tarefa de rv (1.º ciclo)

	8.º. Ano	N.º. Alunos	Mínimo	Máximo	Média de minutos
1.º. Ciclo	B4	14	9	30	19,5

APÊNDICE IX - Notas do 1.º ciclo

Nota 1- Todos os alunos têm mais de 12 anos.

Nota 2- 1 deles tem a app PrismsVR em casa.

Nota 3- Alunos entraram, tinham 1 cadeira e foi pedido para ficarem 2 a 2, um sentado e um em pé.

Nota 4- Não está claro para mim se os alunos sabem quem vai fazer primeiro a atividade de Rv ou a sem RV.

Nota 5- Foi dada a caixa com o *headset* e os controladores a cada par de alunos que voltou a colocar a caixa numa mesa.

Nota 6- Durante a instrução o tempo não está a ser suficiente para cada aluno ver todos os botões dos equipamentos e colocar os controladores com a alça no pulso. Os pares não têm o mesmo tempo para ver e mexer.

Nota 7- Não foi dada a folha que a prismsvr tem disponível para após a instrução os alunos escreverem para que serve cada botão.

Nota 8- A professora recapitulou.

Nota 9- Dada a instrução os alunos saíram todos para o hall, deixando os equipamentos na cadeira, para receberem a instrução da atividade a realizar no hall sem RV. Metade da turma entrou para a atividade com RV.

Nota 10- Percecionamos que alguns alunos demoravam a realizar os ajustes do *headset* e perguntamos se precisavam de ajuda. Ajudámos alguns alunos a nos ajustes.

Nota 11- Alguns alunos iniciaram sem ter a alça dos controladores colocada.

Nota 12- um aluno não estava a ver o mesmo que os outros, *headset* estava em configuração assim que ele o ligou.

Nota 13- Vários alunos não viam nada porque já não se lembravam como de ligar o botão on.

Nota 14- Os alunos ao terminarem deixavam equipamento na cadeira, fora da caixa.

Nota 15- Aluno não sabia onde estava a imagem, professora lembrou como recentrar.

Nota 16- A professora foi de aluno em aluno dar os dados para *log in*, vários à espera, enquanto a professora dava os dados vários interrompiam e pediam os dados. Gerou barulho e espera.

Nota 17- Alguns alunos pelos gestos observados atiravam algo. Professora lembrou que não era para atirar, mas para agarrar e largar o objeto e lembrou os botões.

Nota 18- Um menino terminou e recomeçou a atividade. Professora não se apercebeu no acompanhamento das mini tarefas, que se acompanha no site. Foi lá ver e percebeu que ele tinha recomeçado e pediu para fazer *log off*.

Nota 19- Meninos foram terminando, deixando na cadeira os equipamentos, nós íamos chamando para trazerem equipamentos para a mesa, nos verem a desinfetar e informar que na próxima vez seriam eles a fazer. Os primeiros alunos que terminaram ajudaram a higienização.

Nota 20- 2 meninos avisámos para não colocar álcool nas lentes e ainda assim o fizeram.

Nota 21- Foi muito confuso, pois enquanto uns acabavam e limpavam, outros acabavam e saíram, sem limpar ou trazer equipamentos para a mesa.

Nota 21- Um pouco difícil estar a colocar álcool no papel na velocidade necessária e acompanhar a velocidade com que iam terminando.

Nota 22- A certa altura tínhamos já os *headsets* nas caixas com numeração diferente dos controladores

Nota 23- A professora à medida que eles acabavam dizia para fazerem *log off*.

Nota 24- Vários alunos perguntaram se era para fazer *log off* ou *quit app*.

Nota 25- 3 alunos disseram não conseguir fazer e professora pediu para carregar no botão e fazer *off/Shut down* direto

Nota 26- Alunos que terminavam a atividade sem RV foram entrando

Nota 27- Uns saíam e outros entravam e foi um pouco confuso

Nota 28- Como não se deu ao mesmo tempo os controles com os óculos, tivemos de andar atrás e perceber onde estavam os pares de equipamento.

Nota 29- Um dos alunos do 2.º subgrupo começou a app em português, não estava em Inglês como esperado

Nota 30- Alguns alunos do segundo grupo entraram numa atividade a decorrer.

Nota 31- A atividade não terminou para alguns alunos, porque os alunos prévios não fizeram terminar.

Nota 32- Para estes alunos do segundo grupo não foi recapitulado os passos e *Go in* ou *restart app*, criar fronteiras de segurança(*bounderies*) e o *login*.

Nota 33 - Está confuso começarem desfasados.

Nota 34- Na final a professora perguntou se gostaram e 2 disseram que foi muito diferente.

Nota 35- 2 disseram que “nem por isso”.

Nota 36- 1 disse que vai ser mais fácil da próxima vez.

Nota 37- Alunos viram o carrinho, mas não mexeram.

Nota 38- Sala tinha mesas afastadas e existiam 8 cadeiras afastadas entre si.

Nota 39- 3 controladores não funcionavam por falta de pilhas.

Nota 40- Alunos sorriam com ar feliz.

APÊNDICE X - Tabela de notas relacionadas com desafios (1.º ciclo)

TÉCNICO	Cibersegurança	<p>Nota 40- Sala tinha mesas afastadas e existiam 8 cadeiras afastadas entre si.</p> <p>Nota 10- Percecionei que alguns alunos demoravam a realizar os ajustes do <i>headset</i> e perguntamos se precisavam de ajuda. Ajudámos alguns alunos a nos ajustes.</p> <p>Nota 39- Mesas afastadas e existiam 8 cadeiras afastadas entre si.</p>
	Hardware	<p>Nota 11- Alguns alunos iniciaram sem ter a alça dos controladores colocada.</p> <p>Nota 12- um aluno não estava a ver o mesmo que os outros, <i>headset</i> estava em configuração assim que ele o ligou.</p> <p>Nota 14- Os alunos ao terminarem deixavam equipamento na cadeira, fora da caixa.</p> <p>Nota 23- A certa altura tínhamos já os <i>headsets</i> nas caixas com numeração diferente dos controladores.</p> <p>Nota 28- Uns saíam e outros entravam e foi um pouco confuso.</p> <p>Nota 29- Como não se deu ao mesmo tempo os controles com os óculos, tivemos de andar atrás e perceber onde estavam os pares de equipamento.</p> <p>Nota 38- Alunos viram o carrinho, mas não mexeram.</p>
	Software	<p>Nota 12- um aluno não estava a ver o mesmo que os outros, <i>headset</i> estava em configuração assim que ele o ligou.</p>
	Carregamento e manutenção dos dispositivos	<p>Nota 40- 3 controladores não funcionavam por falta de pilhas.</p>
SOCIAIS	Inclusão	<p>Nota 1- Todos os alunos têm mais de 12 anos.</p> <p>Nota 30- Um dos alunos do 2.º subgrupo começou a app em português, não estava em inglês como esperado.</p>
	Higienização	<p>Nota 19- Meninos foram terminando, deixando na cadeira os equipamentos, nós íamos chamando para trazerem equipamentos para a mesa, nos verem a desinfetar e informar que na próxima vez seriam eles a fazer. Os primeiros alunos que terminaram ajudaram a higienização.</p> <p>Nota 20- 2 meninos avisámos para não colocar álcool nas lentes e ainda assim o fizeram.</p> <p>Nota 21- Foi muito confuso, pois enquanto uns acabavam e limpavam, outros acabavam e saíram, sem limpar ou trazer equipamentos para a mesa.</p> <p>Nota 22- Um pouco difícil estar a colocar álcool no papel na velocidade necessária e acompanhar a velocidade com que iam terminando.</p>
PEDAGÓGICO	<p>Nota 3 - Alunos tinham 1 cadeira e foi pedido para ficarem 2 a 2, um sentado e um em pé.</p> <p>Nota 4 - Não está claro para mim se os alunos sabem quem vai fazer primeiro a atividade de RV ou a sem RV.</p> <p>Nota 5 - Foi dada a caixa com o <i>headset</i> e os controladores a cada par de alunos.</p> <p>Nota 6 - Durante a instrução o tempo não está a ser suficiente para cada aluno ver todos os botões dos equipamentos e colocar os controladores com a alça no pulso. Os pares não têm o mesmo tempo para ver e mexer.</p> <p>Nota 7- Não foi dada a folha para os alunos escreverem para que serve cada botão.</p> <p>Nota 8 - A professora recapitulou.</p> <p>Nota 9 - Dada a instrução os alunos saíram todos para o hall, deixando os equipamentos na cadeira, para receberem a instrução da atividade a realizar no hall sem RV. Metade da turma entrou para a atividade com RV.</p> <p>Nota 13- vários alunos não viam nada porque já não se lembravam como de ligar o botão <i>on</i>.</p> <p>Nota 14- Os alunos ao terminarem deixavam equipamento na cadeira, fora da caixa.</p> <p>Nota 15- Aluno não sabia onde estava a imagem, professora lembrou como recentrar.</p> <p>Nota 16- A professora foi de aluno em aluno dar os dados para log in, vários à espera, enquanto a professora dava os dados vários interrompiam e pediam os dados. Gerou barulho e espera.</p> <p>Nota 17- Alguns alunos pelos gestos observados atiravam algo. Professora lembrou que não era para atirar, mas para agarrar e largar o objeto e lembrou os botões.</p> <p>Nota 18- Aluno terminou e recomeçou a atividade. A professora não se apercebeu no acompanhamento das mini tarefas, que se acompanha no site. Foi lá ver e percebeu que ele tinha recomeçado e pediu para fazer <i>log off</i>.</p> <p>Nota 24- A professora à medida que eles acabavam dizia para fazerem <i>log off</i>.</p> <p>Nota 25- Vários alunos perguntaram se era para fazer <i>log off</i> ou <i>quit app</i>.</p> <p>Nota 26- 3 alunos disseram não conseguiam sair professora pediu para carregar no botão e fazer <i>off</i> direto.</p> <p>Nota 27- Alunos que terminavam a atividade sem RV foram entrando.</p> <p>Nota 28- Uns saíam e outros entravam e foi um pouco confuso.</p> <p>Nota 29 - Como não se deu ao mesmo tempo os controles com os óculos, tivemos de andar atrás e perceber onde estavam os pares de equipamento.</p> <p>Nota 30- Um dos alunos do 2.º subgrupo começou a app em português, não estava em inglês como esperado.</p> <p>Nota 31- Alguns alunos do segundo grupo entraram numa atividade a decorrer.</p> <p>Nota 32- A atividade não terminou para alguns alunos, porque os alunos prévios não fizeram terminar.</p> <p>Nota 33- No 2.º grupo não foi recapitulado os passos e <i>Go in</i> ou restar app, criar fronteiras (<i>bounderies</i>) e o <i>login</i>.</p> <p>Nota 34- Está confuso começarem desfasados.</p> <p>Nota 37- 1 aluno disse que vai ser mais fácil da próxima vez.</p>	

APÊNDICE XI- Desafios e notas correspondentes (1.º ciclo)

	DESAFIOS	NOTAS
TÉCNICO	Cibersegurança	10, 39 e 40
	Hardware	11,12,14,23,28,29 e 38
	Software	12
	Carregamento e manutenção dos dispositivos	40
PEDAGÓGICO		3,4,5,6,7,8,9,13,14,15,16,17,18,24,25,26,27,28,29,30,31,32,33,34,37 e 40
SOCIAIS	Inclusão	1 e 30
	Higienização	19, 20 21 e 22

APÊNDICE XII – Entrevista semiestruturada validação

		✓ Clear and appropriate			
		✘ Needs adjustment			
		✘ Should be reformulated or removed			
QUESTION	Goal	IT manager	Student Grade 8	Teacher 3	Comentários/Sugestões
1. this your first time using VR?	Assess previous familiarity with VR	✓ Clear and appropriate	✓ Clear and appropriate	✓ Clear and appropriate	
it?	Identify prior experiences with VR	✓ Clear and appropriate	✓ Clear and appropriate	✓ Clear and appropriate	
2.b – Was it for gaming at home, in a museum, or during another activity?	Specify previous usage context	✓ Clear and appropriate	✓ Clear and appropriate	✓ Clear and appropriate	
3How did you feel about the experience?	Capture general perception of the VR experience	✓ Clear and appropriate	✓ Clear and appropriate	✓ Clear and appropriate	
3.b – Easy, difficult, or in between?	Assess perceived level of difficulty	✓ Clear and appropriate	✓ Clear and appropriate	✓ Clear and appropriate	
4. What was the easiest part?	Identify strengths / perceived usability	✓ Clear and appropriate	✓ Clear and appropriate	✓ Clear and appropriate	
4.b – Understanding instructions, navigating, using buttons...?	Detail specific usability aspects	✓ Clear and appropriate	✓ Clear and appropriate	✓ Clear and appropriate	
5. Do you think being seated or standing would make a difference	Explore the impact of posture on immersive experience	✓ Clear and appropriate	✓ Clear and appropriate	✓ Clear and appropriate	
5.b – I prefer sitting / standing / makes no difference	Capture physical preference while using VR	✓ Clear and appropriate	✓ Clear and appropriate	✓ Clear and appropriate	
6. Did you encounter any challenges during the experience?	Identify technical or cognitive difficulties	✓ Clear and appropriate	✓ Clear and appropriate	✓ Clear and appropriate	
6.b – Please describe	Allow for detailed description of challenges	✓ Clear and appropriate	✓ Clear and appropriate	✓ Clear and appropriate	
7. Would you like to add any comments or observations?	Capture final and spontaneous impressions	✓ Clear and appropriate	✓ Clear and appropriate	✓ Clear and appropriate	
NAME					
	Subject teaching	IT	8th grade student	Elementary /Integration Specialist	
	grades teaching experience	Currently not teaching (Previously Grades 6-10)		Elementary (Grades 1-5)	
		IT manager	Student Grade 8	Teacher 3	

Fonte: Autora

APÊNDICE XIII – Entrevista semiestruturada em português

No final da sessão, já com a turma reunida, as perguntas n.º 1, n.º2, n.º3, n.º4, n.º5, n.º6, n.º7, foram realizadas verbalmente, e as alíneas “b” de cada pergunta só foram apresentadas na versão escrita, em Inglês, mas que aqui traduzo:

1- Foi a 1ª vez que usaram RV?

2- Se não foi a 1ª vez em que situação usaram?

2.b - Em casa para jogar, museu, em casa para outra atividade, outro fim)

3- Como foi a utilização?

3.b - Fácil, difícil? mais ou menos?

4- O que foi mais fácil?

4.b – Compreender as instruções, navegar no ambiente virtual, completar as tarefas, usar os botões de controle?

5- Acredita que estar sentado ou em pé faria diferença na sua experiência?

5.b- prefiro sentado, prefiro em pé, não faz a diferença.

6- Encontrou algum desafio durante a experiência?

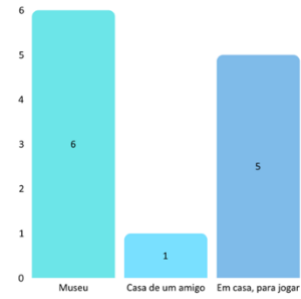
6.b- Por favor descreve?

7- Quer acrescentar algum comentário ou observações acerca da experiência?

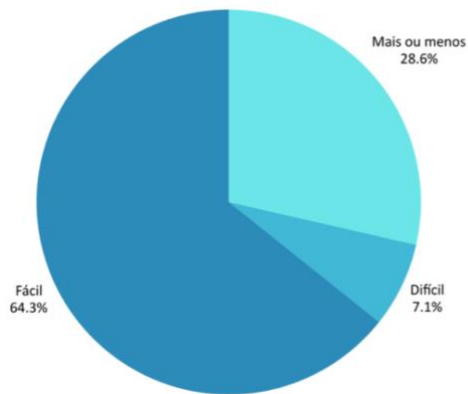
APÊNDICE XIV- Análise às entrevistas alunos (1.º ciclo)



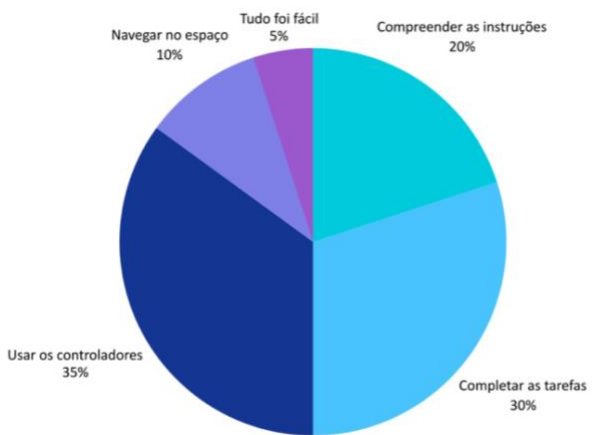
Questão 1 “Foi a 1ª vez que usaram RV?”



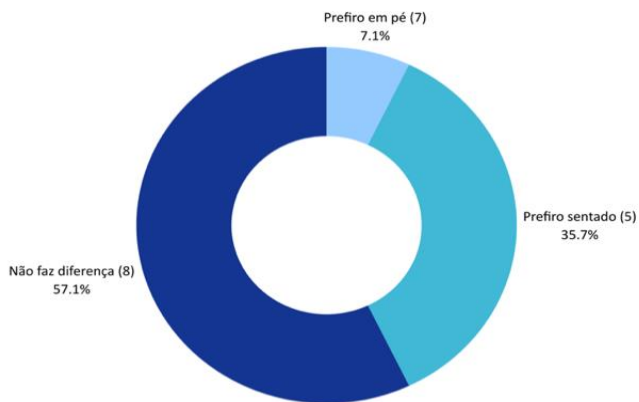
Questão 2 “Se não foi a 1ª vez em que situação usaram?”



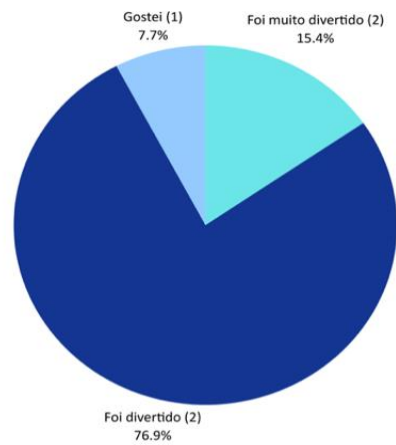
Questão 3: Como foi a utilização? fácil, difícil? Mais ou menos?



Questão 4: O que foi mais fácil?



Questão 5: Estar sentado ou em pé faria diferença na sua experiência?



Questão 6: Comentários/observações sobre a experiência de RV

Fonte: Autora

APÊNDICE XV- Descrição dos desafios encontrados (1.º ciclo)

DESAFIOS OBSERVADOS NO 1º CICLO	
1	Dificuldades com os controladores
2	Dificuldade nos ajustes dos <i>headsets</i>
3	Alunos não sabiam como colocar os controladores em segurança, com a bracelete travada no pulso.
4	3 controladores não funcionavam por terem as pilhas descarregadas
5	Os alunos que demoraram mais tempo foram sujeitos a mais barulho na sala bem como pessoas a passarem perto de si.
6	Alguns <i>headsets</i> foram dados sem a caixa, separando o Pacck numerado de headset e respectivos controladores
7	Alguns alunos repetiram o tutorial
8	Alunos e professora não conseguiram parar numa tarefa e saltar a mesma.
9	Um aluno iniciou com o login do aluno que anteriormente usou o headset
10	Um aluno iniciou em Português, devido ao aluno anterior ter mudado para o idioma Português.
11	Dificuldades com os 3 passos como: ajustar/ampliar os óculos; fazer login e criar novos limites;
12	Perderam tempo por não saberem como realizar a higienização.
13	O sistema pediu para "Reiniciar o aplicativo";
14	Ambiente confuso e barulhento à medida na troca dos grupos. Troca desfasada, alunos entravam e saíam um a um, à medida que iam terminando.
DESAFIOS DESCRITOS PELOS ALUNOS	
15	Lembrar o que fazem os botões
16	Um dos controladores não funcionava por falta de pilha
17	Dores de cabeça, ajuste do <i>headset</i>

APÊNDICE XVI- Tempo despendido em Rv (2.º ciclo)

	8.º. Ano	N.º. Alunos	Mínimo	Máximo	Média de minutos
2.º. Ciclo	B4	13	8	14	11

APÊNDICE XVII - Notas do 2.º ciclo

Nota 41- Cadeiras a pares.

Nota 42 - A professora representou os gestos que cada botão do controlador faz.

Nota 43- Alunos mexeram nos controladores e no *headset*.

Nota 44- Não se explicou o apertar a bracelete.

Nota 45- Professora frisou o comando de *set new boundaries*.

Nota 46- Professora recapitulou botões.

Nota 47- Professora perguntou aos meninos botão a botão.

Nota 48 -Um dos alunos tinha caixa no colo.

Nota 49 - “se usarmos sempre isto vão todos amar matemática”.

Nota 50 - “É tão bonito, este sítio é tão bonito”.

Nota 51 - “É espetacular”.

Nota 52 - “É deslumbrante”.

Nota 53 - “Uau! Eu consigo segurar a calculadora”.

Nota 54 - Um dos alunos entrou na meta quest *dashboard* e entrou num jogo.

Nota 55 – A transição foi mais suave, ambiente menos confuso.

Nota 56- a aula aos 14h37 ainda alunos não tinham terminado.

Nota 57 – alunos deram as caixas e uns já ajudaram a desinfetar viram como colocar no carrinho.

Nota 58- Um controlador sem pilha.

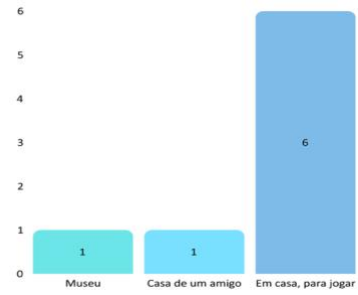
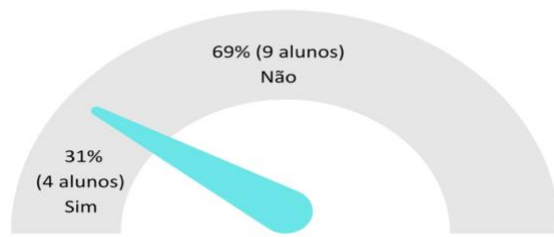
Nota 59- Ajudámos vários meninos a encontrarem o lápis virtual.

Nota 60 – “Uau, lápis é tão giro”.

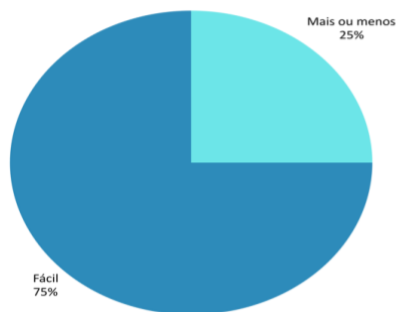
Nota 61 – Um dos alunos tinha 12 anos.

Nota 62- 2 alunos não tinham ainda o equipamento disponível devido ao colega seu par não ter ainda acabado a tarefa de RV. Foi dado outro equipamento a mais, do carrinho.

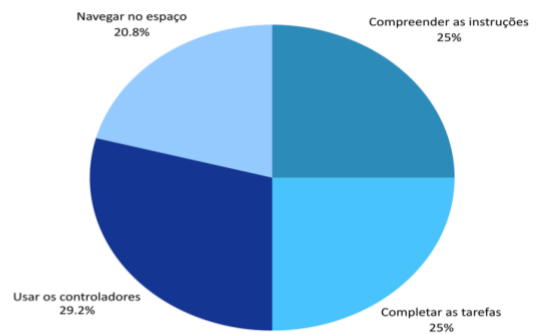
APÊNDICE XVIII- Respostas das entrevistas do 2.º ciclo



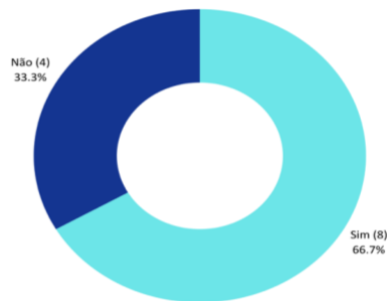
Questão 1 Foi a 1ª vez que usaram RV?



Questão 2: Se não foi a 1ª vez em que situação usaram?

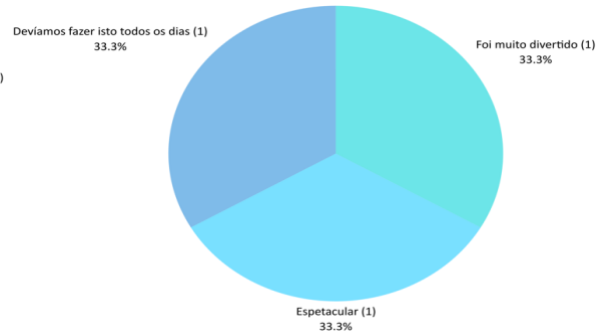
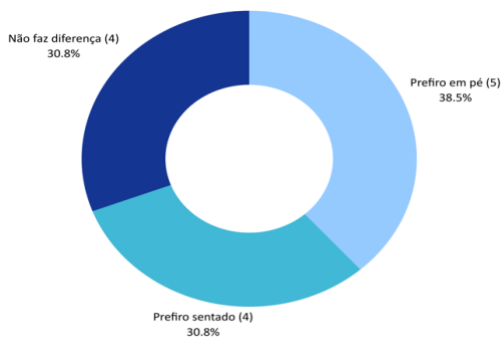


Questão 3 Como foi a utilização? fácil, difícil? Mais ou menos?



Questão 4 O que foi mais fácil?

Questão 5: Encontrou desafios?



Questão 6: Estar sentado ou em pé faria diferença na sua experiência?

Questão 7: Comentários/observações sobre a experiência de RV

Fonte: autora

APÊNDICE XIX- Desafios 2.º ciclo

PEDAGÓGICO	Logística	Nota 41- cadeiras a pares.	
	Qualidade de instrução		Nota 42 - A professora representou os gestos que cada botão do controlador faz.
			Nota 43- Alunos mexeram nos controladores e no <i>headset</i> .
			Nota 44- Não se explicou o apertar a bracelete.
			Nota 45- Professora frisou o comando de <i>set new boundaries</i> .
			Nota 46- Professora recapitulou botões.
			Nota 47- Professora perguntou aos meninos botão a botão.
			Nota 48 -Um dos alunos tinha caixa no colo.
		Nota 49 - “se usarmos sempre isto vão todos amar matemática”.	
		Nota 50 - “É tão bonito, este sítio é tão bonito”.	
		Nota 51 - “É espetacular”.	
		Nota 52 - “É deslumbrante”.	
		Nota 53 - “Uau! Eu consigo segurar a calculadora”.	
		Nota 59 -ajudámos vários alunos a usarem o lápis virtual.	
		Nota 60 -" O lápis é tão giro".	
	Qualidade de instrução		Nota 54 - Um dos alunos entrou na meta quest <i>dashboard</i> e entrou num jogo.
	Gestão da sala de aula		Nota 55 – A transição foi mais suave, ambiente menos confuso.
		Nota 62- 2 alunos não tinham ainda o equipamento disponível devido ao colega seu par não ter ainda acabado a tarefa de RV. Foi dado outro equipamento a mais, do carrinho.	
		Nota 56- a aula aos 14h37 ainda alunos não tinham terminado.	
TÉCNICO		Nota 57 – alunos deram as caixas e uns já ajudaram a desinfetar viram como colocar no carrinho.	
		Nota 58- Um controlador sem pilhas.	
SOCIAL	Inclusão	Nota 61 - Um dos alunos tem 12 anos.	
TÉCNICO/PEDAGÓGICO		Nota 59- Apertei as braceletes a 4 alunos.	

Fonte: autora

APÊNDICE XX- Notas 3.º ciclo

Nota 63 – Alunos sentados 2 a 2.

Nota 64 – “Não consigo alcançar o menu”. Aluno não se lembrava dos botões de recentrar.

Nota 65 – “Tão giro”.

Nota 66 – Um menino já tinha log in feito, ainda do colega anterior. Que não tinha terminado a última tarefa. Teve de sair da app e voltar a fazer login.

Nota 67- Os pares de 2 alunos não tinham ainda terminado, pelo que lhes demos packs que estavam a carregar no carrinho.

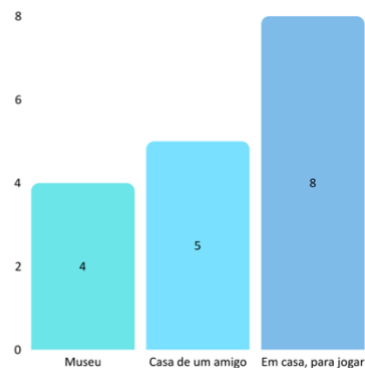
Nota 68 – Todos os alunos têm consentimento aprovado de acordo com a professora.

Nota 69 – Alunos queixou-se da imagem tremida. Professora sugerir usar os óculos de ver ao longe.

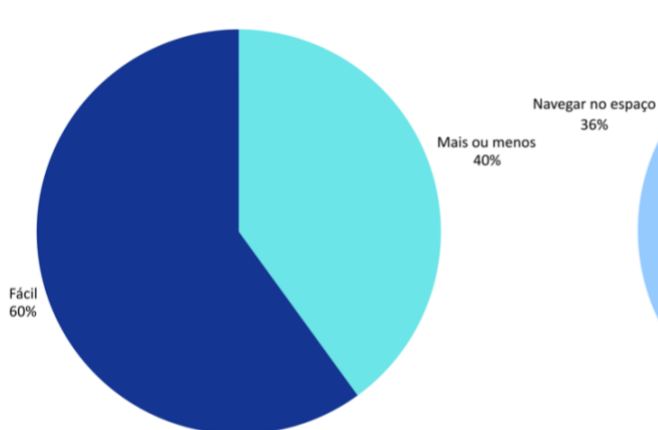
APÊNDICE XXI- Respostas das entrevistas do 3.º ciclo



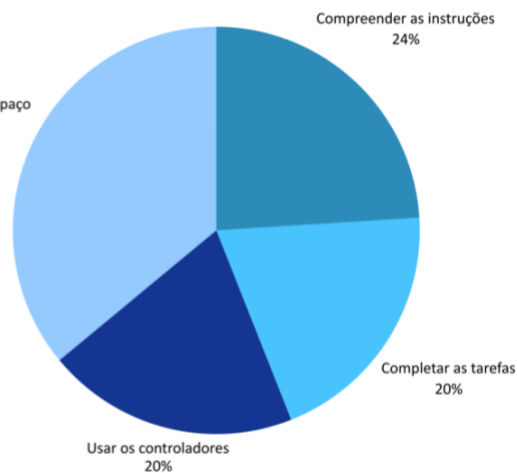
Questão 1: Foi a 1ª vez que usaram RV?



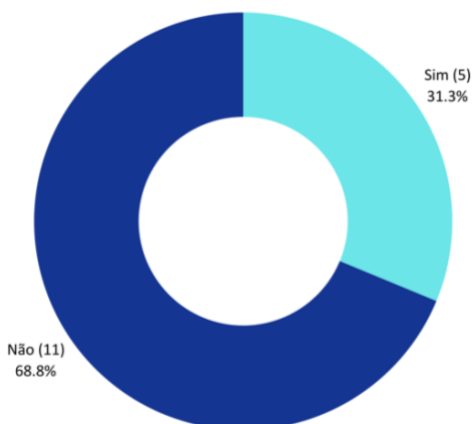
Questão 2: Se não foi a 1ª vez em que situação usaram?



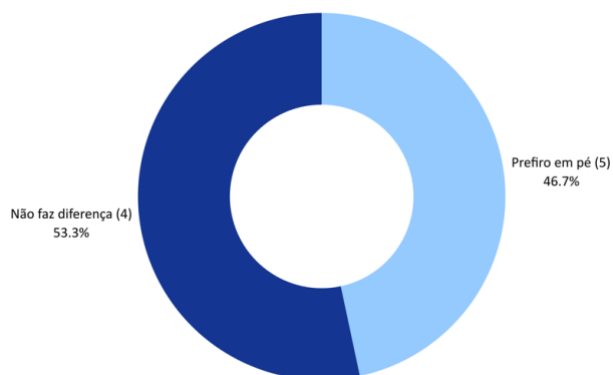
Questão 3: Como foi a utilização?



Questão 4: O que foi mais fácil?



Questão 5: Encontrou desafios?



Questão 6: Acredita que estar sentado ou em pé faria diferença na sua experiência?

Fonte: autora

APÊNDICE XXII- Tempo despendido na tarefa de rv

	8.º. Ano	N.º. Alunos	Mínimo	Máximo	Média de minutos
3.º. Ciclo	B4	15	9	17	13

Fonte: autora

APÊNDICE XXIII- Desafios 3.º ciclo

		DESAFIOS	NOTAS
1	PEDAGÓGICO	Relembrar funções dos botões dos controladores	64
2	PEDAGÓGICO	Aluno entrou nas tarefas do aluno anterior. Aluno anterior não fez logoff.	66
3	TÉCNICO	Imagem tremida, pois, aluno não colocou os óculos de ver ao longe.	66
DESAFIOS DESCRITOS PELOS ALUNOS			
4	PEDAGÓGICO	Só no início não encontrava o menu	
5	TÉCNICO/PEDAGÓGICO	A imagem estava desfocada	
6	PEDAGÓGICO	Foi confuso	
7	PEDAGÓGICO	Fiquei confuso acerca dos controladores e como me virar	
8	PEDAGÓGICO	Lembrar os botões dos controladores	

Fonte: autora

APÊNDICE XXIV- Recomendações para planeamento do 4.º ciclo

	DESAFIOS	RECOMENDAÇÕES
3.º ciclo	Imagem tremida, pois, aluno não colocou os óculos de ver ao longe.	Relembrar quem usa óculos de ver ao longe de manter os óculos colocados.

Fonte: autora

APÊNDICE XXV- Desafios dos ciclos 1, 2 e 3

		DESAFIOS 1.º CICLO	DESAFIOS 2.º CICLO	DESAFIOS 3.º CICLO
PEDAGÓGICO	Instrução	Dificuldades com os controladores.	Dificuldades com apertar as braceletes dos controladores	Aluno não via o menu
		Dificuldade nos ajustes dos <i>headsets</i>	Um controlador com pilha descarregada	Aluno entrou nas tarefas do aluno anterior. Aluno anterior não fez <i>log off</i> .
		Alguns alunos repetiram o tutorial	Alunos não conseguiam encontrar o lápis virtual	Imagem tremida, pois, aluno não colocou os óculos de ver ao longe.
		Lembrar o que fazem os botões	Um dos alunos foi parar a um jogo	Como funcionam controladores e como recentrar
		Um aluno iniciou em Português, devido ao aluno anterior ter mudado para o idioma Português.	Utilizar os botões dos controladores	
		Um aluno iniciou com o login do aluno que anteriormente usou o <i>headset</i>		
		Dificuldades com os 3 passos como: ajustar/ampliar os óculos; fazer login e criar limites;		
		Alunos não sabiam como colocar os controladores em segurança, com a bracelete travada no pulso.		
	Gestão da sala de aula	Alguns <i>headsets</i> foram dados sem a caixa, separando o Pack numerado de <i>headsets</i> e respectivos controladores	Gestão do tempo. Aula a terminar e alunos ainda não tinham terminado a atividade em RV.	
		Os alunos que demoraram mais tempo foram sujeitos a mais barulho na sala bem como pessoas a passarem perto de si.		
		Ambiente confuso e barulhento à medida na troca dos grupos. Troca desfasada, alunos entravam e saíam um a um, à medida que iam terminando.		
PEDAGÓGICO / TÉCNICO	Instrução e Cibersegurança	Dores de cabeça, ajuste do <i>headset</i>		
TÉCNICO	Gestão da energia	3 controladores não funcionavam por terem as pilhas descarregadas	Pilha no controlador	

	Update	O sistema pediu para "Reiniciar o aplicativo";		
	Software	Alunos e professora não conseguiram parar numa tarefa e saltar a mesma.		
SOCIAL	Higienização	Perderam tempo por não saberem como realizar a higienização.		

Fonte: autora

APÊNDICE XXVI- Notas do 4.º ciclo

Nota 70 – Um dos alunos não tinha ainda autorização dos pais.

Nota 71 – Fui procurar a secretária do secundário para ligar aos pais.

Nota 72 – Como soube quem era a aluna sem autorização e tendo confiança com a mãe da aluna, liguei e pedi para enviar email para a escola.

Nota 73 – Professora perante a minha sugestão iria colocar a aluna no subgrupo que faria RV na 2ª parte da aula, para me dar tempo de contactar os pais.

Nota 74- Consentimento da aluna recebido, ainda durante a instrução.

Nota 75- A professora reforçou a instrução de os alunos realizarem a opção de “stationary boundary”, ou seja, de **Configurar Limites Estacionários. Fui ver a diferença no chatgpt, rapidamente, e** esta configuração é a melhor para quem quer estar parado (sentado ou de pé) em um único lugar. O sistema cria uma pequena área fixa ao redor de onde o aluno está. Evita que seja necessário usar os controles de “recentrar”.

Nota 76- Professora deu as instruções de uma forma que percecionei como mais calmas, ritmo mais suave e pausado, deduzo que se deva a aula ter 90 minutos.

Nota 77- Professora dava instruções e perguntava sobre o que tinha acabado de dizer.

Nota 78- Alunos tinha *headset* na ponta do nariz e por isso pedi ajuda pois não via.

Nota 79- Professora perguntou se já tinham usado e a maioria das mãos levantaram-se.

Nota 80- Um dos alunos quando ligou o *headset*, o menu apareceu longe dele e não permitia mexer. Alunos fez “*shutdown*”, forçou a saída e depois fez novo restart.

Nota 81- Um dos alunos disse “So cool”.

Nota 82- Um dos alunos disse “Is cool”.

Nota 83- Um dos alunos disse “Nice view”.

Nota 84- Um aluno colocou a password da escola e dizia que não dava. Professora esqueceu de dizer não era password da escola, mas uma especial.

APÊNDICE XXVII- Tempo despendido na tarefa de Rv (ciclo 4)

	8.º. Ano	N.º. Alunos	Mínimo	Máximo	Média de minutos
4.º. Ciclo	A3	16	9	18	13,5

APÊNDICE XXVIII- Notas do ciclo 4 agrupadas por tópico

TÉCNICO	Cibersegurança	Nota 70 – Um dos alunos não tinha ainda autorização dos pais.
		Nota 71 – Fui procurar a secretária do secundário para ligar aos pais.
		Nota 72 – Como soube quem era a aluna sem autorização e tendo confiança com a mãe da aluna, liguei e pedi para enviar email para a escola.
		Nota 73 – Professora perante a minha sugestão iria colocar a aluna no subgrupo que faria RV na 2ª parte da aula, para me dar tempo de contactar os pais.
		Nota 74- Consentimento da aluna recebido, ainda durante a instrução.
PEDAGÓGICO	Instrução	Nota 75- A professora reforçou a instrução de os alunos realizarem a opção de “stationary boundery”, ou seja, de Configurar Limites Estacionários. Fui ver a diferença no chatgpt, rapidamente, e esta configuração é a melhor para quem quer estar parado (sentado ou de pé) em um único lugar. O sistema cria uma pequena área fixa ao redor de onde o aluno está. Evita que seja necessário usar os controles de “recentrar”.
		Nota 76- Professora deu as instruções de uma forma que percecionei como mais calmas, ritmo mais suave e pausado, deduzo que se deva a aula ter 90 minutos.
		Nota 77- Professora dava instruções e perguntava sobre o que tinha acabado de dizer.
		Nota 78- Alunos tinha <i>headset</i> na ponta do nariz e por isso pedi ajuda pois não via.
		Nota 79- Professora perguntou se já tinham usado e a maioria das mãos levantaram-se.
		Nota 80- Um dos alunos quando ligou o <i>headset</i> , o menu apareceu longe dele e não permitia mexer. Alunos fez “ <i>shutdown</i> ”, forçou a saída e depois fez novo restart.
		Nota 81- Um dos alunos disse “So cool”.
		Nota 82- Um dos alunos disse “Is cool”.
		Nota 83- Um dos alunos disse “Nice view”.
Nota 84- Um aluno colocou a password da escola e dizia que não dava. Professora esqueceu de dizer não era password da escola, mas uma especial.		

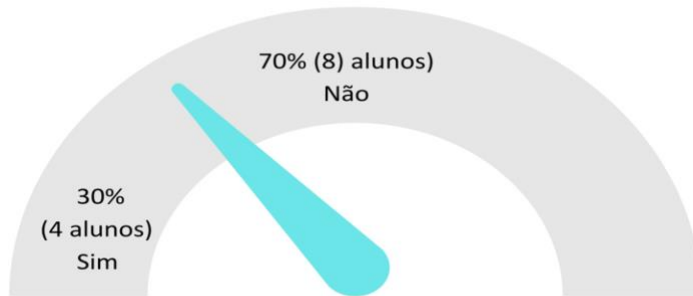
Fonte: Autora

APÊNDICE XXIX- Descrição dos desafios encontrados vs notas do 4.º ciclo

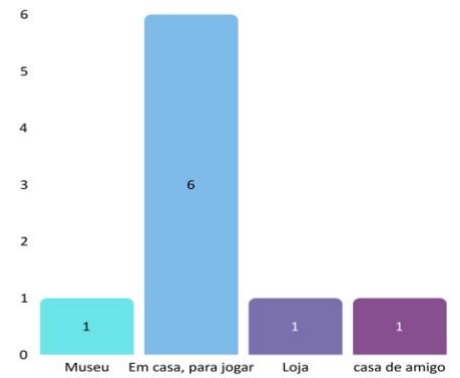
DESAFIOS			NOTAS
TÉCNICO	Cibersegurança	Um aluno sem consentimento dos pais	70, 71, 72, 73 e 74
PEDAGÓGICO	Instrução	Alunos tinha <i>headset</i> na ponta do nariz e por isso pedi ajuda pois não via.	78
		Um dos alunos quando ligou o <i>headset</i> , o menu apareceu longe dele e não permitia mexer. Aluno fez " <i>shutdown</i> ", forçou a saída e depois fez novo <i>restart</i> .	80
		Um aluno colocou a password da escola e dizia que não dava. Professora esqueceu de dizer não era password da escola, mas uma especial.	84

Fonte: autora

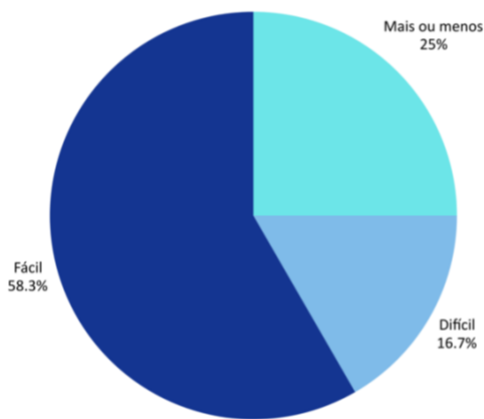
APÊNDICE XXX- Respostas entrevistas ciclo n.º 4



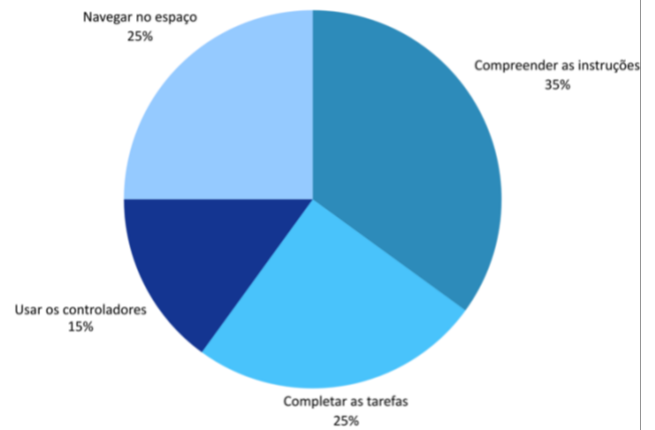
Questão 1: Foi a 1ª vez que usaram RV?



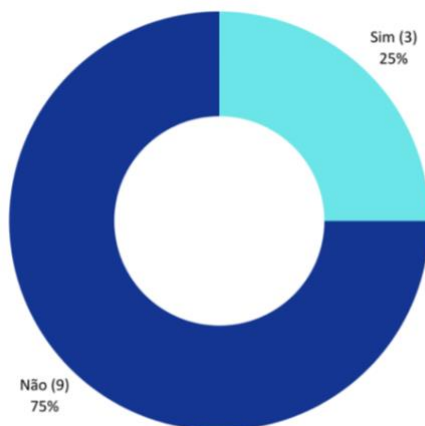
Questão n.º2: Se não foi a 1ª vez em que situação usaram?



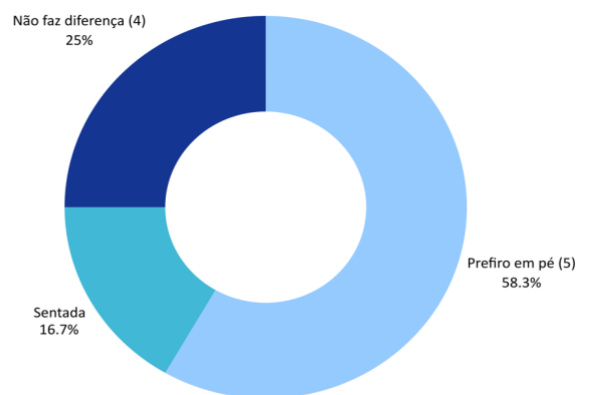
Questão 3: Como foi a utilização?



Questão 4: O que foi mais fácil?



Questão 5: Encontrou desafios?



Questão 6: Acredita que estar sentado ou em pé faria diferença na sua experiência?

(Fonte: autora)

APÊNDICE XXXI- Descrição dos desafios do 4.º ciclo

CATEGORIA DE DESAFIO	SUB CATEGORIA	DESCRIÇÃO DOS DESAFIOS DO 4.º CICLO
PEDAGÓGICO	Instrução	Dificuldade em recordar as funções dos controladores
		Realizar o Log Off corretamente.
		Ajustar os <i>headsets</i>
		Colocar a password correta
TÉCNICO	Segurança	Consentimento dos pais

Fonte: autora

APÊNDICE XXXII- Calendário para o 5.º ciclo

Week 10 NOV	11 – B U2L7	12 – C U2L7 1º ciclo → 2º ciclo → 3º ciclo →	13 – D U2L8 Small Block + tutorial 8:30-9:50 [redacted] 1:35-2:35 [redacted] 2:45-3:45 [redacted]	14 – A U2L8 + tutorial 12:35-14:05 [redacted] 4º ciclo ↑	15 – B U2L9 + vr functions part 1 8:30-9:50 [redacted] ← 5º ciclo 10:00-11:30 [redacted] 2:45-3:45 [redacted]
-------------------	-------------	-----------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Fonte: autora (com informação enviada por professoras)

APÊNDICE XXXIII- Variáveis de ação para 5.º ciclo

	VARIÁVEIS DA AÇÃO:	SOLUÇÃO TOMADA:	BENEFÍCIO:
a)	Os alunos quando entram na sala, são eles que tiram os seus <i>headsets</i> do carrinho ou já os têm na cadeira?	Os alunos irão retirar com a orientação, as caixas com <i>headsets</i> e controladores do carrinho, ficando sob a sua responsabilidade.	Responsabilização dos estudantes para o manuseamento e carregamento dos equipamentos
b)	Será a professora a dar o login ou será um colega (da outra metade do grupo que depois irá para outro local, realizar outra tarefa)?	Será a professora, na altura certa, a fornecer a cada aluno o seu login de acesso.	Para evitar termos toda a turma junta e o potencial entusiasmo que possa existir que pode gerar barulho, bem como para o segundo grupo poder avançar na sua atividade, a professora irá um a um fornecer a sua palavra-passe.
c)	A instrução inicial será dada a todos ao mesmo tempo ou cada grupo recebe a instrução?	A instrução será dada a todos ao mesmo tempo.	Aqui pretende-se poupar tempo. Porém poderá haver risco que o segundo grupo, ao iniciarem, já não se lembrarem bem da instrução dada anteriormente.
d)	Fazem a atividade de RV sentados ou em pé?	Farão a atividade sentados, sem mesas por perto.	Segurança para não tocarem em obstáculos.
e)	Fazem os alunos a higienização ou fazemos nós (professores, equipa de apoio)?	Serão os alunos, com o apoio da equipa técnica e de apoio, que farão a higiene.	Serão os alunos sozinhos a realizar esta tarefa e a colocar os packs a carregarem no carrinho.
f)	A atividade da outra metade do grupo será dentro da sala ou noutra local, de forma aos alunos não verem os outros a fazerem RV?	O grupo que não estará a realizar a atividade de RV estará no hall de entrada (pequeno corredor de acesso à sala de aula), de forma a não verem os colegas a realizarem a atividade em RV.	As professoras do 8 ano decidiram que esta será a melhor solução para não criar situações de julgamento e brincadeira e assim ambos os grupos se mantêm focados nas suas atividades. O grupo de RV terá mais à vontade na realização da mesma, sem se sentirem observados.
g)	O carrinho de transporte dos <i>headsets</i> será levado pela professora ou por outro elemento da equipa?	Será a equipa técnica e de apoio que assegurará que no início da aula o carrinho estará dentro da sala de aula.	Queremos tirar a preocupação da logística técnica das professoras para este primeiro ciclo, para que as mesmas se foquem com a parte pedagógica e da logística da sala de aula.

APÊNDICE XXXIV- Notas do 5.º ciclo

Nota 85: Professora mostrou slides a explicar o objetivo do trabalho de energia circular com os restos de comida, (conteúdo da tarefa).

Nota 86: hoje foi muito rápido o relembrar de ajuste dos óculos e dos controladores.

Nota 87: 6 alunos já sabiam a password de cor.

Nota 88: 2 alunos foram parar ao tutorial e tiveram de sair e entrar na tarefa.

Nota 89: alunos diz “is so cool”

Nota 90: Professora opta, no final da tarefa, por fazer o quizz pós tarefa oralmente ao invés de escrito.

Nota 91: aluno com menos de 13 anos fez a atividade em desktop 3D, na aplicação teams.

Nota 92: Ensinou-se aos alunos a colocar as caixas de equipamento na posição correta no carrinho, na numeração certa e assegurar que ficam a carregar.

Nota 93: professora reforçou onde os alunos tinham de clicar (diferente da tarefa anterior – tutorial)

Nota 94: metade da turma faz a atividade do quizz no hall de acesso à sala.

Nota 95: a transição de grupos correu de forma ordeira

Nota 96: alunos na transição vinham uma a um ao carrinho tirar uma caixa do equipamento.

APÊNDICE XXXV- Tempo usado em rv (5.º ciclo)

	8.º. Ano	N.º. Alunos	Mínimo	Máximo	Média de minutos
5.º. Ciclo	B1	15	14	22	18

Fonte: autora (com informação enviada por professoras)

APÊNDICE XXXVI- Desafios observados nos 5 ciclos anteriores

		8.º Ano				
		Professora B	Professora A			
CATEGORIA DE DESAFIO	SUB CATEGORIA	DESAFIOS 1.º CICLO	DESAFIOS 2.º CICLO	DESAFIOS 3.º CICLO	DESAFIOS 4.º CICLO	DESAFIOS 5.º CICLO
PEDAGÓGICO	Instrução	Dificuldades com os controladores.	Dificuldades com apertar as braceletes dos controladores	Aluno não via o menu	Aluno não sabia como se deslocar	2 alunos entraram na atividade errada
		Dificuldade nos ajustes dos <i>headsets</i>		Aluno entrou nas tarefas do aluno anterior. Aluno anterior não fez logoff.	Aluno tinha <i>headset</i> na ponta do nariz e por isso pedi ajuda pois não via.	
		Alguns alunos repetiram o tutorial	Alunos não conseguiram encontrar o lápis virtual	Imagem tremida, pois, aluno não colocou os óculos de ver ao longe.	Entender a tarefa	
		Lembrar o que fazem os botões	Um dos alunos foi parar a um jogo	Fiquei confuso acerca dos controladores e como me virar	usar os controles, esqueci os botões	
		Um aluno iniciou em Português, devido ao aluno anterior ter mudado para o idioma Português.		Lembrar os botões dos controladores	Um dos alunos quando ligou o <i>headset</i> , o menu apareceu longe dele e não permitia mexer. Alunos fez " <i>shutdown</i> ", forçou a saída e depois fez novo <i>restart</i> .	
		Um aluno iniciou com o login do aluno que anteriormente usou o <i>headset</i>			Um aluno colocou a password da escola e dizia que não dava. Professora esqueceu de dizer não era password da escola, mas uma especial.	
		Dificuldades com os 3 passos como: ajustar/ampliar os óculos; fazer login e criar limites;				

		Alunos não sabiam como colocar os controladores em segurança, com a bracelete travada no pulso.				
	Gestão da sala de aula	Alguns <i>headsets</i> foram dados sem a caixa, separando o Pack numerado de <i>headset</i> e respectivos controladores	Gestão do tempo. Aula a terminar e alunos ainda não tinham terminado a atividade em RV.			
		Os alunos que demoraram mais tempo foram sujeitos a mais barulho na sala bem como pessoas a passarem perto de si.				
		Ambiente confuso e barulhento à medida na troca dos grupos. Troca desfasada, alunos entravam e saíam um a um, à medida que iam terminando.				
PEDAGÓGICO / TÉCNICO	Instrução e Cibersegurança	Dores de cabeça, ajuste do <i>headset</i>			Aluno sem consentimento dos pais	
TÉCNICO	Gestão da energia	3 controladores não funcionavam por terem as pilhas descarregadas	Um controlador com pilha descarregada			
	Update	O sistema pediu para "Reiniciar o aplicativo";				
	Software	Alunos e professora não conseguiram parar numa tarefa e saltar a mesma.				
SOCIAL	Higienização	Perderam tempo por não saberem como realizar a higienização.				

APÊNDICE XXXVII- Variáveis de ação alteradas para o 6.º ciclo

	VARIÁVEIS DA AÇÃO:	SOLUÇÃO TOMADA:	BENEFÍCIO:
a)	Os alunos quando entram na sala, são eles que tiram os seus <i>headsets</i> do carrinho ou já os têm na cadeira?	Os alunos irão retirar com a orientação, as caixas com <i>headsets</i> e controladores do carrinho, ficando sob a sua responsabilidade.	Responsabilização dos estudantes para o manuseamento e carregamento dos equipamentos
b)	Será a professora a dar o login ou será um colega (da outra metade do grupo que depois irá para outro local, realizar outra tarefa)?	Será a professora, na altura certa, a fornecer a cada aluno o seu login de acesso.	Para evitar termos toda a turma junta e o potencial entusiasmo que possa existir que pode gerar barulho, bem como para o segundo grupo poder avançar na sua atividade, a professora irá um a um fornecer a sua palavra-passe.
c)	A instrução inicial será dada a todos ao mesmo tempo ou cada grupo recebe a instrução?	A instrução será dada a todos ao mesmo tempo.	Aqui pretende-se poupar tempo. Porém poderá haver risco que o segundo grupo, ao iniciarem, já não se lembrarem bem da instrução dada anteriormente.
d)	Fazem a atividade de RV sentados ou em pé?	Farão a atividade sentados, sem mesas por perto.	Segurança para não tocarem em obstáculos.
e)	Fazem os alunos a higienização ou fazemos nós (professores, equipa de apoio)?	Serão os alunos, com o apoio da equipa técnica e de apoio, que farão a higiene.	Serão os alunos sozinhos a realizar esta tarefa e a colocar os packs a carregarem no carrinho.
f)	A atividade da outra metade do grupo será dentro da sala ou noutra local, de forma aos alunos não verem os outros a fazerem RV?	Ambos os grupos estão dentro da sala. A sala vai ser dividida em duas partes, uma com mesas onde trabalha um subgrupo, na outra metade da sala, só cadeiras espaçadas.	Dar autonomia e responsabilização no cuidado e respeito com os colegas, mantendo o foco na tarefa que cada um está a realizar.
g)	O carrinho de transporte dos <i>headsets</i> será levado pela professora ou por outro elemento da equipa?	Será a equipa técnica e de apoio que assegurará que no início da aula o carrinho estará dentro da sala de aula.	Queremos tirar a preocupação da logística técnica das professoras para este primeiro ciclo, para que as mesmas se foquem com a parte pedagógica e da logística da sala de aula.

APÊNDICE XXXVIII- Notas do 6.º ciclo

Nota 97- Sala dividida em cadeiras no início da sala, afastadas e junto ao quadro as mesas.

Nota 98- Alunos receberam a instrução todos juntos

Nota 99 – Pedi licença para reforçar a importância dos ajustes do *headset* para não ficar largo ou muito apertado.

Nota 100 – reforcei que quem usa óculos para ver ao longe deve manter os óculos.

Nota 101- reforcei que no fim devem virem ter comigo para explicar a higienização.

Nota 102- Professora perguntou quem já tinham usado e 8 já tinham experimentado e 3 têm em casa.

Nota 103- “This is crazy”

Nota 104- “Is so nice”

Nota 105- “So cool”

Nota 106- Alguns meninos que estavam na tarefa sem RV aproximaram-se de quem estava a realizar RV, foram alertados e respeitaram. O colega não se apercebeu.

Nota 107- Professora teve quebra de net e teve 3 minutos sem acesso ao *dashboard* que acompanha as tarefas dos alunos.

Nota 108- Um dos óculos estava com instruções em português.

Nota 109- Professora teve alguns desafios no *dashboard* e um aluno desapareceu da lista. Professora conseguiu criar o acesso de aluno na hora.

Nota 110- Alunos estavam sentados com mesas em grupos de 4 com 2 conjuntos de equipamentos, a receber instrução.

Nota 111- Os alunos que iam realizar a atividade com RV levaram a caixa do equipamento.

Nota 112- O outro subgrupo permaneceu na sala a realizarem um projeto.

Nota 113- Todos os pais consentiram.

Nota 114- Professora perguntou e 8 estudantes já tinham tido experiência e 3 têm em casa.

APÊNDICE XXXIX- Notas do 6.º ciclo por temas

	Temas	Notas
	Qualidade de instrução	Note 98- Alunos receberam a instrução todos juntos
		Nota 99 – Pedi licença para reforçar a importância dos ajustes do <i>headset</i> para não ficar largo ou muito apertado.
		Nota 100 – reforcei que quem usa óculos para ver ao longe deve manter os óculos.
		Nota 101- reforcei que no fim devem virem ter comigo para explicar a higienização.
		Nota 112- O outro subgrupo permaneceu na sala a realizarem um projeto.
		Nota 108- Um dos óculos estava com instruções em português.
	Gestão da sala de aula	Nota 110- Alunos estavam sentados com mesas em grupos de 4 com 2 conjuntos de equipamentos, a receber instrução.
		Nota 97- Sala dividida em cadeiras no início da sala, afastadas e junto ao quadro as mesas.
TÉCNICO	Segurança	Nota 106- Alguns meninos que estavam na tarefa sem RV aproximaram-se de quem estava a realizar RV, foram alertados e respeitaram. O colega não se apercebeu.
		Nota 111- Os alunos que iam realizar a atividade com RV levaram a caixa do equipamento.
	Internet	Nota 107- Professora teve quebra de net e teve 3 minutos sem acesso ao <i>dashboard</i> que acompanha as tarefas dos alunos.
		Nota 109- Professora teve alguns desafios no <i>dashboard</i> e um aluno desapareceu da lista. Professora conseguiu criar o acesso de aluno na hora.
	Segurança	Nota 113- Todos os pais consentiram

Fonte: Autora

APÊNDICE L- Desafios ciclo 6 e notas observadas

DESAFIOS		Ocorrência	NOTAS
PEDAGÓGICO	Instrução	O logoff anterior não foi bem realizado e por isso aluno tinha instruções em Português	108
TÉCNICO	internet/conexão	perda de conexão e aluno desaparece do dashboard	109,107
	Cibersegurança	Alguns meninos que estavam na tarefa sem RV aproximaram-se de quem estava a realizar RV, foram alertados e respeitaram. O colega não se apercebeu.	106

Fonte: autora

APÊNDICE LI- Tempo que durou a tarefa de rv ciclo n.º6

	8.º. Ano	N.º. Alunos	Mínimo	Máximo	Média de minutos
6.º. Ciclo	A4	14	9	20	14,5

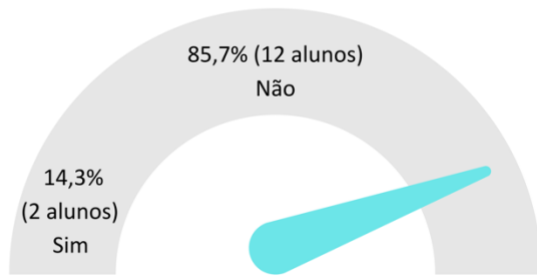
Fonte: autora

APÊNDICE LII- Desafios ciclo 6 e notas observadas

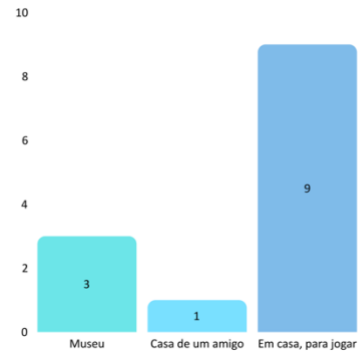
DESAFIOS		Ocorrência	NOTAS
PEDAGÓGICO	Instrução	O logoff anterior não foi bem realizado e por isso aluno tinha instruções em Português	108
TÉCNICO	internet/conexão	perda de conexão e aluno desaparece do dashboard	109,107
	Cibersegurança	Alguns meninos que estavam na tarefa sem RV aproximaram-se de quem estava a realizar RV, foram alertados e respeitaram. O colega não se apercebeu.	106

Fonte: autora

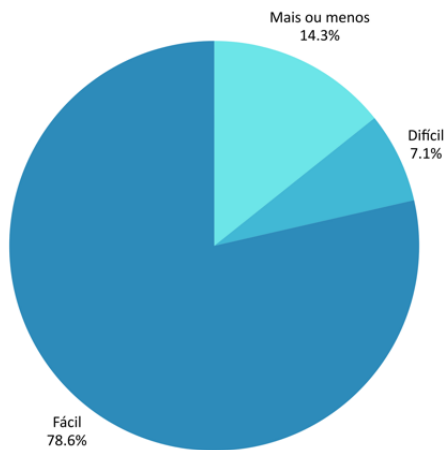
APÊNDICE LIII- Respostas às entrevistas (ciclo n.º6)



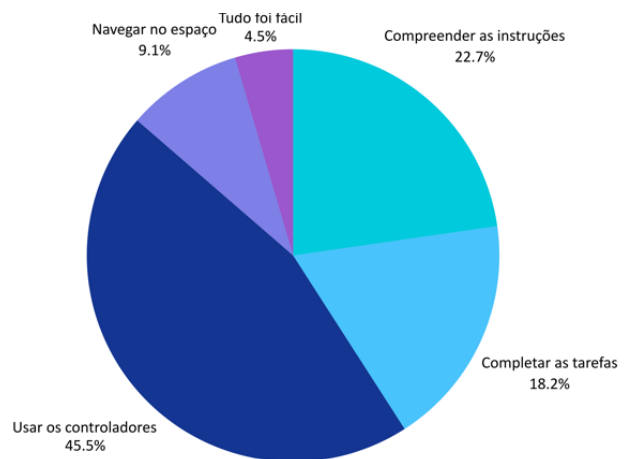
Questão n.º1: “Foi a 1ª vez que usaram RV?”



Questão n.º2: “Se não foi a 1ª vez em que situação usaram?”



Questão n.º3: Como foi a utilização? fácil, difícil? Mais ou menos?



Questão n.º4: O que foi mais fácil

Fonte: autora

APÊNDICE LIV- Descrição dos desafios totais - no 6.º ciclo

DESAFIOS		Ocorrências
PEDAGÓGICO	Instrução	Encontrar/usar o lápis virtual (2)
		Tutorial fez <i>restart</i> , voltou ao início
		Imagem travou, fez <i>shutdown</i>
		Imagem estava tremida
		Como escrever a palavra-passe
		Botões dos controladores
		Tive uma dúvida na pergunta de uma tarefa
		Algumas coisas desapareceram
		O <i>logoff</i> anterior não foi bem realizado e por isso aluno tinha instruções em Português
TÉCNICO	Conexão	Perda de conexão e aluno desaparece do dashboard
	Cibersecurity	Alguns meninos que estavam na tarefa sem RV aproximaram-se de quem estava a realizar RV, foram alertados e respeitaram. O colega não se apercebeu.
		Ficou enjoado

Fonte: autora

APÊNDICE LV- Ocorrências novas

DESAFIOS		
TÉCNICO	Conexão	Perda de conexão e aluno desaparece do <i>dashboard</i>
	Cibersecurity	Alguns meninos que estavam na tarefa sem RV aproximaram-se de quem estava a realizar RV, foram alertados e respeitaram. O colega não se apercebeu.
		Ficou enjoado

Fonte: autora

APÊNDICE LVI- Recomendações baseadas no ciclo n.º 6, a implementar no ciclo n.º7

DESAFIOS		OCORRÊNCIAS	RECOMENDAÇÕES
PEDAGÓGICO	instrução	Encontrar/usar o lápis virtual	Explicar o uso dos objetos virtuais. Explicar como se escreve com o lápis
		Tutorial fez <i>restart</i> , voltou ao início	Instrução dos botões dos controladores.
		Imagem travou, fez <i>shutdown</i>	
		Imagem estava tremida	<i>Importância da utilização dos óculos bem como dos ajustes dos headsets</i>
		Como escrever a palavra-passe	Qualidade da instrução. Recomenda-se o recapitular cada botão e cada passo.
		Botões dos controladores	
		Tive uma dúvida na pergunta de uma tarefa	
		Algumas coisas desapareceram	
		O logoff anterior não foi bem realizado e por isso aluno tinha instruções em Português	
TÉCNICO	Conexão	Perda de conexão e aluno desaparece do <i>dashboard</i>	Equipa informática vai certificar que a turma está criada
	Cibersecurity	Alguns meninos que estavam na tarefa sem RV aproximaram-se de quem estava a realizar RV, foram alertados e respeitaram. O colega não se apercebeu.	Instrução clara de segurança e de atrapalhar a tarefa do colega.
		Ficou enjoado	Explicar os botões de deslocação lenta. Ficar atento, personalizado a este aluno.

Fonte: autora

APÊNDICE LVI- Tempo despendido na tarefa de RV

	8.º. Ano	N.º. Alunos	Mínimo	Máximo	Média de minutos
7.º. Ciclo	A1	12	8	16	12

Fonte: autora

APÊNDICE LVII- Notas ciclo 7

Nota 115- Havia uma professora auxiliar o subgrupo sem RV.

Nota 116-um dos alunos não quis colocar os seus óculos, mas depois achou que a imagem estava tremida.

Nota 117- Uma menina mostrou incómodo em ir colocar os óculos, numa expressão facial de nojo, mostrou repulsa face ao objeto. Após eu afirmar que estava desinfetado, então aceitou colocar.

Nota 118-Relembrei o lápis

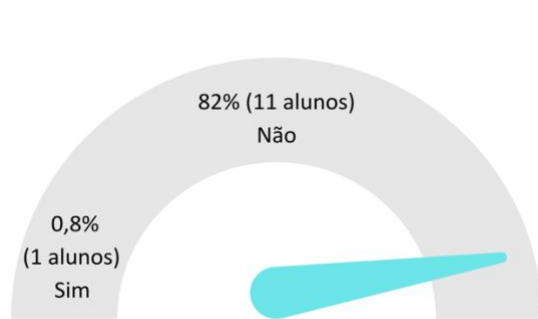
Nota 119- professora pedir que virassem o pulso, ao explicar onde estariam depois os objetos virtuais de apoio.

APÊNDICE LVIII- Desafios observados no 7.º ciclo

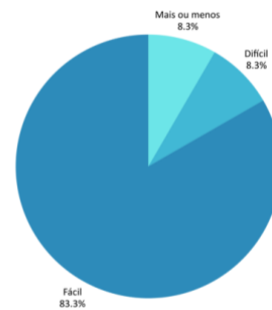
DESAFIO		OCORRÊNCIA OSBERVADA
TÉCNICO	Segurança	Alunos não quis fazer atividade com os seus óculos, e ficou com uma imagem tremida. Assim que colocou os seus óculos a tarefa fluiu.
SOCIAL	Higienização	Uma menina mostrou incómodo em ir colocar os óculos, numa expressão facial de nojo, mostrou repulsa face ao objeto. Após eu afirmar que estava desinfetado, então aceitou colocar.

Fonte: autora

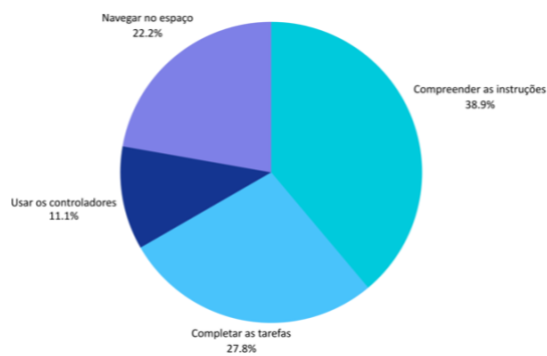
APÊNDICE LVIV- Respostas dos alunos, às entrevistas, do ciclo n.º7



Questão 1: "Foi a 1ª vez que usaram RV?"



Questão n.º2: Como foi a utilização? fácil, difícil? Mais ou menos?



Questão 3: O que foi mais fácil?

Fonte: autora

APÊNDICE LV- Desafios encontrados pelos alunos

DESAFIO		Ocorrência	N.º de ocorrências
PEDAGÓGICO	Instrução	Andar no mundo virtual	2
		Sair das <i>bounderies</i>	1

Fonte: autora

APÊNDICE LVI- Total ocorrências e desafios do ciclo n.º7

DESAFIO		OCORRÊNCIA OSBERVADA
TÉCNICO	Segurança	Alunos não quis fazer atividade com os seus óculos, e ficou com uma imagem tremida. Assim que colocou os seus óculos a tarefa fluiu.
SOCIAL	Higienização	Uma menina mostrou incómodo em ir colocar os óculos, numa expressão facial de nojo, mostrou repulsa face ao objeto. Após eu afirmar que estava desinfetado, então aceitou colocar.
PEDAGÓGICO	Instrução	Andar no mundo virtual
		Sair das <i>bounderies</i>

Fonte: autora

APÊNDICE LVII- Recomendações às ocorrências do ciclo n.º 7 e benefícios esperados

DESAFIO		OCORRÊNCIA OSBERVADA	RECOMENDAÇÕES	BENEFÍCIOS ESPERADOS
TÉCNICO	Segurança	Um aluno não quis fazer atividade com os seus óculos, e ficou com uma imagem tremida. Assim que colocou os seus óculos a tarefa fluiu.	Quem usa óculos deve manter os óculos colocados debaixo dos <i>headsets</i> .	Ter uma imagem nítida e não perder tempo em mudar e voltar a fazer ajustes.
SOCIAL	Higienização	Uma menina mostrou incómodo em ir colocar os óculos, numa expressão facial de nojo, mostrou repulsa face ao objeto. Após eu afirmar que estava desinfetado, então aceitou colocar.	Reforçar sempre a importância da higienização, incluindo nas bandas elásticas.	Boa higiene, evitar passagem de vírus, suor e de piolhos. Assegurar que alunos se sentem seguros e confortáveis na utilização dos <i>headsets</i> .
PEDAGÓGICO	Instrução	Andar no mundo virtual	Reforço dos botões que permitem a deslocação no mundo virtual, bem como os botões de recentrar, que trazem o cenário até ao aluno.	Maior agilidade na experiência virtual, tendo menos obstáculos à mesma.
		Sair das <i>bounderies</i>	Relembrar os botões de recentrar que evitam a saída das fronteiras virtuais.	Segurança, evitar que se levantem ou que tenham de se deslocar no espaço.

Fonte: autora

APÊNDICE LVIII- Notas das observações do ciclo n.º 8

Nota 120- Professora perguntou quem já tinha usado e 9 manifestaram que já tinham experimentado e 6 disseram que tinham em casa.

Nota 121- 15 alunos presentes

Nota 122- A subdivisão dos grupos demorou mais tempo que os 2 ciclos anteriores devido à necessidade de esclarecimentos que os alunos tinham, face ao projeto que tinham de entregar nesse dia.

Nota 123- Uma menina distraiu-se e clicou em ciências ao invés de matemática e teve dificuldades em fazer *logout*- Acabou por fazer *power off* e sistema entrou em atualização. Demos outro *headset*.

Nota 124- Pilhas dos controladores acabaram, tivemos de mudar.

Nota 125- Aluna diz que tinha terminado, fez *logout*. Para não a constranger não lhe dissemos que sabíamos que não tinha feito tarefas pois acompanhamos cada aluno no *dashboard*. Percebemos que queria ir rápido terminar o seu projeto.

Nota 126- Foi fácil para todos fazer o *logoff*, só 2 pediram ajuda para desligar.

Nota 127 – Esta sessão todos usaram o lápis sem dificuldade.

Nota 128- Reforcei na instrução inicial como se usa o lápis virtual.

Nota 129- Um aluno de nacionalidade Chinesa teve alguma dificuldade nas instruções por serem dadas em Inglês e não estar familiarizado com termos novos. Quando lhe disse, na higienização, para evitar as lentes, ele foi direto às lentes. Não percebeu o que significava em inglês “recentrar”.

Nota 130 - Professora pediu para rodar o pulso como irão fazer em experiência de RV para usarem os objetos virtuais.

APÊNDICE LIX- Tabela de notas de acordo com temas

	Temas	Notas
PEDAGÓGICO	Qualidade de instrução	Nota 123- uma menina distraiu-se e clicou em ciências ao invés de matemática e teve dificuldades em fazer <i>logout</i> - Acabou por fazer <i>power off</i> e sistema entrou em atualização. Demos outro <i>headset</i> .
		Nota 125- Aluna diz que tinha terminado, fez <i>logout</i> . Para não a constranger não lhe dissemos que sabíamos que não tinha feito tarefas pois acompanhamos cada aluno no <i>dashboard</i> . Percebemos que queria ir rápido terminar o seu projeto.
		Nota 126- Foi fácil para todos fazer o <i>logoff</i> , só 2 pediram ajuda para desligar.
		Nota 128- Reforcei na instrução inicial como se usa o lápis virtual.
		Nota 130- Professora pediu para rodar o pulso como irão fazer em experiência de RV para usarem os objetos virtuais.
		Nota 129- Um aluno Chinês teve alguma dificuldade nas instruções por serem dadas em Inglês e não estar familiarizado com termos novos. Quando lhe disse, na higienização, para evitar as lentes, ele foi direto às lentes. Não percebeu o que significava em inglês “recentrar”.
	Gestão da sala de aula	Nota 122-A subdivisão dos grupos demorou mais tempo que os 2 ciclos anteriores devido à necessidade de esclarecimentos que os alunos tinham, face ao projeto que tinham de entregar nesse dia.
TÉCNICO	Gestão de bateria	Nota 124- pilhas dos controladores acabaram, tivemos de mudar.

Fonte: autora

APÊNDICE LXI- Ocorrências observadas no ciclo n.º8

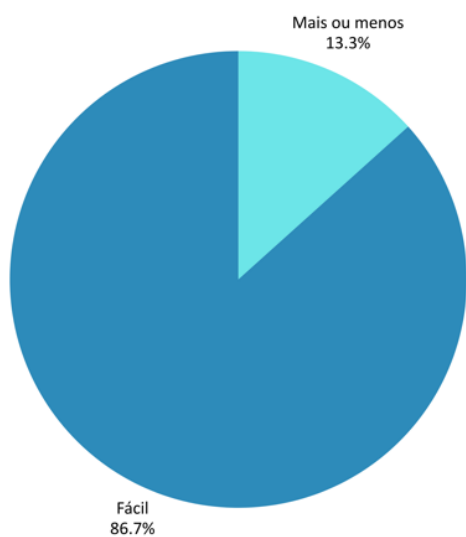
DESAFIOS		Ocorrências	Notas
PEDAGÓGICO	Qualidade de instrução	Aluna entrou em Ciência ao invés de matemática	Anexo XXI, Nota 123
		Aluna não terminou as tarefas e fez <i>logoff</i> , dizendo que tinha terminado.	Anexo XXI, Nota 125
		2 alunos não conseguiram fazer <i>logoff</i> e pediram ajuda.	Anexo XXI, Nota 126
		Aluno Chinês com dificuldade nas instruções em inglês.	Anexo XXI, Nota 129
TÉCNICO	Gestão de bateria	Nota 124- pilhas dos controladores acabaram, tivemos de mudar.	Anexo XXI, Nota 124
	Segurança	Aluno (com origem da China) não percebeu por motivos de idioma a instrução e colocou álcool nas lentes do equipamento.	Anexo XXI, Nota 129

Fonte: autora

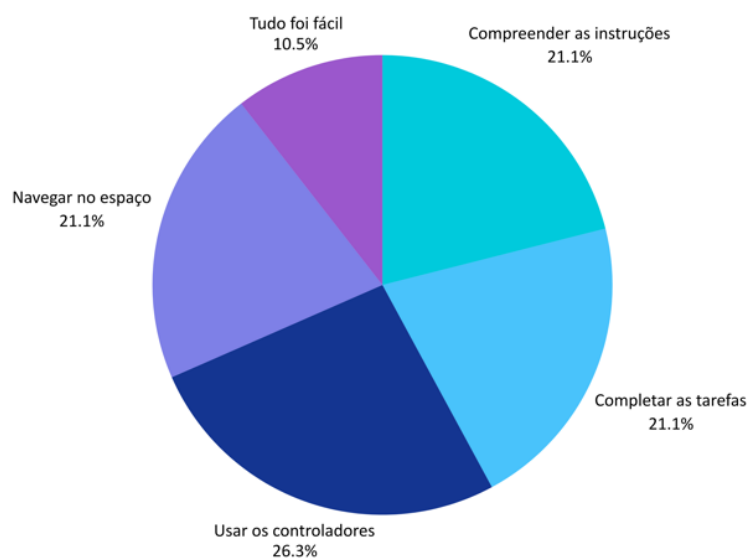
APÊNDICE LXII- Respostas às entrevistas 8.º ciclo



Questão 1 “Foi a 1ª vez que usaram RV?”



Questão 2: Como foi a utilização? fácil, difícil? Mais ou menos?



Questão 3: O que foi mais fácil?

Fonte: autora

APÊNDICE LXIII- Desafios encontrados pelos alunos

DESAFIO		OCORRÊNCIAS	N.º ocorrências
PEDAGÓGICO	Instrução	Dificuldade numa tarefa	2
		Fiz <i>restart</i> acidentalmente	1
		Em clicar nos objetos	1

Fonte: autora

APÊNDICE LXIV- Total de ocorrências observadas e de alunos

DESAFIOS OBSERVADOS		OCORRÊNCIAS
PEDAGÓGICO	Qualidade de instrução	Aluna entrou em Ciência ao invés de matemática
		Aluna não terminou as tarefas e fez <i>logoff</i> , dizendo que tinha terminado.
		2 alunos não conseguiram fazer <i>logoff</i> e pediram ajuda.
		Aluno Chinês com dificuldade nas instruções em inglês.
TÉCNICO	Gestão de bateria	Nota 124- pilhas dos controladores acabaram, tivemos de mudar.
	Segurança	Aluno não percebeu por motivos de idioma a instrução e colocou álcool nas lentes do equipamento.
DESAFIOS RELATADOS PELOS ALUNOS		Ocorrência
PEDAGÓGICO	Instrução	Dificuldade numa tarefa
		Fiz <i>restart</i> acidentalmente
		Em clicar nos objetos

Fonte: autora

APÊNDICE LXV- Recomendações sobre os desafios encontrados no ciclo n.º8

DESAFIOS OBSERVADOS		OCORRÊNCIAS	RECOMENDAÇÕES PARA O PRÓXIMO CICLO
PEDAGÓGICO	Qualidade de instrução	Aluna entrou em Ciências ao invés de matemática	Instrução pausada, passo a passo, pedindo aos alunos para recapitularem cada ação. Usar mais materiais visuais.
		Aluna não terminou as tarefas e fez <i>logoff</i> , dizendo que tinha terminado.	Evitar realizar uma 1ª experiência de RV quando se tem um teste, exame ou trabalho final para entregar logo de seguida.
		2 alunos não conseguiram fazer <i>logoff</i> e pediram ajuda.	Instrução pausada, passo a passo, pedindo aos alunos para recapitularem cada ação. Usar mais materiais visuais.
		Aluno Chinês com dificuldade nas instruções em inglês.	Colocar instruções em mandarim (idioma presente na PrismsVR). Reforçar a instrução. Usar mais materiais visuais.
		Dificuldade numa tarefa	Estudar a folha de potenciais desafios nas tarefas que a aplicação disponibiliza para poder antecipar os potenciais desafios.
		Fiz <i>restart</i> acidentalmente	Instrução pausada, passo a passo, pedindo aos alunos para recapitularem cada ação.
		Em clicar nos objetos	
TÉCNICO	Gestão de bateria	Nota 124- pilhas dos controladores acabaram, tivemos de mudar.	Se não existir aula imediatamente antes, trocar as pilhas de todos os controladores pode ser uma opção ou avisar os alunos que caso controlador não funcione, chamar logo por ajuda pois é problema de pilha.
	Segurança	Aluno não percebeu por motivos de idioma a instrução e colocou álcool nas lentes do equipamento.	Colocar instruções em mandarim (idioma presente na PrismsVR). Reforçar a instrução.

APÊNDICE LXVI- Notas do ciclo n.º9

Nota 131- A professora perguntou aos alunos quem já tinha usado. 6 já tinham usado e 1 aluno tem em casa. Estavam 12 alunos.

Nota 132- A professora explicou as funcionalidades dos botões dos controladores e ensinou a rodar o pulso para experienciarem como irão fazer na experiência virtual. Slides ficaram mais tempo.

Nota 133- Eu reforcei como escrever com o lápis virtual.

Nota 146- A professora reforçou o botão de recentrar

Nota 134- A professora lembrou que quem tem óculos mantém os óculos.

Nota 135- Alunos fizeram instrução em grupos de 4 ao redor das mesas. Todos mexeram nos controladores.

Nota 136- Fico com a percepção que devia haver mais tempo para cada um colocar os controladores nas mãos e terem mais tempo para mexer nos botões.

Nota 137- Percecionei alguma ansiedade em alguns alunos pelo tempo para a entrega do trabalho final que têm de entregar hoje.

Nota 138- A higienização correu bem. Alunos fizeram de acordo com as instruções e colocaram os equipamentos no carrinho a carregar.

Nota 139- Na realização da experiência, um aluno disse “So cool”. Percecionei surpresa e entusiasmo.

Nota 140- Outro aluno “Meu Deus!”. Percecionei surpresa e entusiasmo.

Nota 141- “So crazy”. Percecionei surpresa e entusiasmo.

Nota 142- “Crazy”. Percecionei surpresa e entusiasmo.

Nota 143- Muitas risadas.

Nota 144- Mostraram muita admiração positiva pelas mensagens que a professora enviou virtualmente.

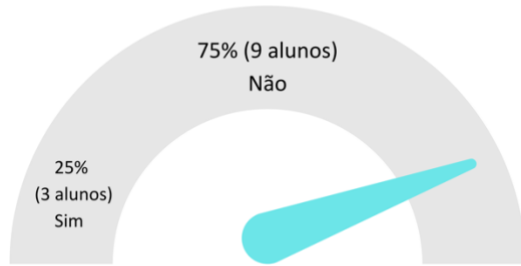
Nota 145- Aluno diz: “Podemos mudar a cor do lápis, so cute!”

APÊNDICE LXVII- Compilação das notas do ciclo n.º9

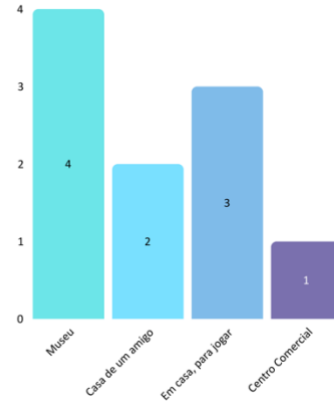
CATEGORIAS		NOTAS
PEDAGÓGICO	Instrução	Nota 132- A professora explicou as funcionalidades dos botões dos controladores.
		Nota 133- Eu reforcei como escrever com o lápis virtual.
		Nota 146. A professora reforçou o botão de recentrar
		Nota 134- A professora lembrou que quem tem óculos mantém os óculos.
		Nota 135- Alunos fizeram instrução em grupos de 4 ao redor das mesas. Todos mexeram nos controladores.
		Nota 136- Fico com a percepção que devia haver mais tempo para cada um colocar os controladores nas mãos e terem mais tempo para mexer nos botões.
		Nota 137- Percecionei alguma ansiedade em alguns alunos pelo tempo para a entrega do trabalho final que têm de entregar hoje.
		Nota 138-A higienização correu bem. Alunos fizeram de acordo com as instruções e colocaram os equipamentos no carrinho a carregar.
		Nota 139- Na realização da experiência, um aluno disse “So cool”. Percecionei surpresa e entusiasmo.
		Nota 140- Outro aluno “Meu Deus!”. Percecionei surpresa e entusiasmo.
		Nota 141- “So crazy”. Percecionei surpresa e entusiasmo.
		Nota 142- “Crazy”. Percecionei surpresa e entusiasmo.
		Nota 143- Muitas risadas.
		Nota 144- Mostraram muita admiração positiva pelas mensagens que a professora enviou virtualmente.
		Nota 145- Aluno diz: “Podemos mudar a cor do lápis, so cute!”

Fonte: autora

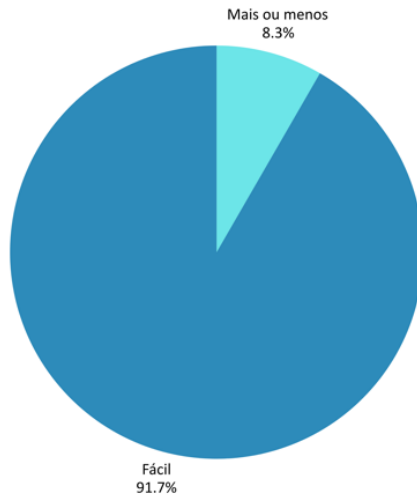
APÊNDICE LXVIII- Respostas às entrevistas aos alunos do 9.º ciclo



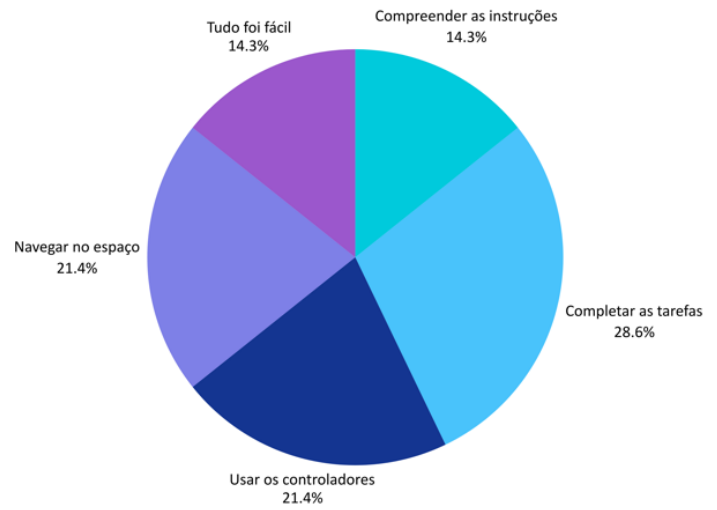
Questão 1 “Foi a 1ª vez que usaram RV?”



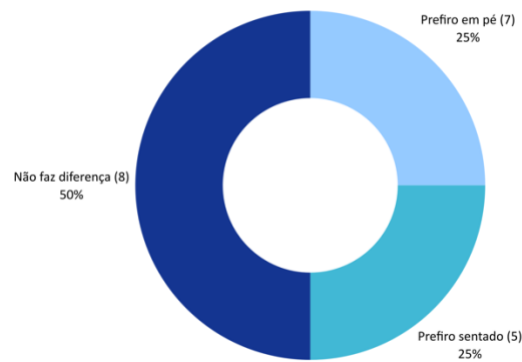
Questão 2 “Se não foi a 1ª vez em que situação usaram?”



Questão 3: Como foi a utilização? fácil, difícil? Mais ou menos?



Questão 4: O que foi mais fácil?



Questão 5: O que foi mais fácil?

Fonte: autora

APÊNDICE LXIX- Comentários dos alunos face às dificuldades que sentiram

DESAFIOS OBSERVADOS		OCORRÊNCIAS
PEDAGÓGICO	Qualidade de instrução	Não percebi logo como usar o lápis e a borracha
		Um pouco difícil carregar nos botões virtuais
		Perceber bem quais os botões que são os de cima e de baixo
		Algumas coisas estavam altas
		Muita informação

Fonte: autora

APÊNDICE LXX- Tabela dos resultados das recomendações planejadas

DESAFIOS OBSERVADOS		OCORRÊNCIAS	RECOMENDAÇÕES PARA O PRÓXIMO CICLO	RESULTADOS
PEDAGÓGICO	Qualidade de instrução	Aluna entrou em Ciências ao invés de matemática	Instrução pausada, passo a passo, pedindo aos alunos para recapitularem cada ação.	Não houve erros de <i>login</i>
		Aluna não terminou as tarefas e fez <i>logoff</i> , dizendo que tinha terminado.	Evitar realizar uma 1ª experiência de RV quando se tem um teste, exame ou trabalho final para entregar logo de seguida.	Alunos terminaram as tarefas e não tiveram problemas de <i>login</i> e <i>logoff</i>
		2 alunos não conseguiram fazer <i>logoff</i> e pediram ajuda.	Instrução pausada, passo a passo, pedindo aos alunos para recapitularem cada ação.	Não existiram ocorrências
		Aluno Chinês com dificuldade nas instruções em inglês.	Colocar instruções em mandarim (idioma presente na PrismsVR). Reforçar a instrução.	Sem desafios
		Dificuldade numa tarefa	Estudar a folha de potenciais desafios nas tarefas que a aplicação disponibiliza para poder antecipar os potenciais desafios.	Não existiram comentários
		Fiz <i>restart</i> acidentalmente	Instrução pausada, passo a passo, pedindo aos alunos para recapitularem cada ação.	Não existiram ocorrências
		Em clicar nos objetos		Não existiram ocorrências
TÉCNICO	Gestão de bateria	Nota 124- pilhas dos controladores acabaram, tivemos de mudar.	Se não existir aula imediatamente antes, trocar as pilhas de todos os controladores pode ser uma opção ou avisar os alunos que caso controlador não funcione, chamar logo por ajuda pois é problema de pilha.	Não existiram ocorrências
	Segurança	Aluno não percebeu por motivos de idioma a instrução e colocou álcool nas lentes do equipamento.	Colocar instruções em mandarim (idioma presente na PrismsVR). Reforçar a instrução.	Não existiram ocorrências

Fonte: autora

APÊNDICE LXXI- Autorização da PrismsVR

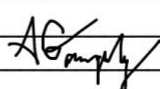
Declaration of Approval for Use of Photographs in Academic Dissertation

On behalf of **Prisms of Reality, Inc.**, I hereby grant permission for **Ana Scavem**, a student at **Universidade Aberta**, to use photographs taken of Prisms' intellectual property, including but not limited to visuals of our educational curricula, headset divisions, logo, and so on, in her dissertation entitled, "**Virtual reality in education: main challenges to its adoption in an educational institution.**"

We understand that these images will be used strictly for academic purposes, including:

- Inclusion in the submitted dissertation to the university
- Presentation during academic defense or related academic discussions
- Archival or digital storage by the university for educational reference

This approval is granted with the understanding that the photographs will not be used for commercial purposes or distributed publicly beyond the academic requirements of the dissertation unless additional written consent is obtained. As well, all module content, VR design, pedagogical model must be cited under Prisms ownership, and all product photos must be correctly cited using "courtesy of Prisms."

Business/Organization Name: Prisms of Reality, Inc.
Authorized Representative Name: Anurupa Ganguly
Title/Position: CEO
Signature: 
Date: 04/15/2025

APÊNDICE LXXII- Fase exploratória - Relatos de intervenção
(Inclui recordação pessoal dos factos ocorridos)

Nota 1: 9 de Janeiro de 2024 (8h48) -3ª feira, no final da reunião de Parents Support Group da escola, com a presença do diretor da escola, após uma apresentação sua sobre os planos de STEAM da escola, e do objetivo de serem uma referência nesta área para as escolas internacionais, eu falei-lhe da possibilidade de termos RV na escola como recurso pedagógico e comprometi-me a lhe enviar mais informação.

Nota 2: 16 de Janeiro de 2024 (21h16) - Enviei email ao diretor da escola com vários *softwares* de RV, incluindo a PrismsVR, high school anatomy, Anatomy, Futuclass education, cultural heritage locations worldwide, nanome, planets, appolo 11 e a space walk.

Nota 3: 28 de Fevereiro de 2024 (10h15) - Diretor da escola convida-me, por email, para fazer parte do comité de Steam. “I’d like to invite you to help us by joining a committee which will work on the IT and STEAM components. I think your experience and knowledge base around some of the “tools of the trade” would be invaluable. If this interests you, please let me know. “

Nota 4: 28 de Fevereiro de 2024 (10:59) - Eu aceito fazer parte do comité de Steam. Comuniquei por email.

Nota 5: 07 de Março de 2024 - Proporcionei a experiência de RV ao diretor da escola, diretora de STEAM e diretora de Informática. De memória recordo que diretor me falou logo de 2 professoras que potencialmente seriam as que iriam iniciar o piloto.

Nota 6: 11 de Março de 2024 - Peço reunião com a empresa PrismsVR

Nota 7: 26 de Março de 2024, às 10:02 - Diretor da escola diz que quer avançar com um piloto e duas professoras disponibilizam-se e que lhes enviou toda a informação, trocada entre nós.

Nota 8: 27 de Março de 2024, às 10h58 – Diretor da escola informa-me que também pediu reunião com a Prisms VR e pede-me para sugerir uma aplicação a ser usada.

Nota 9: 26/03/2024 a 29/04/2024 - Defini critérios para a plataforma a escolher e pesquisa de mercado realizada para escolher o *software* e escolhi a aplicação PrismsVR.

Nota 10: 23/04/2024, às 16:10- Diretor informa-me, por email, da data da 1ª reunião com a Prismsvr a ser realizada por mim e pela diretora de RH. Convida-me para a 1P reunião do comité de STEAM.

Nota 11: 29/04/2024, às 14h- Reunião online com a PrismsVR comigo e com a diretora de informática. Soubemos dos valores, da necessidade de outro software, soubemos os

valores das licenças e o que seria necessário realizarmos para se poder avançar. Após a reunião a PrismsVR envia email com as principais questões abordadas na reunião.

Nota 12: A diretora de informática informa-me que as professoras escolhidas aportam confiança para iniciarem este projeto pois uma delas já usou RV e a outra costuma ser a primeira a desejar inovar.

Nota 13: 3 de Junho de 2024 – 1ª reunião do comité de Steam onde a diretora de Steam comunicou ao comité que a escola iria avançar com RV como recursos pedagógicos.

Nota 14: Entre Maio a Outubro de 2024 a Diretora de Informática analisa os recursos tecnológicos que são necessários para receber o projeto. Resolvemos avançar com a Prisms (não tenho memória exata da data em que tivemos a conversa)

Nota 15: 1 de Outubro, às 8h04 – Diretora de informática envia-me email onde pede reunião, já tem mais informações para partilhar e já tem data para realizarmos a primeira formação com os professores. Entretanto a escola adjudicou a compra dos equipamentos e das 250 licenças das PrismsVr. Enviou-me, por email, os dados para eu fazer login na plataforma da PrismsVR.

Nota 16: Dia 30 de Setembro - a Diretora de IT reuniu com a equipa técnica da PrismsVR, soube que tinha de comprar o software Manage XR (informou-me por email no dia 1/10)

Nota 17: 3 de Outubro de 2024, às 22:33 – O nosso contacto da PrismsVr envia por email a agenda para a formação de dia 11 de Outubro e o material necessário.

Nota 18: 7 de Outubro de 2024, às 18h15 – Eu convoco as professoras que vão iniciar o piloto para a formação com a Prismsvr, forneço-lhe os dados para Login, para que possam, até dia 11, explorar a plataforma. Foi-lhes pedido para trazerem uma calendarização para a implementação de Rv com os seus alunos.

Nota 19: 9 de Outubro de 2024- A prismsvr criou as aulas das 2 professoras e enviou-nos por email os logins.

Nota 20: 9 de Outubro de 2024, às 8h49 – envio email a lembrar a necessidade de se comprar material para higienização dos equipamentos e para se desenvolver um formulário de consentimentos para os pais dos alunos com mais de 13 anos.

Nota 21: 9 de Outubro de 2024, às 8:50 – Diretora de informática responde por email a informar que já comprou material para higiene, a comunicar quantos alunos do 8.º ano ainda não completaram 13 anos, com o parecer que, entretanto, o enfermeiro da escola deu quanto ao consentimento.

Nota 22: 10 de Outubro de 2024, às 15h24 – PrismsVr envia por email os acessos dos professores que estarão na formação no dia seguinte.

Nota 23: Entre dia 7 e dia 10 de Outubro os restantes professores de matemática e de Ciências do 8.º, 9.º e 10.º anos foram convocados, pela escola para estarem presentes na formação com a Prismsvr.

Nota 24: 11 de Outubro de 2024, das 13h às 16h - Formação

3h dada pela PrismsVR, via online, aos professores de Matemática e de Ciências do 8.º, 9.º e 10.º ano. Estiveram presentes 11 pessoas: 10 professores com headsets, cinco membros da equipa de informática e eu. No entanto, dois professores acabaram por se retirar, uma vez que lecionavam o 7.º ano e se tinham registado por engano, e um professor de Matemática do 10.º ano não pôde comparecer. Esta aula decorreu com orientação online de uma pessoa da equipa pedagógica da PrismsVR e foi dividida em 5 fases: Apresentação da equipa e da empresa, apresentação dos *toolkits* e materiais pedagógicos à disposição, explicação sobre o uso do equipamento, atividade em RV (tutorial) seguido de uma atividade pedagógica. momento de feedback e partilha por parte dos professores e o preenchimento do questionário que apresentei. Um professor disse “Uau”, outro “Cool”, percecionei o tom de voz entusiasmado, elogio ao cenário visual e ao som, e as gargalhadas foram acontecendo no decorrer do tutorial.

Desafios novos encontrados no decorrer da aula:

- a) - 3 professores não se conectaram com o login dado o que lhes gerou, pelo que percecionei pela insistência e sentido de urgência no pedido de ajuda, alguma ansiedade.
- b) -Um dos óculos começou a fazer uma atualização inesperada da Meta, não planeada.
- c)- Necessidade de afastarem a cadeira da mesa para não baterem na mesma, durante algumas tarefas propostas.
- d) - Alguns professores levaram mais tempo que o previsto a realizar o tutorial e não houve tempo para a atividade prevista.
- e) - 3 professores foram muito rápidos e saltaram para uma atividade do menu à sua escolha, fugindo do que estava planeado.
- f) - Uma professora levantou a questão sobre a possibilidade de personalizar o idioma de acordo com o país do aluno.

Nota 25: 11 de Outubro de 2024, às 22h10 – Prismsvr envia, por email, resumos da formação com os principais pontos,

Nota 26: 14 de Outubro de 2024, às 17h15 – Prismvr envia artigos sobre as idades recomendadas para uso de RV

Nota 27: 5 de Novembro de 2024 – Professoras enviam, por email, as professoras enviam proposta de calendário das aulas com RV e os conteúdos escolhidos a abordar com RV.

Nota 28: 11 de Novembro de 2024 – Reunião com as duas professoras para efeitos de planeamento das aulas com RV.

Nota 29: 19 de Setembro, às 9h38- a diretora informa-me por email, que vai ter reunião a 19 de Setembro, às 15h, com a equipa técnica da PrismsVr para fazer a configuração do ManageXR.

Nota 30: no fim de Junho - em conversa na escola, com a diretora de IT, no fim de Junho a escola, decidiu comprar equipamentos da Meta (Metaquest 3) e um carrinho para guardar os headsets. Consultou a Amazon e vários fornecedores Portugueses e optou por um fornecedor português.

Nota 31: Após a reunião a 30 de Setembro entre a diretora de informática e a equipa técnica da PrismsVr, a diretora de informática, em reunião na escola, explica-me que os sistemas informáticos da escola, bloqueiam acessos a redes sociais e a sites considerados perigosos para os alunos e por isso tem de adquirir um router para trabalhar só com o projeto de RV para que permita acesso à Meta.

Nota 32: a 26 de Setembro de 2024, às 16h16, a diretora de Informática envia-me por email, a lista do passo a passo para a configuração dos óculos Meta e do software XR, que recebeu da Prismvr a 16 de Setembro. Durante o dia, em reunião na escola, informou-me do trabalho que deu configurar os equipamentos um a um, o que demorou de 30 a 45 minutos.