

Atividades prático- laboratoriais em Física: uma abordagem didática interativa e inclusiva

Natália Alves Machado

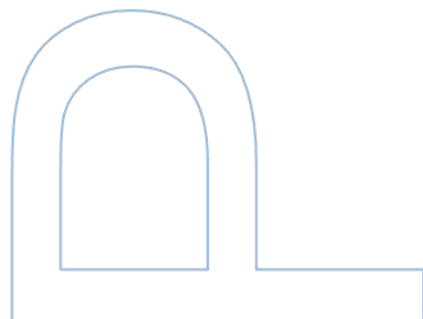
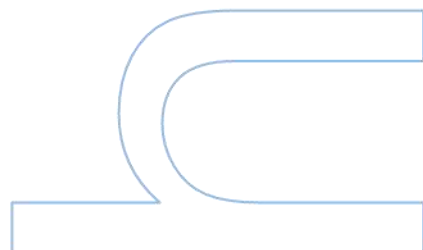
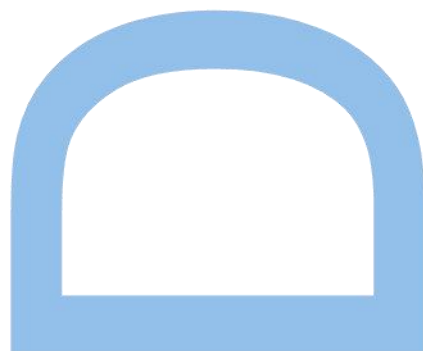
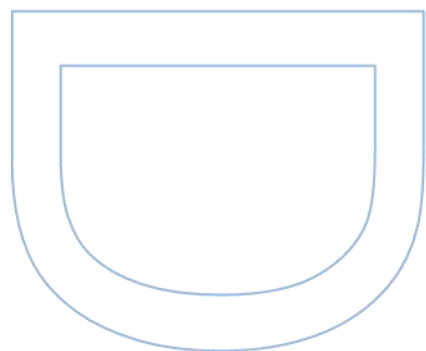
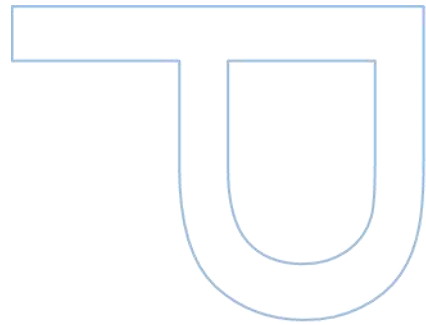
Doutoramento em Ensino e Divulgação das Ciências
Faculdade de Ciências da Universidade do Porto
2024

Orientador

Paulo Simeão de Carvalho, Professor Associado, Faculdade
de Ciências da Universidade do Porto

Coorientador

Frederico Alan de Oliveira Cruz, Professor Associado,
Departamento de Física da Universidade Federal Rural do
Rio de Janeiro



Ao professor Frederico que enxergou em mim

asas para voar mais alto.

Declaração de Honra

Eu, Natália Alves Machado, inscrita no Programa Doutoral em Ensino e Divulgação das Ciências da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto declaro, nos termos do disposto na alínea a) do artigo 14.º do Código Ético de Conduta académica da U.Porto, que o conteúdo da presente tese reflete as perspectivas, o trabalho de investigação e as minhas interpretações no momento da sua entrega.

Ao entregar esta tese, declaro, ainda, que a mesma é resultado do meu próprio trabalho de investigação e contém contributos que não foram utilizados previamente noutros trabalhos apresentados a esta ou outra instituição.

Mais declaro que todas as referências a outros autores respeitam escrupulosamente as regras da atribuição, encontrando-se devidamente citadas no corpo do texto e identificadas na seção de referências bibliográficas. Não são divulgados na presente tese quaisquer conteúdos cuja reprodução esteja vedada por direitos de autor.

Tenho consciência de que a prática de plágio e auto-plágio constitui um ilícito académico.

Natália Alves Machado

Porto, 24 de outubro de 2023.

Agradecimentos

A Deus. "Porque todas as coisas vêm Dele, por meio Dele e vão para Ele. A Ele pertence a glória para sempre. Amém" (Romanos 11:36).

À minha mãe, ao meu pai e ao meu irmão, a minha base que sempre esteve por perto, mesmo com um oceano de distância entre nós. Obrigada por todos os dias me lembrarem que o amor ultrapassa todas as barreiras.

Aos meus familiares que me ajudaram a chegar até aqui, em especial, Demi, Luciano, Simone, Sérgio, Bárbara, Nicolle, Maria Rita, Jailton, Eduardo, João Pedro, Michele e Vânia. Muito obrigada por todo apoio e orações, eles foram inestimáveis e fundamentais para o sucesso deste trabalho.

Aos amigos portugueses que se tornaram a minha família em Portugal. Mariana e Eva pelo convívio diário, sempre com muita cumplicidade e boas risadas. Joana, Libânia, D. Fernanda e toda a família que sempre me acolheram com muito amor e carinho. A Andrezza e a sua família, muito obrigada pela cumplicidade e apoio.

Aos meus orientadores e professores Paulo Simeão e Frederico Cruz por todos os ensinamentos, conversas e pela enorme paciência, muito obrigada pela vossa dedicação comigo. À professora Cristiane Cataldi por ter me auxiliado, com muita paciência e carinho, na escrita da minha tese.

Aos meus amigos que acompanharam a minha jornada no doutoramento, perto ou longe, sempre com uma palavra de carinho e muitas orações. Muito obrigada, Juliana, Stefan, Marcelo, D. Soledade, Bruno, Marta, Luanna, Luciana, Natália, Mariana, Bernardo, Andrea, Thaynara, Pollyana, Ana Luísa, Rosane, Felipe, João, Ingrid, Júlia, Jacinta, Natália, Nelson, Conceição, Thalyta e Xisto.

A todos aqueles que foram meus alunos, o meu agradecimento por me inspirarem, motivarem e por me incentivarem a ser uma professora melhor a cada dia. Agradeço especialmente à minha ex-aluna Natália Carvalho por me ter motivado a ir mais longe e por ter sido uma fonte de inspiração para esta investigação.

Aos professores e estudantes que participaram do projeto, muito obrigada pela dedicação e contribuição.

Resumo

A escola tem a fundamental responsabilidade de preparar os jovens para uma vida plena na sociedade. No caso das ciências, alguns dos principais objetivos são: compreender melhor a natureza, capacitar os estudantes a serem críticos em relação às informações, compreender o funcionamento da tecnologia e reconhecer as implicações das ações diárias no ambiente que nos rodeia. Portanto, a escola não deve limitar-se apenas à preparação para o ensino superior ou mercado de trabalho, mas também deve proporcionar uma educação inclusiva e equitativa ao longo da vida, conforme propõe a Agenda para o Desenvolvimento Sustentável. Todavia, muitas escolas ainda recorrem a métodos tradicionais, com os professores como a principal fonte de conhecimento e os estudantes em posição passiva. Quando nos concentramos no trabalho experimental, que é altamente benéfico para aprofundar os conhecimentos em ciências físicas e desenvolver competências práticas, conceptuais e atitudinais, a situação torna-se particularmente problemática. É neste contexto que surge o projeto VLAB-FIS, focado na potenciação de uma abordagem experimental da Física com qualidade, o qual é baseado em vídeos introdutórios que fornecem uma visão holística das atividades experimentais, facilitando a compreensão prévia dos experimentos e seus objetivos conceituais correspondentes. Esta abordagem compreende também a análise de vídeos e simulações computacionais que complementam o vídeo introdutório, visando a participação ativa e inclusiva dos estudantes com algumas limitações motoras ou em ensino remoto. Nesta tese, serão apresentados os resultados da investigação sobre como projeto VLAB-FIS torna as aulas laboratoriais inclusivas, motivando os estudantes para as atividades e tornando-os mais autônomos e participativos no trabalho e na discussão de resultados, o que potencialmente numa melhor aprendizagem de conceitos físicos.

Palavras-chave: Projeto VLAB-FIS, Atividades laboratoriais, Recursos educativos digitais, ensino inclusivo, aprendizagem significativa, *inquiry based learning*.

Abstract

The school has the fundamental responsibility of preparing young people for a fulfilling life in society. In the case of sciences, some of the main objectives are: to better understand nature, empower students to be critical of information, understand how technology works, and recognize the implications of daily actions on the environment around us. Therefore, the school should not limit itself to preparing students for higher education or the job market but should also provide inclusive and equitable education throughout life, as proposed by the Sustainable Development Agenda. However, many schools still rely on traditional methods, with teachers as the primary source of knowledge and students in a passive position. When we focus on experimental work, which is highly beneficial for deepening knowledge in physical sciences and developing practical, conceptual, and attitudinal skills, the situation becomes particularly problematic. It is in this context that the VLAB-FIS project emerged, focused on enhancing an experimental approach to Physics with quality, which is based on introductory vídeos that provide a holistic view of experimental activities, facilitating prior understanding of experiments and their corresponding conceptual objectives. This approach also includes the analysis of vídeos and computer simulations that complement the introductory vídeo, aiming for active and inclusive participation of students with some motor limitations or in remote learning. In this thesis, the results of the research on how the VLAB-FIS project makes laboratory classes inclusive, motivates students for activities, and makes them more autonomous and participative in work and result discussion will be presented, potentially leading to better learning of physical concepts.

Keywords: VLAB-FIS Project, Laboratory activities, Digital educational resources, inclusive teaching, meaningful learning, inquiry-based learning.

Índice

Lista de Tabelas	vii
Lista de Gráficos	ix
Lista de Figuras	x
.....	x
Lista de Abreviaturas	xii
1. Considerações iniciais: Contextualização, definição e apresentação do da investigação	1
1.1.Contextualização da investigação	1
1.2.Problema, questões e objetivos de investigação	1
1.3.Estrutura e Organização da tese	3
2. Compreendendo os cenários e as limitações do Ensino de Ciências no século XXI .	5
2.1. Ensino de Ciências	5
2.2. Perfil do estudante atual	22
2.3. Recursos Educativos Digitais para o Ensino de Ciências	42
2.4. Teorias de aprendizagem significativa	62
3. O projeto VLAB-FIS	79
3.1.Uma visão geral do Projeto VLAB-FIS	79
3.2.A construção da versão final do projeto	82
3.3.Recursos educativos utilizados no projeto VLAB-FIS	85
3.4.Acesso aos recursos do projeto VLAB-FIS	99
4.Metodologia, Métodos e Técnicas de Investigações	102
4.1.Metodologia de implementação do projeto	103
4.2.Técnicas e instrumentos de recolha de dados	105
4.3.Análises quantitativas dos questionários	115
4.4.Análises qualitativas dos questionários e entrevistas	118
5. Descrição da aplicação, apresentação, análise e discussão dos resultados	120
5.1.Formações para professores	120

5.2. Aplicação do projeto VLAB-FIS	138
6. Conclusões, limitações da investigação e perspectivas futuras	182
6.1. Conclusões	182
6.2. Limitações da investigação	186
6.3. Perspectivas futuras	187
Referências	188
Anexos	207
Apêndices	208
Apêndice 1: VLAB-FIS 10º ANO	208
Apêndice 2: VLAB-FIS 11º ANO	242
Apêndice 3: Grelhas de observação estudante com NEE	292
Apêndice 4: Observação das aulas	294
Apêndice 5: Testes estatísticos	307
Apêndice 6: Respostas dos professores à pergunta aberta	312
Apêndice 7: Grelha de análise de conteúdo das respostas dos professores	321
Apêndice 8: Transcrição das entrevistas com os estudantes	331
Apêndice 9: Transcrição da entrevista do estudante com NEE	363
Apêndice 10: Grelha de análise de conteúdo das entrevistas com os estudantes (sem e com NEE)	371

Lista de Tabelas

Tabela 1 - <i>Como aprendem as diferentes gerações</i>	23
Tabela 2 - <i>Comparação das Physlets (simulações e animações) e das análises de vídeo</i>	47
Tabela 3 - <i>Atividades experimentais do programa de Física e Química A, na componente de Física do currículo escolar português e os seus objetivos gerais</i>	80
Tabela 4 - <i>Simulações computacionais utilizadas no projeto VLAB-FIS</i>	92
Tabela 5 - <i>Vídeos gravados e disponibilizados pelo projeto VLAB-FIS</i>	95
Tabela 6 - <i>Recursos desenvolvidos no projeto VLAB-FIS</i>	100
Tabela 7 - <i>Apresentação das dimensões e indicadores avaliados no segundo questionário</i>	107
Tabela 8 - <i>Apresentação das dimensões e indicadores avaliados no terceiro questionário</i>	109
Tabela 9 - <i>Apresentação das dimensões e indicadores avaliados no quarto questionário</i>	112
Tabela 10 - <i>Apresentação do guião da entrevista semiestruturada contendo as perguntas-guia</i>	114
Tabela 11 - <i>Testes de Inferência Estatística não paramétricos mais usados na análise bivariada de dados quantitativos</i>	117
Tabela 12 - <i>Categorias e subcategorias estabelecidas na análise de conteúdo</i>	122
Tabela 13 - <i>Caracterização dos professores</i>	127
Tabela 14 - <i>Caracterização do estabelecimento de ensino dos professores</i>	128
Tabela 15 - <i>Frequência e tipo de recursos educativos digitais utilizados em sala de aula</i>	130
Tabela 16 - <i>Respostas dos professores sobre a importância das abordagens pedagógicas e as respetivas análises estatísticas</i>	131
Tabela 17 - <i>Respostas dos professores sobre o grau de utilização das abordagens pedagógicas e as respetivas análises estatísticas</i>	132
Tabela 18 - <i>Respostas dos professores sobre se a utilização das REDs</i>	135
Tabela 19 - <i>Respostas dos professores, sobre a utilização das REDs, relacionadas com: a motivação, a aprendizagem e a avaliação</i>	135
Tabela 20 - <i>Respostas dos professores sobre a formação</i>	137
Tabela 21 - <i>Caracterização das turmas participantes</i>	158
Tabela 22 - <i>Quantitativo de estudantes que utilizaram os recursos do projeto</i>	158

Tabela 23 - <i>Respostas dos professores sobre a aplicação do projeto relativamente aos vídeos introdutórios</i>	160
Tabela 24 - <i>Respostas dos professores sobre os trabalhos experimentais realizados em ambientes virtuais</i>	161
Tabela 25 - <i>Caracterização dos estudantes</i>	163
Tabela 26 - <i>Respostas dos estudantes sobre o vídeo introdutório do projeto</i>	163
Tabela 27 - <i>Respostas dos estudantes sobre as simulações utilizadas no projeto.</i> ..	164
Tabela 28 - <i>Respostas dos estudantes sobre a abordagem de gamificação realizada no projeto.</i>	166
Tabela 29 - <i>Respostas dos estudantes sobre as contribuições do projeto.</i>	167
Tabela 30 - <i>Categorias e subcategorias estabelecidas na análise de conteúdo.</i>	171

Lista de Gráficos

Gráfico 1 - <i>Percentagem das faixas de idade dos professores em sete países diferentes</i>	18
Gráfico 2 - <i>Número de estudantes matriculados entre os anos letivos de 2012 – 2013 a 2017 – 2018</i>	28
Gráfico 3 - <i>Percentagem de estudantes com NEE, oficialmente caracterizados, com base na população escolar matriculada nos países relacionados.</i>	29
Gráfico 4 - <i>Percentagem de professores que relatam alguns benefícios relacionados com utilização de vídeos em sala de aula</i>	49
Gráfico 5 - <i>Percentual de respostas dos professores numa das perguntas do questionário sobre o nível de preparação para a utilização das REDs em sala de aula.</i>	134
Gráfico 6 - <i>Número de visualizações dos vídeos introdutórios do 10.º ano.</i>	176
Gráfico 7 - <i>Número de visualizações dos vídeos introdutórios do 11.º ano.</i>	177
Gráfico 8 - <i>Distribuição geográfica por países das pessoas que visualizaram os vídeos</i>	177
Gráfico 9 - <i>Percentagem dos tipos de dispositivos por onde os espectadores acessaram os vídeos do canal do projeto.</i>	179
Gráfico 10 - <i>Quantidade de visualizações que indica o local onde os vídeos foram assistidos.</i>	180
Gráfico 11 - <i>Total de visualizações dos vídeos do projeto por playlist.</i>	181

Lista de Figuras

Figura 1 - Capa do jornal “A Noite” do Rio de Janeiro, informando os detalhes do satélite Sputnik, lançado pela então União Soviética em 1957	8
Figura 2 - Capa do jornal “Tribuna da imprensa” do Rio de Janeiro, informando os detalhes de quando o Homem chegou à Lua	9
Figura 3 - Resumo do objetivo 4 que correspondem com os objetivos desta tese	13
Figura 4 - Ferramentas de construção do conhecimento dos estudantes a partir de uma sequência lógica de ação	16
Figura 5 - Representação esquemática das gerações presentes no contexto educacional.	26
Figura 6 - Obstáculos enfrentados pelas escolas para termos um ensino inclusivo. .	38
Figura 7 - Relação entre os elementos do jogo e os desejos do ser humano.	57
Figura 8 - Esquema representativo com os principais enfoques teóricos à aprendizagem e os seus mais conhecidos representantes	63
Figura 9 - Processo de construção de um subsunçor.	65
Figura 10 - Mapa conceitual sobre a aprendizagem significativa segundo Novak	70
Figura 11 - Triádica de Gowin.	71
Figura 12 - Lado esquerdo do “V” de Gowin	73
Figura 13 - Lado direito do “V” de Gowin	74
Figura 14 - Os princípios facilitadores do ensino têm implicações na organização, na mediação e na natureza epistemológica	77
Figura 15 - Fotografia de estudantes realizando o Kahoot! de uma das atividades do VLAB-FIS.	84
Figura 16 - Sequência de imagens de um vídeo introdutório.	87
Figura 17 - Captura de ecrã de uma das perguntas do Kahoot!.	90
Figura 18 - Captura de ecrã de uma parte do relatório do Kahoot!	91
Figura 19 - Layout da simulação da atividade experimental virtual da queda livre.	92
Figura 20 - Imagem da análise de um dos vídeos da atividade de queda livre, utilizando o software Tracker®	95
Figura 21 - Captura de ecrã da página web do Grupo de Investigação em Ensino e Divulgação da Física (GIEDIF) no qual estão disponibilizados os recursos do projeto.	101
Figura 22 - Ciclo da investigação e desenvolvimento produzir (ou adaptar) - aplicar - avaliar e refletir	103
Figura 23 - Etapas realizadas no programa NVivo para a análise dos dados.	119

Figura 24 - Fotografia tirada durante a formação do VLAB-FIS da Casa das Ciências, Guimarães, 2018.	121
Figura 25 - Fotografia tirada durante a formação do VLAB-FIS fase regional das Olimpíadas de Física.	126
Figura 26 - Captura de ecrã de uma sessão com professores que participaram no projeto VLAB-FIS.....	139
Figura 27 - Captura de ecrã dos resultados do Kahoot! nesta turma que participou do projeto VLAB-FIS.	143
Figura 28 - Captura de ecrã de uma turma que participou do projeto VLAB-FIS.	144
Figura 29 - Captura de ecrã de um dos encontros com o estudante A. a explorar uma simulação.	147
Figura 30 - Captura de ecrã da resolução do estudante A. do roteiro da simulação da atividade A.L 3.2.	148
Figura 31 - Captura de ecrã da resolução do estudante A. do roteiro do vídeo introdutório da atividade A.L 1.2.	150
Figura 32 - Captura de ecrã da análise do gráfico realizada no Tracker pelo estudante A. referente a A.L 1.2.	151
Figura 33 - Captura de ecrã da realização por parte do estudante A. da A.L 3.1 na respetiva simulação computacional.	153
Figura 34 - Captura de ecrã da análise de um dos vídeos da A.L. 1.2 do 10º ano realizada pelo estudante A. no Tracker.	154
Figura 35 - Captura de ecrã da realização por parte do estudante A. da A.L 3.1 na respetiva simulação computacional.	155
Figura 36 - Captura do ecrã do resultado da atividade realizada pelo estudante A. no Kahoot! da A.L 3.3 do 10º ano.	156
Figura 37 - Fotografia de estudantes do 11.º ano utilizando uma das simulações do VLAB-FIS e a registar valores experimentais no seu caderno.	165
Figura 38 - Captura de ecrã de um resultado da aplicação do Kahoot! numa das turmas participantes.....	167
Figura 39 - Captura de ecrã do canal do Vlab-Fis no YouTube.	175

Lista de Abreviaturas

OCDE	ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO
ONU	ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS
UNESCO	ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A EDUCAÇÃO, A CIÊNCIA E A CULTURA
AEV	ATIVIDADE EXPERIMENTAL VIRTUAL
RED	RECURSOS EDUCATIVOS DIGITAIS
TDIC	TECNOLOGIAS DIGITAIS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO
VLAB-FIS	VIRTUAL/VÍDEO LABORATÓRIO EM FÍSICA
DEA	DIFICULDADES ESPECÍFICAS DE APRENDIZAGEM
NEE	NECESSIDADES EDUCATIVAS ESPECIAIS
NSE	NECESSIDADE DE SAÚDE ESPECIAL
DGEEC	DIREÇÃO-GERAL DE ESTATÍSTICAS DA EDUCAÇÃO E CIÊNCIA
FCUP	FACULDADE DE CIÊNCIAS DA UNIVERSIDADE DO PORTO
GIEDIF	GRUPO DE INVESTIGAÇÃO EM ENSINO E DIVULGAÇÃO DA FÍSICA
INEP	INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA
MEC	MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E CIÊNCIA

1. Considerações iniciais: Contextualização, definição e apresentação do da investigação

1.1. Contextualização da investigação

Em 2015, a Organização das Nações Unidas aprovou a agenda “Objetivos de Desenvolvimento Sustentável” que inclui, entre os seus dezesseis objetivos globais, o desafio de “Assegurar a educação inclusiva, equitativa e de qualidade, e promover oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todos” (Organização das Nações Unidas, 2015). No entanto, esse objetivo será somente alcançado se, independente do nível de escolarização, duas condições forem respeitadas: (1) os estudantes com algum tipo de necessidade educativa especial possam dispor de ferramentas e recursos adequados; (2) as metodologias utilizadas pelos professores sejam adequadas à realidade onde estudantes sem e com necessidade educativa especial dividam o mesmo espaço de aprendizagem.

Um exemplo da necessidade de um novo olhar sobre o processo educativo está relacionado à situação de estudantes com mobilidade reduzida, que necessitam realizar atividades laboratoriais, prática fundamental na área científica. Visto que poucos materiais são adaptados a presença de indivíduos com a condição já citada, estes adotam, por vontade própria ou por certa imposição, um comportamento puramente passivo com a atividade que será realizada.

1.2. Problema, questões e objetivos de investigação

Considerando o quarto objetivo da Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável (Organização das Nações Unidas, 2018), que visa garantir a educação inclusiva e a promoção da aprendizagem, além da literatura existente sobre as metodologias ativas e os recursos educativos digitais, far-se-á a seguir a apresentação do problema, as questões e os objetivos que irão orientar esta investigação.

1.2.1 Problema

As atividades experimentais em Física são muitas vezes encaradas pelos estudantes como um conjunto sequencial de procedimentos descritos num protocolo fechado,

para demonstrar um conceito, uma lei física ou um fenômeno. Tal deve-se, em grande parte, à escolha metodológica dos professores, mas também à falta de equipamento de muitas escolas que não permite que todos os estudantes, nomeadamente aqueles com algumas deficiências motoras, executem as experiências no Laboratório em simultâneo com os seus colegas e à falta de preparação prévia dos estudantes para o trabalho prático, que se reflete na baixa autonomia e conhecimentos processuais. Tendo em conta este cenário, poderá a utilização de recursos educativos digitais (RED), aliados a uma aprendizagem baseada em *inquiry*, tornar as aulas laboratoriais mais inclusivas, motivando os estudantes para as atividades experimentais, tornando-os mais autônomos e interventivos no trabalho e na discussão de resultados, para melhorar a aprendizagem de conceitos físicos?

1.2.2 Questões de investigação

Tendo em consideração o problema da investigação, identificam-se as seguintes questões principais de investigação:

- (i) Como os materiais didáticos que utilizam os recursos educativos digitais, combinados com um ensino por *inquiry*, podem motivar os estudantes nas aulas laboratoriais?
- (ii) É possível promover uma abordagem laboratorial inclusiva para estudantes com algumas limitações motoras?
- (iii) Há necessidade de formação contínua para os professores utilizarem mais os recursos educativos digitais com os seus alunos?
- (iv) O projeto VLAB-FIS contribuiu para a diferenciação pedagógica e maior envolvimento dos estudantes nas aulas laboratoriais?

1.2.3 Objetivos da investigação

Geral

Mostrar que pelo uso de materiais didáticos e de uma abordagem consistente que utiliza vários recursos educativos digitais, alinhados com o ensino por *inquiry*, produz um maior interesse e preparação por parte dos estudantes para as atividades experimentais, sendo potenciador do desenvolvimento da autonomia, aprendizagem conceptual e em particular para algumas deficiências motoras.

Específicos

- Identificar as atividades laboratoriais para produzir e/ou adaptar materiais que estimulem a curiosidade, a manipulação, a investigação e a troca de experiência entre estudantes.
- Sistematizar técnicas e metodologia orientadas para a investigação com caráter inclusivo para alunos na área da física, onde os estudantes sejam ativos e autônomos, para diminuir as desvantagens existentes entre estudantes sem ou com necessidades educativas especiais (em particular algumas deficiências motoras).
- Analisar a implementação de todos os materiais desenvolvidos nas aulas de Física e Química A, na componente de Física.
- Investigar e avaliar o efeito dos materiais desenvolvidos na preparação prévia dos estudantes para as atividades experimentais.
- Investigar a autonomia dos alunos na realização de experimentos.
- Investigar e avaliar a inclusão de estudantes com diferentes necessidades em aulas laboratoriais com o uso desses recursos.

1.3. Estrutura e Organização da tese

Para dar resposta aos objetivos e questões de investigação desta tese, será apresentado, nos capítulos subsequentes, todo o trabalho desenvolvido. Desta forma, a tese encontra-se organizada da seguinte maneira:

Capítulo 1 — Compreender os cenários e as limitações do Ensino de Ciências no século XXI: Este capítulo aborda quatro subtemas que compõem toda a revisão do estado da arte realizada para esta tese: (1) Ensino de Ciências, é realizada uma breve perspectiva histórica para compreender a realidade atual deste ensino, culminando nas limitações e dificuldades do ensino e aprendizagem de Ciências. (2) Perfil dos estudantes atuais, é feita uma pequena análise da complexa realidade presente no espaço escolar, desde as diferentes gerações envolvidas até às dificuldades e deficiências de aprendizagem encontradas, visando compreender as limitações para estabelecer uma educação verdadeiramente inclusiva. (3) Recurso educativo para o ensino de Ciências, é discutida a importância da utilização dos recursos educativos digitais nas salas de aula, com uma breve análise dos principais recursos desenvolvidos nesta tese (vídeos, simulações e gamificação). (4) Teorias de

aprendizagem, são discutidas as teorias de aprendizagem significativa, especificamente as desenvolvidas por Ausubel, Novak, Gowin e Moreira, que serviram de base teórica para o desenvolvimento dos materiais desta tese.

Capítulo 2 — O projeto VLAB-FIS: Neste capítulo, é apresentada uma descrição completa de todo o processo de desenvolvimento do projeto, desde a sua concepção até à construção final dos materiais e disponibilização para os estudantes e professores.

Capítulo 3 — Metodologia, Métodos e Técnicas de Investigação: Neste capítulo, é apresentada toda a metodologia de implementação do projeto em sala de aula, bem como as técnicas e instrumentos utilizados para recolher os dados e a maneira como estes foram analisados.

Capítulo 4 — Apresentação, análise e discussão dos resultados: São apresentados todos os resultados obtidos com a implementação do projeto, seguidos da respetiva análise e discussão.

Considerações finais: Por fim, são apresentadas as respostas às questões de investigação, bem como as perspectivas futuras para a continuação do projeto.

Anexos: Documentos utilizados no projeto que não foram desenvolvidos pela investigadora.

Apêndices: Documentos importantes desenvolvidos para a aplicação do projeto e para a análise dos resultados obtidos.

2. Compreendendo os cenários e as limitações do Ensino de Ciências no século XXI

2.1. Ensino de Ciências

O ensino de ciências possui uma longa história, mas foi somente a partir do século XIX que passou por mudanças significativas. Atualmente, este ensino enfrenta desafios consideráveis, como a necessidade de adaptação às mudanças tecnológicas e a crescente demanda por competências científicas. Além disso, muitas vezes, esse ensino é pautado em metodologias tradicionais, resultado das limitações existentes na formação dos professores. Portanto, é crucial compreender a realidade atual e buscar elementos que permitam preparar os estudantes para os desafios científicos contemporâneos.

2.1.1 Um breve histórico

Até ao século XIX, o ensino de ciências não era objeto de interesse e estudo no meio acadêmico, até que a comunidade científica dessa época começou a tomar consciência que como o mundo passava por uma grande mudança, em função dos avanços científicos e tecnológicos, era necessário popularizar o ensino de conceitos científicos, contribuindo assim para o desenvolvimento intelectual dos estudantes (Vieira, 2007). Estas argumentações eram fundamentadas na tentativa de mostrar que ensinar e, conseqüentemente, aprender ciências traria uma visão clara do mundo pelas observações e generalizações indutivas dos fenômenos, levando a um treino intelectual importante, que permitiria em momento posterior desenvolver outros processos e compreender o mundo.

Neste período, o currículo escolar estava fortemente ligado ao ensino de matemática e gramática. Dada a necessidade emergente dos temas científicos serem mais discutidos, inúmeros cientistas e professores defenderam essa mudança nos currículos escolares, tais como: Thomas Huxley, que enfatizava a importância do ensino de ciências nas escolas, desenvolvendo, em 1860, um programa que discutia com os professores pré-universitários (Bates, 2017); Herbert Spencer (1820 – 1903) que defendia a inclusão da instrução e aprendizagem dos laboratórios de ciência para os estudantes terem uma visão mais clara dos fenômenos, permitindo-lhes

construírem imagens mentais dos conceitos mais abstratos; Johann Friedrich (1776 – 1841) que dizia que os estudantes deveriam descobrir os fenômenos e o professor teria o papel de relacionar essas descobertas com os conceitos que deveriam aprender; Charles Eliot (1834 – 1926) que introduziu os laboratórios didáticos em Harvard e Alexandre Smith (1865 – 1922) e Edwin Herbert Hall (1855 – 1938) que defendiam a ideia de aulas guiadas com questões e sugestões para os estudantes terem o tempo de trabalho mais dinamizados, fazendo com que eles buscassem soluções mais consistentes e importantes para a aprendizagem dos conceitos científicos, chamado por eles de *inquiry* (DeBoer, 2006).

A partir desse movimento, o ensino de ciências foi visto como elemento fundamental na etapa de escolarização, tornando-se, formalmente, parte do currículo escolar. Surgem, assim, metodologias específicas voltadas para este ensino nas escolas. Dentre as várias abordagens criadas na época, visando a exposição dos conteúdos, destacam-se as metodologias: da descoberta, onde os estudantes propunham as suas próprias questões a partir dos materiais recebidos, contudo despendiam de muito tempo para realizar as atividades propostas, demorando muito para alcançar os conhecimentos científicos necessários e potencialmente criando concepções alternativas importantes; da verificação, onde os estudantes apenas confirmavam os fenômenos científicos no laboratório; e da investigação guiada, onde os estudantes buscavam soluções para questões que desconheciam, o que permitia uma melhor gestão do tempo de aula e norteavam as suas investigações.

Já na primeira metade do século XX, as metodologias do ensino de ciências foram fortemente orientadas pelas novas teorias de aprendizagens que valorizavam a cognição aliada à socialização dos estudantes. A teoria construtivista foi a principal delas, baseada na ideia de que o conhecimento é construído pelo estudante com o auxílio do professor visando a preparação para uma vida democrática (Dewey, 1889), não sendo assim previsível e nem determinada. Esta teoria influenciou muitos educadores que refletiam sobre a relevância social e científica, que até então não tinha muito espaço na discussão do ensino de ciências.

Essa nova visão fez com que o contexto social ganhasse destaque no cenário educacional, abrangendo desde o desenvolvimento das habilidades de pensamento até aquelas essenciais para o trabalho e a melhoria da sociedade. A educação passou a ter um enfoque mais prático, voltado para o mercado de trabalho e a resolução de problemas do cotidiano. A discussão sobre a relevância do ensino de ciências não era apenas realizada entre os educadores, mas também por muitos cientistas dessa

época, que lecionavam nas universidades. Como Gilbert Lewis, o famoso químico e físico conhecido pelos seus trabalhos sobre as ligações químicas, que também partilhava e aplicava a metodologia de ensino associada às investigações nas suas turmas e até mesmo em escolas:

a investigação é introduzida nos primeiros estádios do ensino universitário, sob a orientação de professores; os estudantes graduados são encorajados a desenvolver projetos próprios; numa reunião semanal expõe-se e discute-se trabalho. Foram muitos os que floresceram sob a orientação de Lewis. E muitas escolas que o copiaram com excelentes resultados. (Gonçalves-Maia, 2020, p. 8)

Na segunda metade do século XX, mais precisamente a partir do final dos anos 40, o mundo passou por uma grande mudança social devido aos efeitos do pós-guerra e com o início da Guerra Fria¹. Essa nova estrutura mundial produziu impactos não apenas nas economias, mas também na forma de fazer e ensinar ciências, dada a importância desses conhecimentos para a segurança nacional e para o desenvolvimento económico e tecnológico dos países. Em função deste novo desafio, emergiu a necessidade de ensinar ciências de uma maneira que fosse possível aumentar o número de cientistas, desenvolvendo as competências dos estudantes mais hábeis em determinadas áreas e também para os indivíduos conhecerem mais sobre os temas científicos, tornando-os críticos o suficiente para debater conscientemente sobre os temas ligados às ciências (Krasilchik, 2000).

Com essa nova visão posta, a forma de ensinar ciências, na década de 50, sofreu uma grande transformação. Tornou-se completamente científica, dada a responsabilidade civil sobre o desenvolvimento das ciências na época de pós-guerra, ganhando como aliado nesse processo a revolução da tecnologia espacial, com o lançamento do primeiro satélite, o Sputnik, pela Rússia em 1957 (Carvalho, 2009) e provocou interesse mundial sobre o tema (figura 1).

¹ Um período, após a Segunda Guerra Mundial, de tensão geopolítica entre a União das Repúblicas Soviética e os Estados Unidos e os seus respectivos aliados.

Figura 1- Capa do jornal “A Noite” do Rio de Janeiro, informando os detalhes do satélite Sputnik, lançado pela então União Soviética em 1957



Nota: (Hemeroteca Digital Brasileira, 2020a).

Descrição: A imagem refere-se a uma parte da capa do jornal "A Noite". No centro dela, destaca-se uma representação estilizada do satélite Sputnik, no qual sua forma se destaca contra um fundo escuro. Ao redor da imagem do Sputnik, podemos perceber outras notícias e informações, que compartilham espaço com o destaque principal. No topo da página, em letras destacadas, está escrito "Primeira foto oficial do satélite da Rússia".

Esse período conturbado e, simultaneamente, rico em informações e desenvolvimento tecnológico, devido às disputas políticas e científicas das duas superpotências, Estados Unidos e União das Repúblicas Soviéticas, é bem resumido por Borges (2013):

surgiram investimentos massivos na educação científica de homens e mulheres e a crença que o desenvolvimento tecnológico era a única saída para a evolução humana. O lançamento do Sputnik 1 recuperou o fervor popular em relação ao Espaço e suscitou uma miríade de produções científicas em revistas, vídeos, documentários, panfletos, mídias e toda espécie de propagandas das novas invenções e descobertas. (p. 55)

O novo olhar sobre a ciência pela sociedade, seja por curiosidade ou interesse por aprender mais, criou uma busca pelo conhecimento científico como antes não havia ocorrido, como ficou evidenciado no documento da *National Society for the Study of Education* (organização que criava e catalogava diálogos sobre os problemas educacionais) mais especificamente no seguinte trecho: “[...] a educação em ciência deve fazer parte da herança intelectual de todos” (National Society for the Study of Education, 1960, p. 24).

Esse novo anseio da sociedade contribuiu para que na década de 60 fossem traçados novos objetivos para o ensino de ciência, onde a discussão sobre o ensino orientado por pequenas investigações realizadas pelos próprios estudantes ganhou força. Além disso, houve o aumento das discussões sobre a familiaridade e conhecimento da população sobre as ciências, visto a necessidade de obter informações sobre a percepção do indivíduo comum acerca dos temas científicos (Literacia Científica).

É neste contexto que surgem inúmeros projetos de ensino, tanto nos Estados Unidos, como os *Physics Science Study Committe* (PSSC), *Chemical Education Materials Study* (CHEM), *Chemical Bond Approach* (CBA), *Interdisciplinary Approaches to Chemistry* (IAC), *Biological Sciences Curriculum Study* (BSCS) e Projeto Harvard (Hassard & Dias, 2009), quanto no Brasil, com o Projeto de Ensino de Física (PEF), o Física Auto-Instrutiva (FAI) e o Projeto Brasileiro de Ensino de Física (PBEF) (Nardi, 2014) e na Europa, *Nuffield Science Teaching Project* (Nuffield Foundation, 2020) e *Plan Europe 2000, Project 1: Educating Man for the 21st Century* (Chabert, 1975).

Todo esse interesse e desenvolvimento da educação científica ganha ainda mais força com os lançamentos das missões Apollo, no final de 1968 e meados de 1969, que permitiram que os seres humanos vissem pela primeira vez a Terra pelo lado de fora e a aterrissagem na Lua, evento esse sendo televisionado para muitas partes do mundo (Borges, 2013), sendo um marco histórico que influenciou não só a educação, mas também o cotidiano das pessoas (figura 2).

Figura 2 - Capa do jornal "Tribuna da imprensa" do Rio de Janeiro, informando os detalhes de quando o Homem chegou à Lua



Nota: (Hemeroteca Digital Brasileira, 2020a).

Descrição: A imagem representa uma parte da capa do jornal "Tribuna da Imprensa". No centro da imagem, a notícia principal chama a atenção com a manchete: "Aberta a porta do mundo: Homem não é só da Terra". Ao lado desta manchete, encontra-se uma fotografia de um astronauta, visivelmente em solo lunar, vestido em seu traje espacial, explorando a paisagem desolada da Lua.

Na década seguinte as discussões foram sobre um ensino de ciências que destacasse também o seu lado prático e utilitário, pois isto faria com que os estudantes resolvessem os problemas cotidianos. Esta discussão levava os princípios mais amplos da literacia científica (sociedade e ciências) para dentro dos currículos escolares, ou seja, os estudantes que antes aprendiam para conhecer, agora deveriam aplicar o conhecimento adquirido no seu cotidiano. É nesse momento que surge o movimento interdisciplinar nomeado de Ciências-Tecnologia-Sociedade, ressaltando como os assuntos relacionados com a sociedade moldam e norteiam a ciência e a tecnologia, de modo que nos leva a compreender essa relação (Mansour, 2009). Apesar desse movimento ter muitos campos de discussão, é no contexto escolar que ele se centra fortemente, como destacado por Pinheiro et al. (2007):

Desde que se iniciou, há mais de trinta anos, um dos principais campos de investigação e ação social do movimento CTS tem sido o educativo. Nesse campo de investigação, que comumente chamamos de “enfoque CTS no contexto educativo”, percebemos que ele traz a necessidade de renovação na estrutura curricular dos conteúdos, de forma a colocar ciência e tecnologia em novas concepções vinculadas ao contexto social. (p. 74)

Os anos 80 e 90 foram marcados por estudos e recomendações para ensino de ciências nas escolas, visando uma discussão ampla sobre os objetivos deste ensino e uma reforma efetiva nos currículos para a literacia científica ser promovida. Esse período é impulsionado pelo processo de globalização e o desenvolvimento massivo dos meios de comunicação.

É também neste período que se intensifica a criação de propostas de *inquiry based learning*², uma forma de exposição aos conteúdos que surge da necessidade de dar resposta ao questionamento sobre a finalidade e eficácia das aulas de ciências. Essa visão teve como estruturas de suporte dois grandes projetos estadunidenses: *Project 2061*, que consistia num conjunto de diretrizes acerca dos conhecimentos e abordagens de pensamento fundamentais para todos os cidadãos num mundo influenciado pela ciência e pela tecnologia, que estabeleceu como o ensino de

² Devido às várias traduções existentes, ao longo de toda a tese será mantido o nome original.

ciências deveria ser instituído para os estudantes serem letrados cientificamente de modo a resolver os problemas do seu cotidiano (*American Association for the Advancement of Science*, 1989); e o *National Science Education Standards*, que “descrevem o que os estudantes precisam conhecer, entender e ser capaz de fazer para ser cientificamente literatos em diferentes níveis” (National Research Council, 1996, p. 2).

O *National Science Education Standards* ganha uma segunda versão no final do século XX com o *Inquiry National Science Education Standards*, baseado na investigação, para os estudantes terem uma visão correta das ciências e os professores possam ter um guia prático com ênfase na investigação (National Research Council, 2000). Este material criou um impacto na forma de ensinar e ainda é utilizado como base para a implementação eficaz do ensino de ciências, em muitos lugares. Além da investigação, esse documento inclui discussões sobre a natureza e a história da ciência, e aborda também as perspectivas pessoais e sociais da ciência e da tecnologia, para os estudantes dominarem os saberes científicos acerca das ciências da vida, da terra, do espaço e da física.

Posto tudo isso, vale ressaltar que, saber como as discussões sobre o Ensino de Ciências ocorreram ao longo dos anos, é importante para entendermos como essas concordam com o contexto histórico vivido na época e todos os desafios enfrentados, para que as mudanças de objetivos do ensino de ciências ocorressem. Além disso, mostra-nos que não existe apenas um jeito de ensinar ciências e todos podem levar-nos a adquirir cada vez mais literacia científica.

2.1.2 Realidade atual

Além das várias mudanças ocorridas no ensino ao longo dos anos, como já citado, atualmente vivemos num mundo onde tudo está mais automatizado e mais rápido. A informática, o mundo virtual e a realidade aumentada invadem o cotidiano das pessoas devido ao avanço das diferentes tecnologias digitais de informação e comunicação (TDICs) existentes, impactando como os estudantes podem buscar conhecimento além dos elementos tradicionais (notas de aula, livros e enciclopédias). Isso pode ser percebido no trecho trazido por Coutinho e Lisbôa (2011):

Uma nova era que oferece múltiplas possibilidades de aprender, em que o espaço físico da escola, tão proeminente em outras décadas, neste novo

paradigma, deixa de ser o local exclusivo para a construção do conhecimento e preparação do cidadão para a vida activa. (p.5)

Esse cenário influencia a aprendizagem dos estudantes relativamente a um determinado conteúdo, contudo, as metodologias e estratégias de ensino utilizadas pelos professores podem ser determinantes neste processo. Para que isso ocorra, é necessário serem revistas e adaptadas para uma geração que nasceu em plena revolução trazida pela rede mundial de computadores e que, em qualquer instante e lugar, tem à mão informações sobre inúmeros temas. Torna-se, assim, fundamental delinear estratégias e recursos para o estudante compreender certos conteúdos, principalmente em ciências, e há que se encontrar formas de motivá-los.

A internet e respetivas fontes digitais são cada vez mais utilizadas pelos jovens para obter informação diversificada, nomeadamente sobre ciência. A questão é que, devido à falta de conhecimento e muitas vezes pouco discernimento dos estudantes, não existe uma avaliação sobre a credibilidade da fonte consultada, sendo potencialmente fácil aceder a informações falsas, incorretas ou incompletas (Neves & Borges, 2020). Nesse momento, a intervenção de alguém mais experiente é fundamental, como mostrado por Hirschman e Wood (2019) no seguinte trecho:

A falta de apoio por parte de adultos mais informados significa que, embora as crianças tenham a capacidade de aprender, os estudantes não podem construir a sua própria aprendizagem, pois, usando a frase de Foucault, “eles não podem saber o que não sabem”³. (p. 29)

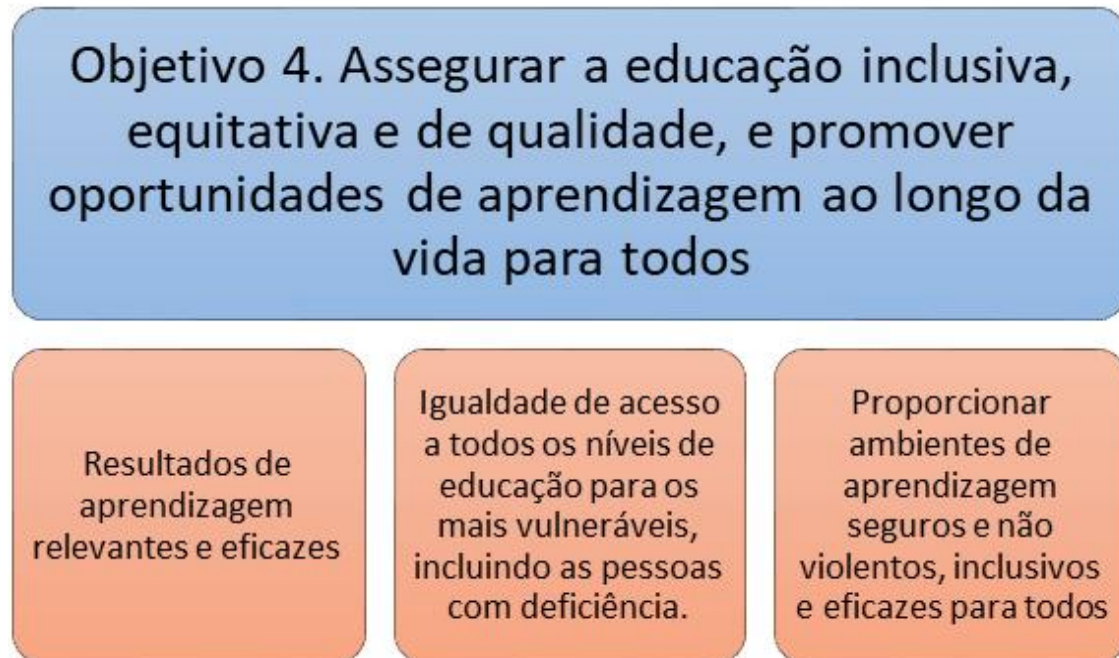
Nesse processo o professor deve olhar para si e perceber que ele pode atuar como um elemento que contribua com como os estudantes utilizam as ferramentas tecnológicas ao seu favor, mesmo em momentos posteriores aqueles do espaço escolar. Segundo Silvestre (2015), “espera-se da educação e dos sistemas de ensino a capacidade de desenvolver nos estudantes as competências pró-ativas que os conduzam no interesse pela descoberta e pela autoaprendizagem constante; que os tornem inovadores, criativos, empreendedores e flexíveis” (p.13).

Essa visão desenvolverá uma sociedade mais justa, igualitária e ambientalmente responsável, como preconizado em vários documentos internacionais, nomeadamente a agenda 2030 (Organização das Nações Unidas, 2015) que inclui, entre os 17 objetivos globais, o desafio de assegurar uma educação que contribua na formação

³ “A lack of scaffolding from more knowledgeable adults means that while children have the capabilities to learn, students cannot construct their own learning as, using Foucault’s phrase, ‘they can’t know what they don’t know’”.

cidadã em todos os aspectos da vida humana independente de raça, gênero ou condição social (figura 3).

Figura 3 - Resumo do objetivo 4 que correspondem com os objetivos desta tese



Nota: (Organização das Nações Unidas, 2015) - (Acervo dos autores).

Descrição: A imagem é dividida em duas seções. Na parte superior, destaca-se um retângulo de cor azul, dentro dele está escrito com letras em preto o texto: "Objetivo 4. Assegurar a educação inclusiva e de qualidade, e promover oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todos." Na parte inferior da imagem, encontramos três retângulos vermelhos menores, cada um contendo um texto escrito em preto. O primeiro retângulo afirma: "Resultados de aprendizagem relevantes e eficazes"; no segundo retângulo está escrito: "Igualdade de acesso a todos os níveis de educação para os mais vulneráveis, incluindo pessoas com deficiência."; e no terceiro retângulo: "Proporcionar ambientes de aprendizagem seguros e não violentos, inclusivos e eficazes para todos."

Apesar dos significativos avanços no entendimento e abordagem do ensino de ciências, é observado que vários autores (Sorge, et al. 2019, Yang, et al. 2018) apontam para a urgência de transformações na postura dos professores em relação a essa área do conhecimento, permitindo que os objetivos educacionais sejam alcançados. As investigações e relatórios existem, mas estabeleceu-se uma grande distância entre o que se pensa e o que realmente acontece na base educacional, como trazido por Moreira (2018) relativamente ao Ensino de Física e que pode ser generalizado para os outros campos do saber:

O impacto da pesquisa básica em ensino de Física na sala de aulas de Física é muito pequeno, praticamente nenhum. Os resultados dessa pesquisa são publicados em revistas destinadas a pesquisadores, aos pares. Professores não participam dessa pesquisa e não lêem os artigos publicados nessas revistas. Algumas pesquisas são feitas na escola, na sala de aulas, mas

apenas para gerar dados para uma dissertação, para uma tese, para um projeto específico. Uma vez feita a coleta de dados, nada muda no ensino de Física no contexto dessa coleta. (p. 74)

Esse cenário também pode ser constatado nas escolas portuguesas e já era sinalizado por Oliveira et al. (2011) que relatava:

aos estudantes que, na generalidade, estes referem que não desenvolvem a sua cultura científica, não interligam os conteúdos abordados na disciplina de Ciências Físico-Químicas com o seu dia-a-dia e não complementam a aquisição de conhecimentos de ciência com hábitos informais de aprendizagem. Estes fatos estão provavelmente relacionados com a falta de literacia científica verificada na sociedade portuguesa, que se reflecte nestas faixas etárias. (p. 342)

Essa questão pode estar associada ao fato de que muitas instituições de ensino recorrem às aulas expositivas dialogadas como principal forma de ensinar ciências. Apesar de a discussão sobre a importância da experimentação ser antiga e das aulas laboratoriais ganharem cada vez mais espaço na realidade escolar, como ela é implementada também precisa ser repensada, como destacado no início da última década por Carvalho et al. (2012):

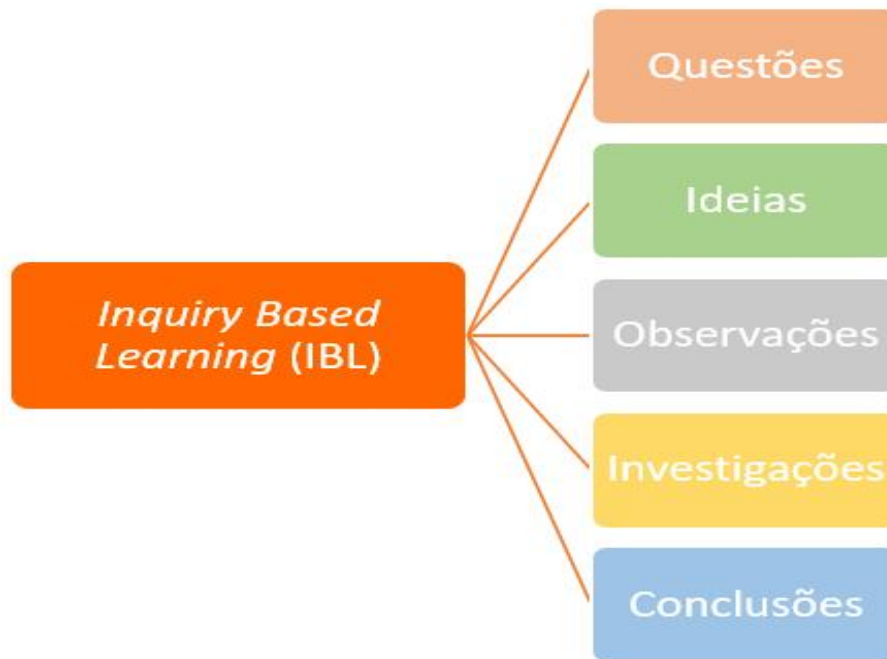
Muito se tem discutido acerca da experimentação no ensino das ciências. Desde a posição fundamentalista de que tudo pode ser ensinado e aprendido através do trabalho experimental, até a posição (economista) de que a experimentação é um desperdício de tempo e dinheiro, diferente importância lhe tem sido atribuída por educadores e investigadores. É um dado adquirido hoje em dia, que da simples observação não resultou um verdadeiro conhecimento. Parece haver um consenso de que o trabalho experimental tem um enorme potencial para a aprendizagem dos estudantes sendo, no entanto, necessário repensar a forma como é desenvolvida nas escolas [...] (p. 40)

Não é difícil encontrar outros investigadores que afirmam que as aulas laboratoriais são fundamentais no ensino de ciências, como, por exemplo, Hirça (2013), Gkioka (2017) e Wilcox e Lewandowski (2017). Todos eles mostram como as aulas com estas características incentivam os estudantes a reconhecer a importância e a necessidade da parte experimental nas ciências, compreendendo que elas não são apenas teorias, leis e fórmulas desconectadas do mundo real. Mesmo quando essas aulas não são

possíveis por falta de equipamentos, espaços adequados, ou limitações da própria apresentação de um fenômeno, elas deveriam ser realizadas em laboratórios virtuais para que a aprendizagem não seja comprometida (Machado & Cruz, 2020). Além disso, mesmo quando as atividades experimentais são possíveis, alguns investigadores (Tsihouridis et al., 2019, Zendler & Greiner, 2020, Erenso, 2021) sugerem que a união dos processos reais e virtuais favorecem ainda mais a aprendizagem dos estudantes.

Muitas são as razões para que as aulas de cunho experimental se tornem essenciais para a aprendizagem dos estudantes. Dentre elas estão a possibilidade de oferecer uma experiência “*hands-on*”, auxiliar no uso adequado dos equipamentos laboratoriais (quando são feitas de forma real), desenvolver competências importantes relacionadas a habilidades previamente adquiridas, identificar limitações nos modelos científicos na descrição de fenômenos observados de situações reais, capacitar o trabalho em projetos, princípios, leis, modelos e teorias devem ser ensinadas por atividades experimentais. A observação dos fenômenos deve ser usada como aplicação em situações reais.

Se aliarmos essas aulas com o *inquiry based learning* (IBL) que se caracteriza por ser uma abordagem pedagógica que coloca o estudante e a sua aprendizagem no cerne do desenvolvimento educacional, então os estudantes terão suporte para uma construção do conhecimento a partir das suas reflexões internas, dos conceitos prévios que eles possuem e das informações obtidas durante a execução da atividade (figura 4).

Figura 4 - Ferramentas de construção do conhecimento dos estudantes a partir de uma sequência lógica de ação

Nota: (Tavares & Almeida, 2015) (Acervo dos autores).

Descrição: Na imagem existe no lado esquerdo um retângulo em laranja com letras em branco que dizem "Inquiry Based Learning (IBL)". A partir desse retângulo, cinco linhas se estendem para outros cinco retângulos menores dispostos verticalmente. Cada um desses retângulos menores possui uma palavra escrita em branco sobre um fundo colorido. Da parte superior para a inferior, as palavras e cores são as seguintes: "Questões" em um fundo laranja; "Ideias" em um fundo verde; "Observações" em um fundo lilás; "Investigações" em um fundo amarelo; e "Conclusões" em um fundo azul.

Esta metodologia de ensino para a abordagem de temas de ciências, contribui para os estudantes alcançarem um nível de literacia científica que permita a compressão dos avanços tecnológicos e os seus impactos na sociedade. Para isso ocorrer, são trabalhados elementos que lhes permitam explorar o mundo que os cerca, aplicando o conhecimento adquirido para a resolução das situações colocadas e avaliando a sua própria aprendizagem (Fang, 2010). O IBL aproxima os estudantes dos valores e práticas dos cientistas de uma forma mais intensa do que outras metodologias existentes, nomeadamente as ditas tradicionais, mas também lhes mostra que a análise de qualquer problema da vida deve obedecer uma sequência lógica de avaliação, ou seja, ter uma posição mais ativa e crítica na tomada de decisões para resolver as diversas situações quotidianas (Carvalho, 2013).

Contudo, para que o IBL seja possível, o cenário ou material apresentado aos estudantes deve ser contextualizado, de forma que as questões postas sejam respondidas a partir de hipóteses por eles levantadas. Assim, o papel do professor deve ser de tutor que os orienta relativamente aos conteúdos envolvidos e também na sequência da aprendizagem, promovendo o pensamento crítico. Isso faz com que o profissional de educação passe de uma posição mais centrada em si, onde apenas

expõe ideias num quadro ou com projeções, para outra onde ele está aberto a discutir e orientar, isto é, no que Sasseron (2015) diz ser uma condição onde:

o professor valorize pequenas ações do trabalho e compreenda a importância de colocá-las em destaque como, por exemplo, os pequenos erros e/ou imprecisões manifestados pelos estudantes, as hipóteses originadas em conhecimentos anteriores e na experiência de sua turma, as relações em desenvolvimento. (p.58)

Deste modo, é importante destacar que o maior desafio que os professores enfrentam atualmente ao ensinar é manter os estudantes motivados o suficiente para continuarem a investir agora nos seus estudos sobre ciências na sala de aula e também futuramente, de maneira formal, não formal ou informal. São sobre esses desafios, as limitações e dificuldades enfrentadas tanto pelos estudantes quanto pelos professores, os tópicos abordados na próxima seção.

2.1.3 Limitações e dificuldades

Atualmente, muitas são as propostas que sugerem metodologias e materiais para o ensino e aprendizagem de ciências, que usam desde ferramentas tradicionais de laboratórios até as que utilizam a realidade aumentada, sendo essa última descrita por Wu et al. (2012) da seguinte forma:

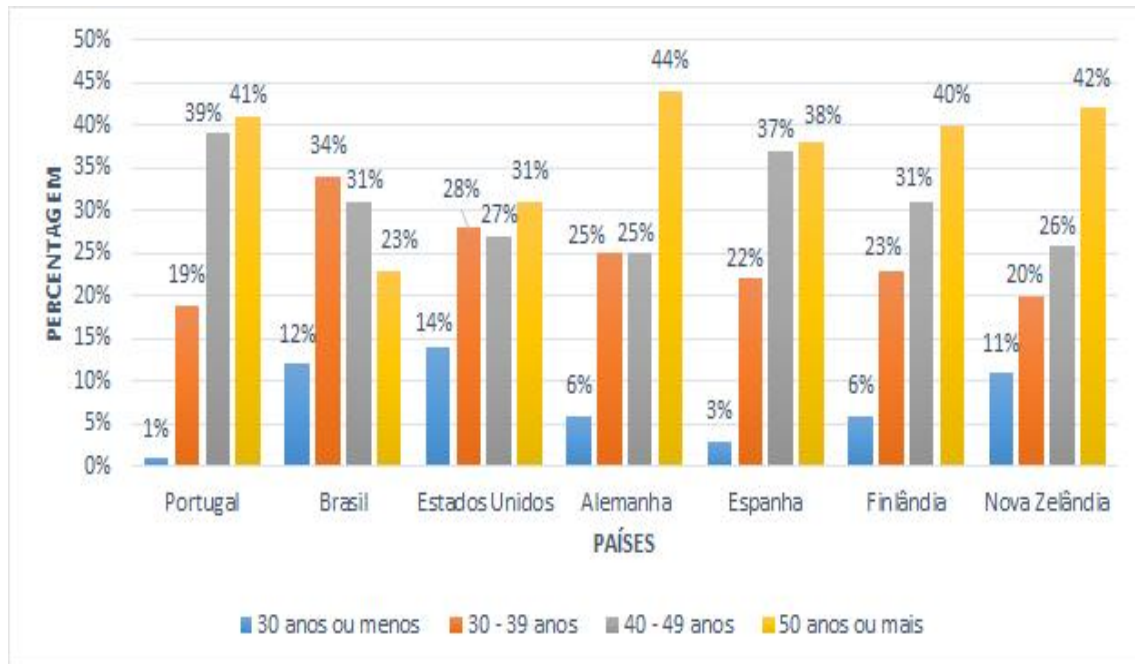
A realidade aumentada (RA) é uma combinação do real e do virtual e contém mais real do que virtual, enquanto o virtual aumentado (AV) refere-se à adição de elementos de realidade a um ambiente virtual e inclui mais informação virtual⁴. (p. 42)

Num mundo de muitas possibilidades, pensar numa maior participação ativa dos estudantes só torna ainda mais forte o papel fundamental que os professores desempenham neste processo. A sua atividade profissional envolve muita organização, planejamento, pesquisas e atualizações, para desenvolverem as competências e atitudes estipuladas nos programas curriculares. A questão é que apesar da experiência profissional influenciar positivamente para que a prática letiva seja melhor, a elevada carga de trabalho ao longo dos anos pode ser prejudicial, fazendo surgir uma desmotivação e desgaste associados à rotina de trabalho e ao pouco (ou quase nenhum) reconhecimento profissional pela sociedade.

⁴ [...] augmented reality (AR) is a combination of the real and the virtual and contains more real than virtual, whereas augmented virtual (AV) refers to adding elements of reality to a virtual environment and includes more virtual information

Além disso, atualmente é perceptível que os professores que lecionam nos ensinos básico e secundário⁵ são de uma geração muito diferente dos seus estudantes (gráfico 1), o que pode influenciar diretamente a utilização de tecnologia em sala de aula. Não é possível fazer uma afirmação contundente sobre isso, mas é um fato que as diferenças relativamente à familiarização no uso da tecnologia no dia a dia possuem impactos na prática pedagógica do professor (Modelski et al. 2019).

Gráfico 1 - Percentagem das faixas de idade dos professores em sete países diferentes



Nota: (Organisation for Economic Cooperation and Development, 2020). (Acervo dos autores).

Descrição: A imagem apresenta um gráfico de barras verticais que representa a distribuição percentual de professores em quatro faixas etárias diferentes, identificadas por cores distintas. As faixas etárias e suas cores correspondentes são as seguintes: "30 anos ou menos" em azul; "30-39 anos" em laranja; "40-49 anos" em cinza; e "50 anos ou mais" em amarelo. Os dados são fornecidos para sete países diferentes: Portugal: 1% na faixa de "30 anos ou menos", 19% na faixa de "30-39 anos", 39% na faixa de "40-49 anos" e 41% na faixa de "50 anos ou mais". Brasil: 12% na faixa de "30 anos ou menos", 34% na faixa de "30-39 anos", 31% na faixa de "40-49 anos" e 23% na faixa de "50 anos ou mais". Estados Unidos: 14% na faixa de "30 anos ou menos", 28% na faixa de "30-39 anos", 27% na faixa de "40-49 anos" e 31% na faixa de "50 anos ou mais". Alemanha: 6% na faixa de "30 anos ou menos", 25% na faixa de "30-39 anos", 25% na faixa de "40-49 anos" e 44% na faixa de "50 anos ou mais". Espanha: 3% na faixa de "30 anos ou menos", 22% na faixa de "30-39 anos", 37% na faixa de "40-49 anos" e 38% na faixa de "50 anos ou mais". Finlândia: 6% na faixa de "30 anos ou menos", 23% na faixa de "30-39 anos", 31% na faixa de "40-49 anos" e 40% na faixa de "50 anos ou mais". Nova Zelândia: 11% na faixa de "30 anos ou menos", 20% na faixa de "30-39 anos", 26% na faixa de "40-49 anos" e 42% na faixa de "50 anos ou mais".

Se considerarmos ainda que a maioria das instituições de ensino superior, independentemente da área de conhecimento, possui como metodologia habitual a exposição dos conteúdos num ambiente letivo passivo para os estudantes, que pode ser considerado arcaico e normalmente descontextualizado dos dias atuais, não é difícil compreender a perpetuação dessas práticas pelos professores formados nessas universidades, quando vão lecionar nos níveis de educação escolar já citados. Isso faz

⁵ Em Portugal, o ensino básico refere-se ao ensino fundamental e secundário ao ensino médio no Brasil.

com que os professores continuem a ter crenças pautadas na educação tradicional, como as pontuadas por Maia e Freire (2020) em relação a:

pensar que o ensino é transmissão; que aprender é absorver e reproduzir; que os estudantes são majoritariamente dependentes e incapazes de independência; que gerir é sinônimo de controlar; que algumas crianças são capazes e outras não; que o justo é tratar todos da mesma maneira; que o currículo é sobretudo dar a matéria toda; que aprender é repetir informações e resolver exercícios; que a avaliação é realizada no final para ver quem percebeu e para nivelar os estudantes (TOMLINSON, 2016). Outros estudos evidenciam crenças de autoeficácia baixa para desenvolver esse tipo de prática. Como refere Dixon e colaboradores (2014), o esforço exigido para ser flexível e adaptar as aulas às necessidades dos estudantes é sentido pelos professores como sendo demasiado para eles. (p.20)

Outro ponto que atua negativamente na ação dos professores é a obrigatoriedade de cumprimento de um rígido e extenso programa de conteúdos, que visa fornecer arcabouço para os estudantes realizarem as provas de acesso ao ensino superior com maior sucesso. Por esse motivo, são poucos os que buscam outras formas de ensinar os conteúdos científicos. A questão é que em muitas situações, mesmo cumprindo o programa, muitos aspectos conceptuais não são compreendidos pelos estudantes pela falta de formação adequada para realizar abstrações complexas ou sem a devida adequação de linguagem. Este cenário é pouco atraente para o estudante e frustrante para o professor, criando neste último um processo de desestímulo na ação docente e de desinteresse pelo processo educativo, que passam a ser interpretadas como ações que visam apenas cumprir um mero trâmite profissional.

Dado que muitos estudantes não estão motivados para a aprendizagem e mostram muita relutância para a realização de qualquer tarefa que consome tempo (tirando as que lhes interessam verdadeiramente), estes consideram a escola e, consequentemente, as aulas, uma perda de tempo. Numa sociedade em que tudo parece acontecer muito rapidamente e se vive intensamente no momento, a aprendizagem que necessita dedicação e estudo, principalmente em relação à leitura e à compreensão da ciência, parece pouco atrativa aos estudantes, aumentando o conflito de gerações presentes no contexto escolar. Como dito por Brassolatti et al (2016) :

a linguagem escrita também está sendo reconfigurada. Muitos jovens têm aversão à leitura de livros na forma tradicional. Desta forma, é necessário

perceber o conflito entre as gerações de professores que foram educados e ensinam de forma tradicional, enquanto que, as gerações Y e Z estão conectadas às novas formas de comunicação. (p. 4)

Devido à necessidade de apresentação de conteúdos de formas mais diversificadas que atendam a uma nova forma de aprendizagem, torna-se fundamental delinear novas estratégias de ensino e aprendizagem. A questão é que para buscar novas metodologias é necessário tempo de pesquisa, preparação e adequar novas formas de avaliação, mas nos últimos anos houve um aumento da carga horária dos professores e das tarefas que contribuem para uma precarização da atividade docente. Um exemplo desse cenário é percebido, na realidade portuguesa, como descrito por Piovezan e Ri (2019): “em Portugal, diversas legislações elaboradas nos últimos 30 anos impulsionaram a flexibilização e a intensificação do trabalho docente, assim como reduziram os direitos trabalhistas e sociais destes profissionais” (p. 17).

Outro problema que deve ser destacado é a grande burocracia que os professores enfrentam no seu cotidiano escolar, independentemente da realidade analisada (Sadowska & Kaminska, 2010; Miranda, 2012, Parlar & Cansoy, 2017). São inúmeras horas que precisam ser disponibilizadas para reuniões, preenchimento de documentos e formulários que, muitas vezes, dificulta a preparação minuciosa das aulas, fazendo com que os professores reproduzam nas suas aulas os textos presentes nos manuais escolares utilizados pelas instituições de ensino, ou permanecendo com as mesmas aulas durante muitos anos. A impossibilidade de se dedicar ainda mais e até mesmo de superar essa subordinação educacional ao mercado de trabalho, podem ser fatores que atrapalham significativamente os professores relativamente à criatividade na preparação de novos métodos, bem como a busca por novos conhecimentos e materiais educacionais.

Essa realidade impacta ainda mais nos cursos de formação contínua que os professores devem realizar para se atualizarem. Estes revestem-se de extrema importância atualmente, dada a avalanche de recursos educacionais que existem devido ao rápido avanço tecnológico, além da oportunidade de repensar as próprias práticas educacionais e de se reconstruir profissionalmente. Quando colocamos em questão a quantidade limitada dos recursos disponíveis nas escolas para a realização de atividades práticas na sala de aulas, essas formações contínuas tornam-se ainda mais importantes, por ser com frequência aí que os professores aprendem novas alternativas para a apresentação dos conteúdos curriculares, tendo os materiais virtuais como aliados. Contudo, mesmo quando o professor consegue realizar essas

formações, por vezes torna-se difícil colocá-las em prática visto às razões expostas anteriormente, causando um desinteresse por novas formações e um desestímulo para o trabalho docente.

Os recursos e materiais disponíveis para as realizações das atividades, que levam os estudantes a compreender melhor os conteúdos científicos nas suas múltiplas vertentes (conceptual, atitudinal, social, ...) e adquirir as competências e habilidades necessárias, atualmente multiplicam-se cada dia mais. Como destacado por Hattie (2017): “Há milhões de recursos disponíveis na internet, e criar novos parece um dos maiores desperdícios de tempo em que os professores adoram se engajar” (p. 55). Deste modo, a preocupação atual deve ser voltada para a realização de propostas adequadas, que auxiliem os professores a implementarem esses recursos existentes em sala de aula. Uma das justificativas para a falta de boas propostas que expliquem e auxiliem o professor a aplicarem os recursos em sala de aula, é o fato da distância (física ou psicológica) entre as universidades e as escolas. As universidades demonstraram tanta preocupação em produzir esses materiais que, frequentemente, priorizaram a contribuição significativa para o aumento de sua taxa de publicação, em detrimento da produção de propostas específicas com o intuito de serem implementadas nas escolas.

Além disso, se essas boas propostas forem construídas explicando minuciosamente a utilização dos recursos e a sua implementação adequada na sala de aula, os professores apenas aprenderiam sobre sobre elas e eles realizariam as adaptações necessárias para a respetiva potenciação nas suas realidades escolares. Atualmente, em grande parte das situações, é o próprio professor quem precisa adquirir conhecimento sobre o funcionamento dos recursos e desenvolver atividades para sua utilização. Isso acarreta em uma demanda significativa de tempo e esforço adicionais para os professores, cujas horas de trabalho já estão sobrecarregadas, conforme discutido anteriormente.

Deste modo, visto tudo o que foi exposto anteriormente, o professor passa a não se reconhecer mais como elemento transformador da sociedade, pois apenas reproduz o que é proposto pelos currículos e serão avaliados nas provas externas ou de acesso às universidades. Isso faz com que os estudantes se tornem pouco críticos perante as necessidades fundamentais da atual sociedade.

As possíveis soluções encontradas para essas questões, devem ser, primeiramente, a mudança na formação dos novos profissionais que atuarão nas salas de aula. Esses devem aprender mais sobre metodologias ativas centradas nos estudantes e as suas

técnicas de implementação prática, com uma linguagem próxima dos estudantes e com a utilização das TIDCs. Isso porque:

Superar o paradigma tradicional ainda hegemônico implica, entretanto, (re)pensar o papel e as competências docentes para lidar com necessidades atuais de formação bem como a organização da sala de aula, já que sua configuração não é mais a mesma de anos atrás. Implica também criar consistentemente uma nova cultura do magistério na perspectiva de que o uso das tecnologias não seja algo exógeno à docência, mas inerente a ela e necessário ao processo abrangente de formação integral do ser humano. (Garcia et al, 2011, p. 80)

Para os profissionais que já estão em sala de aula, toda a burocracia deve ser diminuída para que o aumento da valorização das suas participações nas investigações e produções de materiais didáticos seja efetivado, aproximando as universidades da escola. Os professores poderão receber atualizações sobre a utilização de novos *softwares*, *hardwares* e suporte técnico, necessários para um enquadramento com as práticas letivas mais eficazes e contribuindo para que o professor se desenvolva efetivamente. Assim, o foco do processo de ensino e aprendizagem não será apenas nas resoluções de exercícios e nos exames para passagens e certificações, mas também (e sobretudo) na formação de indivíduos críticos para compreender os diversos desafios presentes na atual realidade mundial.

2.2. Perfil do estudante atual

A escola contemporânea é reconhecida por ser um espaço de diversidade, abrigando indivíduos de diferentes classes sociais e características pessoais. Essa realidade nos apresenta o desafio crescente de repensar a formação escolar, com o objetivo de atender a todos os alunos presentes. Para tornar isso possível, é essencial adotar um processo inclusivo de formação que considere as necessidades individuais. Contudo, para que isso se torne uma realidade, é imperativo compreender essa dinâmica e enfrentar as limitações que ainda representam desafios a serem superados.

2.2.1 A atual geração escolar

A escola sempre foi o espaço onde as pessoas buscam uma formação integral (conhecimentos científicos, liberdade cultural, equidade e cidadania), sendo

instituições que promovem a aquisição de diferentes tipos de conhecimento a partir do saber científico e cotidiano. Este espaço formal de aprendizagem, durante muitos anos, foi o único propulsor da humanidade, que se estendia até as universidades.

Numa realidade mais recente, o elemento tecnológico vem-se a incorporar a essa formação. Atualmente, a escola, que não é mais a única fonte de busca de conhecimento e também acumula a responsabilidade de preparar os estudantes para uma sociedade onde a tecnologia e a ciência estão presentes, sob forma de informação, acessadas por qualquer pessoa em qualquer hora e lugar. Vivemos hoje o começo da “emergência de uma nova conceituação da criança que está pronta para o futuro neoliberal como resultado de fatores como a governamentalidade neoliberal e as TICs”⁶ (Hirschman & Wood, 2018, p. 28). A chamada geração Z, atualmente nas escolas de todo o mundo, difere dos estudantes que estavam presentes nas escolas na primeira década do século XXI, e que provavelmente será distinta da geração alfa que atualmente está na faixa de 10 anos (tabela 1).

Tabela 1 - Como aprendem as diferentes gerações

NASCIDOS		
GERAÇÕES	ENTRE	COMO APRENDEM
<i>Baby Boomer</i>	1946 e 1964	Essa geração, apesar de ter sido fortemente influenciada pela televisão, é muito tradicional relativamente à aprendizagem, tendo um raciocínio linear. Os indivíduos valorizam a leitura de livros físicos e os treinos. Possuem uma relação de descoberta com as novas tecnologias, o que ainda os mantém ligados ao ensino tradicional.
	X 1965 e 1978	Mantêm o consumo de informação por antigos meios de comunicação (Jornais, revistas, rádio e TV), mas são utilizadores dos recursos tecnológicos e por esse motivo adaptam-se de forma relativamente rápida às tecnologias. Dão prioridade às trocas de conteúdos, informações e ideias. São mais colaborativos e valorizam as rodas de conversas.

⁶ “emergence of a new conceptualisation of the child who is ready for the neoliberal future as a result of factors such as neoliberal governmentality and ICTs”

Y	1979 e 1992	Vivenciaram a popularização da <i>internet</i> e acostumaram-se com um fluxo intenso de informações, consumindo-as com mais facilidade e rapidez. Por esse motivo, já valorizam o aprendizado informal e valorizam a linearidade do seu raciocínio.
Z	1993 e 2010	Deixaram os meios de informação tradicionais para consumirem as mesmas via <i>tablet</i> e <i>smartphones</i> , dando preferência a conteúdos passados de forma rápida e visual (vídeos curtos, fotografias e pequenos textos). Como são estimulados de maneiras diversas, aprendem também de formas diversificadas, tendo um raciocínio pouco linear, diferentemente das gerações anteriores. Isso também os torna mais independentes para aprender ou buscar informações depois que são estimulados para isso.
ALFA	2010...	Nasceram com as informações, literalmente, na ponta dos dedos e por esse motivo consomem informações em diversos canais, vídeos, realidade aumentada e jogos. Portanto, consideram cansativo o aprendizado tradicional com muitos textos e leituras que demandam muito tempo com dificuldades de concentração, emergindo urgentemente um ensino mais personalizado que pode ter a forma híbrida (<i>online</i> e <i>offline</i>) como forte aliada.

Nota: (Patela, 2016). Adaptado de DOT digital group (2019)

Se avaliarmos cada um dos perfis estudantis, em função do desenvolvimento tecnológico da sociedade no período específico de surgimento de cada uma delas, percebe-se que a geração *Baby Boomer* possuía como maior fonte de informação os livros, os jornais e os programas de rádio. As bibliotecas e as enciclopédias eram, geralmente, o local confiável para se buscar informações acadêmicas ou de cunho

científico, ficando para as outras fontes os casos mais sensacionalistas ou que eram usados para fins de divulgação sem qualquer rigor.

Entre as décadas de 1970 e início de 1990 além das fontes já mencionadas, a televisão, surgida no final da década de 1920, já era uma realidade de entretenimento e informação na maioria dos lares mundiais, fazendo parte de muitas ações de processo educativo em muitos lugares: em Portugal com a “Telescola” na década de 60 e no caso do Brasil com a criação do “Telecurso 2º Grau”⁷, que podiam ser assistidos em casa e permitiam a formação a distância dos interessados em finalizar os anos finais de escolarização.

Com a popularização da rede mundial de computadores na década de 1990 e o avanço das TDIC nos últimos anos, a televisão alterou a maneira como as informações podiam ser buscadas, acessadas e verificadas. O que antes levava horas para ser pesquisado e comprovado, hoje está na ponta dos dedos, levando apenas segundos ou frações de segundos entre a dúvida e a informação requerida.

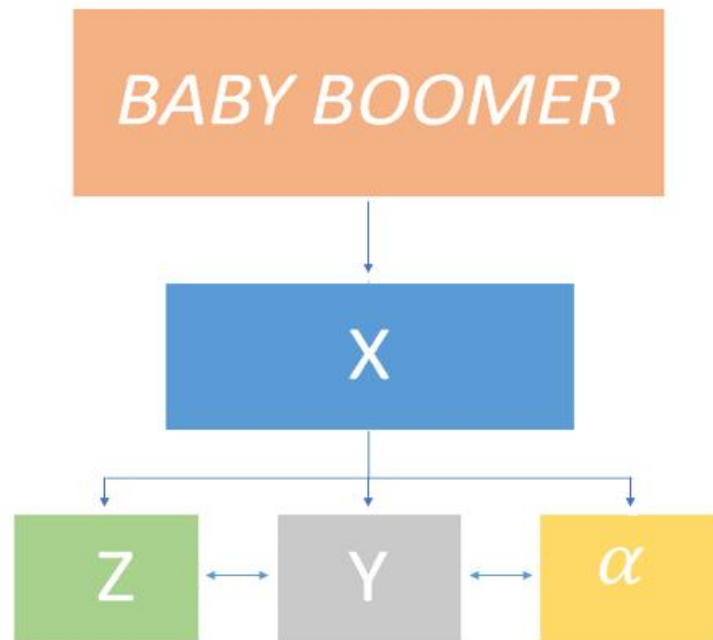
Os jovens a partir dos 6 anos já sabem manusear telemóveis e *tablets*⁸ e assistem vídeos a todo momento nessas tecnologias digitais. Os estudantes do ensino básico já têm os seus próprios dispositivos eletrônicos, que utilizam não apenas para terem contacto com os pais e os colegas, mas também para acessarem jogos ou vídeos dos seus *youtubers*⁹ favoritos. Os adolescentes, que estão nos anos finais de formação nas instituições de ensino, utilizam cada dia mais as tecnologias para aumentarem o seu número de seguidores nas redes sociais, lerem informações sobre algum assunto desejado ou realizarem as suas pesquisas escolares, sendo a internet a principal fonte da busca de conhecimento relativamente a qualquer assunto desejado.

Se voltarmos o nosso olhar para observar as gerações que estão presentes hoje no contexto educacional, vemos que a geração X forma atualmente a geração Y nas instituições de ensino superior e também atua diretamente com a geração Z nas salas de aula da educação básica. As gerações X e Y formam a geração alfa (figura 5). Essa diferença de gerações enriquece o cenário educacional, mas pode gerar alguns choques entre eles, visto a utilização excessiva das tecnologias perpetrada pelas gerações mais atuais face ao tempo que as gerações X e Y demandam para se adaptarem ou conhecerem as novas tecnologias.

⁷ O termo 2º Grau foi utilizado no Brasil durante muitos anos para identificar os últimos três anos de escolarização, atualmente denominado Ensino Médio.

⁸ Dispositivo eletrônico, plano, que possui entre várias funcionalidades o acesso à rede mundial de computadores.

⁹ Denominação dada aos criadores de conteúdos digitais para a plataforma digital YouTube.

Figura 5 - Representação esquemática das gerações presentes no contexto educacional.

Nota: (Acervo do autor).

Descrição: A partir do segundo retângulo, três setas se estendem em direções diferentes. Cada seta leva a um retângulo de cor diferente: A primeira seta leva a um retângulo verde com a letra "z" escrita em branco; a segunda seta leva a um retângulo lilás com a letra "y" escrita em branco; e a terceira seta leva a um retângulo amarelo com a letra "alfa" escrita em branco. Há duplas setas entre "z" e "y", bem como entre "y" e "alfa".

Neste contexto e dado que existem diferentes formas de aprender, as metodologias e estratégias de ensino precisam considerar como as gerações presentes nas salas de aula aprendem e o que necessitam implementar para que essa aprendizagem seja efetiva. Com tantas gerações diferentes atualmente nas salas de aula, de professores e de estudantes, tendo cada uma delas um caminho próprio de aprendizagem, o maior desafio é encontrar estratégias nas quais essas diferenças possam ser respeitadas e de alguma forma possam contribuir entre si. Portanto, a forma de ensinar, como habitualmente ainda hoje fazemos (expositiva na maioria das vezes e dialogada) deve mudar, como destacado por Hirschman e Wood (2019):

estudantes do século XXI, altamente autônomos e capazes de usar a tecnologia com facilidade. Os defensores da necessidade de estudantes do século XXI argumentam que, como resultado da Economia do Conhecimento e um impulso para melhorar o potencial econômico do capital humano, os atuais sistemas de educação tradicional precisam de mudar¹⁰. (p. 23)

¹⁰ "[...] learners as 21st century learners, highly autonomous and capable of using technology with ease. Proponents of the need for 21st century learners argue that as a result of the Knowledge Economy and a push to improve the economic potential of human capital, current traditional education systems need to change".

A necessidade de adequar a forma de ensino que favoreça a aprendizagem não está associada apenas a diferença de gerações, atualmente, com a democratização do espaço escolar, mas também pelo acesso de indivíduos que possuem alguma necessidade educativa especial (NEE)¹¹ e que em muitas situações não são contemplados com metodologias que atendam as suas limitações relativamente ao chamado “modelo tradicional”.

A questão é que a geração X, como mostrado na figura 5, atualmente a grande responsável pela formação dos estudantes, não conviveu, enquanto estudava, com colegas de sala com necessidades educativas especiais (NEE) e não foi preparada, posteriormente, para lidar com pessoas com estas características. Consequentemente, muitos desses professores da geração X têm dificuldade em auxiliar outros professores mais jovens a encontrar metodologias que deem o suporte necessário a estudantes com NEE, para que esses docentes em formação atuem diferentemente e contribuam para o ensino inclusivo, respeitando as limitações dos estudantes com algum tipo de necessidade educativa. Além disso, como muitos professores da geração X ainda atuam nas salas de aula da educação básica, com cada ano que passa mais estudantes com esse perfil, o panorama se torna ainda mais complexo e com muitas barreiras a serem vencidas.

2.2.2 A diversidade da escola atual

Além das diferenças existentes entre os vários atores presentes no espaço escolar, com relação às gerações, elementos vários como questões sociais e condições distintas de aprendizagem fornecem uma diversidade que faz emergir grandes desafios. Em Portugal os estudantes NEE são atualmente designados com necessidades de saúde especiais (NSE) todos os estudantes com problemas de saúde física e mental que produzam limitações acentuadas, que comprometam o processo de aprendizagem:

«Necessidades de saúde especiais» (NSE), as necessidades que resultam dos problemas de saúde física e mental que tenham impacto na funcionalidade, produzam limitações acentuadas em qualquer órgão ou sistema, impliquem irregularidade na frequência escolar e possam comprometer o processo de aprendizagem. (Ministério da Educação e Ciência, 2018)

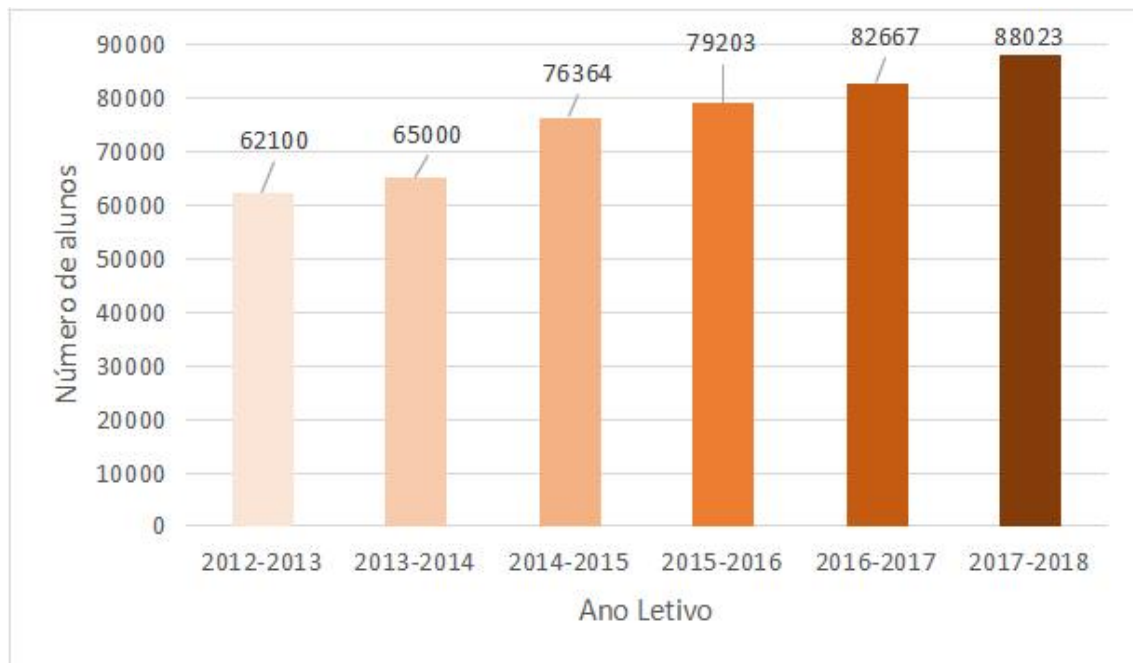
¹¹ Em Portugal, é a designação para estudantes que possuem algum tipo de deficiência ou dificuldades específicas de aprendizagem.

Apesar da lei vigente, será usada neste trabalho a designação NEE em vez de NSE, por esta ser uma sigla mais conhecida e não se limitar a apenas um país. O mesmo decreto traz o seguinte trecho:

estabelece os princípios e as normas que garantem a inclusão, enquanto processo que visa responder à diversidade das necessidades e potencialidades de todos e de cada um dos estudantes, através do aumento da participação nos processos de aprendizagem e na vida da comunidade educativa. (Ministério da Educação e Ciência, 2018)

Esta nova concepção está também relacionada com o alargamento da escolaridade obrigatória até aos 18 anos, que contribui com a migração dos estudantes com NEE que estavam inseridos exclusivamente nas escolas especializadas para as chamadas escolas regulares (gráfico 2). Em face disso, o número de estudantes com NEE passou de 62.100 inscritos no ano letivo de 2012 – 2013 para 87.081 em 2017 – 2018 (Direção-Geral de Estatísticas da Educação e Ciência, 2018), sendo que 87% estão matriculados nas instituições públicas de ensino e os outros 13% estão em estabelecimentos privados portugueses.

Gráfico 2 - Número de estudantes matriculados entre os anos letivos de 2012 – 2013 a 2017 – 2018



Nota: (Direção-Geral de Estatísticas da Educação e Ciência, 2018).

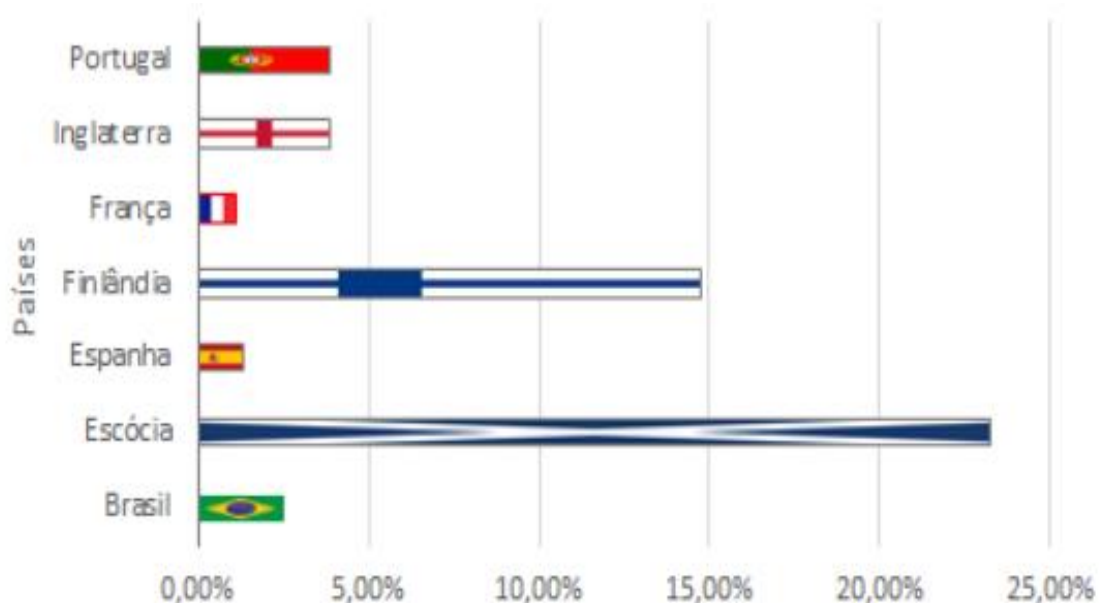
Descrição: A imagem exibe um gráfico de barras verticais representando o número de estudantes ao longo de seis anos letivos consecutivos. Cada barra tem um tom de castanho distinto e posicionada lado a lado. Abaixo de cada barra, estão indicados os anos letivos correspondentes e acima o número de estudantes. Aqui estão os detalhes específicos de cada barra, da esquerda para a direita: A primeira barra, de tom mais claro, representa o ano letivo 2012-2013 e abriga 62.100 estudantes; a segunda barra, um pouco mais escura, representa o ano letivo 2013-2014,

com um total de 65.000 estudantes; a terceira barra, de tom mais escuro, corresponde ao ano letivo 2014-2015, onde houve um aumento para 76.364 estudantes; a quarta barra, ainda mais escura, representa o ano letivo 2015-2016, com um total de 79.203 estudantes; a quinta barra, de tom mais intenso, corresponde ao ano letivo 2016-2017, onde o número de estudantes aumentou para 82.667; e a a sexta e última barra, a mais escura de todas, representa o ano letivo 2017-2018, com um pico de 88.023 estudantes.

A tendência atual é que esse número aumente nos próximos anos. Este movimento cria uma mudança no entendimento do espaço escolar, que além de ser importante para a obtenção de conhecimento, deve ser também um ambiente para formação da cidadania relativamente ao convívio social, sendo mais equilibrado e pautado nas diferenças.

Esse número de estudantes pode parecer pequeno, mas indica que em Portugal há cerca de 3,9% de estudantes com NEE inseridos nas escolas ditas regulares, número que é proporcionalmente maior que o de muitos países (gráfico 3) como, por exemplo, o Brasil que possui 1,2 milhões de estudantes nesta condição, e da média mundial que gira em torno de 2,5% (Inep, 2018).

Gráfico 3 - Percentagem de estudantes com NEE, oficialmente caracterizados, com base na população escolar matriculada nos países relacionados.



Nota: (EASIE, 2020; Inep, 2018).

Descrição: A imagem apresenta um gráfico de barras horizontais que representam diferentes países e os percentuais de alunos com Necessidades Educacionais Especiais (NEE) em cada país. As barras, de cima para baixo, são as seguintes: uma barra preenchida com a bandeira de Portugal, indicando um valor próximo a 4%; uma barra preenchida com a bandeira da Inglaterra, indicando um valor próximo a 4%; uma barra preenchida com a bandeira da Finlândia, indicando um valor próximo a 14,5%; uma barra preenchida com a bandeira da Espanha, indicando um valor próximo a 1,5%; uma barra preenchida com a bandeira da Escócia, indicando um valor próximo a 23%; uma barra preenchida com a bandeira do Brasil, indicando um valor próximo a 2,5%.

Num primeiro olhar é possível pensar que estes números são pequenos num grande universo de estudantes. No entanto, devemos lembrar que estudantes não são mercadorias que podem ser descartadas ou apenas um número que serve para o preenchimento de fichas estatísticas. Muito pelo contrário, como destacado pela Organização Educacional Científica e Cultural das Nações Unidas (2017): “todo estudante é importante e tem igual importância” (p. 12). Estes indivíduos, apesar das suas diferenças, possuem potencialidades que precisam ser exploradas, são indivíduos em pleno desenvolvimento e precisam da escola para as relações sociais e/ou ingressarem no mercado de trabalho.

Ao pensar, mais especificamente, nos números mostrados anteriormente, é comum serem considerados apenas alguns tipos de deficiências, como a motora, a auditiva ou a visual. Todavia, existem nas escolas estudantes com diferentes condições que muitas vezes não são entendidas pelos professores ou são, infelizmente, ignoradas. Assim, para favorecer a leitura e a compreensão da proposta da tese aqui defendida, é fundamental compreender o que é a educação inclusiva e a diferenciação pedagógica inclusiva e fornecer um panorama sobre algumas deficiências¹² e dificuldades específicas de aprendizagem (DEA)¹³ para serem discutidas, mesmo que de forma geral.

A educação inclusiva, é compreendida nesta investigação como uma educação que busca atender às dificuldades de aprendizagem de todos os estudantes inseridos no sistema educacional, garantindo que todos eles tenham direito a uma educação de qualidade, como salientado por Pimentel e Freire (2021). Além disso, nos apoiamos ideia de Maia e Freire (2020):

A educação inclusiva é um processo contínuo (AINSCOW, 2009; ANGELIDES, 2008) de fortalecimento da capacidade do sistema educacional para responder a todos e a cada um dos alunos (UNESCO, 2009; 2017), reconhecendo as suas diferenças individuais como oportunidades para enriquecer a aprendizagem e beneficiá-los a todos (UNESCO, 2017). Nesse sentido, falar de educação inclusiva é falar sobre a responsabilidade da escola incluir e educar a diversidade dos alunos (SANCHES, 2005; UNESCO, 2009) e procurar gerar o sucesso de todos através do sucesso de cada um (SANCHES;TEODORO, 2007). (p.5).

¹² Alterações nas condições corporais que limitam as atividades quotidianas.

¹³ Termo utilizado para denominar problemas enfrentados em determinadas áreas de aprendizagem que geram desempenho pouco satisfatório.

Uma vez que a presença desses estudantes em sala de aula pode contribuir para definir melhores metodologias e estratégias que possam ser utilizadas para favorecer a aprendizagem de todos, é preciso conhecer a realidade para colocar em prática o verdadeiro sentido da diferenciação pedagógica inclusiva, compreendida como o processo que combina diferentes práticas, métodos e metodologias em sala de aula para adaptar o ensino às necessidades individuais ou de um pequeno grupo. Como definido por Maia e Freire (2020):

A diferenciação pedagógica é uma abordagem ao ensino em sala de aula que proporciona aos alunos múltiplas abordagens para o que vão aprender, como o vão fazer e como vão expressar o que aprenderam, a fim de maximizar as suas oportunidades de aprendizagem (TOMLINSON, 2008). Tem como elemento central a planificação ativa por parte do professor, focada nas diferentes necessidades dos alunos (FERREIRA, 2017), suficientemente flexível para se fazer as adaptações necessárias durante o processo de ensino-aprendizagem (PARSONS et al., 2013). (p.13).

Como premissa, vale ressaltar que não é o intuito desta seção discutir amplamente sobre todas as diferenças que possam ser encontradas na sala de aula, apenas busca-se destacar as diferenças que são o alicerce dessa tese e também evidenciando alguns recursos que podem ser utilizados no processo de ensino-aprendizagem:

- Deficiência Física/Motora - É um tipo de deficiência relacionada com o comprometimento da mobilidade que inclui a paralisia parcial ou completa dos membros superiores ou inferiores ou ainda a dificuldade de coordenação que pode ser de nascença ou ser adquirida ao longo da vida (Cerezetti et al., 2012). Os estudantes com deficiência física podem apresentar não só déficits no funcionamento motor ou locomotor, mas também nos seus potenciais cognitivos e sociais. Por esse motivo, as escolas precisam adaptar-se para receber esses estudantes, seja no seu espaço físico ou relativamente às metodologias presentes em sala de aula. É importante salientar que estudantes com Paralisia Cerebral, apesar do nome nos levar a acreditar que essa deficiência atinge o lado cognitivo dos indivíduos, a definição da mesma mostra que é uma deficiência motora, podendo ou não comprometer a aprendizagem e a compreensão do indivíduo. Segundo Rosenbaum et al. (2007) é:

um grupo de desordem permanente do desenvolvimento da postura e movimento, causando limitação em atividades, que são atribuídas a um

distúrbio não progressivo que ocorre no desenvolvimento encefálico fetal ou na infância. A desordem motora na Paralisia Cerebral é frequentemente acompanhada por distúrbios de sensação, percepção, cognição, comunicação e comportamentos, por epilepsia e por problemas musculoesqueléticos secundários. (p. 9)

Para maior participação dos estudantes da dinâmica escolar, é fundamental facilitar a mobilidade e também acesso a materiais adequados e adaptados, focados em elementos audiovisuais, que permitam a participação efetiva destes indivíduos.

- Deficiência auditiva - É caracterizada por uma restrição ou perda da capacidade de ouvir sons, dentro do que é considerado normal para o ser humano, comprometendo também a comunicação verbal (Alshuaib et al., 2015). Estudantes que apresentam esse tipo de deficiência, normalmente, são alfabetizados na língua oficial e na língua gestual do seu país. Como em muitos casos, os professores regentes desconhecem esse tipo de comunicação. É imprescindível a presença de um intérprete durante as aulas para garantir que ocorram de forma adequada e não comprometam a aprendizagem desses estudantes. A questão é que geralmente os sinais utilizados para identificar as grandezas científicas não são padronizados, ao serem criados sem o rigor científico necessário (Cruz et al., 2020). Uma alternativa interessante para auxiliar a aprendizagem destes estudantes é fazer o uso de materiais com uma linguagem visual, como maquetas, vídeos explicativos ou softwares de computadores.
- Deficiência visual — É uma limitação devido à perda total ou redução significativa da visão¹⁴, necessitando assim de instrumentos específicos para adaptação do meio social onde eles estão inseridos (Nunes & Lomônaco, 2010). Os estudantes com esse tipo de deficiência precisam de adaptações não só do espaço físico, mas também das metodologias para que a sua aprendizagem seja efetiva. O papel do professor é fundamental na elaboração de atividades que os favoreça os estudantes cegos e que não sejam pautadas apenas nos critérios utilizados para os videntes. Portanto, a comunicação e a apresentação de conteúdos e modelos para estes estudantes devem ser fundamentalmente auditivas e com auxílio de materiais táteis (Camargo, 2012), sempre que possível. Essas adaptações devem igualmente favorecer a aprendizagem dos estudantes videntes, contribuindo para a construção de um ambiente inclusivo.

¹⁴ Diminuição ou redução severa e até mesmo profunda (incapacidade total de ver) da visão que não pode ser corrigida com óculos ou lentes de contacto padrão e reduz a capacidade de um indivíduo de funcionar em tarefas específicas ou em todas as tarefas.

- Deficiência intelectual - Está relacionada com o comprometimento do funcionamento intelectual que afeta as funções cognitivas (aprendizagem e compreensão) limitando as competências práticas, sociais e emocionais do indivíduo. Deste modo, os estudantes que possuem esta deficiência precisam ter o tempo de aprendizagem respeitado (Silvério & Aprigio, 2017). O professor deve, além de adaptar o currículo para esses estudantes, elaborar metodologias que desenvolvam as potencialidades e interesses desses estudantes pautados no alargamento do tempo de aprendizagem, utilização de imagens, desenhos ou vídeos e uso das TIDCs responsáveis por estimular os processos cognitivos.
- Deficiência múltipla — Pode ser compreendido como, segundo Rocha e Plestch (2018): “um conjunto de duas ou mais deficiências — de ordem física, sensorial, mental, entre outras — associadas afetando em maior ou menor intensidade o funcionamento individual e social dos sujeitos” (p. 100), entendendo-se como sensorial as deficiências auditiva e visual associadas a outras deficiências e não entre si. A escola, portanto, tem um papel importante no desenvolvimento dos estudantes diagnosticados com essas deficiências devido à contribuição da prática social que envolve a aprendizagem deles ao garantir os suportes pedagógicos necessários segundo a especificidade de cada um (Souza & Plestch, 2016).
- Dislexia - Caracterizado como um distúrbio de aprendizagem associado à leitura, à escrita e/ou à ortografia, que segundo é explicado por Guimarães (2004):

identifica-se a ideia de que o reconhecimento de palavras é resultado de uma atividade orquestrada, a qual envolve diversos subsistemas cognitivos (ou módulos) que operam, pelo menos em parte, de forma independente. Assim, uma vez que diferentes módulos cognitivos estão envolvidos no reconhecimento de uma palavra, o dano cerebral ou o desenvolvimento anormal pode produzir leitores nos quais alguns aspectos da leitura são normais, enquanto outros estão prejudicados. (p. 287)

Apesar das limitações impostas por esses distúrbios, os estudantes diagnosticados com dislexia, na sua grande maioria, são criativos, intuitivos, se expressam bem verbalmente e pensam mais rápido quando trabalham com figuras e imagens do que com textos. Assim, as estratégias de ensino para esses estudantes devem ser focadas em recursos multissensoriais tais como ilustrações, vídeos, áudio e pouco texto, que deem uma visão geral do que será estudado (Hudson, 2019).

- **Disgrafia** - Relacionada com a dificuldade em escrever, ou seja, converter em palavras escritas os próprios pensamentos. Como, na sua grande maioria, os estudantes que possuem essa dificuldade são criativos, não têm dificuldades sociais ou comportamentais e possuem ótimas habilidades relativamente à utilização do computador (Hudson, 2019). É, por isso, fundamental desenvolver materiais que contemplem esses pontos positivos desses estudantes, já que se precisarem colocar as suas ideias em forma de texto, poderão discutir com os seus colegas de grupo, o que poderá aumentar a sua autoconfiança perante novos desafios em relação à escrita.
- **Discalculia** - Corresponde a dificuldade de aprender ou compreender os processos de manipulação numérica, assim os indivíduos com esta condição terão mais dificuldades nas áreas relacionadas com a matemática e tendem a ter mais afinidade pelas humanas e artísticas, lidando muito bem com imagens, vídeos e perguntas desafiantes que não além dos números e dos cálculos (Hudson, 2019). Para esses estudantes, metodologias mais ativas que utilizem o computador, calculadora e softwares que os auxiliem em fazer os gráficos para eles, podem auxiliar significativamente na sua aprendizagem.
- **Dispraxia** — É uma condição que dificulta a coordenação e o movimento motor, que não afeta a inteligência global, mas pode afetar a memória, a percepção, o processamento das informações e até mesmo o planeamento e organização de certas atividades (Dispraxia Foundation, 2015). Muitos estudantes que possuem dispraxia são criativos, destacando-se na matemática e na escrita, além de possuírem habilidades elevadas em relação ao uso das TIDCs. Contudo, como possuem dificuldades motoras, os trabalhos mais práticos podem ficar comprometidos e a utilização dos recursos educativos digitais pode ser uma boa maneira de complementar e fortalecer a aprendizagem desses estudantes. Além disso, os indivíduos diagnosticados com dispraxia podem ser isolados socialmente e por esse motivo, incentivar as atividades em grupo pode desfavorecer essas atitudes.
- **TDAH** - O Transtorno do Déficit de Atenção com Hiperatividade é um distúrbio neurobiológico que afeta o comportamento (desatenção, hiperatividade e impulsividade) dos indivíduos diagnosticados com esse transtorno. Durante a idade escolar, lidam com imensas dificuldades comportamentais, como:

Pré-escolar: Atividade aumentada ao usual, dificuldades de ajustamento, teimoso, irritado e extremamente difícil de satisfazer. Escola elementar:

Incapacidade de colocar foco, distração, impulsivo, desempenho inconsistente, presença ou não de hiperatividade.

Adolescência: Inquieto, desempenho inconsistente, sem conseguir colocar foco, dificuldades de memória na escola, abuso de substância, acidentes. (Rohde & Halpern, 2004, p. 67)

Um aspecto importante que deve ser considerado é que apesar de distraírem-se facilmente, estarem muitas vezes inquietos, serem muito impulsivos e terem dificuldades em relação à organização e as funções executivas, os alunos com TDAH são extremamente inteligentes, criativos, entusiastas e destemidos (Silva, 2009), qualidades que devem ser sempre consideradas nas escolhas das estratégias e metodologias de ensino empregadas nas turmas onde esses estudantes estão presentes. A utilização de novas tecnologias também pode motivá-los e desafiá-los ao dar-lhes um feedback instantâneo e elevar a sua autoestima, dificuldade que também deve ser vencida por esses estudantes.

- Transtorno do espectro autista — Essas DEA estão ligadas às dificuldades sociais e de comunicação, que geram padrões de comportamento restritos e repetitivos. Por esse motivo a sua presença em sala de aula é complicada, mas também pode ser muito positiva, por serem indivíduos extremamente observadores, sinceros, focados e criativos. As estratégias de ensino e aprendizagem voltadas para esses estudantes devem primar pela clareza dos conteúdos, maior organização e serem também desafiadoras, por serem bons observadores. Nunes e Walters (2016) também destacam que: “o uso de recursos visuais (as imagens do computador, os mapas e os organizadores gráficos) e a mediação sistemática durante a leitura favorecem a compreensão leitora de estudantes com autismo” (p. 628). Contudo, as atividades em grupo devem ser muito bem pensadas e elaboradas pelo professor, podendo até ser necessário serem suprimidas face à dificuldade de relacionamento social destes alunos.
- Transtorno obsessivo compulsivo (TOC) — Apesar de ser um tipo de dificuldade específica de aprendizagem com menos destaque na literatura do que as outras, essa condição psicológica gera um transtorno de ansiedade que pode afetar significativamente a vida dos estudantes diagnosticados com ela. Como são indivíduos, que apesar da ansiedade e do comportamento compulsivo são extremamente organizados, cuidadosos e perspicazes relativamente aos detalhes (Hudson, 2019), trazer para a sala de aula conteúdos bem organizados e estruturados que tenham uma conexão com a sua vida quotidiana e os ajude a

investir e dedicarem-se na sua própria aprendizagem, é de suma importância para esses estudantes. Primar pela rotina de antecipação, mesmo que holística, dos conteúdos que serão discutidos, pode dar um conforto e apoio emocional que os estudantes nesta condição (e que muitas vezes o mantêm em segredo) necessitam para alcançar o sucesso escolar. Deste modo, como muitos dos estudantes que possuem dificuldades específicas de aprendizagem possuem habilidades organizacionais (utilização de tempo, energia e recursos) comprometidas, é primordial que o professor, enquanto principal responsável pelas escolhas das metodologias e estratégias a serem utilizadas em sala de aula, busque valorizar e auxiliar os estudantes a lidarem com essas dificuldades, vencer essas barreiras que lhes são impostas e maximizar os seus potenciais.

É importante perceber que ter estudantes em sala de aula que precisam de adaptações nas metodologias de ensino e aprendizagem, nos faz repensar ainda mais o papel da educação e como as estratégias de ensino são adotadas, emergindo assim a necessidade do corpo docente se reinventar para poderem abandonar antigas formas de trabalho e adotarem outras que serão mais significativas e inclusivas, como ressaltado por Maia e Freire (2020):

Contudo, responder à diversidade em sala de aula de forma a proporcionar a todos os estudantes uma aprendizagem eficaz e promover, simultaneamente, a sua participação e o seu sucesso (UNESCO, 2017), é um desafio complexo, exigente e difícil (CIVITILLO et al., 2016; DIXON et al., 2014; JAGER, 2013; ROCK et al., 2008; TOMLINSON et al., 2003), que implica uma concepção de organização e gestão escolar que seja capaz de reconhecer o direito à diferença (FERREIRA, 2017) e de considerar essa diversidade como um fator de enriquecimento e desenvolvimento pessoal e acadêmico (CORREIA, 2001; LIMA-RODRIGUES, 2007; UNESCO, 2005). No campo de ação dos professores, é necessário que desenvolvam práticas diferenciadas de ensino em sala de aula (TOMLINSON et al., 2003). (p. 6)

Portanto, preparar novos materiais e métodos, que favoreçam a aprendizagem da maioria dos estudantes presentes em sala de aula, independentemente se tenham ou não diagnosticado algum tipo de NEE, é de extrema importância, pois esses serão sempre pautados na realidade dos estudantes e adaptados quando necessário. Manter a educação baseada no professor, tendo os livros e manuais como única e principal fonte de informação e a realização massiva de exercícios para consolidar a aprendizagem, já não cabe mais na diversidade que encontramos em sala de aula.

Ademais, com tudo o que foi exposto, é importante observar que as estratégias que auxiliam os estudantes com algum tipo de deficiência ou DEA, também podem ser utilizadas pelos outros estudantes que não são diagnosticados com elas. Portanto, a conjugação destes elementos pode capacitar os estudantes a discutir e desenvolver ainda mais as suas capacidades, num ambiente favorável para a aprendizagem independente das limitações existentes nos atores presentes nesses espaços, isto é, num ambiente inclusivo.

2.2.3 Compreendendo as limitações para estabelecer uma educação verdadeiramente inclusiva

Com um público tão diverso no espaço escolar, ao longo dos últimos anos muitas propostas e documentos foram desenvolvidos visando contribuir com indicações para a construção de ambientes de aprendizagem adequados para todos. Como exemplo, um dos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (MDGs) acordado em 2000 entre 189 países que deveriam ser alcançados até ao ano de 2015 (Organização das Nações Unidas, 2015), era o acesso à educação básica para todos. O acordo de 2000 não especificava diretamente as deficiências, tal foi somente feito na versão de 2010 a propósito da marginalização na educação. Até ao momento este objetivo foi alcançado, não só por não conseguir o acesso de todos, mas também por não conseguir incluir quais conseguiram acessar efetivamente, visto que muitos são os problemas enfrentados por toda a comunidade escolar. Se voltarmos aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável 4 da Agenda 2030, já mencionada no capítulo anterior, é fácil perceber que mesmo com tantos documentos abonatórios o processo de inclusão está ainda distante de ocorrer plenamente.

Historicamente, as pessoas com algum tipo de deficiência ou dificuldades específicas de aprendizagem são excluídas das oportunidades de educação, mesmo que estejam nas salas de aula, como descrito em 2011 no relatório da Organização Mundial de Saúde:

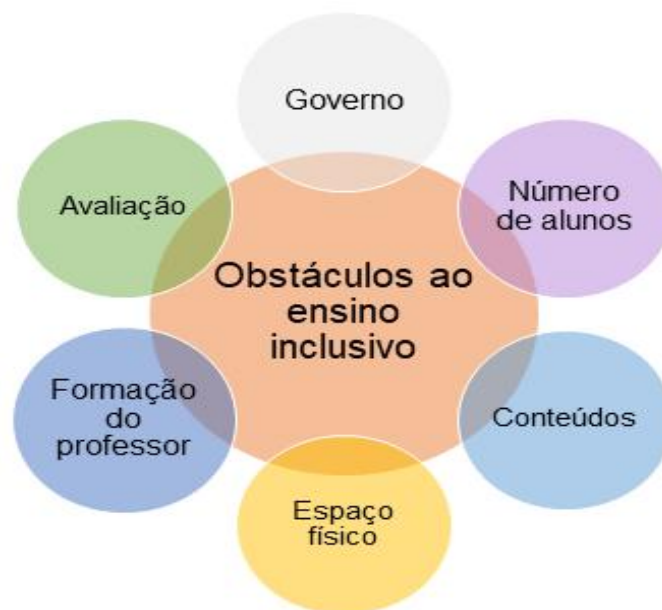
Muitas vezes, a correlação, para crianças e adultos, entre maus resultados educacionais e a presença de uma deficiência é mais forte que a correlação entre resultados educacionais ruins e outras características – como sexo, residência em área rural e situação econômica. (p. 214)

Isto ocorre pelo não cumprimento de diretrizes estipuladas pela UNESCO como o não desenvolvimento de métodos de ensino que incluam todos os estudantes, respeitando

as diferenças individuais; a falta de ações institucionais que contribuam com a mudança de atitudes de todos os estudantes perante as diferenças, tornando a sociedade mais justa e sem discriminação; o uso adequado de recursos para a criação de espaços educacionais inclusivos e não escolas específicas para atender diferentes deficiências, ou seja, compreendendo assim os campos educacional, social e econômico.

A questão é que mesmo com todas as recomendações dos órgãos oficiais e da diversidade em sala de aula fazerem emergir no quadro educativo a necessidade da adequação e adaptação das escolas, Ikwumelu et al. (2015) referem que tal persiste em não ocorrer por falta de espaços adequados, da interferência do governo, dos conteúdos excessivos, da avaliação uniformizada, do número de estudantes presentes em sala de aula, da falta de materiais adequados e principalmente a pouca (ou nenhuma) formação adequada para os professores (figura 6).

Figura 6 - *Obstáculos enfrentados pelas escolas para termos um ensino inclusivo.*



Nota: Adaptado de Ikwumelu et al. (2015).

Descrição: A imagem apresenta um círculo central de cor salmão no qual está escrito em preto: "Obstáculos ao ensino inclusivo". Ao longo da borda desse círculo central, existem outros seis círculos equidistantes entre si, cada um com um obstáculo específico ao ensino inclusivo escrito, dentro deles em preto: um círculo cinza com a palavra "governo"; um círculo lilás com a palavra "número de alunos"; um círculo azul com a palavra "conteúdos"; um círculo amarelo com a palavra "espaço físico"; um segundo círculo azul com a palavra "formação de professores"; e um círculo verde com a palavra "avaliação".

Relativamente à falta de espaço adequado nas escolas, este pode ser considerado o principal problema para a acessibilidade dos estudantes aos espaços de

aprendizagem, devido à existência de prédios antigos e defasados da atual legislação, mostrando o caráter urgente da reformulação arquitetônica das escolas para que a acessibilidade e inclusão sejam efetivamente alcançadas. Almeida et al. (2015) fazem notar essa realidade no trecho a seguir:

A acessibilidade dos ambientes escolares é ainda componente fundamental para a inclusão escolar de crianças com diversas condições de saúde, notadamente aquelas com déficits de mobilidade (MAZZOTA; D'ANTINO, 2011), uma vez que a participação escolar da criança com disfunção depende de sua interação dinâmica e recíproca com o ambiente (PALISANO et al., 2003). A acessibilidade interfere diretamente nas demandas da atividade, mudando as características espaciais e as ações requeridas para o efetivo desempenho e participação escolar (CAVALCANTI; GALVÃO, 2007). (p.76)

Em relação aos aspectos metodológicos, que possibilitem tornar as aulas atrativas e significativas para a aprendizagem dos estudantes, existe como obstáculo a falta de formação adequada dos professores que na maioria das vezes não são preparados para utilizarem os recursos existentes, nomeadamente os digitais (muito atrelado à diferença de gerações já mencionada); pela falta de propostas adequadas para os estudantes que permitam atender às demandas dos estudantes com NEE; ou quando essas propostas didáticas existem, geralmente obrigam que o professor atue de forma diferenciada no espaço escolar, empregando uma metodologia para os estudantes regulares e outra para os estudantes com NEE. Contudo, os professores precisam:

Garantir que as instalações, atividades, materiais e equipamentos são fisicamente acessíveis e utilizáveis por todos os estudantes, e que todas as características potenciais do estudante são abordadas em considerações de segurança. Certifique-se de que os materiais do curso, notas e outros recursos de informação são envolventes, flexíveis e acessíveis a todos os estudantes. Se forem utilizados computadores ou laboratórios científicos, certifique-se de que a tecnologia de assistência para estudantes com deficiência está disponível ou pode ser facilmente adquirida¹⁵ (Grindei & Benlloch-Dualde, 2015, p.1).

Apesar de uma das funções dos professores ser desenvolver materiais e métodos que melhor se apliquem nas suas turmas, nem sempre isso é possível dado a pouca formação relacionada às necessidades educativas especiais. Isso pode ser um fator

¹⁵ "Ensure that facilities, activities, materials, and equipment are physically accessible to and usable by all students, and that all potential student characteristics are addressed in safety considerations. Ensure that course materials, notes, and other information resources are engaging, flexible, and accessible for all students. If computers or science labs are used, ensure that assistive technology for students with disabilities is available or can be readily acquired".

decisivo no sucesso ou fracasso da educação inclusiva, pois como os professores estão em contacto direto com os estudantes são decisivos nesse processo, como explicitado por Ikwumelu et al. (2015), sobre esses profissionais:

são capazes de fazer ou prejudicar todo o sistema educativo se estiverem mal preparados e mal equipados para o seu papel no continuum de aprendizagem pedagógica. O ensino adaptativo requer professores de sala de aula altamente motivados e eficientes, que devem ser constantemente e devidamente treinados e novamente treinados através de seminários, workshops e cursos de serviço nas tendências globais contemporâneas das práticas pedagógicas¹⁶. (p. 143)

O problema da falta de formação para o trabalho na escola inclusiva pode ser facilmente percebido em algumas realidades. Se compararmos os planos de estudo¹⁷ voltados à formação de professores, entre o Estado do Rio de Janeiro (Brasil) e de Portugal¹⁸, vemos que as componentes curriculares destinadas a fornecer as bases sobre a inclusão de estudantes com algum tipo de NEE, aparecem como opcional para os estudantes na Universidade de Lisboa na unidade curricular “Necessidades Educacionais Especiais”; na Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) nas disciplinas “Fundamento da Educação Especial” e “Inclusão em Educação” e na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) em “Trabalho didático pedagógico em Educação Inclusiva” e “Fundamentos Teórico-metodológico da Educação Especial”. Já na Universidade do Porto, nos mestrados que habilitam os estudantes à docência em Ciências no ensino básico e secundário, não existe nas suas opções nenhuma unidade curricular que forneça essa discussão.

A questão é que no Brasil desde “2005 foi estabelecida a implantação da Língua Brasileira de Sinais (Libras) como disciplina curricular nos cursos de licenciatura por todo o Brasil, conforme determina o artigo terceiro do Decreto nº 5.626/2005” (Souza, 2017, p. 74). Sendo esta uma unidade curricular obrigatória, ela inicia os debates sobre a inclusão em sala de aula em todas as licenciaturas (formação de professores) do país, mesmo que ela esteja centrada apenas num tipo de deficiência e, em geral, fazendo uma abordagem do tema superficialmente.

¹⁶ “[...] are capable of making or marring the entire education system if they are poorly prepared and ill-equipped for their role in the teaching learning continuum. Adaptive teaching requires highly motivated conscientious and efficient classroom teachers that must be constantly and appropriately trained and re-training via seminars, workshops and in-service courses in the contemporary global trends in pedagogic practices”.

¹⁷ A análise foi realizada a partir dos planos de estudos disponíveis nas páginas da internet das respectivas universidades em 2020.

¹⁸ A comparação aqui foi feita, pois o estado do Rio de Janeiro e Portugal possuem populações quase equivalentes, o primeiro em torno de 16,5 milhões de habitantes e o segundo com 10,3 milhões.

No que diz respeito aos documentos disponibilizados pelos governos, frequentemente estes se mostram desconectados da realidade dos professores. Isto ocorre, pois, estes profissionais não dispõem de tempo suficiente para se dedicarem aos materiais e participarem de formações contínuas para sua utilização, sendo que também devem participar de outros tipos de formação, muitas vezes compulsórias.

Além disso, diante de uma quantidade considerável de estudantes em sala de aula, torna-se mais complexo para o professor dedicar-se diretamente aos temas pertinentes à inclusão. Essa dificuldade é decorrente da multiplicidade de tarefas, avaliações e materiais que devem ser elaborados, resultando em um maior tempo necessário para sua execução, aplicação e correção. Este é considerado por Civitillo et al. (2016) um fator condicionante na implementação de aulas mais inclusivas, já que os professores não possuem uma formação sólida sobre o tema.

Outro fator que deve ser relevante são os conteúdos curriculares de cada disciplina que, muitas vezes, necessitam ser modificados e repensados para adequação do currículo face às necessidades dos estudantes com NEE, para que a prática de uma aula inclusiva seja efetivada:

a finalidade da educação deve ser a mesma para todos os educandos, assegurando a igualdade de oportunidades, a futura inserção na sociedade e que as adaptações ou adequações na proposta curricular são importantes para remover as barreiras arquitetônicas e atitudinais e promover o acesso e o desenvolvimento desses educandos. (Silva-Porta et al., 2016, p. 2018)

Com o currículo adaptado, deve-se ter em conta que as formas de avaliação também devem privilegiar mais a avaliação contínua do que estar centradas em avaliações pontuais, pouco flexíveis e meramente sumativas. Pensar em diferentes formas de avaliar todos os estudantes presentes em sala de aula, possibilita respeitar as diferenças, assim como ressaltado por Candeias (2009):

Esta mudança de um paradigma centrado no défice, para um paradigma centrado no potencial sustenta uma transformação da avaliação educacional, pedagógica e psicológica, o foco no diagnóstico dos défices, das dificuldades e das perturbações desloca-se para o diagnóstico do potencial de modificabilidade, de educabilidade, de aprendizagem, numa palavra desenvolvimento. (p. 22)

Superar esses obstáculos e reconhecer a educação inclusiva como um processo amplo, que põe sempre em causa reflexões sobre o que ensinar e porque ensinar, é

um processo contínuo. Este deve ser sempre repensado e aprimorado, respondendo às necessidades e diferenças individuais dos estudantes presentes em sala de aula e que, como tal, levará a um fortalecimento de todo o sistema educacional devido ao enriquecimento da aprendizagem de todos os envolvidos. Deste modo, enquanto esses obstáculos não forem vencidos, a ideia da inclusão e socialização dos estudantes se perde e o termo “Educação para todos” torna-se apenas uma frase impressa nos documentos oficiais. Portanto, aprender e compreender mais sobre as deficiências e as DEA é fundamental para uma mudança de mentalidade, visto que:

Os conceitos errôneos de longa data em relação às capacidades das crianças com deficiências intelectuais, físicas, sensoriais e de aprendizagem para se beneficiarem da educação formal levaram, durante gerações, os educadores a negar a estes estudantes o acesso à escolaridade formal. Mesmo em países onde as leis garantem os direitos educativos destes estudantes, as opções educativas são por vezes limitadas e os serviços são prestados por meio de programas separados que segregam estudantes com deficiência e não deficientes”¹⁹ (Abt Associates & Instituto Alana, 2016, p. 2).

Dentro dessa perspectiva, é pertinente serem disponibilizados materiais curriculares que possam ser usados de forma planejada, estruturada e indiscriminada para a facilitação do processo de ensino e aprendizagem, também numa situação inclusiva. Portanto, no atual papel de todos os atores presentes na escola frente à sociedade de informação e inclusão que temos, as abordagens didáticas baseadas em investigação e aliadas aos recursos digitais, contribuem para os estudantes terem pensamentos mais críticos e interpretativos, tornando a participação deles mais responsável, flexível e persistente, com grande capacidade de interação e cooperação na sociedade complexa atual.

2.3. Recursos Educativos Digitais para o Ensino de Ciências

Nos últimos anos, a sociedade teve o seu modo de vida completamente modificado devido ao avanço das tecnologias de comunicação, que tornaram a difusão da informação um processo quase instantâneo. Considerando a escola um microcosmo da sociedade, a adaptação a esta nova realidade faz-se extremamente urgente devido

¹⁹ Long-standing misconceptions regarding the capacities of children with intellectual, physical, sensory, and learning disabilities to benefit from formal education have, for generations, led educators to deny these students access to formal schooling. Even in countries where laws guarantee the educational rights of these students, educational options are sometimes limited and services are provided through separate programs that segregate disabled and non-disabled students.

à necessidade dela responder aos novos anseios e demandas da nova geração de indivíduos formados por ela destacado, há duas décadas, por Kensk (2003):

Na sociedade atual, em constante atualização e reciclagem, as pessoas nunca se encontram plenamente “formadas”. Ao contrário, o processo dinâmico de interações cotidianas com novas informações coloca-as em estado de permanentes aprendizagens. Esse movimento constante leva-nos à redefinição do processo de aquisição de conhecimentos, caracterizados como saberes personalizados, flexíveis e articulados em permanente construção individual e social (p. 7).

Em algumas realidades, a utilização de novas metodologias baseadas em tecnologias de comunicação, tem ocorrido pela introdução de quadros interativos, projetores e multimédia, simulações, aplicações informáticas e vídeos educativos, como ferramentas que visam fixar os estudantes nos aspectos importantes da aprendizagem ativa (Silva et al., 2016; Higgins et al., 2018, Machado, 2018), utilizando uma linguagem a partir do visual.

Os manuais escolares, focados tradicionalmente na escrita e com algumas imagens ilustrativas, também seguem esta tendência de suprir as necessidades da nova geração e lançam recursos digitais, que aliem as tradicionais edições em papel com as plataformas de apresentações virtuais, aplicações informáticas e vídeos temáticos, os chamados recursos educativos digitais (REDs).

Os REDs podem ser entendidos como os produtos que contêm, para além das necessidades educativas, objetos com identidade e autonomia (Ramos et al., 2005). Portanto, são ferramentas que permitem a interatividade entre o estudante e o objeto de estudo no seu próprio processo de aprendizagem ao utilizar elementos informatizados que possibilita que o objeto de estudo seja abordado com imagens, vídeos, animações, simulações, jogos digitais, etc (Garcia et al., 2011).

De entre as diferentes ferramentas pedagógicas disponíveis, os recursos educativos digitais, integrados nas tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC), promovem significativamente o processo de ensino e aprendizagem, além de se mostrarem eficazes no contexto de sala de aula por inúmeros fatores, entre os quais a inclusão de estudantes com algum tipo de NEE (Rodrigues & Teixeira, 2006). Em comparação com outras ferramentas, os REDs integrados nas TDICs apresentam, pelo menos, três pontos positivos no processo de ensino e aprendizagem: 1. facilitam o acesso a diferentes fontes de conhecimento, 2. permitem combinar diferentes

domínios a estudar e 3. constituem um instrumento pedagógico que possibilita conjugar diferentes programas e métodos de educação e formação (Cruz, 2019, p. 24).

Contudo, apenas utilizar as tecnologias nas salas de aula não é o suficiente para o estudante desenvolver as suas capacidades cognitivas e operativas, para se tornar crítico e participativo numa sociedade que precisa cada vez mais de pessoas com essas características. Portanto, os professores devem adotar metodologias que potenciem a sua utilização em sala de aula e para isso devem estar sempre dispostos a aprender mais sobre as ferramentas tecnológicas.

a apropriação dessas tecnologias para fins pedagógicos requer um amplo conhecimento de suas especificidades tecnológicas e comunicacionais e que devem ser aliadas ao conhecimento profundo das metodologias de ensino e dos processos de aprendizagem. Não é possível pensar que o simples conhecimento da maneira de uso do suporte (ligar a televisão ou o vídeo ou saber usar o computador e navegar na Internet) já qualificam o professor para a utilização desses suportes de forma pedagogicamente eficiente em atividades educacionais. (Kenski, 2003, p.5).

O papel do professor nesse processo de aplicação das tecnologias em aula é fundamental, visto que o professor é o responsável pelas boas metodologias que podem ser desenvolvidas, para os estudantes considerarem a sala de aula um ambiente propício para a sua própria aprendizagem e depois decidir, por eles mesmos, investir cada vez mais no seu conhecimento. Além disso, utilizar as tecnologias com metodologias que façam os estudantes explorar e investigar um certo assunto, faz com que estes indivíduos se tornem mais ativos no seu processo de aprendizagem, podendo facilitar o trabalho do professor já que eles se tornam cada vez mais autônomos e independentes - daí a importância do *inquiry* como metodologia de ensino e aprendizagem.

A questão é que, geralmente, as ferramentas tecnológicas são pensadas ou propostas como elemento de apoio às aulas com vertente teórica, ou seja, aquelas nas quais os temas abordados pelos professores não estão baseados na comprovação de alguma lei ou mesmo na medida de algum evento, físico ou químico, no decurso do processo formativo dos estudantes. No entanto, quando as aulas são centradas na vertente experimental, sejam elas de cunho demonstrativo ou investigativo, devem favorecer a autonomia dos estudantes.

Quando voltamos o nosso olhar para os estudantes com algum tipo de deficiência sensorial ou motora, em muitas situações as aulas experimentais não estão preparadas para permitir a participação efetiva deles. Para os estudantes com deficiência visual, por exemplo, existem algumas propostas interessantes que trazem adaptações de experimentos para estes poderem interagir com os fenômenos físicos e químicos nas aulas laboratoriais (Hahn et al., 2021). Nas turmas que existem estudantes surdos, as dificuldades estão mais associadas à comunicação entre os estudantes nesta condição com os outros estudantes e o professor responsável, mas que não impedem de interagir com o objeto de estudo em nenhum momento da aula.

No caso de estudantes com limitações motoras severas e/ou paralisia cerebral, por exemplo, surge um problema em que, em diversas situações, são colocados numa posição excessivamente passiva em relação aos colegas de sala de aula que não possuem deficiências. O ritmo com o qual os experimentos são realizados e que as conclusões são apresentadas ao longo do processo não consideram, na maioria das vezes, a condição desses estudantes. Assim, nos deparamos com uma realidade onde existe escassez de materiais e métodos, principalmente nas aulas laboratoriais, que possibilite a indivíduos nesta condição uma autonomia no seu processo de aprendizagem, ao respeitar as suas limitações e potencialidades.

Nesse sentido, uma alternativa que parece viável para tornar o ensino mais inclusivo, é utilizar as chamadas ferramentas digitais de comunicação e informação, como proposto em alguns trabalhos sobre o tema (Silva et al., 2017; Souza et al., 2018; Campos & Pessoa, 2018; Saldanha & Carvalho, 2018; Santos & Carvalho, 2022; Carvalho & Araújo, 2022) e já descrito anteriormente. Estes objetos de aprendizagem mostram-se eficazes por permitirem aos estudantes o contacto, mesmo que numa forma virtual, com o fenómeno estudado, favorecendo a aprendizagem pela criação de um modelo mental, a partir da visualização do que é exposto.

Em consonância com toda a realidade emergente dos estudantes das atuais gerações presentes nas salas de aula, independentemente se têm ou não algum tipo de deficiência, novas metodologias são desenvolvidas para auxiliar a aprendizagem dos estudantes, numa perspectiva que possibilite-lhes compreender, de forma mais responsável, as tecnologias atuais. Além disso, permitem que a utilização dos RED facilite a compreensão dos diversos conteúdos abordados em sala de aula (Brown & Cox, 2009, Parreira & Carvalho, 2020; Dias et al., 2018).

A questão da utilização desses recursos se torna ainda mais importante quando vemos necessidade de adequar o espaço escolar à nova realidade, ou seja, ser

inclusiva e equitativa para todos os estudantes que nela estão presentes. O problema é que apesar da importância para o desenvolvimento da sociedade como um todo, atualmente os professores deparam-se com poucas sugestões de como explorar didaticamente os materiais existentes (Carvalho et al., 2013). Essa realidade mostra a necessidade de promover grandes mudanças na educação, nomeadamente adaptando metodologias de ensino, visando melhorar a aprendizagem dos estudantes com ou sem NEE, para que todos possam dar continuidade aos estudos na área das ciências.

A utilização de todos os recursos disponíveis atualmente em sala de aula pode, e deve, ser feita de maneira diversificada, com o objetivo comum de colocar o estudante no centro do processo de aprendizagem, tornando-o mais ativo e cooperativo para compreender os conceitos ou fenômenos, para a aprendizagem poder ser aplicada para resolver os problemas que o cercam. Ao colocar o estudante numa posição menos passiva e contemplativa, tornando o processo de ensino mais do que uma dialética, as REDs também podem complementar a instrução se forem utilizadas na descoberta do laboratório ou serem utilizadas como principais componentes de um curso (Christian & Belloni, 2001).

Quando essas ferramentas são usadas para complementar as atividades laboratoriais, recorrendo aos materiais reais e virtuais disponíveis, ou seja, um ensino de ciências chamado híbrido (Bate, 2017), e em particular baseando-se nas metodologias *inquiry*, os estudantes têm uma formação mais completa e inclusiva, pois irão desenvolver ainda mais as suas habilidades e adquirir as competências necessárias na realidade tecnológica que vivemos.

Quando nos voltamos para o ensino de Física e comparamos os principais Recursos Educacionais Digitais (REDs) - simulações, animações ou vídeos - Christian e Belloni (2001) demonstram que a utilização complementar desses recursos pode tornar a aprendizagem dos estudantes mais eficaz (conforme tabela 2). Essa eficácia se dá pelo fato de levantarem questões e fornecerem dados relevantes, não apenas por meio da visualização, mas também da coleta, além de motivar e envolver os alunos no uso das tecnologias.

Tabela 2 - Comparação das Physlets (simulações e animações) e das análises de vídeo

	PHYSLETS	ANÁLISE DE VÍDEOS
Amplitude de tópicos	x	
Fenômenos não físicos	x	
Coleta de dados e visualização	x	x
Controle de condições ou parâmetros	x	
<i>Interface</i> gráfica do utilizador		x
Modelos analíticos	x	
Programáveis	x	

Nota: (Christian & Belloni, 2001).

Apesar da existência de muitos REDs aliados às TIC que podem ser aplicados em sala de aula, serão discutidos mais especificamente três deles neste trabalho: os vídeos, as simulações e a gamificação.

2.3.1 Vídeos

O uso de vídeos no ensino e aprendizagem escolar não é uma novidade (Morán, 1995, Brown & Cox, 2009; Silva et al., 2016; Rodrigues & Carvalho, 2014; Dias et al., 2018), podendo ser utilizados de várias formas distintas para contribuir na aprendizagem dos estudantes. As potencialidades desta ferramenta são invocadas por Cooper-Capetini et al (2017):

Desde que vídeos foram usados no treinamento de soldados durante a Segunda Guerra Mundial (HOVLAND, LUMSDAINE, SHEFFIELD, 1949), os educadores têm dado maior importância à capacidade dos recursos audiovisuais para despertar a atenção dos estudantes, aumentando a motivação e melhorando o processo de aprendizagem. (p. 108)

Visto que os vídeos não são uma novidade nos processos educacionais, o que mudou na discussão sobre a sua utilização em sala de aula? Segundo Berk (2009), atualmente temos maior variedade de formatos de vídeo e técnicas de utilização. O avanço tecnológico impulsionou e facilitou o seu uso em sala de aula e o número de trabalhos e investigações sobre aprendizagem com o auxílio dessa ferramenta aumentou substancialmente, servindo como bases concretas para o seu uso. Como ressaltado por Slemmons et al. (2018):

Ao lidar com conteúdos desafiantes, os estudantes são capazes de reproduzir e pausar segmentos de instrução para adquirir uma compreensão mais profunda e envolvimento com o material. A capacidade de reproduzir vídeos instrutivos também traz uma abordagem multissensorial que melhora a aprendizagem²⁰. (p.470)

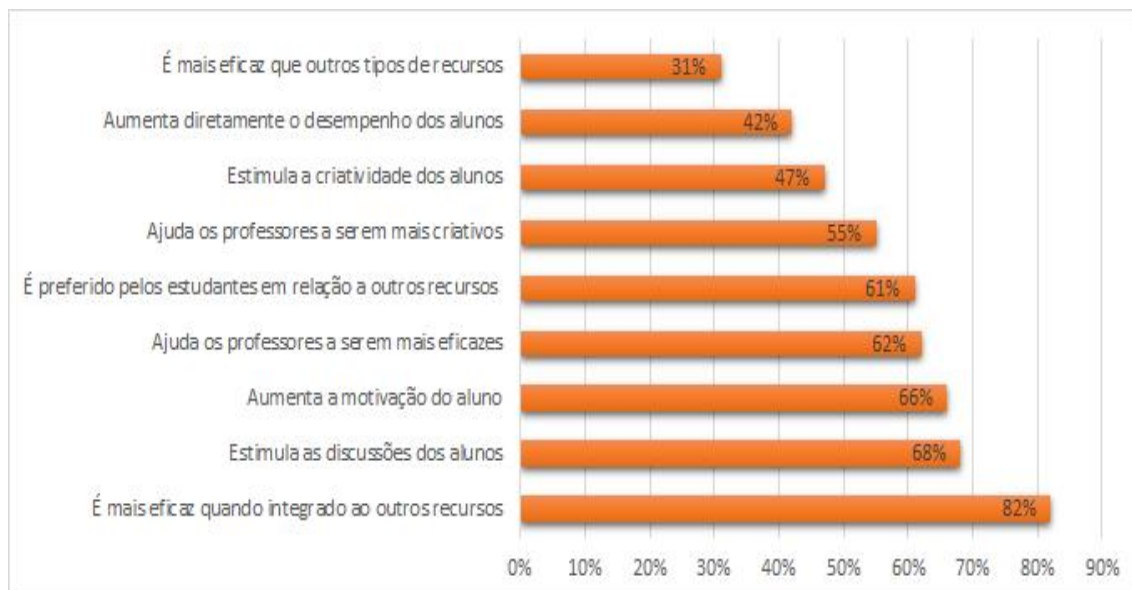
Os vídeos podem ser explorados de muitas maneiras para contribuir para a aprendizagem dos estudantes. Em 1995, Morán já destacava as inúmeras possibilidades do seu uso, como:

- **Sensibilização:** engloba a função fundamental do vídeo, que é informar, introduzir um novo tópico, despertar a curiosidade, motivar para novos assuntos e consolidar conteúdos.
- **Ilustração:** traz para a sala de aula realidades distantes dos estudantes, como cenários, contextos históricos e outros elementos.
- **Simulação:** é especificamente concebido para demonstrar uma experiência que seria perigosa de realizar no laboratório ou que exigiria muito tempo e recursos.
- **Conteúdo de Ensino:** apresenta um determinado conteúdo, de forma direta, fornecendo informações sobre um tema específico e orienta a sua interpretação ou indireta, abordando uma temática ou fenômeno, permitindo tirar conclusões múltiplas e, preferencialmente, interdisciplinares.
- **Produção:** criado como documentário, registo de eventos, aulas, estudos de campo, experiências, entrevistas ou depoimentos. Isso facilita o trabalho tanto do professor quanto dos estudantes.

Essa ferramenta ainda continua a ser utilizada em sala de aula, sendo reconhecida como uma mais-valia, como descrito numa pesquisa realizada nos Estados Unidos envolvendo 1401 professores do ensino básico (gráfico 4) em que 68% dos participantes afirmam que os vídeos incentivam as discussões em sala de aula, 66% acreditam que os vídeos motivam e envolvem os estudantes e 82% acredita que a utilização de vídeos integrada com outros recursos é mais eficaz.

²⁰ When dealing with challenging content, students are able to replay and pause segments of instruction to acquire a deeper understanding and engagement with the material. The ability to replay instructional vídeos also brings a multisensory approach that enhances learning.

Gráfico 4 - Percentagem de professores que relatam alguns benefícios relacionados com utilização de vídeos em sala de aula



Nota: (PBS & Grunwald Associates, 2010).

Descrição: A imagem exibe um gráfico de barras horizontais em cor de laranja que destaca os benefícios da utilização de vídeos em educação. Cada barra representa um benefício específico, e dentro de cada uma, está indicado o percentual de concordância. De cima para baixo estão: "É mais eficaz que os outros tipos de recursos" com 31%; "Aumenta diretamente o desempenho dos alunos" com 42%; "Estimula a criatividade dos alunos com 47%; "É preferido pelos estudantes em relação a outros recursos" com 61%; "Ajuda os professores a serem mais eficazes" com 62%; "Aumenta a motivação do aluno com 66%; "Estimula as discussões dos alunos com 68%; "É mais eficaz quando integrado a outros recursos" com 82%.

Nos últimos anos, a utilização de vídeos em sala de aula ganhou um bom aliado, o *YouTube*²¹ que possibilitou o acesso a inúmeros vídeos de forma gratuita, mais rápida e fácil, principalmente para as pessoas das gerações Y e Alfa que estão sempre conectadas nesta rede social — a "Geração *Youtube*" (Barry et al, 2016). Contudo, é importante ressaltar que os estudantes dessa geração preferem os vídeos de curta duração, como relatado por Siemmons et al (2018, p. 248): "Os dados do inquérito indicaram uma preferência por vídeos curtos em comparação com vídeos longos"²².

Além disso, muitos professores de ciências também utilizam essa plataforma na preparação das suas aulas ou nas próprias aulas, como mostrado por Pecay (2017):

A investigação revelou com sucesso as práticas, bem como os motivos e considerações dos professores de ciências na integração do *YouTube* nas suas aulas. Os professores de ciências que participaram no estudo utilizam o

²¹ É uma plataforma online de compartilhamento e armazenamento de vídeos.

²² "Survey data indicated a preference for short vídeos compared to long vídeos".

YouTube para melhorar o seu domínio sobre um determinado assunto e mostrar conteúdos do *YouTube* aos estudantes como parte da sua estratégia e como material instrutivo²³. (p.1026)

Deste modo, é importante ressaltar que, independentemente de como esta ferramenta pode ser aplicada em sala de aula, os professores reconhecem a utilidade da gravação e/ou análise de vídeos como disseminação de conteúdos científicos (Marçal et al., 2019; Susantini et al., 2018) e das anotações de vídeo (Marçal et al., 2020) na aprendizagem dos estudantes.

Se voltarmos o nosso olhar para as aulas mais experimentais, por exemplo, é sabido por nossa experiência como professores que o trabalho experimental pode aprimorar os conhecimentos em ciências, tanto mais se os estudantes prepararem com antecedência as atividades que vão realizar (Millar, 2004; Rodgers et al., 2020). Contudo, segundo Brassolatti et al. (2016), muitos jovens têm aversão à leitura de livros ou documentos da maneira tradicional, preferindo formas de comunicação baseadas na forma audiovisual. Portanto, uma possível solução para esse problema é o uso de vídeos para apoiar a apresentação de um experimento específico.

Estudos anteriores sugerem, ainda, que os estudantes beneficiam se receberem instruções pré-laboratoriais num formato de vídeo, relativamente à forma usual de texto (Aronne et al., 2019), pois são bem-sucedidos por aumentar não apenas a preparação conceptual para a atividade, mas também as notas obtidas na sua avaliação, além da possibilidade de eliminar ou, pelo menos, encurtar a aula que precede a atividade no laboratório (Stieff et al., 2019).

Portanto, o uso de vídeos pré-laboratoriais pode reduzir o tempo de contacto para uma aula completa de laboratório. Tem-se observado que os estudantes concluem as atividades de laboratório quase 10% mais rapidamente quando se preparam para essas atividades com vídeos pré-laboratoriais. A sua análise mostra que o tempo reduzido para concluir cada trabalho de laboratório provavelmente se deve a menos erros processuais, como é evidente na quantidade reduzida de tempo para os estudantes concluírem cada etapa ou reiniciar todo o procedimento.

Outra forma de abordagem dos vídeos nas aulas, principalmente nas que discutem os princípios físicos da natureza, é do seu uso concomitante com um *software* que permita a análise do fenómeno existente nos vídeos. Este processo obtém-se

²³ The investigation successfully revealed the practices as well as the motives and considerations of science teachers in integrating YouTube in their classes. The science teachers who participated in the study utilize YouTube for improving their mastery of a particular subject matter and show YouTube contents to students as part of their strategy and as instructional material

retirando informações, qualitativas e/ou quantitativas, do vídeo analisado para ser possível entender as várias particularidades do que é observado, para ajudar os estudantes a consolidar os seus conhecimentos em física, por exemplo, identificando e caracterizando o movimento de objetos. Neste processo, seguido neste trabalho de investigação, o foco da análise de vídeo não está na construção de gráficos ou na realização de cálculos complexos, nem mesmo na observação passiva da execução completa de uma atividade experimental, mas na sua interpretação e análise por meio de procedimentos de modelagem física, permitindo uma verdadeira conexão entre o entendimento conceitual dos experimentos e a descrição matemática.

Além disso, é importante ressaltar que os professores devem preparar e planejar bem a utilização dos vídeos em sala de aula; caso contrário, ao utilizarem um vídeo das editoras ou alguns vídeos do *Youtube* (Santos, 2016; Triplex, 2020) nas aulas experimentais, por exemplo, que mostram a execução completa de uma dada atividade experimental, estes não irão gerar um impacto substancial na aprendizagem do estudante, por ele ser apenas agente passivo na própria formação. Filmagens completas de experimentos levam a que os estudantes não se preparem para as aulas laboratoriais, nomeadamente entender o equipamento usado, a montagem experimental, ou a sequência de etapas no protocolo (roteiro de exploração) do experimento. Em alguns casos, a própria execução da atividade experimental, ou parte desta, não é realizada porque a filmagem tudo revela, limitando-se os estudantes apenas a observar o vídeo, implicando no não desenvolvimento de competências processuais.

Quando as aulas são bem planejadas e os vídeos são utilizados corretamente (ou seja, destacam etapas da realização experimental, pormenores da montagem, equipamento usado, ou detalhes importantes sem divulgar resultados experimentais), existe a possibilidade significativa da aprendizagem dos estudantes, como já na década passada era afirmado por Berck (2009) como “um grande recurso para ensinar a Geração Net e para basear-se nas suas múltiplas inteligências e estilos de aprendizagem para aumentar o sucesso de cada estudante” ²⁴ (p. 14).

²⁴ “are a major resource for teaching the Net Generation and for drawing on their multiple intelligences and learning styles to increase the success of every student”

2.3.2 Simulações e animações

As simulações e animações são ferramentas que possuem um grande potencial por incorporarem diversas possibilidades num só momento de prática pedagógica. Fundamentalmente, estes recursos podem funcionar como processos ilustrativos e animados do que é abordado. A animação é aqui definida como “uma arte e um ofício que cruza e faz parte de muitos disciplinares no campo(s) de computadores e ciências sociais, *model making*, escultura, performance e dança para produzir um filme ilustrando o movimento dos objetos desenhados”²⁵ (Dajani & Hegleh, 2019, p. 2). Por seu lado, a simulação é uma técnica ampla, muito utilizada em treinos de profissionais ou com estudantes para aumentar a capacidade dos mesmos, utilizada desde a Segunda Guerra Mundial, mas que vem ganhando muito interesse com o avanço tecnológico (Sharma, 2015).

As simulações, por exemplo, estão cada dia mais presentes nas investigações científicas sobre fenômenos que são mais difíceis de serem experimentados de forma real, como, por exemplo, o nascimento do universo, ou até mesmo para realizarem previsões de resultados, com um custo reduzido, como estimativa do resultado real (Diniz, 2013; Neves & Teodoro, 2013; Santos, 2016). Portanto, segundo relatado por Silva, et al. (2010):

A simulação é usada em muitos contextos diferentes. Isto demonstra a flexibilidade desta ferramenta para ajudar a resolver problemas e explica um pouco o sucesso. O poder de simulação provém da possibilidade de analisar e compreender um sistema complexo, oferecendo a possibilidade de prever mostrando como as diferentes entidades são estruturadas e relacionadas, como o sistema evolui e muda”²⁶. (p. 430)

Isso mostra a importância e a necessidade de inserção dos estudantes, desde cedo, na exploração desses recursos para que eles, antes de mais, compreendam como o saber científico é produzido e se sintam familiarizados com esses recursos educativos que depois podem ser estendidos para a sua vida profissional, além de outros benefícios, tais como:

²⁵ “an art and a craft that crosses and is part of many disciplinarians in the field(s) of computers and social science, model making, sculpture, performance, and dance to produce a motion picture illustrating the movement of the drawn objects.”

²⁶ “Simulation is used on many different contexts. This demonstrates the flexibility of this tool to help solve problems and somewhat explains is success. Simulation power comes from the possibility of analyzing and understanding a complex system, offering the possibility of predicting by showing how the different entities are structured and related, how the system evolves and changes”.

- Pode ser utilizado em diferentes níveis de ensino;
- Tem outro olhar sobre os sistemas mais complexos que envolvem equipamentos caros ou perigosos;
- A aprendizagem ocorre de forma aplicada e integrada a matemática e as ciências;
- É mais rentável e reduz os riscos para os envolvidos;
- Treinam e desenvolvem habilidades de forma mais realistas nas carreiras profissionais;
- Ensinam métodos para a resolução de problemas.

Muitas das simulações e animações existentes para o uso em sala de aula foram criadas em linguagem Java®, permitindo realizar atividades interativas e que em muitas situações podiam ser acessadas e executadas a partir de um navegador (ou *browser*) conectado à rede mundial de computadores (*internet*). Atualmente, muitas dessas simulações são criadas ou reescritas em HTML5 e *javascript*, mas mantendo o objetivo inicial.

A utilização destes recursos educativos digitais para ensinar física ganhou destaque, principalmente a partir de 2010, por ser uma ótima opção, principalmente quando não se tem acesso aos experimentos relacionados a um dado fenômeno ou quando este não pode ser visualizado diretamente. A sua inserção nas aulas apresenta, segundo Carvalho (2015), a possibilidade de os estudantes terem uma visão mais concreta do fenômeno em estudo, compreendendo de forma mais efetiva os conteúdos lecionados pelo professor. Além disso, as simulações podem, segundo Greca, et al. (2014) “permitir trabalhar com múltiplas representações, em simultâneo, e no mesmo ecrã, permitindo a integração de várias formas de representação científica”²⁷ (p. 911). Tal significa que esta pode ser uma ferramenta com um potencial significativo no ensino inclusivo.

Os estudos conduzidos por Dajani e Hegleh (2019) revelaram que, numa amostra de 320 estudantes, a maioria expressa a crença na utilidade das animações em sala de aula, percebendo-as como uma ferramenta que aprimora o processo de ensino e aprendizagem. Essa percepção motiva os alunos a demonstrarem maior interesse nas aulas e a aumentarem sua produtividade durante estas. As simulações são ferramentas importantes e eficazes utilizadas nas escolas, principalmente no ensino de ciências, mas precisam ser bem pensadas e planejadas antes de serem introduzidas em sala de aula, como ressaltado por Greca et al. (2014)

²⁷ make it possible to work with multiple representations, at the same time, and on the same screen, allowing the integration of various forms of scientific representation.”

Simulações que facilitam a aprendizagem das ciências nas escolas são consideradas um dos modos mais eficazes de instrução assistida por computador para áreas de disciplina científica [...] a simulação parece ser tão eficiente, se não mais, do que outras práticas mais tradicionais para promover a aprendizagem sobre conceitos, mudança conceptual e desenvolvimento de capacidades processuais. Como qualquer outra ferramenta educativa, estão naturalmente dependentes das formas como podem ser utilizados”²⁸. (p. 911)

Portanto, os professores devem avaliar, primeiramente, se as simulações que irão utilizar são efetivamente eficazes quando aplicadas em sala de aula para promover o ensino. Para isso, basta o professor analisar se elas obedecem à regra dos 3 A’s: “ser autênticas, adaptáveis e adotáveis” (Redish, 2001, p. xviii). Assim, estas são valiosas quando utilizadas para: (1) compreender como representar informações da física de diversas maneiras; (2) compreender a relação entre equações físicas, observações e medições; (3) construir e representar modelos de sistemas físicos sem recorrer à simples memorização; (4) colocar o estudante no centro do processo de aprendizagem, incentivando-o a se envolver ativamente na exploração e desenvolver o seu próprio conhecimento; (5) promover o trabalho em grupo para explicar e compartilhar compreensões entre si, visando estimular discussões e explorações enriquecedoras por intermédio de uma simulação (Redish, 2001).

No caso específico do ensino de física, muitas são as simulações e animações disponíveis na internet, mas que precisam de uma boa avaliação e planejamento de como ser implementada em sala de aula. A utilização didática de ambas está pautada em duas áreas específicas, no *model-based learning* e no trabalho experimental (Greca et al., 2014).

O *model-based learning*, também conhecido como MBL, é uma metodologia que se baseia em modelos mentais conceituais, capazes de traduzir representações aceitas cientificamente, ou seja, o modelo recorre a instrumentos representativos que medem a realidade e a teoria, sendo esta a forma simplificada das ferramentas usadas pelos cientistas para representarem os aspectos da realidade (Justi, 2006). Segundo Buckley a MBL (2012): “é a formação e subsequente desenvolvimento de modelos mentais por parte de um aprendiz. Mais frequentemente utilizada no contexto de fenômenos dinâmicos, os modelos mentais organizam informações sobre como os

²⁸ Simulations that facilitate the learning of sciences in schools are considered one of the most effective modes of computer-assisted instruction for science subject areas [...] simulation appears to be as efficient, if not more so, than other more traditional practices to promote learning about concepts, conceptual change and the development of procedural abilities. Like any other educational tool, they are of course dependent on the ways in which they may be used.

componentes de sistemas interagem para produzir os fenômenos dinâmicos”²⁹ (p. 2300). As animações e simulações são, como tal, baseadas em modelos interativos focados no desenvolvimento ou consolidação de um determinado conteúdo, permitindo aos estudantes a melhor visualização e interação virtual com determinados fenômenos. Essas ferramentas estão presentes em nosso cotidiano quando as utilizamos para realizar modelagem matemática, por exemplo.

Já em relação ao trabalho experimental, essas ferramentas permitem que os estudantes observem o fenômeno, retirem diferentes resultados ao manipular as variáveis, para realizarem uma análise científica baseada na identificação e descrição dos resultados encontrados. Esse tipo de abordagem nos leva aos chamados laboratórios virtuais, que “consistem em plataformas digitais oferecidas com o intuito de dar suporte à realização de experiências sem a necessidade da presença do utilizador num determinado local, tal como ocorre no contexto dos laboratórios reais” (Amaral et al., 2011, p.3).

Esse tipo de laboratório apresenta vantagens significativas em relação aos laboratórios tradicionais: (1) disponibilidade, pois podem ser utilizados em qualquer lugar e a qualquer hora; (2) observabilidade, uma vez que podem ser gravados ou acessados por um número ilimitado de pessoas; (3) acessibilidade, dado que podem ser acessados por pessoas com algum tipo de deficiência e (4) segurança, porque podem ser realizadas experiências sem perigo (Heradio, et al., 2016)

A conjugação desses dois laboratórios (real e virtual), num ensino experimental híbrido, é uma mais-valia no ensino das ciências por favorecer a aprendizagem dos estudantes por via prática (virtual). A utilização de diferentes ferramentas e metodologias pode criar um ambiente mais inclusivo, visto que cada estudante tem objetivos e ganhos cognitivos diferentes, como relatado por Greca, et al. (2014):

Os laboratórios físicos permitem que os estudantes desenvolvam competências laboratoriais específicas, tais como competências práticas ou as relacionadas com um planeamento criterioso das experiências. Os laboratórios virtuais não só são menos demorados, tanto na configuração como nos seus resultados de produção, como também permitem adaptar a realidade no

²⁹ “is the formation and subsequent development of mental models by a learner. Most often used in the context of dynamic phenomena, mental models organize information about how the components of systems interact to produce the dynamic phenomena”.

sentido de tornar visíveis fenômenos não observáveis e de remover detalhes confusos³⁰. (p. 915)

Sendo assim, no atual papel da escola face à sociedade de informação existente e à utilização em massa desses recursos digitais nas ciências, a utilização desta abordagem didática contribui para os estudantes terem pensamentos mais críticos e interpretativos. Além disso, segundo Taylor (2014) “a única certeza para os estudantes, professores e gestores escolares é que a evolução contínua dos computadores levará a um cenário digital em constante mudança.³¹” (p. 338), o que explicita a necessidade de adaptação às tecnologias vigentes para então conseguirmos compreender estas constantes mudanças que continuam por vir, principalmente no meio científico e educativo.

2.3.3 Gamificação

A gamificação, palavra que deriva do inglês *gamification*, toma cada vez mais espaço no cenário educacional (Vianna et al., 2013; Kapp, 2012; Fardo, 2013), visto que muitos professores tentam utilizar os elementos dos jogos para atingir os objetivos de aprendizagem dos estudantes, de forma que estes sintam-se principalmente motivados. Como destacado por Tolomei (2017):

O jogo é uma atividade social, que faz parte de nosso contexto cultural. Nada mais certo que faça parte também de cenários educativos, “proporcionando ao estudante a vivência de experiências de aprendizagem que talvez não fossem tão fáceis de serem alcançadas através do ensino tradicional” (Giardinetto; Mariani). Desse modo, a gamificação aplicada como estratégia de ensino à geração que conhece e entende os conceitos dos games apresenta resultados positivos no engajamento. (p. 151)

Portanto, o princípio básico para a utilização dessas ferramentas está relacionado ao fato de elas poderem: 1. despertar o interesse dos envolvidos, em função de uma linguagem presentes nos jogos de tabuleiro/eletrônicos; 2. aumentar a participação nas aulas, por apresentarem um desafio a ser vencido, 3. desenvolver a criatividade e

³⁰ Physical laboratories allow students to develop specific laboratory skills, such as practical skills or the ones related with a carefully planning of experiments. Virtual laboratories are not only less time consuming, both in the setup as in their output results, but they also allow to adapt reality in the sense of making unobservable phenomena visible and of removing confusing details.

³¹ . “The only certainty for students, teachers and school managers is the continuous evolution of computers will lead to a constantly changing digital landscape”.

a autonomia, pela busca de soluções que fogem da aplicação simples de fórmulas, 4. promover o diálogo entre as partes. De acordo com Studart (2015):

O referencial teórico da gamificação é a teoria da autodeterminação[...]. Segundo essa teoria da psicologia as pessoas buscam se engajar em atividades que propiciam três necessidades motivacionais: autonomia, competência e pertencimento (relatedness). Essas necessidades são atendidas no game design dos bons games e, portanto, devem ser incorporadas no processo de gamificação. (p. 12)

Sendo assim, podemos considerar que essa é mais uma ferramenta utilizada no ensino capaz de conectar todos os envolvidos de forma mais direta, já que além dos jogos *online* serem familiares à atual geração, eles contribuem para a aprendizagem por diversos elementos, como: respeito às regras estabelecidas, disciplina, atenção e necessidade (muitas vezes) de ações colaborativas. Alguns estudos mostram que a gamificação auxilia na ligação entre os conteúdos apresentados em aula e o aumento da participação colaborativa dos estudantes. (Damiani, 2008; Oliveira et al., 2015). Isso porque, os elementos do jogo estão ligados aos desejos do próprio ser humano, como a recompensa, o status, as conquistas, a forma de se expressar, a competição e o altruísmo (BBVA Innovation Edge, 2012) (figura 7).

Figura 7 - Relação entre os elementos do jogo e os desejos do ser humano.



Nota: (BBVA Innovation Edge, 2012).

Descrição: A imagem apresenta um círculo dividido em quatro setores coloridos, cada um com elementos relacionados a um jogo. Os elementos estão escritos em branco no interior de cada setor. Nas bordas dos setores, há caixas de texto brancas com palavras escritas em preto. Aqui estão os detalhes de cada setor, começando no sentido horário: 1. Setor cinza: "Pontos" - "Recompensa", "Status", "Realização", "Competição", "Altruísmo". 2. Setor amarelo: "Placar" - "Status", "Realização", "Competição", "Altruísmo"; 3. Setor azul: "Nível" - "Status", "Realização", "Competição"; 4. Setor laranja: "Desafios" - "Recompensa", "Status", "Realização", "Competição", "Altruísmo".

No caso do ensino de Física, a utilização da gamificação pode tornar as aulas mais lúdicas, dinâmicas e atraentes para os estudantes relativamente à exposição dos conteúdos e também à avaliação de conhecimentos. A gamificação é, por isso, um ótimo aliado para resolver os problemas de aprendizagem encontrados no uso habitual de uma metodologia tradicional. Contudo, a aplicação destes jogos como ferramentas em sala de aula precisa ser bem planejada pelos professores para que aqueles não se tornem apenas uma brincadeira ou competição sem objetivos claros para a aprendizagem.

Uma ferramenta que vem ganhando espaço nas salas de aula é o *Kahoot!*. Trata-se de uma plataforma *online*, em que é possível criar perguntas que devem ser respondidas em tempo real por um número ilimitado de “jogadores”, criando um ambiente de aprendizagem social e divertido (Cassettari, 2015). Zucker e Fisch (2019), relatam o comportamento dos seus estudantes quando utilizando essa ferramenta em sala de aula:

KAHOOT! é atualmente um jogo especialmente popular entre os níveis de ensino e no ensino superior. [...] Mesmo com um tema tão chato como citações, os estudantes são animados pela competição amigável. Inclina-se para a frente com os olhos nos ecrãs, dançam nos seus lugares à música, e fazem sons audíveis — aplausos e gemidos — quando as respostas são reveladas. Os estudantes, adultos e jovens adultos, da Audrey respondem da mesma forma: cantar com o *KAHOOT!* música e envolver-se em brincadeira amigável, mas animada³². (p. 8)

Além de ser uma ótima maneira de envolver os estudantes e ajudá-los a se concentrarem em sala de aula, esse tipo de jogo também pode ser utilizado para avaliar formativamente o conhecimento de cada estudante. Deste modo, essa ferramenta pode ser utilizada para acompanhar o progresso dos estudantes ao longo

³² “KAHOOT! is currently an especially popular game across grade levels and in higher education. [...] Even with a topic as boring as citations, students are enlivened by the friendly competition. They lean forward with their eyes on their screens, dance in their seats to the music, and make audible sounds - cheers and groans - when the answers are revealed. Audrey's adult and young adult college students respond similarly: singing along with the KAHOOT! music and engaging in friendly but lively banter”.

do processo de ensino e aprendizagem e auxiliar o professor a refletir sobre as suas próprias práticas letivas (Santos, 2022). Como sugerido por Prieto et al. (2019) :

Os questionários online [...] cuja resposta é obtida quase instantaneamente, permitem uma avaliação formativa do professor, que pode ter informação sobre o conhecimento obtido pelo estudante. Por sua vez, como indicado por Rodríguez-Fernández, o formato de jogo em que se baseiam questionários deste tipo, como o *Kahoot!*, aumenta a motivação dos estudantes, gerando assim uma melhoria no processo de ensino e aprendizagem.³³ (p. 10)

2.3.4 Limitações das ferramentas e Dificuldades de implementação em sala de aula

Como qualquer outra metodologia ou material utilizado como recurso pedagógico, as ferramentas aqui descritas também possuem limitações e não podem ser consideradas definitivas para o ensino. Sendo assim, é importante discutir algumas das limitações destas ferramentas e o que pode dificultar a sua implementação nas aulas.

A primeira ferramenta aqui discutida foi o vídeo, que antes de ser aplicado em sala de aula deve ser minuciosamente avaliado pelo professor relativamente à linguagem adequada, conteúdo explorado e tempo de duração. Isso porque alguns aspectos negativos podem ser encontrados nesse tipo de recurso, como “o amadorismo na produção de vídeo, o limite de caracteres para a expressão de comentários, dentre outros” (Oliveira, 2013, p. 7). Em função disso, poderá haver uma demanda de tempo para obtenção e análise dos vídeos que se adequem aos objetivos da aula, bem como na qualidade requerida.

Sempre que o material didático pretendido não exista, o caminho natural é a produção do vídeo com o conteúdo específico delineado pelo professor. Contudo, a segunda opção levará a uma demanda de tempo, material e preparo que o professor com frequência não tem, e exige habilidades para a realização de filmagens adequadas para esse fim. Uma alternativa a esse problema é estabelecer uma rede de colaborações visando produzir os vídeos com (ou para) os professores e assim todos os envolvidos estariam diretamente ligados à produção de novos materiais que atendessem a sua demanda.

³³ “The online questionnaires [...] whose response is obtained almost instantaneously, allow a formative evaluation by the teacher, who can have information about the knowledge obtained by the student. In turn, and as indicated by Rodríguez- Fernández, the game-like format on which questionnaires of this type are based, such as Kahoot, increases student motivation, thus generating an improvement in the process of teaching and learning”.

Relativamente à utilização das simulações, três fatos que devem ser destacados são:

- Falta de realismo — por terem um algoritmo de programação na sua construção que usa de funções ideais para simular o fenómeno envolvido. No entanto, quando as simulações têm apenas a intenção de demonstrar e descrever um fenómeno, essa realidade pode ser reconsiderada. Também a incorporação de fatores aleatórios nos valores das grandezas medidas na simulação, promove uma aproximação da simulação com a realidade dos fenómenos.
- Pouca confiabilidade instrumental — Em muitas situações não é possível avaliar parâmetros ou confirmar os dados obtidos nas simulações, o que pode dificultar estabelecer relações com a realidade e assim desestimulando o seu uso por uma limitação de informação. Neste caso essas simulações servem como elementos demonstrativos do fenómeno e podem auxiliar os estudantes da visualização do que é discutido;
- Utilização e/ou exploração pouco detalhadas — poucas simulações possuem um material que descreve os procedimentos para a sua exploração, dificultando a sua utilização em sala de aula. Isso pode ser contornado com a partilha de informações detalhadas entre os professores ou com a criação de materiais por instituições de ensino superior.

No caso da metodologia baseada na gamificação, a dificuldade inicial está associada à procura dos tipos de jogos digitais disponíveis que se adequem aos conteúdos que serão ministrados. Além disso, será necessário aprender a utilizá-los e prepará-los para serem aplicados em sala de aula, de forma que atendam os seus anseios. A utilização desta ferramenta precisa ter fins educacionais bem definidos, para não ser aplicada apenas para motivar a participação dos estudantes nas aulas (Rodrigues & Carvalho, 2022). Para isso, a busca e o preparo também acabam demandando muito tempo do professor, o que pode influenciar diretamente na sua não utilização.

Além disso, é válido destacar que para a utilização de todas as ferramentas anteriormente discutidas (vídeos, simulação, animação e os jogos digitais), a escola precisa dispor de uma série de aparatos, como computadores, projetores e *internet* e os estudantes precisam utilizar os próprios telemóveis, quando necessário. Na falta de um desses elementos, seja pela falta dele, pela quantidade limitada ou por falta de manutenção, a utilização dos recursos didáticos digitais fica comprometida e praticamente inviabilizada. Refira-se, a propósito, que todos os REDs sofrem da

mesma dependência da energia elétrica, pelo que o desenvolvimento de recursos inclusivos de base analógica não deve nunca deixar de ser incentivada.

Outro fator que influencia o uso de Recursos Educacionais Digitais (REDs) é a relativa falta de confiança que alguns professores têm nessas ferramentas. Uma razão é que muitos professores pertencem a uma geração que não as utilizava em sua própria aprendizagem. Além disso, muitos não receberam formação adequada para sua utilização e têm pouco tempo disponível para explorar todas as potencialidades desses recursos. Como resultado, não se sentem confiantes para dar o suporte necessário aos seus estudantes em sala de aula, como ressaltado por Greca et al. (2014):

Neste sentido, a importância do professor na prestação de orientação e apoio (Smetana e Bell, 2012) é continuamente sublinhada na literatura. Os professores, no entanto, não parecem estar suficientemente bem preparados, sendo útil proporcionar-lhes oportunidades para desvendar como estas novas abordagens e ferramentas de aprendizagem beneficiariam o seu ensino.³⁴ (p. 911)

Esse argumento também se aplica à falta de confiança dos professores no uso das simulações, porque a maioria deles, principalmente os responsáveis pelas aulas experimentais, ainda acreditam que os estudantes apenas têm ganhos cognitivos quando estão no laboratório físico, embora alguns trabalhos mostrem que, quando utilizada uma metodologia correta, tais ganhos ocorrem independentemente se ela foi realizada em laboratórios físicos ou virtuais (Triona & Klahr, 2003; de Jong et al. 2013).

Assim, é importante ter em causa que a aplicação e utilização de novas estratégias mediadas pelas tecnologias têm as suas vantagens e limitações. As tecnologias não se destinam a substituir totalmente as estratégias já utilizadas pelos professores, mas sim complementar as práticas para melhorarem o processo de ensino e aprendizagem, de forma que esse seja mais abrangente e inclusivo. Faz-se também necessário refletir sobre as competências necessárias que os professores devem ter para a utilização dessas ferramentas em sala de aula, como ressaltado por Garcia et al. (2011), pois:

Fechar os olhos para esta necessidade educacional de formação de professores para a construção de novas competências frente às tecnologias

³⁴ In this sense, the importance of the teacher in providing guidance and support (Smetana and Bell 2012) is continually stressed in the literature. Teachers, however, do not appear to be sufficiently well prepared, it being helpful to provide them with opportunities to unpack how these new approaches and learning tools would benefit their teaching (Waight et al. 2013).

digitais interativas significa inviabilizar e até mesmo impedir a formação integral dos sujeitos que não saberão agir com a criticidade e competência necessárias na própria sociedade tecnológica da qual fazem parte. (p. 83)

É de suma importância que as abordagens didáticas pautadas na utilização das tecnologias contribuam principalmente para a autonomia necessária do estudante no seu processo de aprendizagem, tornando a participação deles mais responsáveis, flexível e persistente, com grande capacidade de interação e cooperação na sociedade complexa atual. Para isso, o professor deve estruturar adequadamente o uso das REDs e também mostrar como os estudantes devem utilizá-las. Isso deve ficar claro no contexto educacional por vários motivos, mas o principal deles é que esses materiais por si só não vão produzir o impacto esperado se não foram utilizados adequadamente, pois segundo Garcia et al. (2011):

aos professores e profissionais da educação responsáveis pela formação de sujeitos não basta apenas introduzir aparatos tecnológicos para dinamizar práticas tradicionais já em vigor. Implica, sobretudo, a construção de competências para incorporar a tecnologia criticamente no processo de aprendizagem dos estudantes, pois este deve ser necessariamente o objetivo último para o qual o professor cria conteúdos e incorpora recursos digitais em sua prática. (p. 86).

2.4. Teorias de aprendizagem significativa

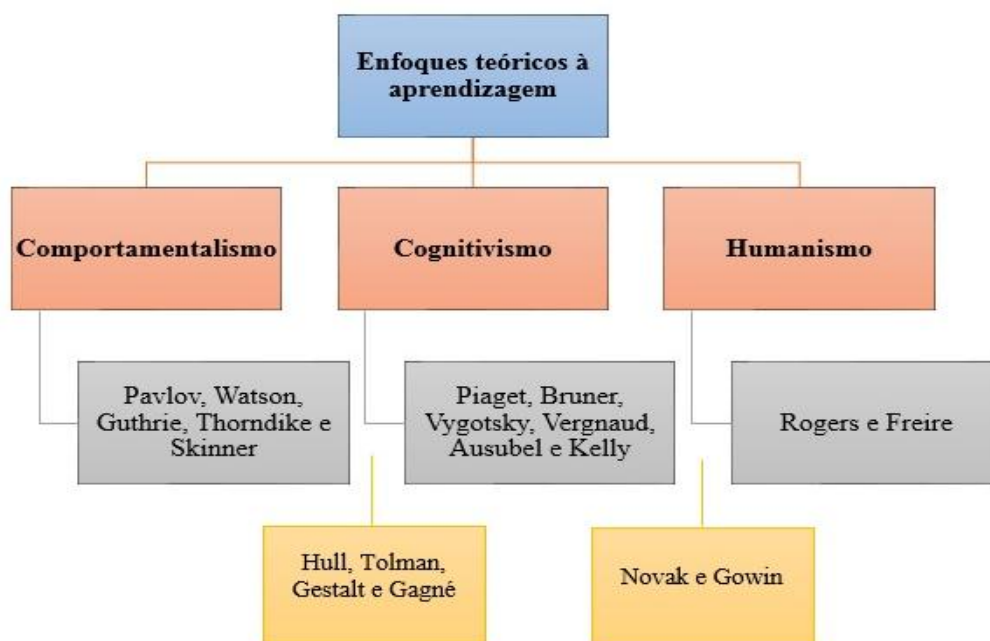
O desenvolvimento humano ocorre quando a aprendizagem acontece. Por esse motivo muitas são as investigações realizadas visando analisar, compreender e sistematizar os processos de aprendizagem. Esses estudos, seja qual for a forma de abordagem utilizada, tem por perspectiva contribuir para o processo e permitir que os estudantes mobilizem e desenvolvam habilidades e competências que contribuam para a melhoria da sua vida. Neste cenário, as teorias de aprendizagem existentes tentam contribuir, de diversas formas, com um modelo que explique como a aprendizagem ocorre e assim torna-se imprescindível dedicar uma parte deste texto, mesmo que sucintamente, de algumas teorias de aprendizagem que servem como alicerce para essa tese.

As teorias de aprendizagem, apesar de possuírem muitas definições, podem ser descritas como os estudos que sistematizam e interpretam o processo de aprendizado humano, ou seja, visam explicar os processos de exposição de um tema por um

instrutor (professor) e assimilação completa pelo aprendiz (estudante). Por essa razão, as teorias de aprendizagem promovem a transformação do comportamento do estudante por intermédio da estruturação pessoal e experiencial, avaliadas pelo professor a partir dos resultados que estes processos trazem (Tavares & Alarcão, 1985).

De uma maneira simplificada, as teorias podem ser agrupadas em três filosofias latentes: (1) comportamentalista - está focada nas respostas do sujeito aos estímulos externos, como plasmada nos trabalhos de Skinner; (2) cognitivista - o foco está nos processos mentais, ou seja, nos elementos presentes entre os estímulos e as respostas, muito conhecidos pelas contribuições de Piaget, Vygotsky e Ausubel, e (3) humanista - que vive da observação do sujeito, por considerar o comportamento, a cognição e as emoções do sujeito, como as propostas realizadas por Freire (Moreira, 2017) (figura 8).

Figura 8 - Esquema representativo com os principais enfoques teóricos à aprendizagem e os seus mais conhecidos representantes



Nota: (Moreira, 2017).

Descrição: A imagem apresenta um fluxograma com quatro níveis distintos, representando diferentes enfoques teóricos à aprendizagem. Aqui estão os detalhes de cada nível: Nível 1 - Um retângulo azul com o texto "Enfoques teóricos à aprendizagem". Nível 2 - Três retângulos vermelhos conectados ao retângulo azul, cada um com um enfoque teórico diferente: "Comportamentalismo", "Cognitivismo", "Humanismo". Nível 3 - Para cada enfoque teórico, há três retângulos lilás conectados, com os seguintes nomes: No "Comportamentalismo" está "Pavlov, Watson, Guthrie, Thorndike e Skinner"; No "Cognitivismo" está "Piaget, Bruner, Vygotsky, Vergnaud, Ausubel e Kelly" No "Humanismo": "Roger e Freire". Nível 4: A partir dos retângulos lilás, duas linhas se estendem para dois retângulos amarelos separados, com os seguintes nomes: "Hull, Tolman, Gestalt e Gagné" e "Novak e Gowin".

Pode-se identificar em que campo filosófico os estudos de um determinado autor podem ser enquadrados, através dos fatores já mencionados, mas também pela maneira como a abordagem de cada um deles se enquadra nos conceitos e ideias-chaves de cada uma dessas filosofias.

Estas teorias em algumas situações podem ser ampliadas ou ressignificadas por contribuições que tendem a ajustá-las para melhor compreender a situação de interesse. Isso ocorre, por exemplo, nas concepções sobre a aprendizagem trazidas por Ausubel, conhecida como a versão clássica da aprendizagem significativa. Esta ganhou um novo aporte com as contribuições de Novak, que tem uma visão de tendência humanista, por Gowin, que possui uma abordagem voltada ao interacionismo social, e por Moreira, que traz contribuições mais críticas a partir de princípios importantes que devem estar presentes no atual cenário educacional.

O uso de uma ou mais teorias deve ser ponderado conforme a ideia que o investigador tem do seu problema central e das necessidades de bases conceituais que lhe permitam no seu processo de discussão. A teoria formada pela tríade Ausubel-Novak-Gowin tem sido muito aplicada para desvelar os processos de aprendizagem no atual contexto de ensino do atual modelo vigente. Desta maneira, considerando que a proposta aqui não é propor uma alteração dessa teoria, mas apenas associar novas abordagens ao modelo utilizado no cenário educativo, é importante compreender a contribuição de cada um deles para essa visão metodológica.

2.4.1. A teoria cognitivista clássica de Ausubel

David Paul Ausubel (1918 – 2008) foi um psicólogo estadunidense que dedicou os seus estudos à área da educação. Tornou-se conhecido, principalmente, pela designada teoria da aprendizagem significativa. Apesar de ela ser designada como cognitivista construtivista, apresenta traços humanistas na percepção do próprio porque a aprendizagem afetiva é concomitante à cognição (Moreira, 2017).

Segundo Ausubel, a aprendizagem é a organização e a integração de todas as informações dadas ao sujeito, armazenadas num complexo conhecido como estrutura cognitiva. Esta estrutura é por ele considerada hierárquica relativamente aos conceitos, que se dão a partir de experiências sensoriais do próprio indivíduo que servem de alicerce (subsunçores, ou âncoras do conhecimento) para as novas ideias e conceitos. Este processo permite o alcance e a utilização de todo o conhecimento, resultando num ganho cognitivo positivo (Ausubel et al, 1980).

Dentro dessa visão, os subsunçores são construídos pela captação do material a ser aprendido, seguido da sua internalização. Ao longo da aprendizagem, o estudante tende a tornar esses subsunçores mais estáveis, ao diferenciar cada vez mais o material para haver a sua reconciliação (figura 9). Quanto mais estável, diferenciado e elaborado for um subsunçor em termos de significados, mais eficaz é a retenção, e a memorização, normalmente muito sobrevalorizada, torna-se desnecessária.

Figura 9 - Processo de construção de um subsunçor.



Nota: (Moreira, 2012).

Descrição: A imagem exibe quatro retângulos coloridos alinhados horizontalmente, com setas que indicam uma sequência da esquerda para a direita. Dentro de cada retângulo está escrito em preto: "Captação", "Internalização", "Diferenciação" e "Reconciliação".

Para Moreira (2017), um exemplo a ser dado segundo essa teoria de aprendizagem, se baseia na ideia de campo³⁵ em Física: “se os conceitos de força e campo já existem na estrutura cognitiva do estudante, eles servirão de subsunçores para novas informações referentes a certos tipos de força e campo, como, por exemplo, a força e o campo eletromagnético” (p.161).

Quando esses subsunçores não existem, isto é, quando não existem elementos que sirvam de apoio para a discussão de um determinado tema e precisam ser construídos, Ausubel propõe a utilização de elementos chamados organizadores avançados, definido por ele como:

material introdutório a um nível mais elevado de abstração, generalidade e inclusão do que a própria passagem de aprendizagem, e uma visão geral como apresentação sumária das principais ideias numa passagem que não é necessariamente escrita a um nível mais elevado de abstração, generalidade e inclusão, mas alcança o seu efeito em grande parte pela simples omissão de detalhes específicos³⁶. (Ausubel, 1978, p. 252)

³⁵ Grandeza física que possui um valor associado para cada ponto do espaço, a partir do seu ponto gerador.

³⁶ advance organizers as introductory material at a higher level of abstraction, generality, and inclusiveness than the learning passage itself, and an overview as a summary presentation of the principal ideas in a passage that is not necessarily written at a higher level of abstraction, generality, and inclusiveness, but achieves its effect largely by the simple omission of specific detail.

Esses organizadores podem ser de dois tipos: expositivos ou comparativos. Quando o material que será estudado é completamente desconhecido para o estudante, o organizador avançado visa apenas relacionar o conhecimento existente na estrutura cognitiva do estudante e o material mais detalhado que será estudado, chamado expositivo. Já os comparativos são os materiais introdutórios que servem para aumentar a diferença entre as ideias pré-existentes e o novo material que será aprendido, enfatizando as semelhanças e diferenças entre ambos.

Uma crítica que pode ser feita relativamente a esses organizadores está relacionada ao tempo que pode ser gasto com o uso desses em sala de aula, tempo esse que poderia ser despendido para estudar mais sobre o novo material. Contudo, Ausubel argumenta que se gasta mais tempo nessa “passagem de aprendizagem”, que pode levar a uma aprendizagem mais mecanizada, do que na implementação desses organizadores (Ausubel & Fitzgerald, 1961; Ausubel & Youssef, 1963).

Deste modo, para Ausubel, quando um conteúdo é aprendido sem se conectar à estrutura cognitiva, haverá um processo de memorização simples (mecanização) que será armazenado de forma literal. Se não há significado para os estudantes ou esse não consegue compreender o que é estudado, o tema será logo esquecido, caracterizando uma aprendizagem mecânica. Em contraponto a essa forma mecânica, Ausubel diz haver outro tipo de aprendizagem, designada por significativa, onde as ideias interagem de forma não literal e se relacionam com algum conhecimento já existente, dando-lhe significado ao incorporá-lo definitivamente na sua estrutura cognitiva.

Diferentemente do que se imagina na aprendizagem significativa, o “esquecimento” é um fator que faz parte do processo, contudo são mantidos elementos residuais e não ocorre totalmente, como na aprendizagem mecânica. Neste processo, o estudante retém por mais tempo a informação obtida, possibilitando-lhe a “reaprendizagem” em um segundo momento (Moreira, 2012). Para Ausubel, para ocorrer a aprendizagem significativa, ou seja, não sendo uma memorização simples e pouco reflexiva, duas condições são necessárias: (1) o objeto de estudo deve ser potencialmente significativo; (2) o estudante precisa ter predisposição para aprender, sendo esta condição imposta pela necessidade do indivíduo atribuir significado ao material estudado.

É possível imaginar que a aprendizagem significativa possua apenas uma forma de ocorrer e/ou com uma característica. No entanto, segundo o seu idealizador ela possui três formas distintas de ocorrer. A primeira forma é denominada subordinada, porque

nela o novo conhecimento subordina-se a um conhecimento pré-existente, mais geral e abrangente. Um exemplo deste tipo ocorre no caso da aprendizagem da Primeira Lei da Termodinâmica, visto que ela é subordinada à Lei da Conservação de Energia, ou seja, ela é menos abrangente que a outra.

A segunda é denominada subordinante, pois neste tipo de aprendizagem o conhecimento existente é mais específico do que o novo, que no que lhe concerne é mais geral e abrangente. Como exemplo pode-se citar as Leis de Conservação que são mais gerais e abrangentes do que a Conservação da energia mecânica.

A terceira e última forma de aprendizagem é denominada combinatória, porque nela o novo conhecimento simplesmente se relaciona com os subsunçores pré-existentes sem se subordinar ou ser subordinado, como na aprendizagem da Primeira Lei da Termodinâmica e as Leis da Conservação da Energia Mecânica e da Conservação de Cargas, por exemplo.

Quanto aos tipos de aprendizagem significativa temos também três formas. A primeira é denominada representacional por haver uma associação simbólica primária, isto é, ocorre uma atribuição de um símbolo a, apenas, um tipo de objeto. No segundo tipo de aprendizagem, a conceitual, o indivíduo atribui conceitos aos símbolos que conhece, mais abrangente e abstrata que a anterior. No último tipo, a proposicional, existe uma dependência das aprendizagens anteriores para acontecer, ao promover a compreensão de novas ideias por intermédio de uma preposição pela junção de conceitos mais ou menos abstratos (Ausubel, 1968).

Além das características já citadas, Ausubel também realiza uma distinção quanto às maneiras nas quais um indivíduo pode aprender. Uma delas é denominada aprendizagem receptiva, muito comum nas escolas, pois os estudantes têm o papel apenas de receptor das informações. Contudo, apesar de receberem essas informações, não é necessariamente considerado um sujeito passivo na sua aprendizagem; por isso esse tipo de aprendizagem não deve ser confundida com a que ocorre no modelo de exposição de conteúdo tradicional, pois, diferente do que ocorre nessa, o estudante já sabe o conteúdo que será estudado e precisa se engajar para a sua aprendizagem ser significativa.

Na aprendizagem por descoberta, o estudante precisa descobrir o que irá aprender e só depois disso volta às condições da aprendizagem significativa, sendo essa raramente utilizada nas escolas atualmente, visto que, segundo Moreira, (2012),

“mesmo que o ensino seja centrado no estudante como se defende hoje, a aprendizagem continuará sendo receptiva” (p. 14).

Relativamente ao professor, segundo a teoria cognitivista clássica de Ausubel, o seu papel seria identificar os conceitos com maior poder de exploração e organizá-los de forma hierárquica para abranger outros; determinar quais são os subsunçores necessários aos estudantes aprender; identificar os conhecimentos que o estudante já possui e utilizar recursos que auxiliem a aprendizagem de novos conteúdos, a diferenciação progressiva das ideias (aprender cada vez mais as especificidades das ideias) e a reconciliação integradora de significados (relacionar conceitos de forma clara, tornando estes mais relevantes para que os subsunçores sejam mais estáveis).

2.4.2. A teoria humanista de Novak e a interacionista social de Gowin

O professor Joseph Novak tornou a Teoria da Aprendizagem Significativa criada por Ausubel mais ampla e humanista, por trazer a ideia de que, por intermédio do pensamento, do sentimento e das ações, a experiência educativa é transformada. Para ele, a aprendizagem é construída, sendo “um produto complexo da capacidade humana de construir sentido, contexto cultural e mudanças evolutivas nas estruturas e ferramentas de aquisição de novos conhecimentos”³⁷ (Novak, 1993, p. 168). Deste modo, neste processo de aprendizagem:

O conhecimento armazenado em nosso cérebro consiste em redes de conceitos e proposições. O significado dos conceitos deriva da totalidade de proposições ligadas a qualquer conceito dado, além de conotações emocionais associadas a estes que são derivadas em parte das experiências e do contexto da aprendizagem durante a qual os conceitos foram adquiridos. É esta fonte composta de significados, construída idiossincraticamente pelo aprendiz, que explica o que alguns autores chamam de cognição situada. (Novak *et al*, 2000, p. 27)

A trajetória de Novak para compreender os processos de aprendizagem começa em 1955, num curso de botânica, ao buscar compreender os parâmetros da capacidade dos estudantes na resolução de problemas (Novak, 1958). É nesse período que ele entra em contacto com as ideias de Ausubel e considera os princípios da aprendizagem significativa nas suas análises pelas possibilidades trazidas: “ênfase no

³⁷ “a complex product of the human capacity to build meaning, cultural context, and evolutionary changes in relevant knowledge structures and tools for acquiring new knowledge”.

poder de uma aprendizagem significativa, em contraste com a aprendizagem de rotina, e a explicitação do papel que o conhecimento anterior desempenha na aquisição de novos conhecimentos”³⁸ (Novak, 1993, p. 171).

Em 1971, Novak et al. começam uma investigação, apoiados na Teoria da assimilação e após dois anos de estudos os dados recolhidos possuíam, devido ao volume, grande complexidade de análise. No intuito de simplificar o processo, resolveram representar o conhecimento científico das crianças a partir de um mapa de conceitos (Novak, 1993). Atualmente os mapas conceituais servem como ferramenta representante das estruturas conceituais-preposicionais dos estudantes que podem auxiliar os professores no planeamento das aulas. Os mapas conceituais podem também auxiliar os estudantes “a aprender a aprender” e podem ser utilizados pela Teoria da Assimilação a partir de ideias chaves, ilustrando a cognição e estrutura de significados dos estudantes (Novak, 1990).

As ferramentas utilizadas na educação, como, por exemplo, os mapas conceituais supracitados, são importantes no cenário educacional em que, segundo Novak, há cinco elementos importantes: o aprendiz, o professor, o conhecimento, o contexto e a avaliação (Moreira, 2007). Para ele, a aprendizagem significativa (figura 10) que conduz ao engrandecimento humano ocorre quando existe a troca entre o aprendiz e o professor, num contexto favorável. O professor utiliza os conhecimentos pré-existentes do estudante no contexto da sala de aula e encoraja-o, ao escolher materiais potencialmente significativos, a ligar os novos conhecimentos a esses já estabelecidos. Portanto, o estudante tem como opção, caso escolha por uma aprendizagem significativa, aprender novos conceitos e proposições que, no final, devem ser avaliados para saber se houve ou não aprendizagem, considerando diversas formas de avaliar, como, por exemplo, a utilização de mapas conceituais ou com o Vê do conhecimento de Gowin (Novak et al., 1983).

³⁸ “emphasis on the power of meaningful learning, as contrasted with rote learning, and the explicitness with which it described the role that prior knowledge plays in the acquisition of new knowledge”

Figura 10 - Mapa conceitual sobre a aprendizagem significativa segundo Novak



Nota: (Moreira, 2007).

Descrição: A imagem exibe um mapa conceitual na horizontal que representa conceitos relacionados à educação. Aqui estão os detalhes da representação: (1) No lado esquerdo, verticalmente agrupadas, estão as palavras: "Aprendizagem", "Ensino", "Currículo", "Meio social" e "Avaliação". Linhas conectam essas palavras para formar uma única linha horizontal; (2) A partir da palavra "Avaliação" na parte inferior, uma linha desce e se divide em duas, onde estão descritos os instrumentos possíveis: "Mapas conceituais" e "V de Gowin"; (3) A linha horizontal se conecta à palavra "Aprendizagem significativa", da qual uma seta aponta para baixo, levando à palavra "engrandecimento humano"; (4) A palavra "Aprendizagem significativa" recebe uma seta à direita, que a conecta a um retângulo. Dentro deste retângulo, estão as palavras "pensamento", "sentimento" e "ações", todas conectadas entre si.

O terceiro pilar da base conceitual da teoria da aprendizagem usada neste trabalho vem de Dixie Bob Gowin, professor estadunidense que possui uma perspectiva interacionista social do processo de ensino-aprendizagem. Gowin considera imprescindível evidenciar uma relação triádica (estudante, professor e materiais educativos) no contexto escolar por haver uma troca de significados, como descrito por ele:

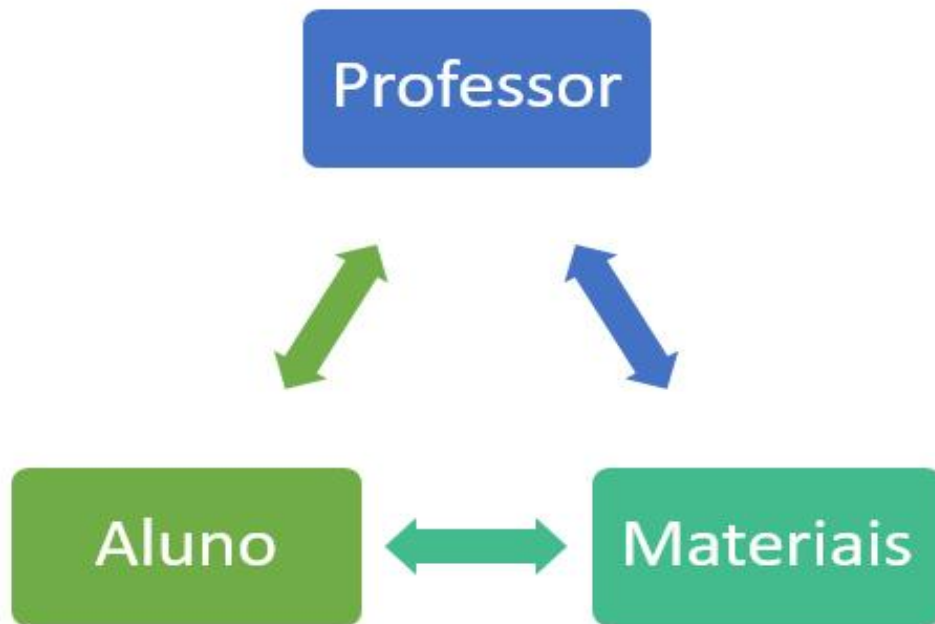
Para uma linguagem funcional de investigação precisamos de propostas poliádicas, propostas que tenham não só relações lógicas mas também referências a data e local, referências existenciais. Assim, a linguagem que será adequada à descrição das múltiplas facetas do fenômeno ensino-aprendizagem não pode ser monádica ou diádica; deve ser poliádica.³⁹ (Gowin, 1961, p.100)

Neste modelo triádico de Gowin, a aprendizagem ocorre quando há partilha de significados entre o professor e o estudante, ao serem utilizados materiais educativos que compõem o currículo (figura 11). Cada elemento da triádica tem um papel que se

³⁹ "For a workable language of inquiry we need polyadic propositions, propositions which have not only logical relations but references to date and place, existential references. Hence, language which will be adequate to the description of the multiple facets of the teaching-learning phenomenon can not be monadic or dyadic; it must be polyadic".

relaciona entre si num contexto de partilha de significados, considerado o produto final dessa relação, pois segundo Gowin (1981), “O ensino se consuma quando o significado do material que o estudante capta é o significado que o professor pretende que esse material tenha para o estudante” (p. 81).

Figura 11 - *Triádica de Gowin*.



Nota: Acervo dos autores.

Descrição: Na imagem, três retângulos coloridos estão interligados para formar um triângulo. Cada retângulo é preenchido com uma cor distinta. No sentido horário, começando do topo, letras brancas estão inscritas nos retângulos, identificando-os como 'professor', 'materiais' e 'aluno'.

Neste cenário, o professor deverá buscar uma mudança intencionalmente dos significados das experiências que o estudante tem por intermédio dos materiais, sendo que o estudante deverá, no que lhe concerne, mostrar disposição para aprender os significados que serão compartilhados entre estudantes e professores, para então compreender melhor o material educativo envolvido. Se a troca de significados não ocorrer, o professor apresenta novos significados ou os aborda de maneira diferente para alcançar a compreensão mútua. Neste processo, o professor verifica se ocorreu ou não a aprendizagem correta dos significados e para isso, algumas ferramentas podem ser utilizadas, como, por exemplo, o “V” epistemológico desenvolvido por Gowin.

Essa ferramenta realiza uma avaliação educativa heurística que leva o estudante a uma reflexão sobre o conteúdo ensinado. Tem como ferramentas embrionárias, se

assim podem ser chamadas, cinco questões que devem ser postas para análise da produção do conhecimento:

1) Qual(is) a(s) questão(ões)-foco? 2) Quais os conceitos-chave? (Qual a estrutura conceitual?) 3) Qual(is) o(s) método(s) usado(s) para responder à(s) questão(ões)-foco? (Qual a sequência de passos?) 4) Quais as asserções de conhecimento? (Qual o conhecimento produzido?) 5) Quais as asserções de valor? (Qual o valor do conhecimento produzido?) (Gowin, 1981 p. 88).

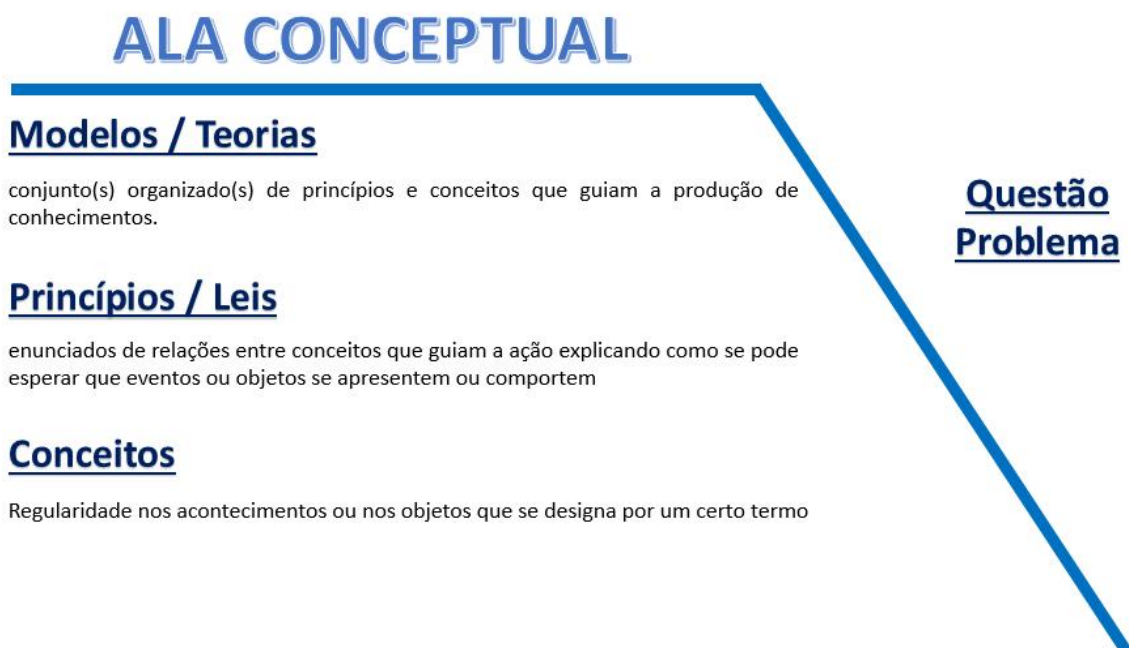
Gowin acreditava que toda a pesquisa deveria ter sentido teórico e metodológico, pois para ele o sentido teórico de uma pesquisa deveria considerar conceitos, sistemas de conceitos, construções, modelos e teorias, que necessitavam de uma metodologia para alcançar o conhecimento (Gowin, 1970).

Deste modo, o chamado “V” de Gowin (também conhecido por Diagrama em V, Vê epistemológico, Vê do conhecimento, Vê heurístico), é assim designado por tentar mostrar que o conhecimento humano é produzido e construído ao fazer uma análise integrada das partes essenciais do processo de produção do conhecimento (domínio conceitual e domínio metodológico) e como essas relacionam-se (Gowin & Alvarez, 2005).

No centro do “V” está a questão que impulsiona o conhecimento, indicando o fenômeno a ser estudado. Encontra-se no centro por pertencer tanto ao domínio conceitual quanto ao metodológico e será respondida segundo as informações presentes nos dois lados do “V”.

O lado esquerdo do “V” é o chamado domínio (ou ala) conceitual no qual aparecem os conceitos, os princípios, as leis, os modelos e as teorias que envolvem o conhecimento; é o que podemos considerar ser tudo o que corresponde ao “pensar” sobre o objeto ou fenômeno que será estudado (figura 12).

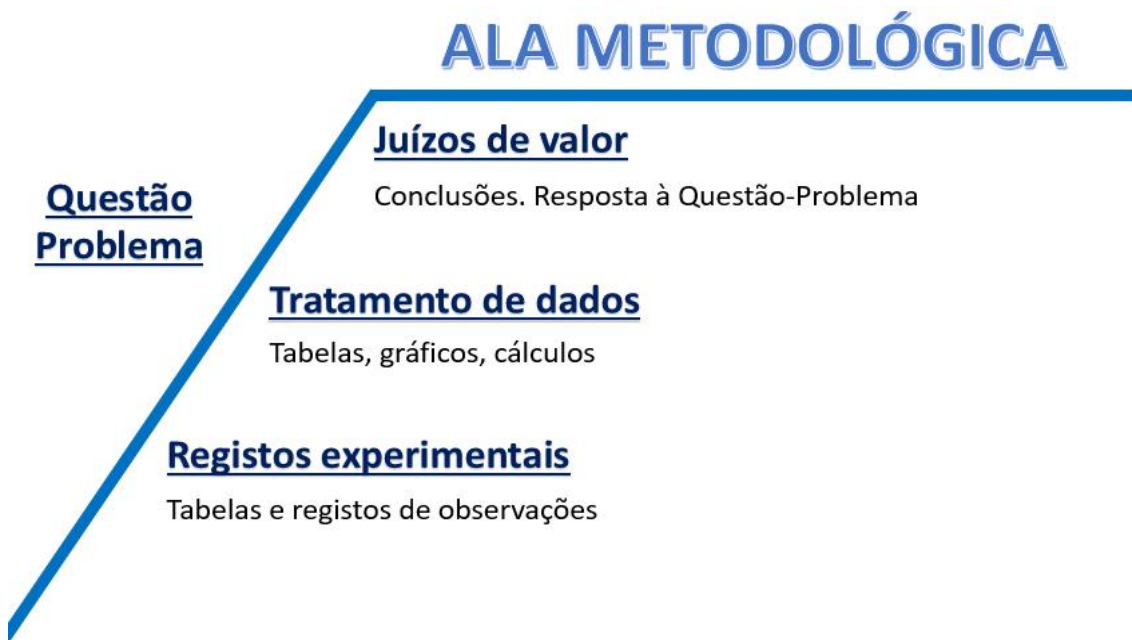
Figura 12 - Lado esquerdo do "V" de Gowin



Nota: (adaptado de Moreira, 2007).

Descrição: A imagem exibe o lado esquerdo do 'V de Gowin', na parte superior está a inscrição 'Ala Conceitual', onde estão listados os seguintes itens: "Modelos/Teorias - Conjunto(s) organizado(s) de princípios e conceitos que orientam a produção de conhecimento"; "Princípio/Leis - Enunciado de relações entre conceitos que guiam a ação, explicando como podemos esperar que eventos ou objetos se apresentem ou comportem"; e "Conceitos - Regularidades nos acontecimentos ou objetos, designados por um termo específico."

O lado direito é o chamado domínio (ou ala) metodológico em que encontramos o registo e tratamento de dados (tabelas, gráficos, transcrições, observações, etc.) e a produção do conhecimento por intermédio de juízo de valores. O domínio metodológico é caracterizado como o "fazer" na produção do conhecimento, guiado pelo lado esquerdo, ou seja, pelo domínio conceitual (figura 13).

Figura 13 - Lado direito do “V” de Gowin

Nota: (adaptado de Moreira, 2007).

Descrição: A imagem exhibe o lado direito do 'V de Gowin', na parte superior está a inscrição 'Ala Conceitual', onde estão listados os seguintes itens: "Juízos de valor - Conclusões. Resposta à Questão-Problema"; "Tratamento de dados - Tabelas, gráficos, cálculos"; e "Registos experimentais - Tabelas e registos de observações."

O “V” epistemológico de Gowin, ferramenta também amplamente discutida e analisada por Novak, representa a estrutura do conhecimento dos estudantes e os elementos epistemológicos presentes na construção desse conhecimento, ao enfatizar o próprio ser humano. Portanto, “os mapas de conceitos e o “Vê” heurístico afiguram-se como duas ferramentas úteis para ajudar os estudantes a reflectir sobre a estrutura do conhecimento e sobre o processo de produção do conhecimento, isto é, sobre o metaconhecimento” (Novak & Gowin, 1984, p. 24).

A avaliação da aprendizagem deve procurar evidências de aprendizagens significativas, além de ser importante para auxiliar os estudantes, segundo Novak e Gowin (1984) a “reconhecer a grande capacidade que possuem para dar sentido aos acontecimentos ou objectos que constituem a sua experiência no mundo” (p. 109), ou seja, fazem os estudantes utilizar melhor o seu próprio potencial. Portanto, é importante que o professor utilize diferentes métodos de avaliação e é nesse contexto que tanto os mapas conceituais como o “V” de Gowin são considerados por Novak boas alternativas.

O “V” de Gowin também é utilizado como uma ferramenta avaliativa, por auxiliar no estabelecimento de critérios valorativos, dado que os elementos conceptuais e metodológicos que constituem o “V” são importantes para a construção do

conhecimento. Portanto, essa ferramenta mostra ao professor como os conceitos (pensamentos) e os métodos (ações) foram construídos e serviram de base para o estudante responder à questão central proposta. Deste modo, o professor consegue avaliar todo o processo de construção da resposta para a criação de novos conhecimentos.

As possibilidades criadas pelo “V” de Gowin fazem com que ele seja usado como uma boa ferramenta e estratégia de ensino nas aulas práticas de Biologia, Física, Química e em outras áreas do conhecimento (Machado & Gomes, 2001; Soares et al, 2017, Trabach & Ferracioli, 2020). Segundo Moreira (2007):

O diagrama V é também muito útil no ensino de laboratório: por um lado, o professor pode fazer um desses diagramas para um experimento que o estudante irá realizar, a fim de analisar o potencial do experimento para a aprendizagem do estudante e este, por outro lado, ao final do experimento, ao invés de um relatório poderá construir um Vê. O diagrama V do professor se constitui em uma análise do currículo (objetivos pretendidos de aprendizagem) e o do estudante em instrumento de avaliação. (p.7)

Em termos de ferramenta avaliativa, os mapas conceituais permitem ao professor atribuir uma escala de pontuação, muito utilizada no cenário educacional, a partir da avaliação das três principais ideias da teoria de Ausubel: estrutura hierárquica, diferenciação progressiva e reconciliação integradora. Essas ideias podem ser avaliadas a partir de um percentual de pontuação obtido num mapa conceitual de referência realizado pelo professor. Os estudantes podem construir mapas melhores do que o de referência e receberem a pontuação máxima sempre que isso ocorra (Novak & Gowin, 1984).

2.4.3. A teoria crítica de Moreira

Apesar dos investigadores anteriormente citados serem os idealizadores de elementos importantes, a popularização da Teoria da Aprendizagem Significativa nos últimos anos deve-se pelos trabalhos do físico e investigador brasileiro Marco Antônio Moreira. que ao longo dos seus anos de investigação sobre o processo de ensino e aprendizagem, reconheceu que os princípios propostos por Ausubel facilitam a aprendizagem significativa: a diferenciação progressiva, a reconciliação integradora, a organização sequencial e a consolidação dos conhecimentos. Além disso, defende que as ferramentas e estratégias que podem facilitar essa aprendizagem, como

propostas por Ausubel, Novak e Gowin, são os organizadores avançados (chamados por ele de organizadores prévios), os mapas conceituais e o “V” de Gowin (mais comumente chamado por ele de Diagrama V).

A grande contribuição de Moreira ao modelo por ele defendido é a necessidade de pensar a aprendizagem como subversiva, ou seja, o estudante deve ter uma “postura crítica, como estratégia de sobrevivência na sociedade contemporânea” (Moreira, 2000, p.4) questionando o modelo educacional vigente e se ele é útil para suas aspirações como cidadão. Segundo Moreira (2010):

há muito que sabemos que é o estudante que decide se quer aprender significativamente ou não. Por que então insistir em um ensino centrado no professor, distante do estudante, e nele depositar, ou despejar, conhecimentos? É uma ilusão pensar que isso funciona. Ou é uma intenção para que não funcione. (p. 5)

Por esse motivo propõe a Teoria da aprendizagem significativa crítica, que também tem como influenciadores os autores Postman e Weingartner. Conforme Moreira (2000):

A escola, por exemplo, ainda transmite a ilusão da certeza, mas procura atualizar-se tecnologicamente, competir com outros mecanismos de difusão da informação e, talvez não abertamente, ou inadvertidamente, preparar o estudante para a sociedade do consumo, para o mercado, para a globalização. Tudo fora de foco. (p. 4)

Sendo assim, se o estudante tiver uma aprendizagem crítica, saberá se estabelecer e lidar com todas as mudanças rápidas e drásticas que a sociedade enfrenta atualmente por exigir uma educação que lhe sirva e não ao contrário, ou seja, a Teoria de Moreira baseia-se numa “perspectiva que permite ao sujeito fazer parte da sua cultura e, ao mesmo tempo, estar fora dela” (Moreira, 2000, p.7). É nesse contexto que ele propõe onze princípios facilitadores do ensino para que a aprendizagem dos estudantes seja crítica, tendo implicações na organização, na mediação e na natureza epistemológica (figura 14).

Figura 14 - Os princípios facilitadores do ensino têm implicações na organização, na mediação e na natureza epistemológica



Nota: (adaptado de Moreira, 2007).

Descrição: A imagem apresenta quatro retângulos coloridos dispostos em três níveis. No nível superior, um retângulo verde contém o texto 'Organização'. No nível intermediário, um retângulo laranja exibe 'Princípios Facilitadores do Ensino'. A partir deste retângulo, duas linhas conectam-se a outros dois retângulos: um azul com 'Mediação' escrito e um verde com 'Natureza epistemológica'.

Os onze princípios facilitadores do ensino, segundo a Teoria da aprendizagem significativa crítica, são (Moreira, 2000):

1. **Princípio do conhecimento prévio.** Aprendemos a partir do que já sabemos: o conhecimento pré-existente dos estudantes servirá de alicerce para os novos conhecimentos.
2. **Princípio da interação social e do questionamento.** Ensinar/aprender perguntas ao invés de respostas: os estudantes devem ser estimulados por intermédio de questionamentos e não de respostas prontas.
3. **Princípio da não centralidade do livro de texto.** Do uso de documentos, artigos e outros materiais educativos. Da diversidade de materiais instrucionais: defende a não utilização de um manual ou material único que auxilie a aprendizagem.
4. **Princípio do aprendiz como perceptor/representador:** o estudante deve conseguir representar tudo o que percebe, o que lhe foi ensinado.

5. **Princípio do conhecimento como linguagem:** o conhecimento é apresentado, aceito, negociado e compartilhado por intermédio da linguagem, ou seja, tudo o que é chamado conhecimento, é uma linguagem.
6. **Princípio da consciência semântica:** os significados estão nas pessoas e não nas palavras por elas representadas e temos que ter consciência disso.
7. **Princípio da aprendizagem pelo erro:** ao longo da vida humana podemos dizer que aprendemos quando erramos e o estudante deve ser levado a entender que errar é normal e o aprendizado ocorre quando conseguimos corrigir os erros por nós cometidos.
8. **Princípio da desaprendizagem:** em algumas situações os conhecimentos pré-existentes dos estudantes podem funcionar como um obstáculo epistemológico para a sua aprendizagem e por isso a necessidade da desaprendizagem. Além disso, essa capacidade de desconstruir um conhecimento para o reconstruir como nova aprendizagem, pode ser de extrema importância num mundo em constante mudança.
9. **Princípio da incerteza do conhecimento:** o conhecimento humano deve ser compreendido como incerto, por serem construídos por intermédio das definições, perguntas e metáforas que o ser humano propõe e por esse motivo esse conhecimento pode sempre evoluir.
10. **Princípio da não utilização do quadro-de-giz.** Da participação ativa do estudante. Da diversidade de estratégias de ensino: mais do que nunca, os dias de hoje proporcionam uma série de estratégias e materiais, os quais diversificam o ensino e facilitam ainda mais a aprendizagem dos estudantes, que devem ser utilizados de forma que facilitem a participação ativa deles.
11. **Princípio do abandono da narrativa.** De deixar o estudante falar: o ensino ainda é muitas vezes baseado em aulas explicativas, onde o professor tem maior poder de fala do que o estudante e isso deve ser abandonado, dado que os estudantes obtêm uma maior consolidação na aquisição de conhecimentos, se tiverem uma aprendizagem mais ativa.

Esses princípios facilitadores propostos por Moreira vão ao encontro do que já foi discutido no capítulo sobre inclusão, visto que corroboram para que diferentes estratégias e materiais sejam utilizados em sala de aula para facilitar a aprendizagem dos estudantes, tornando o ensino mais ativo e inclusivo.

3. O projeto VLAB-FIS

3.1. Uma visão geral do Projeto VLAB-FIS

Na nova sociedade do século XXI, os jovens convivem com um mundo onde (quase) tudo está mais automatizado e mais rápido, pois a informática, o mundo virtual e a realidade aumentada invadem o cotidiano das pessoas. Neste contexto, a escola deve adaptar-se à nova realidade e responder como pode à nova geração de estudantes das instituições de ensino. As empresas responsáveis por desenvolver os manuais escolares acompanham esta tendência e lançam recursos que aliam plataformas contendo simulações, aplicações e vídeos temáticos às tradicionais edições em papel.

Na ânsia de atrair consumidores aparece a ideia de tudo fornecer, buscando suprir a necessidade daqueles que acessam as plataformas, disponibilizando experiências integrais, com vídeos que fornecem a execução completa das atividades laboratoriais. É possível que estes recursos facilitem o estudo no momento de uso, mas elas subvertem o processo educativo na vertente experimental por não permitir que os estudantes reflitam sobre as suas práticas e sejam autônomos na sua aprendizagem. A leitura, por exemplo, parte importante na preparação dos estudantes para prática laboratorial, perde-se nesse processo.

Todavia, em geral, devido a uma grande mudança nos atuais meios de comunicação, os estudantes têm muita relutância em ler porque tal tarefa consome tempo; e na sociedade atual em que tudo parece acontecer muito rapidamente, essa atividade parece pouco produtiva aos olhos dos estudantes. No entanto, é sabido da necessidade de compreensão de certos conteúdos, principalmente em ciências, e há que se encontrar formas de motivar o estudante. Torna-se, assim, fundamental delinear estratégias e recursos para o estudante adquirir uma visão (ainda que sucinta) sobre um dado conhecimento, que depois o incentive a decidir investir nele.

Neste contexto, foi desenvolvido o projeto VLAB-FIS (acrônimo de Virtual/Vídeo Laboratório em Física), em 2018, que apresenta propostas de sequências didáticas para a componente experimental de Física, tendo como base a disciplina de Física e Química A do ensino secundário português. O projeto baseia-se na utilização de vídeos introdutórios das experiências, gravação vídeos de partes da execução experimental, quizzes, simulações e técnicas de análise de vídeo, que visam orientar e contribuir com a aprendizagem dos conceitos de física trabalhados nas aulas de cunho laboratorial.

A utilização dos recursos mencionados tem como ideia central permitir que os estudantes complementem as atividades laboratoriais virtualmente, uma vez que os REDs mostram-se eficazes no processo de ensino-aprendizagem e minimizam os efeitos contrários à inclusão (Rodrigues & Teixeira, 2006). Um exemplo disso são os estudantes com mobilidade reduzida, uma vez que para eles as atividades laboratoriais demandam controle motor que, dependendo do indivíduo, podem não ser possíveis de realizar e criam situações de desmotivação. Outro exemplo são os estudantes doentes que por via disso não se podem deslocar ao laboratório para realizar as atividades experimentais propostas pelo professor.

Em resumo, a metodologia de utilização do VLAB-FIS apoia-se na diferenciação pedagógica nas aulas laboratoriais a partir da utilização de computador, quadro, material de registo e materiais laboratoriais específicos para a realização de cada uma das atividades previstas, na componente de Física das aulas de trabalho prático-laboratorial do curso humanístico-científico dos 10º e 11º anos (tabela 3.1). As etapas de aplicação do VLAB-FIS passam pela:

- **Preparação:** visualização do vídeo introdutório e exploração do respectivo roteiro de exploração;
- **Avaliação da preparação:** realização de um quiz, com utilização da plataforma *Kahoot!*, nos minutos iniciais da aula;
- **Testagem:** montagem e exploração da atividade real e virtual;
- **Recolha de dados:** realização da atividade real e virtual;
- **Análise dos dados:** utilização de ferramentas específicas (calculadora gráfica, *excel*, programa de análise de vídeo (*Tracker*), ...);
- **Conclusões:** resposta à questão problema;
- **Comunicação:** construção do “V” de Gowin que deve ser analisado pelo professor como um relatório simplificado.

Tabela 3 - Atividades experimentais do programa de Física e Química A, na componente de Física do currículo escolar português e os seus objetivos gerais

ANO	ATIVIDADE LABORATORIAL	OBJETIVO
10º	AL 1.1 Movimento num plano inclinado	Estabelecer a relação entre a variação da energia cinética e a distância percorrida num

	plano inclinado; utilizar processos de medição e de tratamento estatístico de dados.
AL 1.2 Movimento vertical de queda e de ressalto de uma bola	Investigar, com base em considerações energéticas (transformações e transferências de energia), o movimento vertical de queda e de ressalto de uma bola.
AL 2.1 Características de uma pilha	Determinar as características de uma pilha a partir do seu comportamento num circuito elétrico.
AL 3.1. Radiação e potência elétrica de um painel fotovoltaico	Investigar a influência do ângulo de incidência da radiação e da resistência do circuito elétrico no rendimento de um painel fotovoltaico.
AL 3.2 Capacidade térmica mássica	Determinar a capacidade térmica mássica de um material.
AL 3.3 Balanço energético num sistema termodinâmico	Estabelecer balanços energéticos e determinar a variação de entalpia de fusão do gelo./
A.L. 1.1 - Queda livre: força gravítica e aceleração da gravidade	Determinar a aceleração da gravidade num movimento de queda livre e investigar se ela depende da massa dos corpos.
A.L. 1.2 – Forças nos movimentos retilíneos acelerado e uniforme	Identificar as forças que atuam sobre um corpo que se move em linha reta num plano horizontal e investigar o seu movimento quando a resultante das forças é nula ou não nula.
11º A.L. 1.3 – Movimento uniformemente retardado: velocidade e deslocamento	Relacionar a velocidade e o deslocamento de um corpo num movimento uniformemente retardado. Determinar a aceleração e a resultante das forças de atrito.
A.L. 2.1 — Características do som	Investigar características de um som (frequência, intensidade, comprimento de onda, timbre) a partir da observação de sinais elétricos resultantes da conversão de sinais sonoros.

AL 2.2 — Velocidade de propagação do som	Determinar a velocidade de propagação de um sinal sonoro.
AL 3.1 — Ondas: absorção, reflexão, refração e reflexão total	Investigar os fenômenos de absorção, reflexão, refração e reflexão total, determinar o índice de refração de um meio em relação ao ar e identificar o ângulo crítico.
AL 3.2 — Comprimento de onda e difração	Investigar o fenômeno da difração. Determinar o comprimento de onda da luz de um laser.

Nota: (MEC, 2014)

3.2. A construção da versão final do projeto

A primeira etapa da construção do projeto foi compreender melhor as dificuldades impostas aos indivíduos com NEE ao longo da sua formação. Considerando fundamental o respeito ao lema “Nada sobre nós sem nós”⁴⁰, foram realizados dois encontros com um estudante com paralisia cerebral que à época estava matriculado no primeiro ano de um curso na Universidade do Porto.

No primeiro encontro com esse estudante, iniciamos a nossa conversa sobre a temática do projeto, apresentando-lhe os objetivos e solicitando sugestões que tornassem as atividades laboratoriais as mais adaptadas possível. Durante o período em que trocamos informações, o estudante relatou ter interesse em ingressar nas áreas de biologia ou química, contudo desistiu da ideia por não lhe ter sido dada a oportunidade de realizar as aulas de laboratório dado o seu grau de dificuldade motora na montagem dos experimentos. Por esse motivo, enveredou para uma área onde não havia atividades laboratoriais. Todavia, mesmo na sua área, teve que optar por ramos nos quais a sua capacidade motora não o limitasse.

Conversando sobre a importância da adaptação dos materiais para estudantes com deficiência motora, ele relatou que teve muitas dificuldades no ensino secundário por estar no curso científico-humanístico, pois tinha muitas aulas laboratoriais nas quais ele era um elemento passivo, colaborando mais com a observação e realização dos relatórios do que com a execução da experiência. Disse-nos que se os laboratórios de biologia ou química fossem à época adaptados, teria optado por uma dessas áreas e não pela que cursava.

⁴⁰ Participação ativa das pessoas com deficiência nos processos que lhes dizem respeito.

Portanto, essa discussão mostrou a importância central que o projeto VLAB-FIS podia ter na formação científica e nas escolhas para o futuro, de jovens com deficiência motora. Durante a conversa foi perceptível como as tecnologias podem contribuir significativamente para as aulas, não restringindo os estudantes em questões de aprendizagem, apesar das limitações que a própria deficiência já estabelece. Assim, esse primeiro encontro permitiu perceber e confirmar que desenvolver estratégias baseadas em recursos educativos digitais pode diminuir as diferenças e fazer com que os estudantes se sintam mais incluídos nas aulas.

O segundo encontro com o mesmo estudante, ocorreu quando alguns materiais do projeto já estavam finalizados, permitindo apresentar os vídeos introdutórios, vídeos de partes da execução experimental, as simulações e os respectivos roteiros de exploração. Durante esse período conversamos sobre a ideia de que todos os/as estudantes devem fazer as atividades laboratoriais, sejam elas reais ou virtuais, para que nenhum deles se sinta sujeito passivo nas aulas. O estudante fez considerações pertinentes para melhorar o projeto em diversos aspectos práticos dos recursos, contribuindo no sentido de permitir que os materiais desenvolvidos evidenciassem a ideia da inclusão e não apenas de integração, como, por exemplo, a utilização de editores de texto para o registo dos dados coletados e não os cadernos laboratoriais.

Após os encontros com o estudante, a etapa seguinte foi a da validação para uma possível utilização dos recursos do projeto em aula. Para isso, o mesmo foi apresentado aos professores de duas turmas do 11º ano da Escola secundária Carolina Michaelis, localizada na Zona Central do Porto. A escolha por essa instituição ocorreu pela sua localização, por sabermos que estudantes de diferentes regiões da cidade a frequentavam e assim estabelecer uma ideia de heterogeneidade populacional, e também pelo fato dos atores escolares (professores e estudantes) se mostrarem interessados em realizar as atividades propostas.

Na primeira aula para a validação de um dos recursos, realizou-se a atividade laboratorial sobre movimento uniformemente retardado. Nas quatro turmas observou-se que, apesar das dificuldades por parte da professora e dos estudantes relativamente à exploração da simulação e à manipulação do *software Tracker*, o primeiro contacto com os recursos foi proveitoso e trouxe um ponto interessante para a melhoria do projeto. Percebeu-se ainda que poucos estudantes faziam as explorações do vídeo introdutório em casa, sendo esse um dos objetivos chave do projeto que iria permitir a preparação prévia dos estudantes para a atividade prática e assim ganhar tempo na aula laboratorial.

Deste modo, para estimular os estudantes à visualização do vídeo introdutório e respetiva exploração em casa, mais um recurso foi desenvolvido e incorporado ao projeto: os quizzes. Nesse sentido, foram criados quizzes na plataforma *Kahoot!* para cada vídeo introdutório, cada um com cinco questões sobre o conteúdo, que foram aplicados nos primeiros minutos da aula laboratorial. O intuito dessa ferramenta foi permitir que os estudantes se sentissem mais motivados e estimulados a serem autores do próprio conhecimento, além de facilitar aos professores a avaliação da preparação prévia dos estudantes para a aula laboratorial.

Na aula laboratorial seguinte, com a atividade sobre as características do som, o respectivo *Kahoot!* já estava criado e iniciou-se a aula com a realização dessa avaliação (figura 15). Os estudantes estavam divididos em 4 grupos, dos quais 3 grupos acertaram 4 das 5 questões e apenas um grupo acertou 3 das 5 questões. Esse fato mostrou que, como os estudantes sabiam que seriam avaliados sobre se tinham visionado (ou não) o vídeo introdutório em casa, então a grande maioria preparou-se previamente. Além disso, foi notória a grande motivação dos estudantes para participarem da avaliação realizada com o *Kahoot!*, apesar de já conhecerem a plataforma. Sentiram, assim, que o esforço de ver o vídeo previamente à aula laboratorial foi compensado.

Figura 15 - Fotografia de estudantes realizando o *Kahoot!* de uma das atividades do VLAB-FIS.



Nota: (Acervo dos autores).

Descrição: A imagem retrata uma sala onde estudantes não estão identificados, visto que a foto captura apenas suas costas. Eles estão organizados em grupos de três, sentados. Ao fundo, encontra-se uma pesquisadora em pé diante de um quadro no qual estão projetadas perguntas do jogo '*Kahoot!*'.

Na segunda parte da aula, como na escola só havia material completo para um grupo realizar a experiência, enquanto um grupo realizava-a fisicamente, os outros faziam a experiência virtual por meio de uma simulação. Neste particular, observou-se que os estudantes mostraram-se mais autônomos e mais à vontade com a utilização do osciloscópio virtual e com a simulação. Alguns disseram que utilizar o osciloscópio virtual foi divertido porque conseguiram explorar ainda mais o instrumento por ser simples de manusear. Ao fim da aula, todos os grupos haviam feito e explorado a atividade laboratorial, tanto de forma física como virtualmente. Esse fato levou-nos a mais um resultado importante, pois com a falta de equipamento nas escolas, o projeto poderia contribuir efetivamente para a aprendizagem dos estudantes e proporcionar uma otimização do tempo das aulas laboratoriais, diversificando a utilização dos recursos na própria aula.

Durante todo o processo relatado anteriormente, constatamos que alguns recursos precisaram ser incorporados (como o *Kahoot!*), outros modificados e melhorados de maneira a otimizar a sua implementação, dentro e fora do laboratório. Por esse fato, os encontros iniciais com o estudante com NEE da Universidade do Porto e a utilização dos recursos inicialmente desenvolvidos no projeto, foram de substancial importância para a definição de como os materiais do VLAB-FIS seriam apresentados na sua forma final, como será apresentado nas secções seguintes.

3.3. Recursos educativos utilizados no projeto VLAB-FIS

Todos os materiais do projeto VLAB-FIS foram desenvolvidos numa perspectiva de privilegiar a teoria da aprendizagem significativa. Deste modo, os vídeos introdutórios, com os seus respectivos roteiros de exploração, são recursos apresentados aos estudantes que servem como “pontes cognitivas” entre os conceitos por eles conhecidos e o que deverá ser aprendido na próxima aula laboratorial. Estes são os chamados organizadores prévios referidos por Ausubel, que servem para “preencher o hiato entre o que o aprendiz já sabe e o que ele precisa saber antes que possa aprender, com sucesso, a tarefa com que se defronta” (Ausubel, 1968, p. 148).

As simulações e as análises dos vídeos são materiais que facilitam a aprendizagem dos estudantes mesmo depois que estes saem do laboratório e para os estudantes com deficiência motora, estas são ferramentas fundamentais para que a aprendizagem dos conceitos físicos seja significativa. Por serem ferramentas encontradas no cotidiano dos estudantes, podem ser facilmente relacionáveis à

estrutura cognitiva, segundo apresentado nos estudos de Ausubel e Novak (Moreira, 2017).

Na etapa final, para organizarem os seus conhecimentos e sintetizarem a aprendizagem realizada com a utilização dos recursos educativos do projeto, os estudantes são incentivados a escrever um relatório da atividade experimental em forma de Vê de Gowin semipreenchido. Esse procedimento é um elemento fundamental no processo educativo na perspectiva integradora da aprendizagem significativa, ao estabelecer o fortalecimento dos aspectos enfatizados por Novak e Gowin: a tríade Professor — estudantes — Materiais educativos.

Após fornecer uma visão geral do projeto e a sua relação com a teoria da aprendizagem significativa, nesta seção serão apresentadas, detalhadamente, todos os recursos desenvolvidos ou adaptados para o projeto.

3.3.1. Vídeos Introdutórios

O trabalho teve uma primeira fase de desenvolvimento de vídeos, para cada uma das atividades laboratoriais previstas nos programas do 10º e do 11º ano da componente de Física (figura 16). Esses recursos, nomeados “vídeo introdutório”, são de curta duração, possuindo no máximo 4 minutos, e apresentam uma atividade experimental específica. Esse vídeo fornece pormenores relevantes sobre a experiência a realizar no laboratório, mas sem que seja visualizada a execução em si com valores experimentais. Os vídeos não são uma filmagem completa da atividade, pois não fornecem dados experimentais, apenas dão uma visão concreta e real dos procedimentos experimentais e aspectos conceituais, ou seja, dão uma visão panorâmica da experiência a ser executada.

O objetivo desse recurso é tornar o estudante capaz de discutir a atividade e o respectivo roteiro de exploração com os colegas e com o professor, sobre a execução da atividade experimental que será realizada posteriormente. A opção por vídeos se dá pela familiaridade dos jovens da chamada Geração Z (Novaes et al., 2016), com essas ferramentas, como já discutido no Capítulo 1, e também porque os vídeos são um elemento de comunicação alternativa na exposição de conteúdos de cunho experimental, visando melhorar o desempenho e aprendizagem relativamente à Física envolvida por detrás dos experimentos a realizar.

Figura 16 - Sequência de imagens de um vídeo introdutório.



Nota: (VLAB-FIS, 2018).

Descrição: A imagem é dividida em quatro partes que representam diferentes elementos do vídeo introdutório: (1) na parte superior esquerda, há um fundo branco com o título do vídeo escrito em letras pretas: 'Queda livre'; (2) na parte superior direita, parte dos equipamentos usados preenche o fundo enquanto a palavra 'Questão-Problema' é exibida; (3) na parte inferior direita, uma cena da atividade é representada; (4) na parte inferior esquerda, encontra-se a reprodução da 'imagem 13' da tese, que está relacionada com a parte direita do 'V de Gowin'."

Cada um dos vídeos introdutórios do projeto VLAB-FIS foi construído numa abordagem de conteúdo de ensino de forma direta, sendo constituídos pelas seguintes secções:

- **Introdução** — mostra o nome da atividade, a Questão-Problema e o material necessário à realização experimental.
- **Procedimento Experimental** — são fornecidos os aspectos mais relevantes a ter em atenção na execução da atividade, tais como o equipamento, instrumentos e medições necessárias. É também revelada alguma informação importante sobre a montagem experimental e respetiva execução prática, com vista à obtenção de dados experimentais, o seu tratamento e a resposta à Questão-Problema.
- **Detalhes a reter** — identifica pormenores importantes que devem ser considerados na execução da experiência, tendo em consideração a técnica utilizada. Muitas vezes, os estudantes não se apercebem destes detalhes pela simples leitura do roteiro de exploração da experiência e por causa disso, os resultados da experiência tornam-se difíceis de interpretar. Nesta seção, são

também apontados os procedimentos essenciais a ter em conta para potenciar a realização experimental.

- Em Conclusão — é feita uma súmula da atividade experimental. Aqui são destacados os aspectos principais da experiência e o que se aprenderá com ela, para o estudante poder refletir criticamente aquando da discussão, realização e interpretação dos resultados da atividade.
- Enquadramento Teórico-Experimental — nesta última seção, pretende-se que o estudante ganhe consciência de que a experiência que realizará tem um fim educativo bem definido (não é apenas mais uma atividade) e se enquadra num conteúdo e sequência de aprendizagem. Esse propósito é apresentado na forma de um “V” epistemológico de Gowin semipreenchido. O objetivo do uso desta ferramenta educativa é enquadrar a ala conceptual com a ala metodológica, de modo a dar uma resposta à Questão-Problema emergente da atividade. O fato de o “V” estar parcialmente preenchido não retira qualidade à intervenção do estudante, pois este tem sempre que refletir sobre os aspectos mais relevantes da atividade (conceitos envolvidos, procedimentos relevantes, registo e análise de dados, conclusões da atividade e resposta à questão-problema). O “V” constitui ainda uma versão simplificada de relatório, uma alternativa mais leve, mas igualmente formativa, do relatório tradicional.

Cada vídeo introdutório das atividades do 10º ano e 11º ano na componente de Física é acompanhado de um roteiro de exploração, composto de questões para serem respondidas logo após a análise de cada um dos vídeos. Tal dará um suporte importante para os estudantes responderem à Questão-Problema de cada trabalho prático-laboratorial e, assim, estarem mais bem preparados para a realização da atividade experimental. Os roteiros de exploração dos respectivos vídeos, são compostos por questões/indicações distribuídas por cinco tópicos, na modalidade de *inquiry*, cujas respostas devem ser anotadas no caderno de laboratório do estudante. Eles possuem os seguintes elementos:

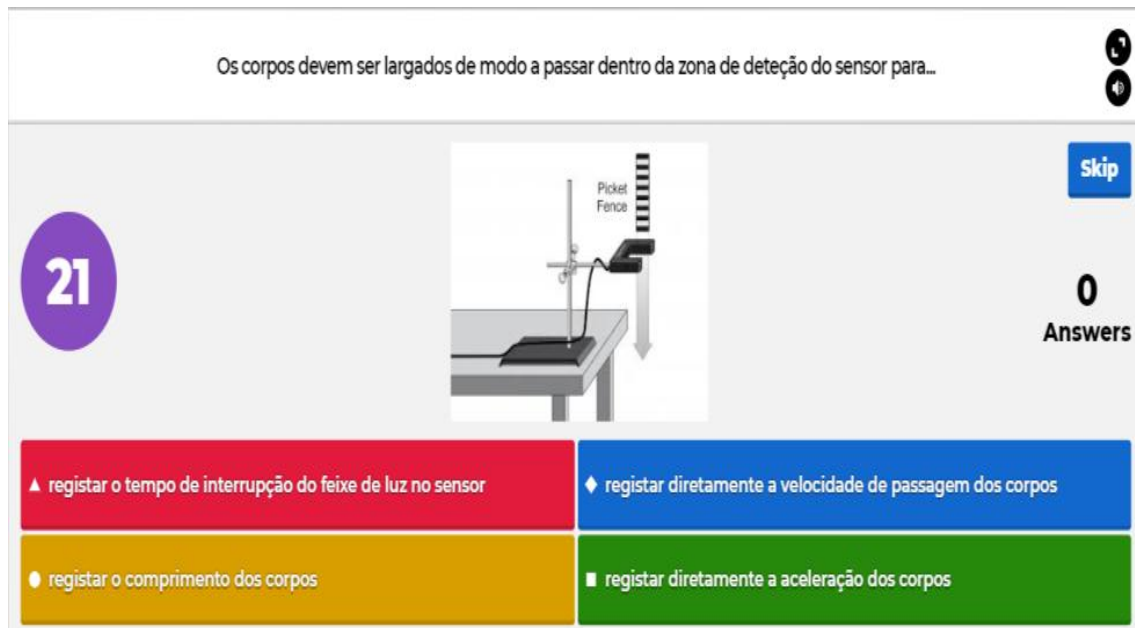
- Observação do vídeo na sua totalidade — Pretende-se que os estudantes retirem do vídeo introdutório as principais ideias da experiência (incluindo a Questão-Problema e o material necessário à montagem experimental) e anatem também os detalhes fornecidos para a execução da atividade.

- Análise conceptual da atividade experimental — Pretende-se que os estudantes identifiquem os conceitos envolvidos e expliquem cientificamente, segundo o seu conhecimento teórico, as situações que lhes são apresentadas.
- Preparação do roteiro da atividade experimental — Com base no vídeo, os estudantes deverão descrever as etapas da experiência, preparar a recolha de dados experimentais e quais as grandezas que deverão ser medidas e calculadas após a realização da atividade, para que previamente elaborem tabelas que facilitem a recolha desses dados.
- Comparação dos resultados obtidos com as previsões iniciais — Essa análise é importante para o estudante confrontar as suas percepções iniciais com as que adquiriu depois da realização da experiência.
- Construção do relatório simplificado — Utilizando o esquema em forma de “V” no final de cada vídeo introdutório, propõe-se que o estudante complete previamente a ala conceptual e após realizar a atividade no laboratório, preencha a ala metodológica, respondendo à Questão-Problema da atividade.

3.3.2. Kahoot!

Na segunda etapa da criação de recursos educativos, foram elaborados e testados métodos alternativos para avaliar se os estudantes se haviam preparado de maneira adequada para a atividade que iriam realizar (ou seja, assistir ao vídeo introdutório). Optou-se, então, pelo uso da plataforma “Kahoot!”, desenvolvida para uso educacional, que pode ser acessada por *smartphones*, computadores e tablets. Baseado nos princípios da gamificação, este recurso tem um potencial intrínseco de motivar os estudantes para um envolvimento ativo em todo o processo de avaliação, tornando-o assim menos tenso, porém mais divertido, dinâmico e atraente (Corrêa e Silva et al., 2017).

Foram construídos treze quizzes nessa plataforma, cada um composto por um conjunto de cinco perguntas sobre o vídeo introdutório (figura 17), para avaliar a sua visualização pelos estudantes. A ideia é que o professor utilize essas questões (ou outras que considerar igualmente pertinentes) nos minutos iniciais da aula laboratorial, na modalidade de resposta individual, para, em seguida, realizar uma discussão em grande grupo sobre a atividade prática que se irá realizar.

Figura 17 - Captura de ecrã de uma das perguntas do Kahoot!.

Nota: Acervo dos autores.

Descrição: Na parte inferior, quatro retângulos coloridos são exibidos: (1) no canto superior esquerdo, um retângulo vermelho com o texto em branco: 'registrar o tempo de interrupção do feixe de luz no sensor'; (2) no canto superior direito, um retângulo azul com o texto em branco: 'registrar diretamente a velocidade de passagem dos corpos'; (3) no canto inferior direito, um retângulo verde com o texto em branco: 'registrar diretamente a aceleração dos corpos'; e (4) no canto inferior esquerdo, um retângulo laranja com o texto em branco: 'registrar o comprimento dos corpos'.

Um ponto positivo da plataforma *Kahoot!* é que durante a sua utilização os estudantes sabem, depois que todos respondem uma questão, a resposta correta aparece de imediato e ao final do jogo eles podem receber o *feedback* do professor a partir de um relatório gerado automaticamente ao final de cada “jogo” (figura 18). Esse relatório também pode ser utilizado pelo professor para identificar em quais itens os estudantes tiveram mais dificuldades, para compreender se eles estão preparados para poderem trabalhar melhor nas atividades laboratoriais.

Figura 18 - Captura de ecrã de uma parte do relatório do Kahoot!

Todos (5)		Pesquisar	
Pergunta ▼	Tipo ▼	Correto/incorrecto ▼	
1 Que grandeza física irá o sensor medir?	Quiz		80%
2 Que grandezas são medidas diretamente nesta atividade?	Quiz		93%
3 No vídeo, o bloco é largado de quantas posições diferentes?	Quiz		93%
4 O final da calha e o plano horizontal devem estar....	Quiz		100%
5 Que grandeza será calculada a partir da representação gráfica?	Quiz		60%

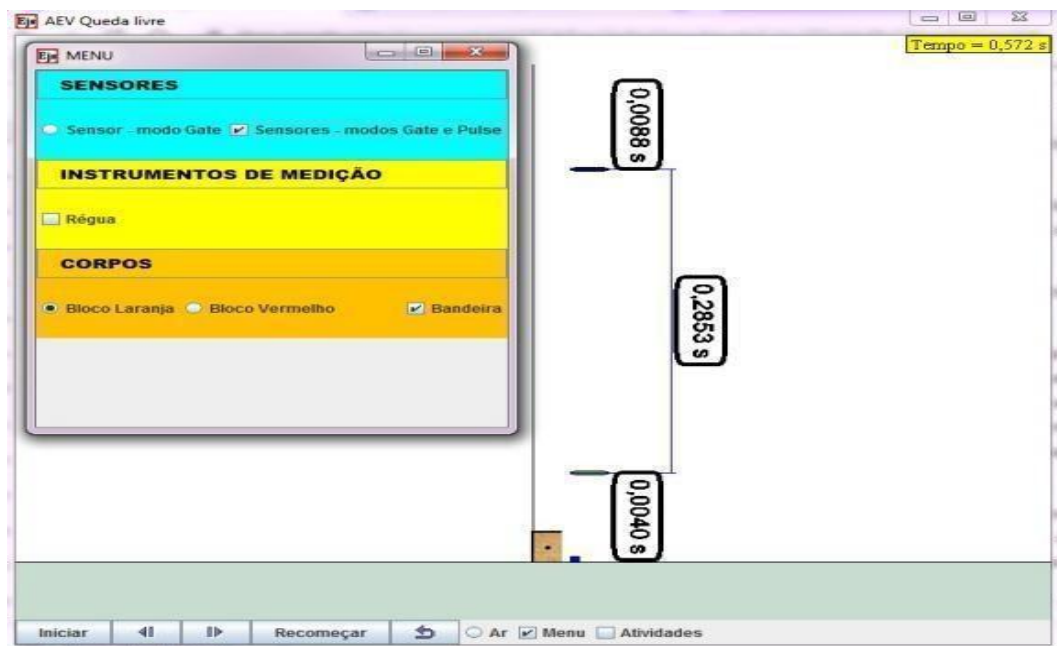
Nota: Acervo dos autores.

Descrição: A captura de ecrã mostra uma parte do relatório do 'Kahoot!' que exibe cinco perguntas, todas caracterizadas como 'Quiz', juntamente com os percentuais de acerto indicados pelas palavras 'correto/incorrecto'. De cima para baixo, as informações são as seguintes: (1) 'Que grandeza física irá o sensor medir?' - 80% de acerto; (2) 'Que grandezas são medidas diretamente nesta atividade?' - 93% de acerto; (3) 'No vídeo, o bloco é largado de quantas posições diferentes?' - 93% de acerto; (4) 'O final da calha e o plano horizontal devem estar...' - 100% de acerto; e (5) 'Que grandeza será calculada a partir da representação gráfica?' - 60% de acerto.

3.3.2. Simulações computacionais

O passo seguinte foi a realização de uma busca por atividades experimentais virtuais que poderiam complementar cada uma das práticas laboratoriais. Algumas já existiam em plataformas referenciadas e puderam ser adaptadas, no entanto, para outras atividades elas não foram encontradas ou não atendiam às necessidades requeridas, pelo que foi necessário o desenvolvimento de simulações específicas para essas situações. No segundo caso mencionado, foram criadas várias simulações diferentes criadas com o uso da plataforma *Easy Java simulation* (figura 19) na modalidade de Atividade Experimental Virtual, ou AEV (Rodrigues & Carvalho, 2022).

Figura 19 - Layout da simulação da atividade experimental virtual da queda livre.



Nota: (Acervo dos autores).

Descrição: A captura de ecrã mostra o layout de uma simulação de atividade experimental virtual sobre queda livre. No lado esquerdo da imagem, há um 'menu' com informações escritas em letras pretas sobre regiões coloridas. Em um fundo azul-claro, estão detalhes sobre 'sensores'. Abaixo, em um fundo amarelo, estão informações sobre 'instrumentos de medição'. Em um fundo laranja, estão dados sobre 'corpos'. No lado direito da imagem, são exibidas três posições diferentes de um objeto em preto e branco em um fundo branco.

Uma simulação computacional, do tipo AEV, que reproduz um fenômeno ou uma experiência, permite a interação entre o utilizador e a máquina e atua como uma atividade de laboratório virtual, por permitir a recolha e análise dos dados, como o tratamento gráfico e a análise estatística dos dados, tal como é realizado numa atividade experimental real. Baseados nessa premissa, foram utilizadas um total de doze simulações, as quais são identificadas na tabela a seguir.

Tabela 4 - Simulações computacionais utilizadas no projeto VLAB-FIS.

SIMULAÇÃO	TÓPICOS	DESENVOLVIDA POR
Kit de Construção de Circuitos: DC	Circuitos simples, circuitos em série e em paralelo e Lei de Ohm.	PhET Interactive Simulations (UCB)
Formas de Energia e Transformações	Conservação de energia, sistemas de energia, transferência de energia e conversão de energia.	PhET Interactive Simulations (UCB)

Capacidade Térmica Mássica	Calor, temperatura, potência elétrica e capacidade térmica mássica.	Physlets - GIEDIF (FCUP)
Calorimetria	Calor, temperatura, conservação de energia, balanços energéticos.	Physlets - GIEDIF (FCUP)
Queda Livre	Deslocamento, velocidade, tempo e aceleração.	GIEDIF (FCUP)
Forças e Movimentos	Aceleração, Força, Leis de Newton e Movimentos.	GIEDIF (FCUP)
Distância de Travagem	Movimentos, velocidade, aceleração e equação de Torricelli.	GIEDIF (FCUP)
<i>Virtual Oscilloscope</i>	Características da onda, som, frequência e comprimento da onda.	Academo
<i>Wave Interference</i>	Ondas, som, comprimento de onda e velocidade da onda.	PhET Interactive Simulations (UCB)
Ondas Sonoras	Ondas, som, comprimento de onda, velocidade de propagação da onda e frequência.	PhET Interactive Simulations (UCB)
Desvio de Luz	Luz, reflexão, refração, reflexão total da luz e Lei de Snell.	PhET Interactive Simulations (UCB)
Difração	Luz, comprimento da onda, interferência e difração.	Physlets - GIEDIF (FCUP)

Esses recursos têm como vantagem possibilitar que os estudantes executem cada atividade laboratorial de maneira virtual, temporalmente antes, durante ou depois das aulas, consoante a opção didática adotada pelo professor. Tal e qual uma experiência real, as simulações fornecem aos estudantes o envolvimento direto de conceitos

físicos com o conhecimento adquirido e proporcionam a visualização, bem como a análise, do fenômeno de diferentes maneiras, tendo a vantagem de a repetir sempre que quiser e quando lhe for mais favorável.

Todo este processo é mediado numa perspectiva de *inquiry* guiado, contendo uma proposta de roteiro de exploração⁴¹ para cada simulação, em que é apresentado aos estudantes uma questão-problema ou um problema para ele encontrar uma solução. Cada roteiro incorpora uma sequência de perguntas/procedimentos para auxiliar o trabalho dos estudantes (individualmente, ou de preferência em grupo) a tirar conclusões próprias, que devem ser debatidas com o professor. Espera-se, assim, que cada um destes recursos seja explorado usando um determinado princípio ou lei física que permita explicar os resultados da atividade realizada (Bell et al., 2005, Banchi & Bell, 2008).

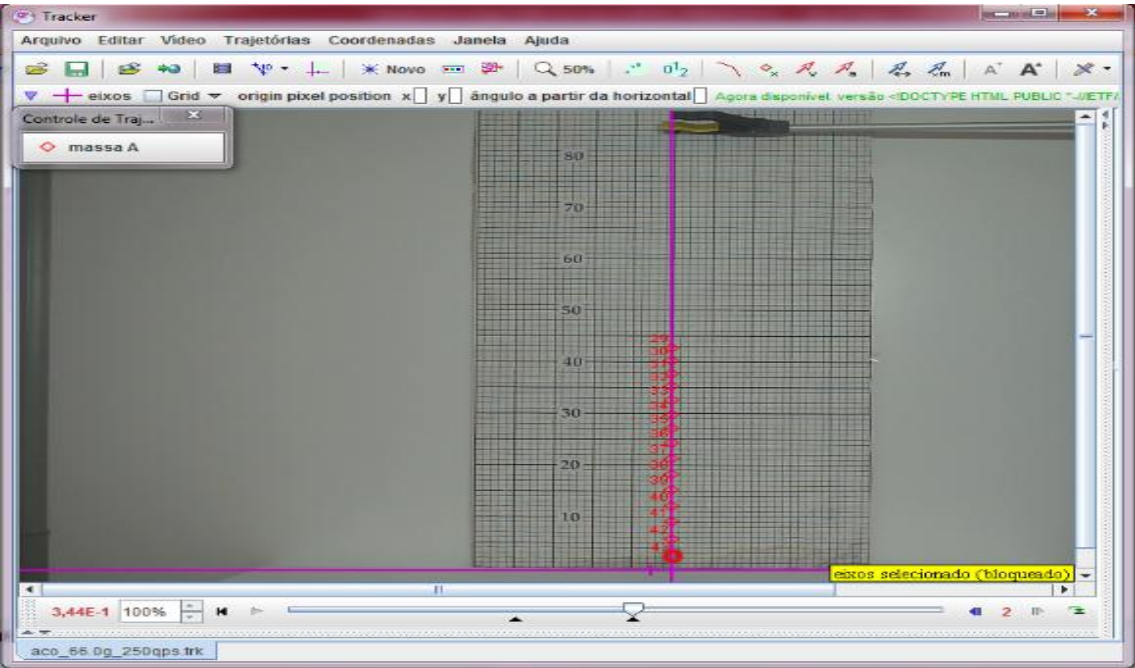
3.3.2. Análise de Vídeos das experiências

A análise de vídeos tem sido utilizada recorrentemente para a discussão de fenômenos físicos, dos mais variados, como apoio à prática letiva ou para permitir desvelar características que antes não eram conhecidas (Rodrigues & Carvalho, 2014; Balaton et al., 2021). Para a escolha do *software* que nos possibilitasse essa análise, foi priorizado, como em todo o projeto, recursos e ferramentas que estivessem disponíveis gratuitamente. Essa condição foi considerada de suma importância, pois reconhecemos que a adesão dos professores e estudantes é condicionada pelas restrições orçamentárias.

O *Tracker* (figura 20) é um *software* de distribuição gratuita, de aquisição, análise de vídeo e modelação de dados experimentais, da autoria de Douglas Brown e inserido no Projeto *ComPADRE*. Como descrito por seus desenvolvedores, é uma ferramenta de análise e modelagem de vídeo gratuita desenvolvida no âmbito do *Open Source Physics* para ser utilizada nas aulas de Física (Open Source Physics , 2011).

⁴¹ Ver Apêndice 1 e Apêndice 2

Figura 20 - Imagem da análise de um dos vídeos da atividade de queda livre, utilizando o software Tracker®



Nota: (Acervo dos autores).

Descrição: A captura de ecrã exibe a análise de um dos vídeos da atividade de queda livre, sendo realizada por meio do software Tracker®.

No caso específico de fenômenos relacionados com a mecânica, é possível avaliar, por exemplo, gráficos e funções que identificam o movimento do objeto analisado, permitindo discutir princípios que, em muitas situações, costumam ficar apenas restritos às imagens presentes nos livros didáticos. Para o projeto VLAB-FIS, foram gravados e disponibilizados vinte e seis vídeos gravados de execuções experimentais a uma taxa de aquisição de 250 quadros por segundo e cuja lista se apresenta na tabela 5.

Tabela 5 - Vídeos gravados e disponibilizados pelo projeto VLAB-FIS

ATIVIDADE LABORATORIAL	VÍDEO	DESCRIÇÃO
10º ano Vlab-Fis: Movimento num plano inclinado	Lancamento_m50g_10 graus	Lançamento de um carrinho de massa 50 g, num plano com inclinação de 10 graus.

10º ano Vlab-Fis: Movimento vertical de queda e ressalto de uma bola	Lancamento_m100g_10 graus	Lançamento de um carrinho de massa 100 g, num plano com inclinação de 10 graus.
	Lancamento_m50g_20 graus	Lançamento de um carrinho de massa 50 g, num plano com inclinação de 20 graus.
	Lancamento_bola borracha_piso esferovite ou isopor	Lançamento vertical de uma bola de borracha contra um piso de esferovite (isopor).
	Lancamento_bola borracha_piso linoleo	Lançamento vertical de uma bola de borracha contra um piso de linóleo.
	Lancamento_bola borracha_piso madeira	Lançamento vertical de uma bola de borracha contra um piso de madeira.
	Lancamento_bola ping pong_piso madeira	Lançamento vertical de uma bola de ping pong contra um piso de madeira.
	Lancamento_bola voleibol_piso madeira	Lançamento vertical de uma bola de voleibol contra um piso de madeira.
	AL 1.1_11ano_amarela 9,8g D24,90mm 250qps	Movimento de queda de uma esfera amarela de plástico, de massa 9,8 g e diâmetro 24,90 mm.
	AL1.1_11ano_metal 19,3g D24,90mm 250qps	Movimento de queda de uma esfera de metal, de massa 19,3 g e diâmetro 24,90 mm.
	AL1.1_11ano_preta 21,1g D24,90mm 250qps	Movimento de queda de uma esfera preta de plástico, de massa 21,1 g e diâmetro 24,90 mm.

11º ano Vlab-Fis: Força e Movimento	AL1.1_11ano_alumi_23,1g_D24,90mm_250qps	Movimento de queda de uma esfera de alumínio, de massa 23,1 g e diâmetro 24,90 mm. Movimento de queda de uma esfera de aço, de massa 66,0 g e diâmetro 24,90 mm.
	AL1.2_11ano_Ms_15_Mc251_250fps	Movimento de dois corpos, um dos quais suspenso, ligados por um fio inextensível. Massa do corpo $M_c=251$ g; massa do corpo suspenso $M_s=15$ g.
	AL1.2_11ano_Ms_25_Mc 251_250fps	Movimento de dois corpos, um dos quais suspenso, ligados por um fio inextensível. Massa do corpo $M_c=251$ g; massa do corpo suspenso $M_s=25$ g
	Al1.2_11ano_Ms_35_Mc 251_250fps	Movimento de dois corpos, um dos quais suspenso, ligados por um fio inextensível. Massa do corpo $M_c=251$ g; massa do corpo suspenso $M_s=35$ g.
	AL1.2_11ano_Ms_45_Mc 251_250fps	Movimento de dois corpos, um dos quais suspenso, ligados por um fio inextensível. Massa do corpo $M_c=251$ g; massa do corpo suspenso $M_s=45$ g.
	AL1.2_11ano_Ms_45_Mc 301_250fps	Movimento de dois corpos, um dos quais suspenso, ligados por um fio inextensível. Massa do corpo $M_c=301$ g; massa do corpo suspenso $M_s=45$ g.

11º ano Vlab-Fis: Movimento uniformemente retardado	AL1.2_11ano_Ms 45_Mc 351_250fps	Movimento de dois corpos, um dos quais suspenso, ligados por um fio inextensível. Massa do corpo $M_c=351$ g; massa do corpo suspenso $M_s=45$ g.
	AL1.2_11ano_Ms 45_Mc 401_250fps	Movimento de dois corpos, um dos quais suspenso, ligados por um fio inextensível. Massa do corpo $M_c=401$ g; massa do corpo suspenso $M_s=45$ g.
	AL1.2_11ano_Ms 45_Mc 451_250fps	Movimento de dois corpos, um dos quais suspenso, ligados por um fio inextensível. Massa do corpo $M_c=451$ g; massa do corpo suspenso $M_s=45$ g.
	AL1.3_11ano_lancame nto1_250qps	Lançamento 1 de um bloco.
	AL1.3_11ano_lancame nto 2_250qps	Lançamento 2 de um bloco.
	AL1.3_11ano_lancame nto 3_250qps	Lançamento 3 de um bloco.
	AL1.3_11ano_lancame nto 4_250qps	Lançamento 4 de um bloco.
	AL1.3_11ano_lancame nto 5_250qps	Lançamento 5 de um bloco.

11º ano Vlab-Fis: Absorção, reflexão e refração da Luz	AL 3.1_11ano_Reflexão em um espelho_50qps	Rotação de um espelho sobre um disco de Hartl. Um feixe laser incide sobre o espelho.
	AL 3.1_11ano_Refração ar-vidro_50 qps	Rotação de uma lente semicircular de vidro sobre um disco de Hartl. Um feixe laser incide sobre a interface ar-vidro pelo lado do ar.
	AL 3.1_11ano_Refração vidro-ar_50 qps	Rotação de uma lente semicircular de vidro sobre um disco de Hartl. Um feixe laser incide sobre a interface ar-vidro pelo lado do vidro.

3.4. Acesso aos recursos do projeto VLAB-FIS

A novidade pedagógica oferecida pelo VLAB-FIS é fornecer aos estudantes uma visão, por um lado concreta e real, sobre a execução da atividade experimental que ele realizará no Laboratório da escola e os seus aspectos processuais e conceptuais, e, por outro lado, holística sobre o enquadramento da experiência na sua aprendizagem. Assim, este pacote de recursos transporta também um fator motivacional, dando ao estudante uma visão real e globalizante sobre um dado conteúdo, que depois o incentiva a investir no seu conhecimento. Pela sua simplicidade, o VLAB-FIS permite trabalhar em favor do preparo anterior à atividade que será realizada fisicamente em laboratório, ou seja, os estudantes poderão tomar consciência do material a utilizar e do que irão executar na atividade experimental que reverterá, potencialmente, numa melhor aprendizagem.

Para os estudantes conhecerem todos os recursos do projeto gradualmente, escolheu-se não inserir simulações nas duas primeiras atividades laboratoriais do 10º ano. Os recursos desenvolvidos⁴² no projeto estão apresentados na tabela a seguir.

⁴² Ver Apêndice 1 e 2

Tabela 6 - Recursos desenvolvidos no projeto VLAB-FIS.

ANO	ATIVIDADES LABORATORIAIS	RECURSOS DO PROJETO VLAB-FIS
10º	AL 1.1. Movimento num plano inclinado	Vídeo introdutório + <i>Kahoot!</i>
	AL 1.2. Movimento vertical de queda e de ressalto de uma bola	Vídeo introdutório + <i>Kahoot!</i> + <i>Tracker®</i>
	AL 2.1. Características de uma pilha	Vídeo introdutório + <i>Kahoot!</i> + Simulação
	AL 3.1. Radiação e potência elétrica de um painel fotovoltaico	Vídeo introdutório + <i>Kahoot!</i> + Simulação
	AL 3.2. Capacidade térmica mássica	Vídeo introdutório + <i>Kahoot!</i> + Simulação
11º	AL 3.3. Balanço energético num sistema termodinâmico	Vídeo introdutório + <i>Kahoot!</i> + Simulação
	AL 1.1. Queda livre forças gravíticas e aceleração da gravidade	Vídeo introdutório + <i>Kahoot!</i> + Simulação + <i>Tracker®</i>
	AL 1.2 Forças nos movimentos retilíneos acelerado e uniforme	Vídeo introdutório + <i>Kahoot!</i> + Simulação + <i>Tracker®</i>
	AL 1.3 Movimento uniformemente retardado velocidade e deslocamento	Vídeo introdutório + <i>Kahoot!</i> + Simulação + <i>Tracker®</i>
	AL 2.1 Características do som	Vídeo introdutório + <i>Kahoot!</i> + Simulação
	AL 2.2 Velocidade do som	Vídeo introdutório + <i>Kahoot!</i> + Simulação
	AL 3.1 Ondas - absorção, reflexão, refração e reflexão total	Vídeo introdutório + <i>Kahoot!</i> + Simulação
	AL 3.2 Comprimento de onda e difração	Vídeo introdutório + <i>Kahoot!</i> + Simulação

Uma vantagem do projeto VLAB_FIS é que os professores e os estudantes têm acesso gratuito e *online* a todos os materiais e recursos desenvolvidos para o projeto

pela página do Grupo de Investigação em Ensino e Divulgação da Física⁴³ (figura 21) ou pela plataforma Recursos Educativos Digitais e Abertos (REDA)⁴⁴ do Governo dos Açores. Além disso, alguns recursos também foram validados e publicados no portal da Casa das Ciências⁴⁵. Adicionalmente, os professores também têm acesso aos *quizzes* produzidos e a outros documentos como as respostas aos roteiros propostos das atividades práticas, apenas disponíveis por contacto direto com os investigadores do projeto.

Figura 21 - Captura de ecrã da página web do Grupo de Investigação em Ensino e Divulgação da Física (GIEDIF) no qual estão disponibilizados os recursos do projeto.



Nota: (Acervo dos autores)

Descrição: A captura de ecrã exibe a página web do 'Grupo de Investigação em Ensino e Divulgação da Física' (GIEDIF), onde recursos do projeto estão disponíveis. Na página, é possível identificar informações sobre as atividades 'Movimento num plano inclinado' e 'Movimento vertical de queda e ressalto de uma bola'.

É importante ressaltar que em 2019 o vídeo introdutório "Vlab-Fis: Forças nos movimentos retilíneos acelerado e uniforme" foi vencedor do Prémio Menção Honrosa⁴⁶ atribuído pela Casa das Ciências em 2019. Em 2022, os recursos do "VLAB FIS 2.2 — Velocidade do Som" também receberam uma menção honrosa na 5.^a edição do "Con(Re)curso REDA" promovida pela Direção Regional da Educação e Administração Educativa dos Açores⁴⁷.

⁴³ Disponível em: <https://www.fc.up.pt/giedif/vlab-fis/>

⁴⁴ Disponível em: <https://reda.azores.gov.pt/>

⁴⁵ Disponível em: <https://www.casadasciencias.org/>

⁴⁶ Disponível em: <https://bit.ly/3Xwqag8>

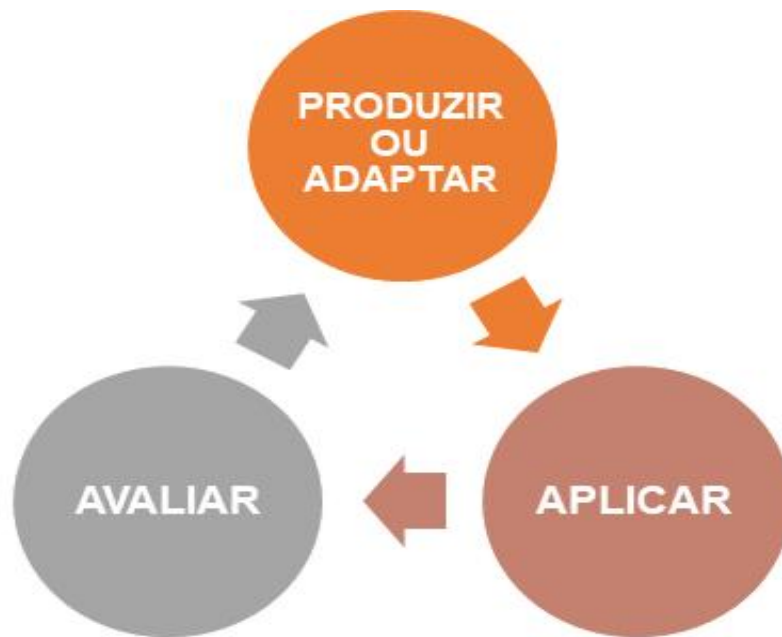
⁴⁷ Disponível em: <https://bit.ly/46vNdMo>

4. Metodologia, Métodos e Técnicas de Investigações

Como já mencionado anteriormente, os jovens e as escolas estão inseridos numa era digital, em que as informações são obtidas no toque de uma tela ou clique de um botão. Sendo assim, os professores, elementos imprescindíveis do cenário educativo, devem buscar maneiras de dar novos significados aos espaços de aprendizagem por meio de estratégias que considerem a possibilidade de recorrer à tecnologia disponível em favor do processo de ensino-aprendizagem. A questão se torna mais importante quando se percebe que, além da mudança na prática pedagógica, é fundamental adequar o espaço escolar à nova realidade da educação para todos, ou seja, inclusiva e equitativa para todos que se fazem presentes no espaço educativo.

No entanto, muitas vezes por falta de formação adequada, os professores encontram dificuldades para explorar de maneira adequada os materiais existentes, visando melhorar a aprendizagem dos estudantes com ou sem NEE. No caso particular dos estudantes com algum comprometimento motor, a falta de adaptação das atividades laboratoriais, por exemplo, dificulta o processo de ensino-aprendizagem e impõem obstáculos para que esses indivíduos possam dar continuidade aos estudos, principalmente na área das ciências experimentais, que possuem uma forte componente prática.

Deste modo, devido às questões apresentadas, nesta Tese buscou-se formas de apresentar os conteúdos de ciências, em especial de Física, visando atender à perspectiva de um ensino inclusivo para alunos com deficiência motora e, assim, contribuir para a melhoria da aprendizagem dos conceitos lecionados nas aulas laboratoriais. Ao longo do processo buscou-se desenvolver, produzir ou adaptar recursos (figura 22), fornecendo ao trabalho um caráter de investigação e desenvolvimento (I&D), cujo objetivo foi aumentar o conhecimento e conceber novas aplicações do conhecimento já existente. Encontrou-se suporte para essa adequação no trabalho de Gay et al (2006) que nos mostra que essa abordagem está ancorada na investigação das necessidades educacionais, buscando-se a partir dela o desenvolvimento de produtos, como, por exemplo, materiais didáticos que respondam a problemas da prática letiva.

Figura 22 - Ciclo da investigação e desenvolvimento produzir (ou adaptar) - aplicar - avaliar e refletir

Nota: (desenvolvido pelos autores).

Descrição: A imagem apresenta três círculos coloridos dispostos em forma de triângulo, indicando um ciclo. No círculo localizado no topo, de cor laranja, está escrito em branco 'produzir ou adaptar'. O círculo inferior direito, de cor castanho, exibe a palavra 'aplicar' em branco, e o círculo inferior esquerdo, de cor cinza, possui a inscrição 'avaliar' em branco.

Nesse processo, buscou-se uma integração entre experimentos reais e virtuais, o que aqui se define como uma metodologia híbrida, sendo que todo o possível impacto dessa metodologia será discutido a partir de uma análise mista (qualitativa e quantitativa) dos dados recolhidos na investigação. Nela são consideradas as vantagens, as possíveis limitações, à qualidade e aplicabilidade dos materiais desenvolvidos, bem como a mobilização de estudantes e professores para a componente experimental das aulas de Física. Além disso, a escolha deste tipo de investigação favoreceu a contínua relação entre ação e reflexão, no intuito de melhorar e adaptar os materiais produzidos. Portanto, o ciclo produzir, aplicar, avaliar e refletir repetiu-se sempre que necessário, até se alcançar a qualidade pretendida.

4.1. Metodologia de implementação do projeto

O estudo foi realizado com indivíduos (professores e estudantes) de escolas regulares, inseridos no 10º e no 11º ano na disciplina de Física e Química A, na componente

prático-laboratorial de Física do Ensino Secundário. A implementação do projeto VLAB-FIS para este grupo de participantes foi assim dividida: (1) ações de formações para professores, (2) apresentação do projeto para os estudantes e o auxílio com os programas informáticos, *Tracker* e Java (para as simulações) e auxílio de alguns professores nas aulas práticas e (3) intervenção com o estudante com deficiência motora.

4.1.1. Ações de formação de professores

Para aferir a qualidade dos materiais, aprimorar a abordagem e apresentar o projeto a professores, foram realizados cinco cursos de formação voltados aos responsáveis por lecionar os conteúdos de Física e Química. Nelas foram realizadas uma etapa de introdução ao tema, para que todos os participantes pudessem discutir sobre a introdução das tecnologias de informação e comunicação em sala de aula, e em seguida foram explorados todos os recursos do projeto.

Alguns dos professores mostraram-se espontaneamente interessados em participar no projeto. A estes nos referimos como professores participantes. Assim, com os professores participantes do projeto, foram dadas formações mais específicas sobre cada uma das atividades laboratoriais, conforme o ano que lecionavam (10º ou 11º ano). Para esse grupo foram realizadas duas formações, uma presencial e outra remotamente devido às limitações impostas pela pandemia da COVID-19 (OPAS, 2023).

4.1.2. Aulas assistidas

Nessa etapa do desenvolvimento dos materiais e análise do processo em andamento, a investigadora participou das aulas em duas turmas do 10º ano, uma localizada na região do Porto (realizadas presencialmente) e outra na região de Lisboa (conduzidas de forma remota).

Antes do início das aulas laboratoriais da componente de Física, quando possível e em concordância com o professor responsável, a investigadora realizou uma apresentação para cada turma participante, dando a conhecer o projeto e ensinando os estudantes como trabalhar com o *Tracker* e como explorar as simulações. É importante salientar que nem todas as aulas puderam ser assistidas pela investigadora,

devido à incompatibilidade de horário — pela necessidade de atividades laborais — e também devido às restrições impostas pela pandemia da COVID-19.

4.1.3. Intervenção com o estudante com deficiência motora

Esta etapa foi realizada de maneira remota uma vez que este estudante era do distrito de Aveiro, contando apenas com a intervenção da investigadora. A professora deste estudante foi contactada e convidada a participar no projeto, mas argumentou que como estava a meio do ano letivo de 2021 – 2022, e iria realizar a última atividade laboratorial da componente de Física do 11º ano, não se mostrou interessada em levar o projeto para o resto da turma.

Assim, foram realizados um total de 10 encontros individuais entre o estudante e a investigadora, nos quais foram apresentadas e realizadas todas as atividades laboratoriais do 10º e do 11º ano.

A metodologia aplicada com este estudante foi consonante com aquela empregada durante a implementação do projeto nas turmas regulares das outras escolas, em que foram realizados os encontros presenciais. Previamente, o estudante recebia o vídeo introdutório e o correspondente roteiro de exploração, de modo a se preparar antecipadamente para a atividade a ser realizada. No dia do encontro a sessão era iniciada com a realização de um *'Kahoot!'*, contendo questões sobre a atividade, para, em seguida, efetuar uma etapa de exploração da simulação computacional com o respectivo roteiro. Quando havia vídeos a serem analisados com o *Tracker*, estes eram analisados no fim do encontro e discutidas as conclusões que ele podia tirar desses resultados.

4.2. Técnicas e instrumentos de recolha de dados

Para melhor investigar, avaliar os materiais didáticos desenvolvidos e compreender como esses impactam as aulas laboratoriais, foram realizadas recolhas de dados, feitas pela investigadora, para transformar as opiniões em dados para a investigação (Tuckman, 2000; Sá et al., 2021), baseando-se fundamentalmente em:

- Diário de bordo e grelha de observação: com carácter intencional e sistemático.
- inquéritos por entrevistas: recolher um conjunto de respostas para as perguntas pré-estabelecidas a partir da interação com os estudantes.

- inquéritos por questionário: recolher dados das respostas de questionários restritos e abertos.
- estatísticas fornecidas pelo *Youtube*: dados e métricas que permitem aos criadores de conteúdo e anunciantes avaliar o desempenho de seus vídeos e canais.

Para a observação das aulas foram utilizadas grelhas de observação e diários de bordo quando foi possível assistir às aulas dos professores participantes do projeto para avaliar a aplicabilidade do projeto e o comportamento dos professores e estudantes participantes. Relativamente ao estudante com NEE, serviram para avaliar o comportamento do estudante face aos recursos do projeto.

As perguntas que compuseram tanto a entrevista quanto o questionário, foram pensadas conforme o objetivo geral de cada uma. A validade destas foi avaliada por um painel de especialistas que entenderam que as perguntas mediam o que se buscava aferir.

Em seguida, todas as perguntas e os objetivos da investigação foram enviados à Comissão de Ética da FCUP⁴⁸, visando o atendimento das questões legais no que diz respeito à participação de outros indivíduos ao longo da investigação. De posse da autorização da referida comissão, as questões foram inseridas na plataforma “Formulário do *Google*” tendo sido garantido o anonimato do respondente. As entrevistas foram realizadas remotamente, dada as limitações impostas pela pandemia de COVID-19 que limitou as entradas nas escolas.

Foram passados um total de quatro inquéritos por questionário e uma entrevista, compostos maioritariamente por questões fechadas previamente estabelecidas e codificadas, o que simplificou o processamento dos dados, que, posteriormente, foram analisados estatisticamente. Grande parte das questões foram construídas em escala ordinal tipo *Likert* (*Likert*, 1932), uma escala atitudinal com propriedades métricas ordinais, que permite interpretar a média de todos os indicadores, sendo esta a base para a análise dos dados. Nestas questões foi solicitado que os inquiridos classificassem frases segundo percepções pessoais, atribuindo um valor de 1 a 7, sendo: 1 ‘Discordo totalmente’ e 7 ‘Concordo plenamente’. Nos casos em que não houve resposta, o entendimento é que o entrevistado não possuía opinião sobre a frase apresentada. A opção por uma escala *Likert* ímpar com 7 pontos foi motivada por

⁴⁸ ver Anexo 1

permitir uma opção neutra e possibilitar a obtenção de respostas mais diversas do que a de 5 pontos.

4.2.1. Primeiro questionário

O primeiro inquérito por questionário foi constituído apenas por uma questão aberta para os professores participantes das primeiras formações do projeto. Este questionário permitiu obter a opinião deles sobre a viabilidade, aplicabilidade e/ou utilização em sala de aula dos vídeos e recursos digitais do Projeto VLAB-FIS. Nestas primeiras formações, que consideramos preparatórias do projeto, o objetivo era perceber se os professores achavam o projeto viável, aplicável e de fácil adoção em sala de aula. Por esse motivo optou-se por um questionário aberto. Essa escolha teve como intuito estabelecer, com base nas respostas fornecidas, quais as questões que serviriam para os posteriores questionários fechados que seriam aplicados nas formações seguintes.

4.2.2. Segundo questionário

O segundo questionário era fechado e possuía 19 questões, divididas nas seguintes dimensões: caracterização do professor e da escola, utilização de recursos digitais e impressões dos professores sobre os recursos educativos digitais (tabela 7). Este questionário foi aplicado nas formações de professores posteriores e teve como objetivo, além de dar a conhecer o projeto, avaliar o interesse suscitado pela manipulação de alguns recursos do projeto, que foram disponibilizados e com isso, angariar professores para participarem do projeto.

Tabela 7 - Apresentação das dimensões e indicadores avaliados no segundo questionário.

DIMENSÕES	INDICADORES	ESCALA
Importância das abordagens pedagógicas	Coloque por ordem de importância as abordagens pedagógicas abaixo listadas (Resolução de problemas, análise de vídeo, simulação, atividade laboratorial, jogos didáticos).	1 = menos importante 5 = mais importante

Grau de utilização das abordagens pedagógicas	Indique qual o grau de utilização nas suas aulas das abordagens pedagógicas listadas, (Resolução de problemas, análise de vídeo, simulação, atividade laboratorial, jogos didáticos).	1 = raramente 5 = muita frequência
Os recursos listados exigem um “gasto” de tempo considerável	A utilização de VÍDEOS exige um “gasto” de tempo considerável, retirando tempo de estudo aos estudantes. Por isso estes recursos não devem ser usados no ensino. A utilização de SIMULAÇÕES exige um “gasto” de tempo considerável, retirando tempo de estudo aos estudantes. Por isso estes recursos não devem ser usados no ensino. A utilização de JOGOS DIDÁTICOS exige um “gasto” de tempo considerável, retirando tempo das aulas. Por isso estes recursos não devem ser usados no ensino.	1 = discordo totalmente 7 = concordo totalmente
Implicação da utilização dos recursos educativos listados	As SIMULAÇÕES e os VÍDEOS permitem aprender conceitos físicos de forma eficaz. Os JOGOS DIDÁTICOS permitem avaliar a aprendizagem de conceitos físicos de forma eficaz. Ao trabalhar com os VÍDEO os estudantes ficam mais participativos e	1 = discordo totalmente 7 = concordo totalmente

mais atentos às aulas.

Ao trabalhar com as SIMULAÇÕES os estudantes ficam mais participativos e mais atentos às aulas.

Ao trabalhar com os JOGOS DIDÁTICOS os estudantes ficam mais participativos e mais atentos às aulas.

4.2.3. Terceiro questionário

O terceiro questionário continha 20 questões fechadas (tabela 8) e uma pergunta aberta, tendo sido elaborado para os professores que efetivamente participaram no projeto, aplicando as atividades laboratoriais do 10º ano e/ou do 11º ano de forma complementar às atividades obrigatórias. Buscou-se identificar a opinião dos professores relativamente à utilização do projeto, no que diz respeito à viabilidade e impacto na aprendizagem.

Tabela 8 - Apresentação das dimensões e indicadores avaliados no terceiro questionário

DIMENSÕES	INDICADORES	ESCALA
Caracterização dos participantes	Em quantas turmas o projeto VLAB-FIS foi aplicado por si?	1 = Uma turma 2 = Duas turmas 3 = Três turmas 4 = Quatro turmas 5 = Cinco turmas ou mais
	Nas turmas onde o projeto foi aplicado, qual o quantitativo (número médio) de estudantes por turma?	1 = [1 - 5] 2 = [6 - 10] 3 = [11 - 15] 4 = [16 - 20] 5 = + de 20

Quantitativo de estudantes que utilizaram os recursos do projeto	Quantos estudantes, por turma, assistiram em média ao vídeo introdutório antes da realização da atividade experimental?	
	Quantos estudantes, além de assistir, usaram e responderam ao roteiro de exploração do vídeo introdutório (valor médio por turma)?	
	Quantos estudantes realizaram as simulações para complementar a atividade experimental (valor médio por turma)?	1 = [1 - 5] 2 = [6 - 10] 3 = [11 - 15] 4 = [16 - 20] 5 = + de 20
	Quantos estudantes, além de usarem as simulações para complementar a atividade experimental, usaram e responderam ao roteiro de exploração da simulação (valor médio por turma)?	
	Quantos estudantes utilizaram a análise de vídeo das experiências para complementar a atividade experimental (valor médio por turma)?	
Preparação para a aula laboratorial	Com a implementação deste projeto, os estudantes passaram a se preparar com antecedência para a atividade experimental.	1 = discordo totalmente 7 = concordo totalmente
Utilização dos vídeos introdutórios	Os estudantes sentiram-se mais motivados em fazer as atividades experimentais após assistirem aos vídeos introdutórios.	
	O vídeo introdutório ajudou os estudantes a chegarem mais bem preparados para a execução da atividade experimental.	1 = discordo totalmente

Os estudantes que não assistiram ao vídeo e não usaram o roteiro de exploração, conseguiram acompanhar a realização da atividade experimental.

7 = concordo totalmente

Os vídeos introdutórios tornam os estudantes mais participativos nas atividades experimentais.

Os vídeos introdutórios fazem os estudantes entenderem melhor as atividades experimentais.

Utilização de simulação e análise de vídeo	Os estudantes sentiram-se mais motivados a utilizar as simulações para complementar a atividade experimental.	1 = discordo totalmente
	Os vídeos e as simulações podem dar um contributo significativo para diminuir os índices de insucesso na Física.	7 = concordo totalmente

Trabalhos experimentais em ambientes virtuais	Os trabalhos experimentais realizados em ambiente virtual são considerados uma boa alternativa às atividades experimentais laboratoriais sempre que estas não estão disponíveis.	1 = discordo totalmente
	Os trabalhos experimentais realizados em ambiente virtual são complementares às atividades laboratoriais.	7 = concordo totalmente

Estudantes com necessidades educativas especiais	Nas turmas nas quais o projeto VLAB-FIS foi aplicado existe algum estudante com NSE? Se sim, qual a necessidade de saúde detetada?	1 = Sim 2 = Não

O projeto auxiliou o seu trabalho com esse(s) estudante(s)?

1 = discordo totalmente
7 = concordo totalmente

4.2.4. Quarto questionário

O quarto questionário foi elaborado para os estudantes que participaram do projeto. Ele era composto por 11 questões, assim organizado: as duas primeiras eram sobre o ano escolar, uma visando identificar se o estudante possuía algum tipo de NEE; as outras 9 questões eram sobre os recursos educativos digitais e o projeto VLAB-FIS, com resposta em escala do tipo *Likert*, além de uma questão aberta para os estudantes apresentarem as suas opiniões.

Tabela 9 - Apresentação das dimensões e indicadores avaliados no quarto questionário

DIMENSÕES	INDICADORES	ESCALA
Utilização do vídeo introdutório	Sinto-me motivado a assistir o vídeo introdutório da experiência.	
	Sinto-me motivado a explorar o vídeo introdutório da experiência com o roteiro de exploração.	1 = discordo totalmente 7 = concordo totalmente
	O vídeo introdutório ajudou-me a chegar mais bem preparado para a execução da atividade experimental.	
Utilização das simulações	Sinto-me motivado a utilizar as simulações e a respetiva exploração.	1 = discordo totalmente 7 = concordo totalmente
	As simulações ajudaram-me a complementar os conhecimentos adquiridos na aula experimental.	
	O Kahoot! permite-me concentrar nos aspectos mais importantes da experiência	

	que vou realizar.	1 = discordo totalmente
Utilização da gamificação	A dinâmica de gamificação (qualidade e tempo da resposta, pontuação e pódio) do Kahoot! motiva-me na preparação para a atividade experimental.	7 = concordo totalmente
		1 = discordo totalmente
Utilização do projeto VLAB-FIS	O projeto como um todo me ajudou na realização das atividades experimentais.	7 = concordo totalmente
	Os recursos utilizados no projeto (vídeo, simulação, Tracker e Kahoot!) contribuem para o aumento do sucesso na componente de Física.	1 = discordo totalmente
		7 = concordo totalmente

4.2.5. Entrevista

A entrevista, aplicada a um pequeno grupo de estudantes, permite analisar o discurso do entrevistado visando compreender não só o que se escreveu, mas também o sentido do que foi dito. Nesta investigação, optou-se por uma entrevista semiestruturada, com perguntas-guias (tabela 10), para que a entrevista não fosse completamente aberta e nem totalmente fechada, assim havia:

uma série de perguntas-guias, relativamente abertas, a propósito das quais é imperativo receber uma informação da parte do entrevistado. Mas não colocará necessariamente todas as perguntas pela ordem em que as anotou e sob a formulação prevista. Tanto quanto possível, “deixará andar” o entrevistado para que este possa falar abertamente, com as palavras que desejar e pela ordem que lhe convier. (Quivy & Campenhoudt, 1998, p.97)

Tabela 10 - Apresentação do guião da entrevista semiestruturada contendo as perguntas-guia.

OBJETIVO	QUESTÕES ORIENTADAS	PERGUNTAS-GUIAS
Explicar a situação para criar um ambiente mais propício	Agradecer a participação;	
	Informar sobre o uso do gravador; assegurar o carácter confidencial da entrevista;	
	Explicar como a mesma será realizada.	
Obter informações sobre a aplicabilidade do projeto	Pedir informações sobre a aplicabilidade e viabilidade de implementação do projeto em sala de aula	Como te defines como estudante?
		O projeto foi aplicado para complementar as aulas laboratoriais, dentro de sala ou fora da mesma?
		Foi difícil compreender a ideia do projeto como um todo?
		O projeto era adequado às tuas necessidades para o trabalho experimental?
		O tempo disponibilizado era suficiente para explorar todos os recursos?
		Sentiste-te mais bem preparado para realizares as atividades experimentais?
		O projeto motivou-te para o estudo da Física?
		Sentes que houve mudanças significativas na tua aprendizagem com a aplicação do projeto?
		O projeto facilitou o teu

envolvimento e inclusão nas aulas?

Sentistes-te à vontade em utilizar os recursos do projeto?

Quais foram as vantagens e as desvantagens do projeto?

Mais alguma coisa a acrescentar?

4.2.5. Estatísticas do *YouTube*

O *YouTube*, uma plataforma de compartilhamento de vídeos online, foi fundado em 2005 por Chad Hurley, Steve Chen e Jawed Karim (Arthurs et al., 2018). Atualmente, é uma das maiores redes sociais do mundo, permitindo que os usuários façam *upload*, compartilhem e assistam a vídeos com uma grande variedade de conteúdos.

Um projeto como o VLAB-FIS assente em ferramentas digitais, em que os vídeos produzidos foram disponibilizados online na plataforma *YouTube*, tem nas métricas da plataforma uma ferramenta que ajuda a compreender o alcance do projeto e a diferenciar a recetividade dos produtos visitados. Assim, para compreender os resultados de como está o desempenho de um canal, o próprio *YouTube* fornece dados detalhados sobre os vídeos e o canal, incluindo visualizações, seguidores inscritos, tempo médio de visualização e origem dos visitantes, entre outros parâmetros, para ajudar os criadores a aprimorar suas estratégias e construir públicos envolvidos. Deste modo, algumas estatísticas fornecidas pelo *YouTube* sobre o canal do Projeto VLAB-FIS também serão utilizadas nesta tese.

4.3. Análises quantitativas dos questionários

Em função da quantidade de dados qualitativos ordinais coletados nos questionários, utilizou-se o *software IBM SPSS Statistics* para analisá-los tendo em conta a sua conversão em valores quantitativos. Este *software*, disponível no mercado desde o final da década de 1960, permite realizar diferentes tipos de análises estatísticas de dados (Bryman & Crame, 2001). Depois que as respostas foram transferidas e recodificadas na base de dados, foi realizada uma análise univariada para verificação dos perfis de distribuição dos dados e posteriormente realizada a construção dos respectivos quadros (apresentados no capítulo V). Posteriormente, foi realizada uma

análise bivariada, para explorar as diferenças entre duas variáveis visando realizar uma eventual inferência estatística a partir de testes de hipóteses estatísticas (apresentados no apêndice 5).

Para uma análise preliminar dos dados, buscando testar a consistência interna dos indicadores dos questionários, testou-se a sua fiabilidade através do ‘alpha de Cronbach’, que consiste numa análise estatística que verifica se as respostas dos inquiridos são devidamente congruentes entre si. A escolha por esse teste de fiabilidade deveu-se à “grande utilização e aceitação no meio académico” (Hora et al, 2010, p. 89). Freitas e Rodrigues (2005), sugerem uma “classificação da confiabilidade a partir do cálculo do coeficiente alfa de Cronbach conforme os limites apresentados: $\alpha \leq 0,30$ Muito baixa, $0,30 < \alpha \leq 0,60$ Baixa, $0,60 < \alpha \leq 0,75$ Moderada, $0,75 < \alpha \leq 0,90$ Alta e $\alpha > 0,90$ Muito alta” (p. 4). Contudo, acrescentam que: “valores superiores de alfa poderão indicar Graus de Confiabilidade ainda melhores e a decisão a respeito do valor mínimo de confiabilidade de um questionário fica a critério do pesquisador” (Freitas e Rodrigues, 2005, p. 4).

Essa ideia é corroborada por George e Mallery (2003), ao afirmarem que nas ciências sociais, onde o uso das escalas do tipo *Likert* é comum, consideram aceitáveis valores de referência entre [0,5 e 0,6]. Então, com base na literatura consultada, considerou-se que para o estudo realizado nesta investigação os valores acima de 0,5 são aceitáveis.

Relativamente aos testes estatísticos, há a considerar dois tipos: 1. não paramétricos, que permitem verificar se os dados amostrais se ajustam a uma determinada distribuição teórica; ou 2. Paramétricos, que permitem comparar os resultados médios de uma amostra com os resultados esperados e conhecidos na população. A sua utilização permite concluir se é possível “extrapolar (inferir) os resultados obtidos da amostra para a população de onde esta foi extraída” (Álvares, 2020). Quanto à escolha mais adequada dos dados existem pressupostos que devem ser considerados, como “o processo de amostragem, o tamanho da amostra, a natureza da população e o nível de mensuração das variáveis e dependerá das condições do problema sob estudo” (Lapa, 2021, p. 80).

Deste modo, nesta investigação, apesar de as amostras terem dimensões maiores do que 30, optou-se por testes não paramétricos, uma vez que esses testes não necessitam de requisitos fortes como, por exemplo, os relacionados à normalidade da distribuição dos resultados. Apesar de não serem tão potentes quanto os paramétricos, em algumas situações citadas por Marôco (2014), a escolha pelos testes não

paramétricos é baseada por não ser possível pressupor a normalidade dos dados. A tabela 11 apresenta os tipos de análises que podem ser feitas com base na escolha do teste.

Tabela 11 - Testes de Inferência Estatística não paramétricos mais usados na análise bivariada de dados quantitativos.

TESTES NÃO PARAMÉTRICOS		
ESCALA	TIPO DE ANÁLISE	TESTE
Nominal	Medidas de associações entre variáveis	Qui-quadrado
Ordinal	Comparação de dois grupos independentes	Mann-Whitney
	Comparação de três ou mais grupos independentes	Kruskal-Wallis
Quantitativas	Quantifica a associação entre duas variáveis	ρ de Spearman

Após uma análise criteriosa dos dados, o teste que nos pareceu mais adequado a esta investigação e será apresentado no capítulo a seguir, foi o ρ de Spearman, uma vez que pretendemos estudar a existência de correlações lineares. Em estatística, o coeficiente de correlação permite-nos indicar a força e a direção da associação entre duas variáveis, referindo-se à medida da relação entre elas, embora não implique causalidade. Neste sentido, para medir a intensidade de associação entre duas variáveis, utilizou-se o coeficiente de correlação, ρ , de Spearman. Uma das vantagens desse parâmetro é trazido por Alves (2018):

uma correlação de Spearman perfeita de +1 ou -1 ocorre quando cada uma das variáveis é uma função monótona perfeita da outra. Intuitivamente, a correlação de Spearman entre duas variáveis será alta quando observações tiverem uma classificação semelhante (ou idêntica no caso da correlação igual a 1) entre as duas variáveis [...] e baixa quando observações tiverem uma classificação não semelhante (ou completamente oposta no caso da correlação igual a -1) entre as duas variáveis. (p.28)

Para reportar os resultados de dados quantitativos analisados, será utilizado o valor de p que indica o nível de confiança das comparações, que segundo Nascimento et al. (2021):

Apesar de usar modelos diferentes para fazer as comparações, os testes partem sempre da mesma premissa: testar se uma hipótese inicial (hipótese nula ou H_0) pode ser julgada verdadeira, considerando um determinado nível de significância e, concomitantemente, se uma hipótese alternativa, denominada H_1 , que deve ser o contraditório da hipótese H_0 , pode ser considerada falsa. (p. 90)

Deste modo, consideramos como parâmetro de referência um teste com nível de significância de 5% ($p < 0.05$), o que significa dizer que há 5% de chance de cometer o erro de rejeitar a hipótese nula, sendo ela verdadeira, e 95% de chance de aceitar a hipótese nula como sendo falsa. O exemplo a seguir permite compreender melhor a utilização do valor de p numa determinada investigação: pretendendo-se testar se há relação entre o sexo e o interesse pela política, podemos então ter duas hipóteses: (H_0) Os homens e as mulheres têm o mesmo interesse pela política ou (H_1) Os homens e as mulheres não têm o mesmo interesse pela política. Após o teste verifica-se que $p < 0,001$, logo, rejeitar-se-ia a hipótese nula, pois as diferenças são estatisticamente significativas.

É válido trazer para essa análise uma consideração apresentada por Loureiro e Gameiro (2011): “a rejeição da hipótese nula, recorrendo, por exemplo, ao ‘Teste t’, pode evidenciar que existe um efeito significativo e esse efeito pode ser também clínico ou educacionalmente significativo” (p. 159). Portanto, os resultados dos testes realizados nesta investigação serão reportados segundo o seu grau de significância.

4.4. Análises qualitativas dos questionários e entrevistas

A análise qualitativa dos dados foi realizada para as respostas abertas dos questionários dos professores que participaram de duas formações e para as entrevistas feitas com os estudantes.

As respostas aos questionários foram respondidas no “Formulário do Google” e posteriormente analisadas por método qualitativo; já as entrevistas realizadas com os estudantes foram transcritas com o auxílio da ferramenta Microsoft 365, sendo privilegiada uma descrição não naturalista que, segundo Azevedo et al. (2017): “privilegia o discurso verbal e centra-se na omissão dos elementos idiossincráticos do discurso, tais como gaguez, pausas, vocalizações involuntárias e linguagem não verbal, apresentando-se, por isso, como uma transcrição mais polida e seletiva” (p. 163).

Após a organização desses dados, foi realizada a análise de conteúdo. Esta é uma técnica que foi inicialmente desenvolvida no contexto das Ciências da Comunicação nas primeiras décadas do século XX, nos EUA, para analisar as notícias em jornais e rádio, visando perceber os seus impactos na sociedade (Bardin, 2011). A análise de conteúdo permite investigar minuciosamente o texto transcrito, dando sentido à descrição de forma objetiva, sistemática e quantitativa, quando necessário, do conteúdo (Berelson, 1971).

No contexto desta investigação, foi possível realizar várias hipóteses de interpretação do material usado no projeto, analisando as respostas às questões de investigação ao salientar o que era mais significativo. Em outras palavras, foi possível compreender o texto descrito dentro do seu contexto. Deste modo, a organização dos dados para a análise do conteúdo passou por três fases, como indicadas por Bardin (2011):

- pré-análise: preparação dos materiais a serem analisados;
- exploração do material: análise exaustiva dos dados, respetiva codificação e utilização do *software NVivo*⁴⁹ nas repostas dos professores;
- tratamento dos resultados obtidos e interpretação: síntese, realização da análise qualitativa dos dados, operações estatísticas e interpretação dos resultados.

A análise de conteúdo das entrevistas dos estudantes foi realizada sem o auxílio do programa informático, enquanto a análise das respostas dos professores participantes da formação foi realizada no *software NVivo*, devido ao quantitativo de respostas. Deste modo, o *NVivo* permitiu avaliar, interpretar e explicar (figura 23) uma parte dos dados qualitativos desta investigação.

Figura 23 - Etapas realizadas no programa NVivo para a análise dos dados.



Nota: Acervo dos autores

Descrições: A imagem exibe quatro retângulos coloridos alinhados horizontalmente, com setas que indicam uma sequência da esquerda para a direita. Dentro de cada retângulo está escrito em branco: "Cadastro do projeto", "Carregamento do ficheiro com as respostas dos professores", "Codificação (categorização) das respostas" e "Geração de relatórios e gráficos".

⁴⁹ Segundo o seu fabricante "desenvolvido para facilitar técnicas qualitativas comuns para organizar, analisar e compartilhar dados, independentemente do método usado". (Lumivero, 2023).

5. Descrição da aplicação, apresentação, análise e discussão dos resultados

Neste capítulo, serão apresentados, primeiramente, os resultados das formações realizadas para professores, antes da implementação do projeto. Em seguida, descreveremos a aplicação do projeto com base nas observações da investigadora. Por fim, analisaremos e discutiremos os resultados da aplicação dos questionários e entrevistas respondidos por professores e estudantes. Optou-se por uma análise comparativa crítica, comparando os resultados obtidos nesta investigação com os resultados obtidos na literatura. Essa discussão permite-nos perceber se os resultados presentes nesta tese estão alinhados com os resultados obtidos em estudos semelhantes.

5.1. Formações para professores

Foram realizados cinco cursos de formação voltados aos professores de Física e Química no âmbito do Projeto VLAB-FIS, nos seguintes eventos:

- ‘V Encontro Internacional da Casa das Ciências’ (2018);
- ‘I Encontro da Casa das Ciências - Açores’ (2018);
- ‘Encontro Internacional a voz dos professores de C&T’ (2019);
- ‘Olimpíadas de Física’ – fase regional realizado na Faculdade de Ciências da Universidade do Porto (2019);
- ‘Recursos educativos digitais para o ensino da Física’ (2020 - formação online acreditada em 25 horas);
- ‘VII Encontro Internacional da Casa das Ciências’ (2022).

Nas ações de formação, depois de uma breve introdução e discussão sobre os recursos educativos digitais, foram executadas as seguintes etapas: (1) aceder ao endereço eletrónico dos vídeos introdutórios; (2) escolher um dos vídeos das AL do 10.º ou 11.º ano, disponíveis e analisar esse vídeo com o roteiro de exploração fornecido; (3) analisar a simulação correspondente através do respectivo roteiro de exploração da Atividade Experimental Virtual (AEV); (4) refletir sobre a utilidade do projeto VLAB-FIS para os estudantes, bem como a sua aplicabilidade e eventual participação no projeto.

5.1.1. Questionário aberto

Nas oficinas “VLAB-FIS: uma proposta diferente para o Ensino Experimental da Física” (figura 24), realizada nos encontros acima citados, os 73 professores que participaram tiveram a oportunidade de conhecer o Projeto VLAB-FIS e todos os seus recursos. Ao final de cada uma das oficinas os participantes responderam a um questionário com uma questão aberta⁵⁰.

Figura 24 - Fotografia tirada durante a formação do VLAB-FIS da Casa das Ciências, Guimarães, 2018.



Nota: Acervo dos autores

Descrição: Na imagem, há uma pessoa sentada em frente a um computador móvel. A pessoa está focada na atividade de escrita ao segurar uma caneta e escreve numa folha em branco colocada sobre a mesa. A pessoa parece estar concentrada na tarefa, com os olhos fixos na folha e os dedos segurando firmemente a caneta. O ambiente ao redor é iluminado e sugere um espaço de trabalho organizado, com o computador móvel posicionado à frente dela. A cena transmite uma sensação de dedicação e envolvimento na atividade de escrita.

Após a coleta das respostas fornecidas pelos professores para a questão apresentada, fez-se uma análise de conteúdo. Nesse processo, foram identificadas e atribuídas categorias, as quais estão detalhadamente descritas abaixo (tabela 12).

⁵⁰ Ver Apêndice 6

Tabela 12 - *Categorias e subcategorias estabelecidas na análise de conteúdo*

CATEGORIAS	DESCRIÇÃO
Alternativa à experiência real	Alternativa quando não há possibilidade de execução da experiência de forma real.
Aplicabilidade em sala de aula	É aplicável em sala de aula.
Atrativo e motivador	Mais atrativo e motivador do que os tradicionais protocolos experimentais.
Pormenores na execução prática	Atenção aos pormenores para diminuir os erros na hora da execução da atividade laboratorial.
Ampliação do projeto	Ampliação do projeto para o ensino básico.
Facilita o trabalho experimental	Facilita o trabalho experimental tanto para os estudantes quanto para os professores.
Inclusivo	Inclusão de estudantes com NEE nas aulas experimentais.
Organização das atividades	Destaque para a maneira como os recursos estão organizados.
Suporte para as aulas laboratoriais	Auxilia as aulas laboratoriais.
Utilização do projeto	Afirmação de utilização dos recursos do projeto na própria prática letiva.

Após o estabelecimento das categorias, as respostas foram agrupadas numa grelha⁵¹ na qual foram destacadas as unidades de registo (parte das respostas dos professores transcritas no apêndice 6) e, a seguir, serão apresentadas as respetivas análises.

Na categoria “Alternativa à experiência real” as unidades de registo dos estudantes (P1.3, P1.5, P1.7, P1.18, P2.10, P2.12 e P2.15) evidenciam que os professores consideraram que o projeto VLAB-FIS pode ser aplicado caso não haja material disponível na escola ou quando o fenómeno a ser estudado é de difícil visualização. Dois professores especificaram que os recursos do projeto podem ser utilizados como alternativa aos trabalhos práticos (P1.7 e P2.10) e os outros avaliaram que o projeto pode ser aplicado também como uma alternativa quando não há a possibilidade de realizar a experiência real.

Relativamente à categoria “Aplicabilidade em sala de aula” trinta e três professores afirmam que o projeto é aplicável em sala de aula (P1.7, P1.9, P1.11, P1.13, P1.14, P1.16, P1.17, P1.18, P1.19, P1.21, P1.25, P1.27, P1.28, P1.29, P1.30, P1.31, P1.32, P1.34, P1.35, P2.2, P2.3, P2.5, P2.8, P2.11, P2.15, P2.18, P2.19, P2.23, P2.25, P2.26, P2.28, P2.34 e P2.38). Nas unidades de registo é possível perceber que vinte e seis professores apenas afirmam sobre esta aplicabilidade, mas não explicam essa afirmação (P1.9, P1.11, P1.13, P1.14, P1.16, P1.17, P1.18, P1.19, P1.21, P1.27, P1.28, P1.31, P1.32, P1.34, P1.35, P2.2, P2.3, P2.5, P2.18, P2.19, P2.23, P2.25, P2.26, P2.28, P2.34 e P2.38). Contudo, o restante dos professores (sete deles), apresentam uma explicação do porquê desta aplicação (P1.7, P1.25, P1.29, P1.30, P2.8, P2.11, P2.15).

Consoante a categoria “Atrativo e motivador” é possível perceber nas unidades de registos que os professores expressam-se de diferentes maneiras (P1.1, P1.5, P1.16, P1.20, P1.21, P1.25, P1.26, P1.29, P2.33 e P2.36). Alguns utilizam adjetivos como: “apelativa”, “atrativo”, “criativo”, “motivador”, “estimulante” (P1.1, P1.5, P1.21, P1.26, P1.29, P2.33 e P2.36), enquanto outros explicam o porquê do projeto ser atrativo e motivador (P1.16, P1.20, P1.25).

A categoria “Diminuição de erros” foi identificada porque dois professores evidenciaram este benefício (P1.4 e P1.5). Um deles especifica que os vídeos e roteiros alertam para pormenores que poderiam passar despercebidos (P1.4); o outro evidencia uma parte específica do vídeo introdutório, os “detalhes a reter”, que alertam para os pormenores (P1.5).

⁵¹ Ver Apêndice 7

Na categoria “Ampliação do projeto” os professores sugerem ampliar o projeto para o ensino básico (P1.6, P1.10, P1.12, P1.22, P1.35 e P2.17). Em quatro unidades de registo percebe-se apenas a sugestão de abrangência (P1.10, P1.12, P1.35 e P2.17), enquanto em duas unidades de registo os professores dizem que os vídeos e as simulações podem ser adaptados e também utilizados no 3º ciclo (P1.6 e P1.22).

Relativamente à categoria “Facilita o trabalho experimental” os professores afirmam que o projeto facilita o trabalho tanto dos professores quanto dos estudantes (P1.1, P1.2, P1.4, P1.6, P1.7, P1.13 e P1.18). Apenas um professor afirma que facilita (P1.6), enquanto os outros seis além de afirmarem, apresentam uma justificativa para essa afirmação (P1.1, P1.2, P1.4, P1.7, P1.13 e P1.18).

Na categoria “Inclusivo” apenas dois professores ressaltam a importância de os recursos tornarem as aulas laboratoriais mais inclusivas (P1.2 e P1.5). Um deles ainda especifica o tipo de deficiência que esses recursos iriam favorecer, considerando a inclusão de estudantes com NEE nas aulas experimentais (P1.2); o outro professor apenas afirma que o projeto traz grandes benefícios para a inclusão (P1.5).

A categoria “Organização das atividades” foi estabelecida devido às unidades de registo destacarem a maneira como os recursos estão organizados (P1.1, P1.2, P1.7, P1.8, P1.14, P1.16 e P2.26). Algumas unidades identificam a organização de certos recursos (P1.1, P1.2, P1.7, P1.16 e P2.6) e as outras destacam a organização do projeto como um todo (P1.8 e P1.14).

No que diz respeito à categoria “Suporte para as aulas laboratoriais” as unidades de registo evidenciam como os recursos auxiliam as aulas (P1.2, P1.10, P1.15, P1.23, P1.24, P1.33, P2.1, P2.2, P2.9, P2.16, P2.19, P2.20, P2.25, P2.27, P2.29, P2.30, P2.31, P2.34, P2.35 e P2.36, num total de 20 professores). Alguns professores relatam que o projeto pode complementar as atividades laboratoriais (P1.2, P1.15, P1.23, P2.1, P2.2, P2.9 e P2.25), e outros evidenciaram ser uma forma de apoio (P1.10, P1.24, P2.30). Dois deles relataram a possibilidade de tornar a participação dos estudantes mais ativa (P2.19 e P2.20). A maioria, oito professores, explica como o projeto suporta as aulas laboratoriais (P1.33, P2.16, P2.27, P2.29, P2.31, P2.34, P2.35 e P2.36).

Na última categoria estabelecida, “Utilização do projeto”, 10 professores afirmaram que estavam a utilizar ou poderiam utilizar os recursos do projeto na própria prática letiva (P1.6, P1.12, P1.21, P1.24, P1.25, P1.27, P1.28, P2.7, P2.13 e P2.22). Em sete unidades de registo é possível perceber a afirmação contundente dos professores

sobre a utilização do projeto (P1.6, P1.12, P1.21, P1.24, P1.25, P1.27, P2.7): dois disseram que após explorarem mais os recursos poderiam implementar nas suas aulas (P1.28 e P2.13) e apenas uma professora afirmou já ter implementado o projeto nas suas aulas (P2.22).

Deste modo, foi possível perceber, a partir das análises apresentadas, que os professores consideraram que o projeto apresenta uma ampla possibilidade de aplicabilidade em sala de aula, sendo considerado útil e interessante tanto para os estudantes quanto para eles próprios. É interessante ressaltar a percepção de um dos professores, que destacou que a importância da combinação dos vídeos e dos roteiros seria fundamental para os estudantes poderem realizar melhor as tarefas, já que apenas um ou outro recurso pode não oferecer todo o suporte necessário para as atividades laboratoriais. Também é algo surpreendente o baixo número de professores que reconhecem o caráter inclusivo do projeto. Talvez o encanto provocado pelos recursos no apoio às aulas práticas (19%) e uso em sala de aula (32%) tenha de certa forma ofuscado o papel inclusivo. Tal não significa, contudo, uma desvalorização da inclusão por parte dos professores, mas simplesmente reflita uma tomada de prioridades face ao seu trabalho docente.

5.1.2. Questionário fechado

Durante a fase regional das 'Olimpíadas de Física', realizada na Faculdade de Ciências da Universidade do Porto (2019), foi dada uma formação, de quatro horas, intitulada "VLAB-FIS: uma proposta diferente para o Ensino Experimental da Física", para os professores que acompanharam os estudantes participantes da competição proposta pela Sociedade Portuguesa de Física (figura 25). Em 2020, também foi realizada a uma formação online, em função das restrições causadas pela pandemia de COVID-19, denominada "Recursos educativos digitais" para o ensino da Física e da qual o projeto VLAB-FIS fez parte. Nestas duas formações participaram 38 professores e todos eles responderam, além do questionário aberto⁵², analisado anteriormente, a um segundo questionário fechado, que possuía 19 questões (tabela 7).

⁵² Os professores que responderam aos dois questionários (aberto e fechado) foram identificados como P2 e os que responderam apenas ao questionário aberto são identificados como P1.

Figura 25 - Fotografia tirada durante a formação do VLAB-FIS fase regional das Olimpíadas de Física.



Nota: Acervo dos autores.

Descrição: Na fotografia, capturam-se os participantes da formação. Ao fundo, podemos observar os professores responsáveis pela formação. Ambas estão posicionadas em frente a um quadro onde está a ser projetada uma imagem relacionada aos conteúdos discutidos. Os demais participantes presentes na fotografia, vistas de costas, estão voltados para os professores, demonstrando atenção às informações compartilhadas. O ambiente parece ser uma sala de aula, com elementos como cadeiras, mesas e recursos visuais presentes.

Relativamente à caracterização dos professores (tabela 13), em torno de 63% deles possuía idade acima dos 45 anos, indivíduos compreendidos entre a geração X e a geração *Baby Boomer* (tabela 1). Dois aspectos devem ser ressaltados desses dados, o primeiro deles é trazido por Santos et al. (2014): “os *boomers* têm dificuldades com comunicação e *feedback* e nem sempre possuem uma relação estreita com tecnologias digitais, pois aprenderam a lidar com elas depois de adulto” (p. 31). O segundo é o fato que, embora a geração X tenha se adaptado à tecnologia, aprendendo a utilizar os computadores e a internet, permanecem menos ativos *online* em comparação com as gerações posteriores (Song et al., 2017). Estas gerações necessitam de maiores formações nas áreas tecnológicas por não serem nativos digitais, diferente dos estudantes que estão atualmente nas salas de aula, como discutido no capítulo 2, que desde a idade mais tenra utilizam, a todo instante, ‘objetos tecnológicos’.

Tabela 13 - Caracterização dos professores

		N	%
Sexo	Mulher	26	68,4
	Homem	12	31,6
Idade	] 31 - 36]	2	5,3
	] 36 - 41]	7	18,4
	] 41 - 46]	5	13,2
	] 46 - 51]	12	31,6
	+ de 51	12	31,6
	Total	38	100,0

Como o projeto envolve a utilização de computadores, a seguinte questão foi colocada aos professores: “A sua escola tem computadores disponíveis para os estudantes? Se sim, onde?” Apenas três dos 38 participantes responderam que não havia computadores, doze disseram ter apenas na biblioteca, dez responderam haver em diversas salas e onze apenas na sala de informática. O restante dos inquiridos respondeu apenas “sim”, sem mencionar em que local esses equipamentos estavam disponíveis nas suas escolas (tabela 14).

Apesar das respostas positivas relativamente à existência de computadores, houve a necessidade de avaliar, em função das características do projeto, o número disponível para utilização nas aulas. Segundo os participantes, estavam maioritariamente disponíveis entre 1 e 5 (tabela 14). Considerando que nas aulas laboratoriais raramente participam mais de vinte estudantes, se houver pelo menos 1 computador por cada grupo de quatro estudantes, então o projeto já se torna viável de implementar.

Apesar de as atividades laboratoriais fazerem parte do currículo do ensino básico e secundário em Portugal, na primeira formação alguns professores sugeriram que, caso a escola não tivesse todo o equipamento, o projeto poderia ser uma substituição da atividade laboratorial ou uma complementação. Isso nos suscitou a questionar os participantes sobre a existência ou não dos equipamentos necessários para a realização de todas as atividades laboratoriais do 10º ano e 11º ano. Nas respostas fornecidas, quinze professores responderam que a respetiva escola dispõe de 2 equipamentos para cada atividade laboratorial. Este é um resultado surpreendente face à realidade que conhecemos, pelo menos nas escolas onde o projeto foi implementado. Em contraponto, houve a indicação de um professor que não era

possível realizar qualquer atividade experimental na sua escola, nove disseram que apenas era possível realizar algumas atividades e outros nove apenas um equipamento para cada atividade (tabela 14). Este dado pode corroborar a percepção dos professores que participaram do primeiro workshop, como descrito pelo professor 5: “[...] também é uma boa alternativa quando a escola não dispõe do material/equipamento necessário”.

Considerando que, nas escolas com restrições de equipamento, os professores dividem os estudantes em pelo menos quatro grupos para a realização das atividades laboratoriais, existem duas possibilidades de implementação: (1) uma totalmente demonstrativa, em que apenas o professor realiza a atividade e os estudantes coletam os dados sem serem ativos e realizarem efetivamente a atividade, e outra (2) com parte dos estudantes realizando a atividade diretamente nos equipamentos e outra parte aguardando a sua vez para realizar a atividade. Tanto num cenário, como no outro, o projeto VLAB-FIS é uma mais-valia, pois pelo uso dos recursos digitais do projeto, a experiência pode ser realizada autonomamente pelos estudantes por via digital, preparando-os para uma melhor realização da atividade laboratorial ou complementando a atividade realizada, sendo então possível trabalhar com o mesmo fenômeno de diferentes formas, reforçando a aprendizagem.

Tabela 14 - Caracterização do estabelecimento de ensino dos professores

		N	%
Computadores disponíveis para os estudantes	Sim	35	92,1
	Não	3	7,9
Quantidade de computadores para serem utilizados nas aulas	0	3	7,9
	1 - 5	14	36,8
	6 - 10	2	5,3
	11 - 15	10	26,3
	16 - 20	2	5,3
	+ de 20	7	18,4
Equipamento necessário para as atividades laboratoriais 10º e 11º	Não é possível realizar qualquer atividade laboratorial	1	2,6

11º anos	Sim, 1 para cada atividade laboratorial	9	23,7
	Sim, 2 para cada atividade laboratorial	15	39,5
	Sim, 3 para cada atividade laboratorial	1	2,6
	Sim, 4 para cada atividade laboratorial	2	5,3
	Sim, 5 para cada atividade laboratorial	1	2,6
	Não, só para algumas atividades laboratoriais	9	23,7
Total		38	100,0

Uma vez que a falta de equipamento nas aulas laboratoriais parece ser uma realidade presente em muitas escolas, nomeadamente nas escolas participantes, o projeto se mostra realmente necessário para que discussões importantes para formação dos estudantes não deixem de ser realizadas pela falta de atividades experimentais.

As perguntas seguintes foram feitas no intuito de compreender as opiniões e utilização dos recursos educativos digitais (vídeo, simulações, jogos) nas práticas letivas dos professores. Após a avaliação das respostas verificou-se que mais da metade dos professores afirmaram utilizar frequentemente ou em quase todas as aulas, destacando que nenhum deles respondeu que não utiliza as tecnologias disponíveis durante as suas aulas (tabela 15). A resposta é um tanto divergente da obtida no recente relatório elaborado a partir da análise das respostas de 2.580 professores, publicado em Portugal, desenvolvido em colaboração com José Alberto Lencastre & Marco Bento (CIEEd, UM) (“Relatório sobre o Estado da Tecnologia na Educação”), que traz os seguintes dados: “36% dos professores não têm formação sobre tecnologia na sala de aula, 31% não utiliza tecnologia, pois nem sempre esta está funcional e 15% considera difícil ou desnecessária”. (Promethean Ibéria, 2021, p.8)

Tabela 15 - Frequência e tipo de recursos educativos digitais utilizados em sala de aula

		N	%
Utilização dos recursos educativos digitais (RED) em aula	Raramente	3	7,9
	Às vezes	13	34,2
	Frequentemente	20	52,6
	Em quase todas as aulas	2	5,3
	Total	38	100,0
RED mais utilizado nas aulas	Vídeos	13	34,2
	Simulações	24	63,2
	Kahoot!	1	2,6
	Total	38	100,0

Para compreender como eles utilizam estas REDs, perguntou-se: “Como utiliza os recursos educacionais digitais nas suas aulas? (marcar mais do que uma opção, se aplicável)”, a maioria afirmou que utiliza essas REDs para realizar demonstrações (29 professores). Não é difícil perceber que, apesar de utilizarem as tecnologias em sala de aula, na grande maioria das vezes fazem-no com os estudantes ainda num papel passivo e a interação direta com essas tecnologias é pequena. Nota-se aqui uma barreira que precisa ser ultrapassada: o professor deve ensinar os estudantes como usar as tecnologias a seu favor, pois eles, apesar de serem nativos digitais, não compreendem como elas podem contribuir com o seu desenvolvimento. Esse fato é corroborado por Dotta et al. (2019):

há uma tendência crescente dos estudantes na expectativa de que a automaticidade dos smartphones atuais se estenda a todas as tecnologias (Shifflet & Weilbacher, 2015). Assim, embora os estudantes tenham um efetivo maior nível de conforto com o uso da tecnologia, possuem pouca experiência prática sobre como a tecnologia pode apoiar a sua aprendizagem. (p. 54)

Após o conjunto de questões mencionado anteriormente, os professores foram indagados na tentativa de compreender se eles utilizam em sala de aula os recursos que mais acham importantes e como elas estavam associadas à sua prática letiva.

Relativamente à importância das abordagens pedagógicas — exercícios, problemas, análise de vídeo, jogos didáticos e atividades laboratoriais — os resultados mostram (tabela 16) que os professores valorizam a resolução de exercícios/problemas e realização das atividades laboratoriais, mas não consideram a análise de vídeos (análise de um experimento real) uma abordagem fundamental. Essas respostas podem ser contraditórias, em certo nível, se considerarmos o vídeo e a análise de vídeos com a utilização de software uma etapa fundamental para as atividades laboratoriais. Uma vez que em muitas investigações científicas atuais os profissionais da área analisam os dados e realizam experimentos em simulações, como descrito no capítulo 2, a sala de aula continua completamente desconectada das atuais demandas.

Tabela 16 - Respostas dos professores sobre a importância das abordagens pedagógicas e as respectivas análises estatísticas

	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão
Importância das abordagens pedagógicas [Resolução de exercícios/problemas]	2	5	4,2	0,82
Importância das abordagens pedagógicas [Análise de vídeo]	1	5	3,5	0,89
Importância das abordagens pedagógicas [Simulação]	2	5	4,0	0,85
Importância das abordagens pedagógicas [Atividade laboratorial]	4	5	4,8	0,37
Importância das abordagens pedagógicas [Jogos didáticos]	1	5	3,3	1,21
Alpha de Cronbach	$\alpha = 0,615$			

Um ponto que chamou a atenção entre as respostas fornecidas pelos professores está associado ao uso de jogos didáticos, pois apesar da média fornecer a ideia de ser razoavelmente importante, ela apresenta uma grande variabilidade. Esse fato pode ser um indicativo que muitos dos participantes não consideram esses recursos como um elemento que possa ser utilizado como método de avaliação formativa. Apesar de autores como Ismail et al. (2019) afirmarem que as plataforma como *Kahoot!*,

“tornaram-se mais comuns na educação, parece que as plataformas são amplamente utilizadas como ferramentas de avaliação formativa para promover a aprendizagem dos estudantes”⁵³ (p. 1). Infere-se, assim, que o modelo de ensino atual, mesmo com diversas ferramentas e recursos, ainda se apoia em metodologias tradicionais para avaliar a aprendizagem e o desenvolvimento de competência dos estudantes durante as aulas.

Relativamente ao grau de utilização das abordagens pedagógicas, a partir dos dados, percebemos que a abordagem mais utilizada pelos professores é a atividade laboratorial e resoluções de exercícios, seguida da resolução de problemas. A análise de vídeo e os jogos didáticos são as abordagens que, segundo os próprios professores, eles menos utilizam em sala de aula (tabela 17), confirmando as respostas apresentadas na tabela anterior.

Tabela 17 - Respostas dos professores sobre o grau de utilização das abordagens pedagógicas e as respetivas análises estatísticas

	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
Grau de utilização nas suas aulas [Resolução de exercícios/problemas]	3	5	4,3	0,69
Grau de utilização nas suas aulas [Análise de vídeo]	1	5	2,9	1,06
Grau de utilização nas suas aulas [Simulação]	1	5	3,5	0,92
Grau de utilização nas suas aulas [Atividade laboratorial]	1	5	4,4	0,83
Grau de utilização nas suas aulas [Jogos didáticos]	1	5	2,6	1,15
Alpha de Cronbach		$\alpha = 0,523$		

Ao fazermos o teste de correlação entre a importância que os professores dão à resolução de exercícios/problemas, jogos didáticos e simulações computacionais, e o quanto os utilizam em sala de aula, percebe-se que os indicadores estão positiva e

⁵³ have become more common in education. The platforms are widely used as formative assessment tools to promote student learning.

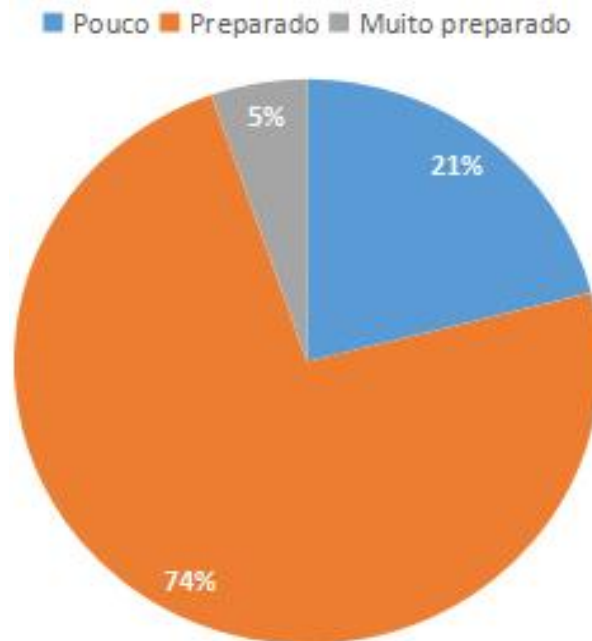
fortemente correlacionados entre si, sendo as correlações estatisticamente significativas ($p < 0,001$). A correlação⁵⁴ mais elevada observa-se entre a importância e o grau de utilização dos “Jogos didáticos” (0,702) e a mais baixa entre a importância e o grau de utilização das “Simulações” (0,550). Presume-se que, uma vez que os professores consideram importante ou muito importante as abordagens pedagógicas, é natural a sua utilização em sala de aula. Da mesma forma, quando os jogos didáticos são considerados de pouca importância, é natural esperar que essa abordagem não seja amplamente utilizada.

Os dados coletados até o momento revelam que, apesar do reconhecimento da importância de adotar abordagens pedagógicas diversificadas, os professores ainda tendem a privilegiar a resolução de problemas e a realização de exercícios como as práticas mais prevalentes nas suas metodologias. Esses resultados alinham-se com estudos anteriores (Cardozo et al., 2018; Moreira, 2018; Moreira, 2021) que sugerem que as aulas no ensino secundário frequentemente se orientam em direção às demandas das avaliações externas e ao objetivo de facilitar o ingresso dos estudantes no ensino superior.

Para compreender se os professores se sentem preparados para utilizar os recursos educativos digitais em sala de aula, eles foram questionados sobre essa nova possível dinâmica. Pelas respostas fornecidas por eles, 28 (~ 74%) indicaram estar preparados, 8 pouco preparados e apenas 2 responderam que se sentem muito preparados (gráfico 6). No entanto, não é possível avaliar qual o grau de conhecimento dos professores sobre as ferramentas tecnológicas existentes, uma vez que as considerações sobre estar ou não preparado dependem da realidade na qual estão inseridos. Alguns indicativos podem ser obtidos a partir das respostas sobre a preferência por certas abordagens pedagógicas, pois aquelas mais indicadas foram as que não estão diretamente relacionadas com as REDs.

⁵⁴ Ver Apêndice 5, Output nº A1

Gráfico 5 - Percentual de respostas dos professores numa das perguntas do questionário sobre o nível de preparação para a utilização das REDs em sala de aula.



Nota: Acervo dos autores.

Descrição: A figura representa um gráfico circular, composto por três setores, para ilustrar as proporções das respostas fornecidas pelos professores a uma das perguntas do questionário. A análise revela que a maioria dos professores, correspondendo a 74% das respostas, se considera "preparada" para incorporar as REDs nas suas práticas de ensino. Uma parcela de 21% dos professores respondeu estar "pouco preparada", enquanto uma minoria de 5% relatou sentir-se "muito preparada" para utilizar esses recursos de forma eficaz.

Para confirmar se as respostas anteriores são condizentes com as práticas adotadas pelos professores e relatadas nas perguntas, foi solicitado que atribuíssem um valor de 1 a 7, em que 1 é "Discordo totalmente" e 7 é "Concordo plenamente" nas perguntas indicadas na tabela 18.

Quando questionados sobre a possibilidade das REDs interferirem no tempo de estudos dos estudantes, os professores compreendem que esse fato não acontece. No entanto, pelo grau de variabilidade presente nas respostas, ainda existe uma pequena desconfiança sobre a possibilidade das simulações e dos vídeos causarem algum impacto. A questão mais significativa ficou associada aos jogos, que aparece com média 2,0 e desvio padrão 1,26, indicando que os professores ainda consideram que esses recursos produzem menos ganho formativo que os outros recursos utilizados (Tabela 18).

Tabela 18 - Respostas dos professores sobre se a utilização das REDs

	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
A utilização de VÍDEOS exige um “gasto” de tempo considerável, retirando tempo de estudo aos estudantes. Por isso estes recursos não devem ser usados no ensino.	1	7	1,6	1,22
A utilização de SIMULAÇÕES exige um “gasto” de tempo considerável, retirando tempo de estudo aos estudantes. Por isso estes recursos não devem ser usados no ensino.	1	7	1,5	1,06
A utilização de JOGOS DIDÁTICOS exige um “gasto” de tempo considerável, retirando tempo das aulas. Por isso estes recursos não devem ser usados no ensino.	1	7	2,0	1,26
Alpha de Cronbach		$\alpha = 0,523$		

Sobre o quanto os REDs impactam na motivação e na aprendizagem de conceitos físicos de forma eficaz, as respostas apresentadas pelos professores mostram que esses recursos motivam os estudantes, mantendo-os mais participativos e atentos às aulas. Além disso, foi possível perceber, através dos dados, que eles consideram que as simulações e os vídeos podem contribuir positivamente para a aprendizagem dos conceitos científicos (tabela 19). Contudo, para os professores, os jogos didáticos (como o *Kahoot!*, jogo utilizado na formação) parecem não ser uma forma alternativa de avaliação, confirmando a percepção anteriormente sobre a utilização massiva de recursos tradicionais na avaliação das aprendizagens dos estudantes.

Tabela 19 - Respostas dos professores, sobre a utilização das REDs, relacionadas com: a motivação, a aprendizagem e a avaliação.

	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
As simulações e os vídeos permitem aprender conceitos físicos de forma eficaz.	4	7	6,1	0,90

Os jogos didáticos permitem avaliar a aprendizagem de conceitos físicos de forma eficaz.	3	7	4,8	1,38
Ao trabalhar com os VÍDEO os estudantes ficam mais participativos e mais atentos às aulas.	3	7	5,9	1,06
Ao trabalhar com as SIMULAÇÕES os estudantes ficam mais participativos e mais atentos às aulas.	4	7	5,9	0,96
Ao trabalhar com os JOGOS DIDÁTICOS os estudantes ficam mais participativos e mais atentos às aulas.	3	7	5,3	1,37
Alpha de Cronbach		$\alpha = 0,847$		

É válido destacar que para os estudantes que possuem algum tipo de limitação motora nos membros superiores, o *Kahoot!* pode ser um método de avaliação mais inclusivo do que as avaliações formais. Num trabalho no qual é apresentada uma proposta para a apresentação e avaliação da aprendizagem sobre o tema “Torque”, Corrêa e Silva et al. (2017) perceberam que mesmo os estudantes não gostando de serem avaliados, eles apresentam vontade de participar das atividades com esta plataforma. Além disso, os autores também constataram que os estudantes com NEE, que antes se mostravam pouco confortáveis em responder os questionamentos em aula, se sentiram mais motivados a responder questões sobre o tema abordado.

Infelizmente, parece haver uma percepção equivocada entre os professores que responderam aos nossos questionários, de que o *Kahoot!* é apenas uma brincadeira e que ela não pode ser utilizada como instrumento formal de avaliação. Todavia, o desempenho nas várias respostas fornecidas pelos estudantes pode ser usado como uma das notas para a média final (pesando como uma avaliação quantitativa) e também para fornecer ao professor um diagnóstico geral de aprendizagem, numa perspectiva qualitativa. Além disso, no panorama apresentado nesta tese, o uso do aplicativo poderia contribuir de forma relevante para a autoestima e sentimento de equidade na hora da avaliação.

As grelhas de observação da investigadora mostram que os estudantes também demonstram maior participação e atenção nas aulas ao interagirem com os vídeos e a simulação. Ao realizarmos o teste de correlação das respostas dos professores entre os índices referentes a esses dois recursos⁵⁵, constatamos que os indicadores estão positiva e fortemente correlacionados entre si, sendo as correlações estatisticamente significativas ($p < 0,001$). Conclui-se então que na perspectiva dos professores, a aprendizagem dos conceitos físicos por intermédio das simulações e dos vídeos, pode estar relacionada com a maior participação e atenção dos estudantes quando esses REDs são utilizados.

Por fim, foi pedida a opinião dos professores relativamente à formação, se era importante e faziam com que os professores se sentissem mais preparados para aplicar os recursos nas suas aulas. Apesar de acharem importante a formação, a percepção deles é que esta não é suficiente para que eles se sentissem preparados para utilizar os REDs nas aulas (tabela 20). Ou seja, é necessária uma formação mais profunda e contínua para esse efeito, o que realmente aconteceria com os professores que implementaram este projeto nas suas escolas e a quem demos o apoio necessário.

Tabela 20 - Respostas dos professores sobre a formação

	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
Esta formação é importante para me ajudar a aplicar os REDs em contexto de sala de aula.	3	7	6,3	1,04
Após esta formação estou preparado(a) para aplicar os REDs nas minhas aulas.	2	7	5,1	1,31
Alpha de Cronbach		$\alpha = 0,622$		

No entanto, registe-se que a resposta obtida parece contradizer a abordagem apresentada na questão sobre a dificuldade de utilizar ambientes virtuais de maneira complementar às atividades laboratoriais, devido à necessidade de conhecimentos especializados que possam estar ausentes. Nesse contexto, os professores expressaram a opinião de que a utilização dos REDs não era um desafio, uma vez que se sentiam proficientes nos tópicos específicos. Dessa forma, seria esperado um

⁵⁵ Ver Apêndice 5, Output nº A2.

aumento na pontuação média e uma redução no desvio padrão, o que não aconteceu quando consideramos as suas respostas na tabela 20, indicando que, após receberem a formação, reconhecem que, afinal, ainda assim não se sentem completamente preparados para implementar efetivamente os REDs. Ou seja, parece haver alguma incongruência entre aquilo que os professores, à partida, acham que sabem sobre o domínio dos REDs e o que efetivamente sentem após tomarem contacto com esses recursos.

Quando comparadas as respostas anteriores, algumas conjecturas a partir dos dados coletados e das recentes investigações permitem-nos dizer que as análises de vídeo não são tão exploradas pelos professores porque eles não se sentem muito preparados para aplicá-las em sala de aula. Nesse sentido, ações de formação para fortalecer a utilização de recursos digitais no ensino e aprendizagem da Física, são muito necessárias, pois permitirão que os professores possam adotar essas práticas com maior interesse e confiança.

5.2. Aplicação do projeto VLAB-FIS

O projeto foi implementado, na sua versão final, em quatro escolas: uma localizada na cidade da Trofa (escola A); duas localizadas na região central do Porto (escolas B e C) e uma em Almada, na região de Lisboa (escola D). A primeira escola participou na investigação para complementação das atividades laboratoriais fora de sala de aula. As escolas da região central do Porto e a da Almada participaram pela falta de equipamento necessário para a realização de todas as atividades laboratoriais.

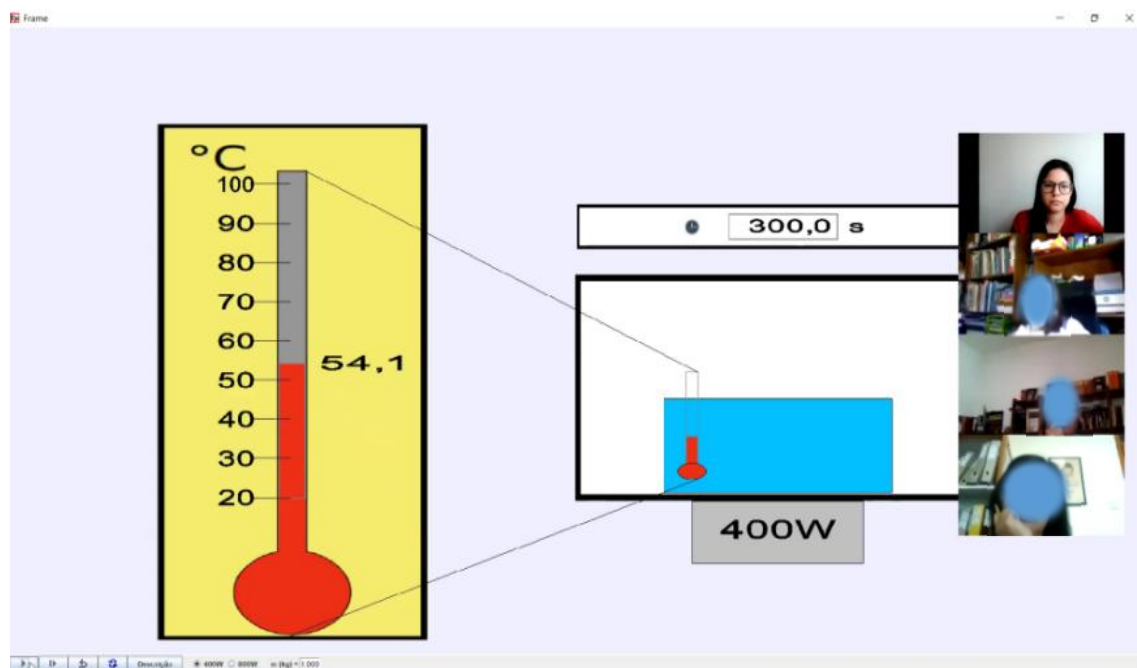
Por isso, os materiais desenvolvidos pelo projeto foram usados de formas diversas para complementar as aulas laboratoriais: numa das escolas, serviram para os estudantes explorarem as potencialidades dos recursos digitais fora da sala de aula; nas restantes escolas, a sua exploração ocorreu durante a realização de uma atividade experimental específica, ou seja, foram utilizadas concomitantemente com as experiências físicas.

5.2.1. Ações de formação de professores participantes no projeto

Para os professores que efetivamente participaram do projeto, foram dadas formações mais específicas e aprofundadas sobre cada uma das atividades laboratoriais e respectivos recursos educativos (uma imagem tirada no decurso de uma das

formações é apresentada na figura 26). Em encontros semanais de aproximadamente uma hora, explorou-se todos os recursos disponíveis (vídeos, simulações, roteiro de explorações, *Kahoot!* e *Tracker*). A primeira sessão foi sobre o funcionamento e utilização do Tracker, permitindo que os participantes compreendessem os passos necessários para a realização das análises dos vídeos das atividades. Nas sessões seguintes foram exploradas as atividades laboratoriais, iniciando pelo vídeo introdutório e respectivo roteiro de exploração, em seguida o *Kahoot!* e por fim a simulação e respectivo roteiro.

Figura 26 - Captura de ecrã de uma sessão com professores que participaram no projeto VLAB-FIS



Descrição: A imagem apresenta a captura do ecrã, contendo duas janelas num fundo preto. Do lado esquerdo da imagem, há a representação de um grupo de estudantes, enquanto do lado direito está a imagem da investigadora com semblante de atenção à atividade realizada pelos estudantes.

5.2.2 Aulas assistidas

A escola A, conta com todos os equipamentos necessários para a realização de todas as atividades laboratoriais e participou da investigação para complementação das atividades laboratoriais fora de sala de aula, bem como para aliar as tecnologias às aprendizagens dos estudantes. O projeto foi aplicado no 10.º e 11.º anos com a mesma turma durante dois anos consecutivos e a professora teve em vista inserir os seus estudantes na atual realidade da utilização dos recursos educativos digitais. Nesta escola, a professora aplicou todos os recursos do projeto, mas devido à

distância e incompatibilidade de horários, a investigadora não assistiu a nenhuma das aulas laboratoriais.

Na escola B, uma professora aplicou o projeto em duas turmas do 10.º ano e outra professora em duas turmas do 11.º ano. Apesar da escola ser acessível para a investigadora, não foi possível assistir às aulas laboratoriais devido à incompatibilidade de horários e também devido às restrições impostas pela pandemia da COVID-19. Deste modo, foram as professoras que aplicaram todos os recursos do projeto e, quando necessário, encontravam-se de forma remota com a investigadora para colmatar as questões que surgiam.

Na escola C o projeto foi aplicado em duas turmas do 10.º ano, numa delas a investigadora assistiu a duas aulas laboratoriais. A aula da atividade A.L. 2.1 foi a primeira assistida pela investigadora⁵⁶, nela a professora realizou a seguinte sequência para a realização desta atividade:

- antes: (1) aula com a simulação do projeto VLAB-FIS sobre a atividade A.L. 2.1, para os estudantes estarem mais preparados para realizarem a prática e (2) visualização do vídeo introdutório e realização do respectivo roteiro como atividade para casa.
- no dia da aula: (1) realização do *Kahoot!*, (2) preparação das tabelas para a coleta de dados, (3) realização da prática e, por fim, (4) discussão dos dados coletados.

No que se refere à utilização das simulações, na qual a investigadora não estava presente, a professora relatou que os estudantes demonstraram ter pouca habilidade em utilizá-las de maneira autônoma. No entanto, quando se tratou de jogos, eles mostraram-se mais familiarizados e capazes de utilizá-los de maneira adequada.

Quanto às observações no dia da aula, os estudantes ficaram extremamente envolvidos com o *Kahoot!* e durante o jogo comentaram saber as respostas por assistirem ao vídeo introdutório. Além disso, ao prepararem com antecedência as tabelas e o relatório, os estudantes compararam as informações presentes no manual com as do vídeo introdutório e muitas vezes essas serviram para auxiliar nas eventuais dúvidas que surgiam. A investigadora notou que as discussões feitas entre os estudantes traziam sempre as informações presentes no vídeo introdutório e na simulação, por esse motivo questionou-os do que achavam de utilizar esses recursos para complementar as atividades laboratoriais. Os estudantes afirmaram estar mais estimulados para a realização da aula laboratorial porque os recursos eram mais

⁵⁶ ver o apêndice 4

dinâmicos e relataram para a investigadora: “perdemos menos tempo e sabíamos mais ou menos o que tinha que ser feito”.

No fim da aula, os estudantes relataram à investigadora que o vídeo introdutório era mais interessante que os textos do protocolo e que auxiliavam a assimilar melhor o que seria feito na atividade laboratorial, apesar de algumas diferenças entre os equipamentos. Disseram que os vídeos introdutórios eram muito informativos e que os ajudaram a escrever os procedimentos, os objetivos e que também ajudariam a escrever as conclusões.

Quanto ao *Kahoot!* utilizado para avaliar o quanto eles retiveram das informações na etapa de preparação, os estudantes relataram que gostam de jogos e ao saber que seriam avaliados com essa ferramenta, tinham ainda mais motivação para assistir aos vídeos, com mais atenção que o habitual.

Relativamente à simulação, eles relataram que esses recursos contribuíram para que soubessem como as coisas seriam feitas, além de poderem experimentar o que quisessem “sem explodir” o laboratório. Uma das alunas, que participou do projeto, relatou à investigadora que como era a primeira vez que montava um circuito, não sabia como realizar a montagem corretamente e sem querer fez um curto-circuito na simulação e explodiu a pilha, percebendo assim o que não poderia realizar na atividade real. Outros estudantes ainda relataram a semelhança entre a simulação e a atividade laboratorial e como ela os auxiliou na parte prática, bem como na fase posterior no registo dos dados.

A professora comentou que nas suas aulas, os estudantes fazem sempre os relatórios completos de todas as atividades laboratoriais, contudo considerava modificar essa estratégia. Ponderava, então, utilizar os relatórios simplificados em forma de “V” de Gowin, como apresentado no projeto, por considerar que essa ferramenta facilitaria mais a aprendizagem dos estudantes do que os relatórios tradicionais.

Na atividade AL 1.2, a professora aplicou o projeto da seguinte forma:

- antes: visualização do vídeo introdutório e realização do respectivo roteiro como atividade para casa.
- no dia da aula: (1) realização da atividade utilizando o *Tracker*, (2) realização do *Kahoot!*, (3) preparação das tabelas para a coleta de dados, (4) realização da prática e, por fim, (5) discussão dos dados coletados.

Nos primeiros minutos da aula foi realizado o *Kahoot!*, sendo possível avaliar se os estudantes assistiram ao vídeo introdutório. Devido ao que a professora observou e relatou à investigadora na aula relativamente à utilização da simulação na aula anterior, ela preparou e disponibilizou um guião para os estudantes conseguirem utilizar o *Tracker*. Os estudantes analisaram em trio dois vídeos: bola de borracha e piso de madeira, e bola de voleibol e piso de madeira. A investigadora inquiriu-os para saber a opinião deles sobre o *Tracker* e disseram que gostaram de utilizar o software, por ser muito intuitivo e que o guião facilitou ainda mais a utilização. Contudo, mesmo com o guião a mostrar todos os passos, a investigadora percebeu que os estudantes apresentavam algumas dificuldades e apenas depois do auxílio da professora e da investigadora, conseguiram realizar as respetivas análises.

Após realizarem a análise dos dados que recolheram no *Tracker*, os estudantes fizeram a aquisição de dados por meio de um sensor conectado à calculadora gráfica (CBR) com a professora. Os estudantes relataram que foi mais fácil trabalhar com o *Tracker* do que com o CBR, pois era mais fácil de fazer a recolha dos dados e mais intuitivo para fazer os respectivos gráficos.

No fim da aula os estudantes relataram de forma mais detalhada à investigadora que desconheciam o *software* de análise de vídeo como o *Tracker* e que gostaram muito de trabalhar com ele, por ser muito completo e intuitivo. Relataram ainda que, apesar de inicialmente parecer complexo, depois que compreenderam o funcionamento, conseguiram utilizá-lo com facilidade.

Com a aplicação do projeto nesta turma, foi possível perceber que a professora cumpriu os objetivos e orientações do projeto, tentando sempre que possível fomentar a participação ativa dos estudantes por intermédio da utilização dos recursos. Ela buscou sempre orientar o trabalho dos estudantes com base nas instruções do projeto, levando-os a cumprir coerentemente as regras definidas pelo projeto. Relativamente à participação dos estudantes, observou-se que a linguagem utilizada nos recursos desenvolvidos pelo projeto é adequada para o nível etário deles e o tempo de aula era suficiente para a execução das atividades propostas no projeto. Eles viam previamente o vídeo introdutório e o *Kahoot!* avaliava se os estudantes haviam visto o vídeo (figura 27). Apesar das dificuldades iniciais encontradas na utilização do *Tracker*, os alunos conseguiram superá-las com o auxílio do roteiro e da orientação da professora. Observou-se que a participação deles no projeto foi bastante ativa, refletindo uma melhor preparação nas experiências e, por conseguinte, uma melhoria na participação nas atividades laboratoriais.

Figura 27 - Captura de ecrã dos resultados do Kahoot! nesta turma que participou do projeto VLAB-FIS.

Nickname	Rank	Correct answers	Unanswered	Final score
M	1	100%	—	4 282
Se	2	80%	—	3 622
MC	3	80%	—	3 570
Mai	4	80%	—	3 541
Duds	5	80%	—	3 478
le-	6	60%	—	2 543
In	7	60%	—	2 416
Pe	8	40%	1	1 837
Ja	9	40%	2	1 512
TS	10	20%	—	863
gsk	1	100%	—	4 573
G	2	100%	—	4 551
In	3	100%	—	4 459
#GUU	4	80%	—	3 790
Cu	5	80%	—	3 736
Go	6	80%	—	3 659
SA	7	80%	—	3 581
Fran	8	60%	—	2 733
Al	9	60%	—	2 673
Di	10	40%	—	1 795

Nota: Acervo dos autores.

Descrição: A captura de ecrã exibe os resultados do *Kahoot!* de um grupo de alunos que participaram do projeto VLAB-FIS. Na imagem, é possível identificar o 'Nickname' de cada aluno, o percentual de acerto das respostas e a pontuação final de cada um deles.

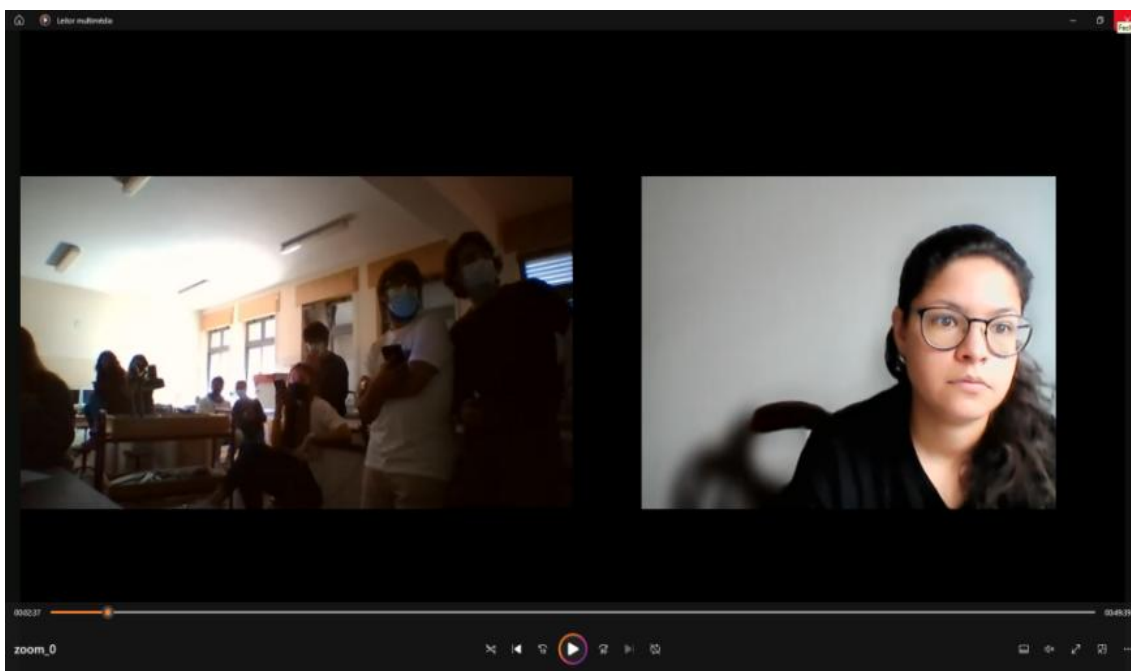
Na escola D, a investigadora teve a possibilidade de observar, remotamente, três aulas laboratoriais do 10.º ano, numa das duas turmas nas quais o projeto foi aplicado. A investigadora assistiu às aulas remotamente, devido à distância da escola e às regras de distância de segurança pela pandemia da COVID-19. No total foram assistidas quatro atividades laboratoriais, sendo que duas delas foram realizadas na mesma aula. Em todas as atividades, o vídeo introdutório e o respectivo roteiro de exploração foram enviados na aula anterior. Deste modo, todas as aulas laboratoriais iniciavam-se com o *Kahoot!*.

Na primeira atividade (A.L. 1.1), o professor aplicou o projeto da seguinte forma:

- antes: visualização do vídeo introdutório e realização do respectivo roteiro como atividade para casa.
- no dia da aula: (1) realização do *Kahoot!*, (2) preparação das tabelas para a coleta de dados, (3) realização da prática, (4) filmagem da atividade laboratorial e, por fim, (5) discussão dos dados coletados.
- depois: análise dos vídeos utilizando o *Tracker*.

No dia da aula assistida pela investigadora (figura 28), notou-se que devido às regras de distância de segurança, um estudante executava a atividade, outro controlava os dados do sensor e um terceiro apontava os resultados no quadro, para que todos tivessem acesso aos valores. Os estudantes discutiam frequentemente com o professor e com os colegas a melhor forma de executar a experiência, optando por fazer cinco ensaios para cada posição para depois escolherem os três melhores resultados. O professor sempre os estimulou com perguntas e questões que os levassem a pensar criticamente, colocando principalmente uma série de perguntas que relacionavam a atividade às questões também presentes do cotidiano. Durante a discussão sobre a atividade, um dos estudantes questionou o professor por que razão no vídeo introdutório havia um transferidor e na atividade realizada por eles não tinha esse equipamento. O professor iniciou a discussão sobre a inclinação da rampa e explicou que os alunos podem determinar o ângulo de inclinação utilizando a altura e o comprimento, em vez de recorrerem a um transferidor.

Figura 28 - Captura de ecrã de uma turma que participou do projeto VLAB-FIS.



Nota: Acervo dos autores.

Descrição: A imagem apresenta a captura do ecrã, contendo duas janelas num fundo preto. Do lado esquerdo da imagem, há a representação de um grupo de estudantes, enquanto do lado direito está a imagem da investigadora com semblante de atenção à atividade realizada pelos estudantes.

Para as seguintes atividades laboratoriais (A.L. 3.1, A.L. 3.2 e A.L. 3.3), o professor aplicou o projeto da seguinte forma:

- antes: (1) aula com as simulações do projeto VLAB-FIS sobre as atividades laboratoriais, para os estudantes estarem mais preparados para realizarem a prática e (2) visualização do vídeo introdutório e realização do respectivo roteiro como atividade para casa.
- no dia da aula: (1) realização do *Kahoot!*, (2) preparação das tabelas para a coleta de dados, (3) realização da prática e, por fim, (4) discussão dos dados coletados.

Na segunda aula laboratorial assistida, devido ao confinamento e feriados, os conteúdos a serem lecionados estavam atrasados e, por esse motivo, o professor realizou as atividades 3.2 e 3.3 no mesmo dia. Contudo, na aula anterior, não assistida pela investigadora, o professor utilizou as simulações para preparar os estudantes para a realização da atividade laboratorial. No dia da aula assistida, havia três bancadas com as atividades (duas com a 3.3 e uma com a 3.2), os estudantes estavam divididos em três grupos e “rodavam” entre si, para que em cada hora realizassem uma experiência. Nestas atividades, os estudantes não tiveram tanta autonomia para montarem a experiência, estas já estavam montadas na bancada e eles realizavam apenas a recolha dos dados. É importante destacar que, além de utilizarem os roteiros deixados pelo professor, os estudantes também recorreram ao vídeo introdutório para tirar algumas dúvidas antes de coletar os dados. Quando foram inquiridos sobre os recursos do projeto VLAB-FIS, os estudantes relataram que todos eles foram um ótimo auxílio na montagem da experiência, pois sabiam os materiais e equipamentos que seriam utilizados e como deveriam proceder na recolha dos dados.

Na última aula laboratorial assistida, os estudantes realizaram a atividade 3.1. A aula iniciou-se com o *Kahoot!*, mas desta vez, o professor ativou uma funcionalidade que a turma inteira, mesmo os estudantes do primeiro turno, já haviam feito. Utilizou uma opção de competir com “fantasmas” e assim os estudantes do segundo turno “competiram” com os resultados obtidos pelos do segundo turno. Em seguida, o professor explicou a atividade laboratorial e propôs uma discussão sobre a melhor forma de recolha dos dados, para os estudantes perceberem melhor a execução da atividade. À semelhança das atividades anteriores, a atividade 3.1 já estava pré-montada, portanto os estudantes só fizeram a recolha dos dados, comprometendo um pouco a sua autonomia. No entanto, destaco que eles discutiram muito com o professor e com os colegas a melhor forma de executar a experiência.

Com as observações⁵⁷ registradas pela investigadora foi possível constatar que, apesar do projeto ter sofrido adequações pontuais na sua implementação, os objetivos e orientações foram cumpridos. Notou-se, pelas discussões dos estudantes, que os recursos tinham uma linguagem adequada e eles sentiam-se mais preparados para as atividades laboratoriais. Relativamente ao professor, percebeu-se que ele utilizou todos os recursos, mobilizando os estudantes para uma discussão mais ativa sobre as atividades laboratoriais. Orientou o trabalho laboratorial dos estudantes com base nas instruções do projeto, cumprindo coerentemente as regras definidas.

5.2.3 Intervenção com o estudante com NEE

Durante a investigação, ocorreu, como citado anteriormente, o confinamento devido à pandemia da COVID-19. Esta situação acabou por se tornar uma oportunidade para a implementação do projeto VLAB-FIS, que também foi utilizado para promover o trabalho à distância, possibilitando a continuidade dos estudos remotamente. Neste período, foi possível a participação de um estudante, do 11.º ano, diagnosticado com Distrofia Muscular de Duchenne (identificado como estudante A.), uma patologia progressiva do músculo (Marcos, 2015) que, para além da incapacidade de marcha, produz fraqueza dos membros superiores e dificuldade a motricidade fina (habilidade essencial para realizar tarefas como escrever ou desenhar, por exemplo).

Iniciamos os nossos encontros com o estudante A. que estava a concluir as aulas da componente de Física e que, por sua própria iniciativa, nos contactou. Optamos, então, por começar com a realização da atividade laboratorial correspondente a essa etapa — no caso, a última atividade laboratorial de Física do 11.º ano, a A.L. 3.2. Nos encontros subsequentes, seguimos a ordem estabelecida no Programa de Física e Química A, explorando os tópicos de acordo com essa sequência planejada.

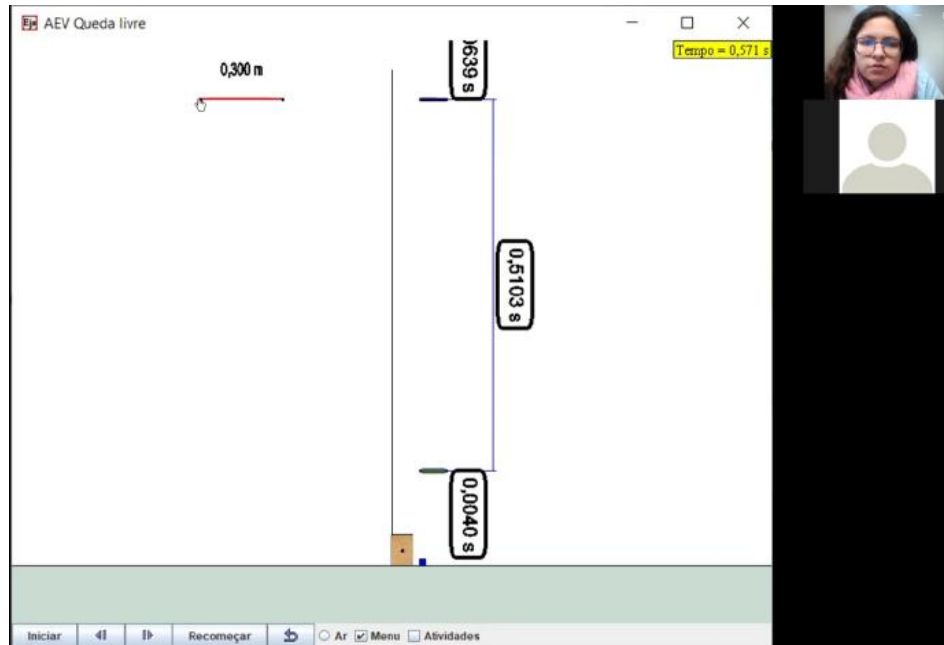
Em todos os nossos encontros, adotamos uma abordagem com o intuito de promover a participação ativa e o engajamento do estudante A.. Na fase inicial, era fornecido um vídeo introdutório relacionado com a atividade laboratorial que seria realizada, o qual era enviado antecipadamente para análise. Para verificar se o estudante havia se preparado e incentivar a sua interação, utilizou-se o *Kahoot!* nos primeiros minutos dos encontros.

Na sequência, o estudante A. realizava a atividade nas simulações (figura 29), com o roteiro correspondente, permitindo a aplicação prática dos conceitos aprendidos.

⁵⁷ ver o apêndice 4

Quando se fazia necessário analisar vídeos com a ferramenta *Tracker*, dedicávamos um encontro específico para essa atividade.

Figura 29 - Captura de ecrã de um dos encontros com o estudante A. a explorar uma simulação.



Nota: Acervo dos autores.

Descrição: A imagem capturada mostra um dos encontros entre a investigadora e o estudante A. O centro da tela exibe uma simulação do fenómeno de queda livre, com uma representação gráfica do experimento num fundo branco e os demais itens em preto. No lado direito da tela, na parte superior, há duas pequenas janelas. A primeira janela retrata a investigadora, possivelmente visível enquanto ela interage e orienta o estudante A. durante o encontro. A segunda janela exibe uma imagem genérica, possivelmente indicando que a câmara do estudante estava desligada durante o encontro, impedindo a visualização da sua imagem.

Para uma compreensão mais aprofundada da dinâmica dos encontros e do modo como o estudante A. aproveitava os recursos oferecidos pelo projeto, foram elaborados diários de bordo e grelhas de observação⁵⁸. É crucial destacar que o projeto foi flexível o suficiente para se adaptar às necessidades individuais do estudante, resultando em pequenas alterações quando necessário.

Relativamente ao primeiro encontro, o estudante A. acertou quatro das cinco questões do *Kahoot!* sobre o vídeo introdutório. O estudante realizou a atividade com a simulação sobre difração, utilizando o respectivo roteiro de exploração da simulação. Como era o primeiro encontro, a investigadora leu com ele as questões, mas não interferiu nas respostas dadas e nem na utilização da simulação. A resolução do roteiro foi enviada por e-mail no fim do encontro (figura 30). Observou-se que o

⁵⁸ ver Apêndice 3

estudante participou ativamente da atividade e poucas vezes mostrou ter dificuldade na utilização dos recursos.

Figura 30 - Captura de ecrã da resolução do estudante A. do roteiro da simulação da atividade A.L 3.2.

A.L. Difração da luz

2. Eu observo que quando a largura da fenda é menor a curva da onda é mais estreita e quando é maior a largura a curva é mais larga.

3. O feixe de luz difratada fica mais estreito no caso do laser azul e mais largo no vermelho. A distância entre as ondas é maior no vermelho e menor no azul.

4. 210 fendas num milímetro

5. $d=0,0048=4,8 \cdot 10^{-6}$

6. ângulo entre o raio incidente e o refratado $\theta=6,8^\circ$

7. $n \cdot \lambda = d \cdot \sin \theta \Leftrightarrow 1 \cdot \lambda = 4,8 \cdot 10^{-6} \cdot \sin 6,8^\circ \Leftrightarrow \lambda = 5,68 \cdot 10^{-7} \text{ m}$ (comprimento de onda da luz verde)

8. $d=656 \text{ nm}=6,56 \cdot 10^{-7} \text{ m}$ $\theta=11,8^\circ$

10. $n \cdot \lambda = d \cdot \sin \theta \Leftrightarrow 2,6,56 \cdot 10^{-7} = d \cdot 0,204 \Leftrightarrow d=6,43 \cdot 10^{-6} \text{ m}$

Nota: Acervo dos autores.

Descrição: A captura de ecrã exibe a resolução do estudante A. do roteiro da simulação da atividade A.L 3.2. No documento, as respostas para os itens solicitados estão escritas em letras pretas sobre um fundo branco.

No segundo encontro, a prioridade foi familiarizar o estudante A. com o *software Tracker*, dada a sua importância nas atividades subsequentes e por ser uma ferramenta nova para ele. Para isso, a investigadora começou a sessão demonstrando as funcionalidades essenciais do programa, visando ilustrar as possibilidades. Um vídeo relacionado com a atividade AL 1.1 foi analisado com detalhe e em conjunto.

À medida que o encontro prosseguia, o estudante A. assumiu a responsabilidade pela análise dos outros vídeos da mesma atividade. A interação dele com o programa foi marcada por um elevado nível de participação, onde colocou as suas dúvidas de forma ativa. Ainda que fosse a sua primeira experiência com o *software Tracker*, as dificuldades por ele apresentadas foram mínimas, o que demonstrou uma boa adaptação à ferramenta.

No terceiro encontro, retomamos a dinâmica do *Kahoot!* do vídeo introdutório da atividade A.L 1.1, que iríamos realizar, um recurso que se mostrou eficaz em manter o estudante A. envolvido, obtendo, desta vez, o estudante obteve sucesso em três das

cinco questões propostas. O foco principal deste encontro foi a exploração de uma simulação específica, para a qual o estudante A. seguiu o roteiro de exploração detalhadamente. A execução da atividade revelou a familiaridade crescente do estudante com a ferramenta, uma vez que ele conduziu a prática de forma autônoma e com segurança. Quando se deparava com dúvidas pontuais, ele não hesitou em fazer perguntas pertinentes para que essas fossem sanadas. É relevante destacar que a intervenção da investigadora foi mínima, uma vez que o estudante demonstrou proficiência tanto na utilização da simulação quanto na execução da prática proposta.

Durante o quarto encontro, observámos mais progressos no desempenho do estudante A., com acertos em quatro das cinco questões apresentadas no *Kahoot!* relativamente ao vídeo introdutório da A.L 1.2. Isso sinalizou a sua contínua familiarização com os conceitos abordados nas sessões anteriores.

A simulação explorada nesse encontro foi acompanhada do respectivo roteiro, uma prática com a qual o estudante se mostrava cada vez mais familiarizado. Assim como nas sessões anteriores, o estudante A. executou a atividade sem esforço aparente, indicando domínio tanto na manipulação do recurso quanto na realização da prática. Devido à natureza intuitiva da simulação utilizada nesta atividade, observou-se que o encontro transcorreu em menos tempos em comparação com sessões anteriores. A intervenção da investigadora, que já havia diminuído muito ao longo das sessões, tornou-se ainda mais pontual, evidenciando a autonomia do estudante A. em realizar as atividades propostas.

De modo a garantir a continuidade da comunicação e o registo das atividades realizadas, tanto o roteiro do vídeo introdutório, preparado previamente (figura 31), quanto o roteiro da simulação desenvolvido durante o encontro, foram enviados pelo estudante A. para a investigadora por *e-mail*.

Figura 31 - Captura de ecrã da resolução do estudante A. do roteiro do vídeo introdutório da atividade A.L 1.2.

Roteiro de exploração do vídeo introdutório

1.1. Um aluno diz que é preciso aplicar constantemente uma força para o carrinho continuar o movimento e o outro diz que a resultante das forças pode ser nula e o carrinho continuar em movimento

Material: calha, balança, sensor, discos e carrinho

1.2. -Verificar a distância mínima entre o carro e o sensor

-Confirmar se o fio forma um ângulo reto

2.1. Leis de Newton e leis do movimento retilíneo uniforme e uniformemente variado. Forças. Velocidade. Aceleração.

2.2. Força de tensão exercida no carro, peso e normal. Depois de o disco atingir o chão, peso e normal.

2.3. Não, porque quando a resultante das forças é nula o carro tem movimento retilíneo uniforme e quando a resultante não é nula o movimento, neste caso, é uniformemente acelerado.

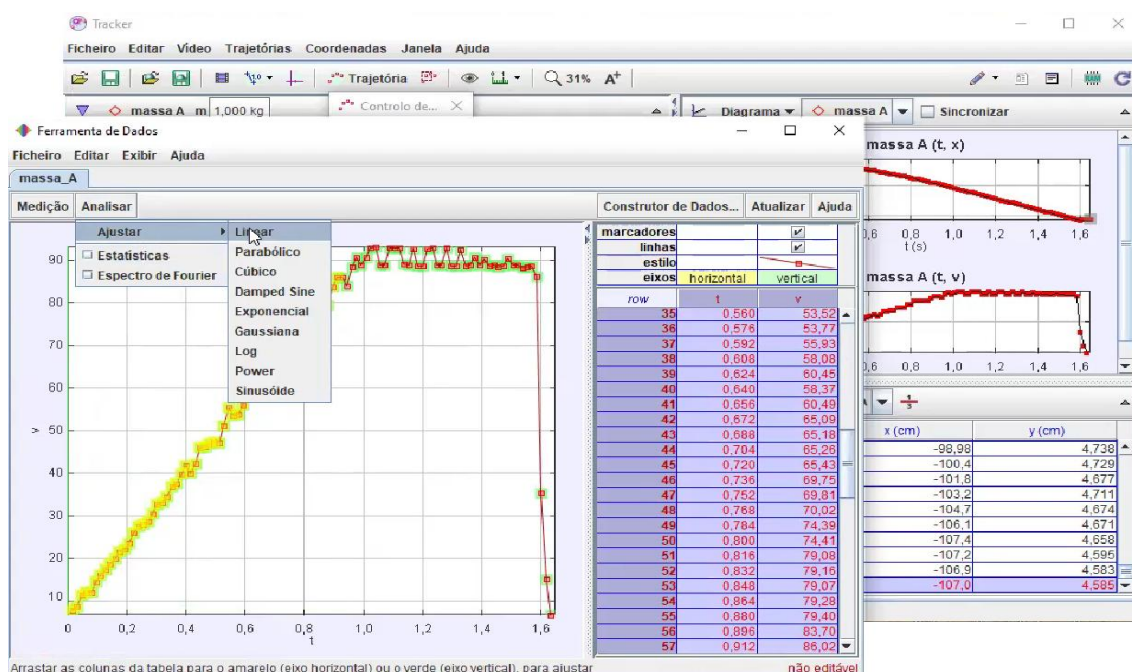
2.4. Se aumentar a massa do carrinho ele vai demorar mais tempo a chegar ao fim da calha, e se aumentar a força externa nele aplicada ele demora menos tempo a chegar ao fim da calha.

Descrição: A captura de ecrã exibe a resolução do estudante A. do roteiro da simulação da atividade A.L 1.2. No documento, as respostas para os itens solicitados estão escritas em letras pretas sobre um fundo branco.

O quinto encontro foi inteiramente dedicado à análise dos vídeos correspondentes às atividades A.L. 1.1 e A.L 1.2. Durante essa sessão, o estudante A. analisou diferentes vídeos de cada atividade individualmente. É importante ressaltar que o uso do *Tracker* havia sido introduzido apenas no segundo encontro, o que resultou em momentos onde a investigadora teve que intervir para lembrar ao estudante algumas etapas específicas durante a análise do vídeo da primeira atividade.

Nas análises subsequentes, o estudante A. participou ativamente em todas as análises realizadas, especialmente em relação à análise dos gráficos (figura 32). Nessas atividades, a investigadora não precisou mais intervir, evidenciando a assimilação e aplicação bem-sucedida das habilidades de construção e análise gráfica do estudante A. utilizando o *Tracker*.

Figura 32 - Captura de ecrã da análise do gráfico realizada no Tracker pelo estudante A. referente a A.L 1.2.



Nota: Acervo dos autores.

Descrição: A captura de ecrã exibe a análise do gráfico realizada pelo estudante A. no software Tracker, referente à atividade A.L 1.2. A parte central da tela apresenta o ambiente do Tracker, onde um gráfico está a ser exibido em primeiro plano. A imagem do gráfico é composto por dois trechos, na primeira parte os dados, com tendência linear positiva e o segunda parte com tendência constante no tempo.

No sexto encontro, o estudante A. acertou novamente quatro das cinco questões apresentadas no *Kahoot!* sobre a atividade A.L 1.3, que refletiu a devida preparação e consolidação dos tópicos discutidos no vídeo introdutório.

Devido à extensão desta atividade do 11.º ano (A.L 1.3), a investigadora decidiu adotar uma abordagem mais direta para garantir que o estudante A. compreendesse plenamente o funcionamento da simulação. Portanto, a primeira parte da atividade foi realizada em conjunto, permitindo que a investigadora demonstrasse apenas os aspectos essenciais. Ao longo da atividade a autonomia do estudante A. foi enfatizada, executando e analisando essas etapas por conta própria, enquanto a investigadora assumiu um papel mais observador.

Nesta fase do projeto, a parceria entre o estudante A. e a investigadora era maior e a independência do estudante mais evidente, deste modo, a observação mais atenta da investigadora ajudou a garantir um desenvolvimento contínuo das habilidades do estudante.

No sétimo encontro, realizaram-se duas atividades laboratoriais (A.L 2.1 e A.L 2.2) que estavam relacionadas ao mesmo subdomínio 'Sinais e Ondas'. Essa escolha foi

baseada na natureza concisa dessas atividades, que permitiu a execução de ambas no mesmo encontro. Para avaliar a familiaridade do estudante com o conteúdo, iniciamos, mais uma vez, com um *Kahoot!* sobre o vídeo introdutório da primeira atividade. O estudante A. obteve acertos em duas das cinco questões propostas.

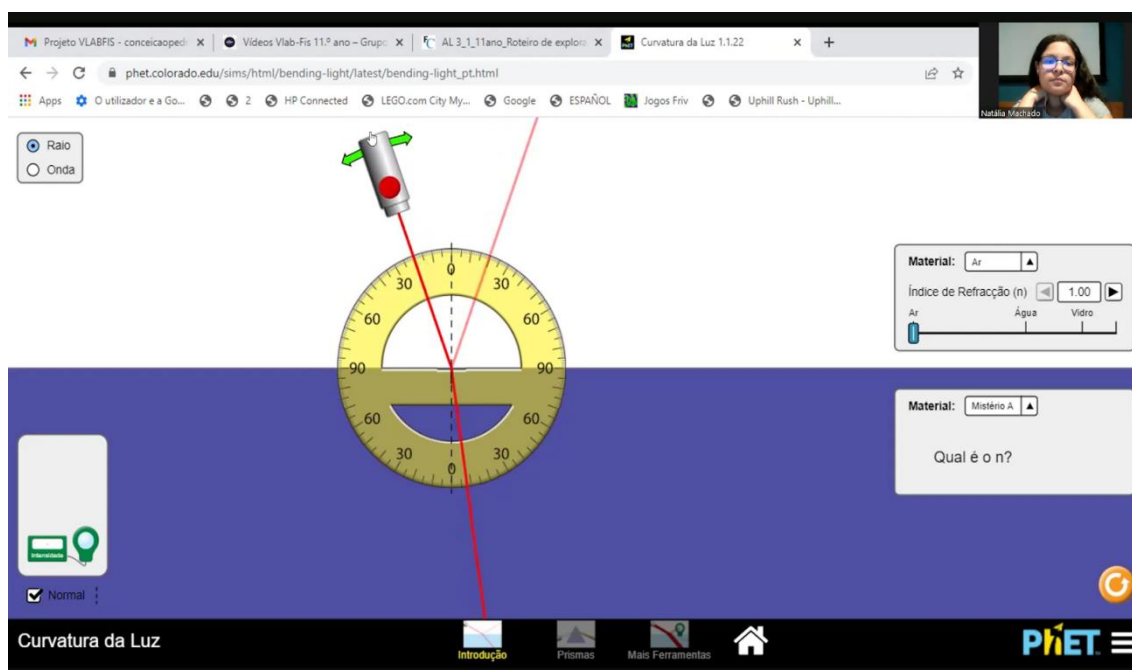
A primeira atividade (A.L 2.1) sobre as características do som, inclui duas simulações distintas. Para cada uma delas, o estudante A. seguiu um roteiro de exploração específico. A abordagem autônoma do estudante na execução das simulações foi boa, com a investigadora intervindo apenas quando surgiam dúvidas por parte do estudante. Essas intervenções foram realizadas de maneira direcionada para manter o foco e promover o entendimento.

Relativamente à A.L 2.2, na qual se pretende determinar a velocidade de propagação do som no ar, para avaliar a sua compreensão prévia, recorremos novamente ao *Kahoot!* do vídeo introdutório da respetiva atividade, obtendo três acertos das cinco questões propostas. Na sequência, a exploração da simulação relacionada com a A.L 2.2 ocorreu com o respectivo roteiro. Uma intervenção específica foi realizada para esclarecer a análise da propagação da onda sonora, quando o estudante apresentou uma pequena dificuldade nessa tarefa. Após a orientação, o estudante prosseguiu sem dificuldades na execução da atividade.

No oitavo e último encontro referente às atividades laboratoriais do 11.º ano, o estudante A. continuou a demonstrar a sua dedicação, participando com empenho na última atividade (A.L. 3.1) sobre absorção, reflexão, refração e reflexão total da luz. Iniciamos o encontro com um *Kahoot!* e o estudante acertou três das cinco questões.

No início da exploração da simulação correspondente à A.L 3.1 (figura 33), a investigadora interveio de maneira subtil para auxiliar o estudante na compreensão do funcionamento da simulação, uma vez que ele encontrou uma pequena dificuldade inicial na sua utilização. No entanto, após essas orientações iniciais, o estudante A. conseguiu conduzir a execução da atividade, utilizando o roteiro, sem maiores problemas, reforçando a sua capacidade de adaptação e aprendizado autónomo.

Figura 33 - Captura de ecrã da realização por parte do estudante A. da A.L 3.1 na respetiva simulação computacional.



Nota: Acervo dos autores.

Descrição: A captura de ecrã mostra a realização da atividade A.L 3.1 por parte do estudante A. em uma simulação computacional. A imagem exhibe uma representação do fenômeno de reflexão e refração. Duas regiões são visíveis: uma branca (indicando o ar) e outra azul (indicando outro material). Na simulação há a representação de um laser emitindo um raio luminoso que incide sobre a superfície do material. Percebe-se que parte do raio é refletido e outra parte é refratada. Um transferidor está presente e localizando no ponto de incidência do raio, presumivelmente para medir os ângulos. No canto superior direito, há uma janela na qual é possível identificar a investigadora acompanhando a atividade.

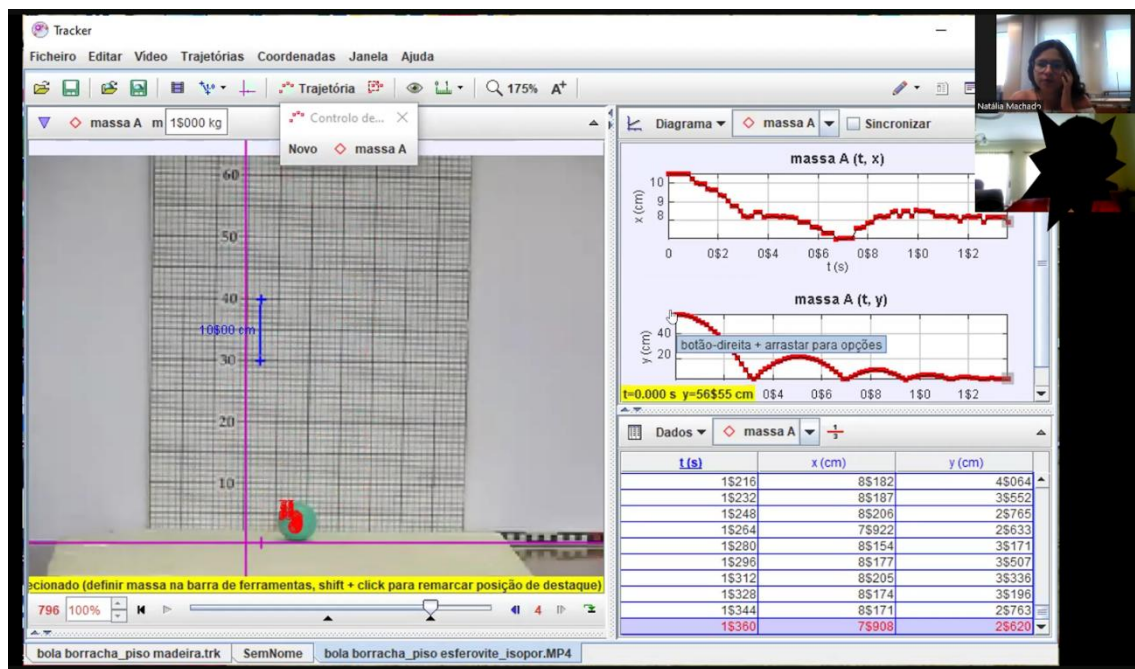
Devido à proximidade da data do Exame Nacional de Física e Química A e à disponibilidade limitada de horários, duas semanas antes da prova foram reservados dois encontros adicionais para auxiliar o estudante A. na sua preparação. Deste modo, com o intuito de otimizar esse período, abordamos as atividades laboratoriais do 10.º ano, que também faziam parte do exame.

No primeiro encontro sobre as atividades do 10.º ano (o nosso nono encontro), concentramo-nos nas atividades relacionadas com a mecânica newtoniana, especificamente a A.L 1.1 (movimento num plano inclinado) e a A.L 1.2 (movimento vertical e ressalto de uma bola). A abordagem sistemática permitiu uma revisão abrangente dos conceitos, reforçando a compreensão do estudante nessa área. No encontro seguinte, focalizamos nas atividades de eletricidade (A.L 2.1) e termodinâmica (A.L 3.1, A.L 3.2 e A.L 3.3). Ao adotar essa estratégia, o estudante A. relembrou conceitos essenciais e aplicou-os às práticas laboratoriais por intermédio dos recursos do projeto, contribuindo para a sua preparação para o exame.

Começamos este nono encontro, com o *Kahoot!* sobre o vídeo introdutório da A.L 1.1, tendo o estudante acertado todas as cinco questões, indicando um domínio sólido dos conceitos abordados nessa atividade. É importante salientar que, nesse caso, não havia simulações ou vídeos a serem explorados, reforçando a revisão do conteúdo de forma mais direta.

A seguir, iniciamos as atividades relativas à A.L 1.2, onde o estudante A. mais uma vez demonstrou o seu comprometimento, acertando todas as cinco questões do *Kahoot!*. A atividade laboratorial envolvia a análise de vídeos utilizando o *Tracker* (figura 34). O estudante A. analisou três vídeos, sendo a primeira análise marcada por uma pequena dificuldade inicial em algumas etapas. No entanto, dúvidas foram sanadas, pois os dois vídeos subsequentes foram analisados de maneira precisa, sem intervenções necessárias por parte da investigadora.

Figura 34 - Captura de ecrã da análise de um dos vídeos da A.L. 1.2 do 10º ano realizada pelo estudante A. no *Tracker*.



Nota: Acervo dos autores.

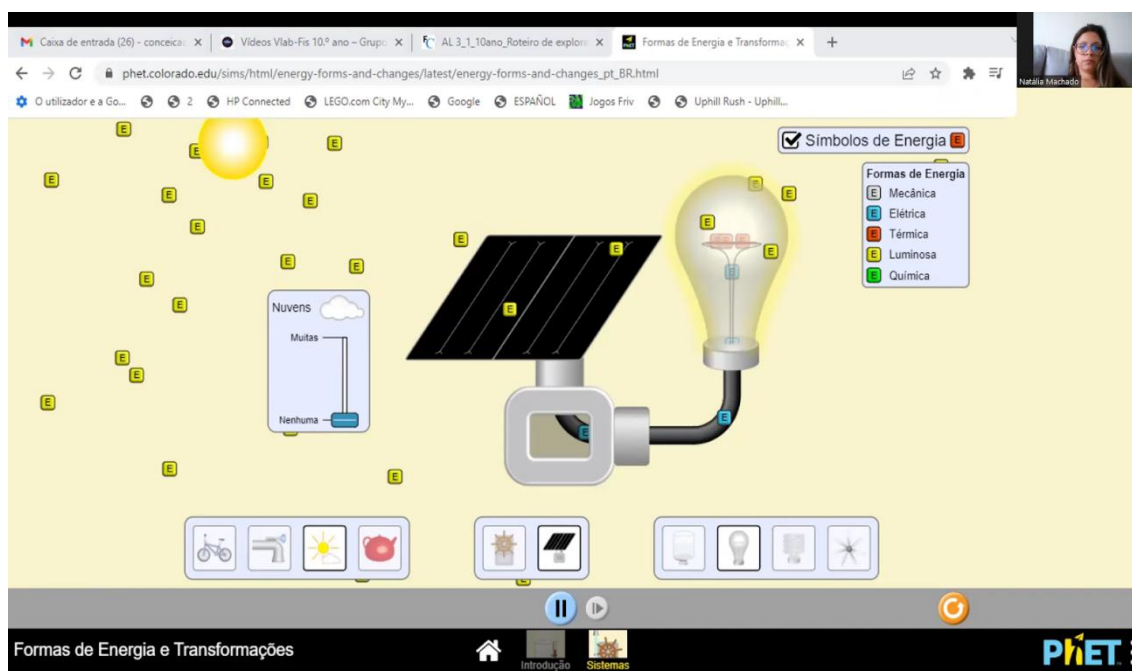
Descrição: A captura de ecrã mostra a análise de um dos vídeos da atividade A.L. 1.2 do 10º ano realizada pelo estudante A. no software *Tracker*. À esquerda, há a análise de uma esfera caindo. À direita, estão presentes gráficos da posição vertical e horizontal em função do tempo, juntamente com uma tabela contendo os dados da análise. No canto superior direito, uma janela exibe a investigadora acompanhando a atividade.

No décimo e último encontro, o estudante A., começamos com o *Kahoot!* relacionado com a atividade A.L. 2.1, onde o estudante acertou três das cinco questões. A seguir, a exploração da simulação referente a essa atividade ocorreu com o auxílio do respectivo roteiro de exploração. A autonomia do estudante A. na execução das

tarefas ficou evidente, uma vez que não foi necessária qualquer intervenção da investigadora, demonstrando a confiança crescente do estudante na sua capacidade de aplicar os conhecimentos adquiridos.

Na sequência, passamos à atividade A.L. 3.1 (painel fotovoltaico), onde o estudante A. também acertou três das cinco questões no *Kahoot!*. Devido à natureza da simulação associada a essa atividade, que é intuitiva, o estudante conduziu a exploração (figura 35) com base no roteiro, sem a necessidade de intervenção da investigadora.

Figura 35 - Captura de ecrã da realização por parte do estudante A. da A.L 3.1 na respetiva simulação computacional.



Nota: Acervo dos autores.

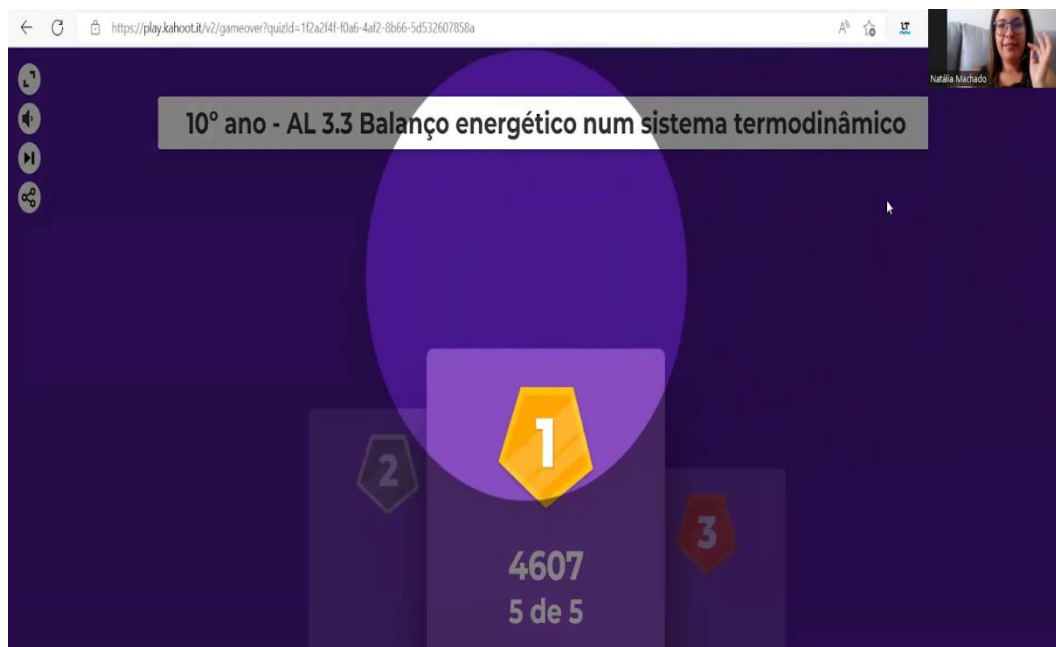
Descrição: A captura de ecrã mostra a realização da atividade A.L 3.1 pelo estudante A. em uma simulação computacional. No centro da imagem, há a representação de uma placa fotovoltaica conectada a uma lâmpada. Na parte superior esquerda, encontra-se a representação do Sol, com pequenos quadrados com a letra 'E' saindo dele para simbolizar a energia luminosa. No canto superior direito, uma janela exibe a investigadora acompanhando a atividade.

Neste mesmo encontro, realizou-se o *Kahoot!* da A.L 3.2 (capacidade térmica mássica), tendo o estudante acertado três das cinco questões, reafirmando a sua compreensão das práticas laboratoriais e dos tópicos abordados. A exploração da simulação associada à A.L 3.2 foi realizada seguindo o roteiro correspondente, ficando perceptível a independência do estudante A., uma vez que ele concluiu a tarefa sem necessidade de intervenção da investigadora.

O último *Kahoot!* realizado nesse encontro foi o do vídeo introdutório da A.L 3.3, onde o estudante A. teve um desempenho perfeito, acertando todas as cinco questões

(figura 36). A exploração da simulação associada a essa atividade, seguindo o roteiro, não necessitou da intervenção por parte da investigadora, reforçando o nível de confiança do estudante A. nas suas habilidades, como dito anteriormente.

Figura 36 - Captura do ecrã do resultado da atividade realizada pelo estudante A. no Kahoot! da A.L 3.3 do 10º ano.



Nota: Acervo dos autores.

Descrição: A captura de ecrã exibe o resultado da atividade realizada pelo estudante A. no *Kahoot!* da A.L 3.3 do 10º ano. O fundo da imagem é roxo e nele estão apresentadas informações sobre a atividade e a pontuação obtida pelo estudante. No canto superior direito, uma janela exibe a investigadora acompanhando a atividade.

Após a exploração completa dos recursos do projeto VLAB-FIS, pode-se afirmar que o estudante A. se destacou ao longo de todo o processo. A sua participação sempre foi caracterizada por atenção, motivação e satisfação na realização das atividades laboratoriais, apesar de executar algumas das tarefas com assistência verbal. Todo este processo didático de explorar atividades laboratoriais, foi uma novidade para este estudante. A sua condição física não lhe permitia participar ativamente nas aulas laboratoriais na escola. Assim, este acesso a recursos educativos digitais que lhe permitiram a realização de atividades experimentais, constituiu uma oportunidade de aprendizagem única, diferente e mais ativa.

O estudante A. revelou envolvimento contínuo nas atividades, não apresentando distrações ou cansaço ao longo de todas as sessões. Isso reforça a pertinência da linguagem utilizada nas atividades e a adequação do tempo de execução, mostrando que ambos os fatores contribuem para manter o interesse e a participação do estudante. Com exceção dos dois últimos encontros, onde múltiplas atividades foram

abordadas, o tempo originalmente designado teve que ser adaptado. Portanto, a experiência com o projeto evidenciou uma comunicação eficaz e uma estruturação apropriada das atividades, adaptadas ao ritmo e necessidades do estudante A.

O estudante A. adotou de maneira consistente o roteiro de exploração em todas as atividades, uma estratégia que contribuiu para uma abordagem mais ativa e participativa. Durante as avaliações pelo *Kahoot!*, ele sempre se mostrou motivado, evidenciando a sua determinação em acertar todas as questões propostas. Em situações que o estudante A. e a investigadora discutiam sobre os erros relativamente às questões do *Kahoot!*, notou-se que o processo era enriquecido e contribuía para a sua aprendizagem.

Relativamente aos recursos utilizados, é possível dizer que o estudante A. encontrou poucas dificuldades. Contudo, nos momentos que essas apareciam, a investigadora adotava uma abordagem de orientação, em vez de solução direta, com o objetivo fornecer diretrizes para o estudante descobrir o caminho a seguir por conta própria.

5.2.4. Questionário realizado com os professores participantes do projeto

Apesar de terem sido feitas formações com 73 professores, apenas 5 participaram integralmente no projeto⁵⁹, sendo este aplicado nos anos letivos de 2019-2020, 2020-2021 e 2021-2022. É válido ressaltar que alguns professores nem sempre exploraram todos os recursos disponibilizados para as várias atividades devido a contratempos surgidos na própria escola, contudo esse fato contribui para os professores avaliarem o comportamento dos estudantes relativamente às atividades que aplicaram e as que não aplicaram o projeto.

A primeira parte do questionário é a caracterização das turmas e a percepção dos professores da utilização dos recursos e roteiros por parte dos estudantes. A primeira questão foi relativa à quantidade de turmas que o projeto VLAB-FIS foi aplicado. Dos 5 professores, 2 aplicaram em apenas uma turma, os outros dois em duas turmas e uma professora aplicou em 4 turmas. Na questão seguinte, 4 professores responderam que o quantitativo médio de estudantes por turmas participantes era de mais de 20 estudantes, apenas uma professora referiu que a turma tinha entre 16 e 20 estudantes (tabela 21).

⁵⁹ Identificados como P1, P2, P3, P4 e P5.

Tabela 21 - Caracterização das turmas participantes

		N	%
Em quantas turmas o projeto VLAB-FIS foi aplicado por si?	Uma turma	2	40,0
	Duas turmas	2	40,0
	Quatro turmas	1	20,0
	Total	5	100,0
Nas turmas em que o projeto foi aplicado, qual o quantitativo (número médio) de estudantes por turma?	[16 - 20]	1	20,0
	+ de 20	4	80,0
	Total	5	100,0

Quando inquiridos sobre a média de estudantes por turma que assistiam ao vídeo introdutório antes da realização da atividade experimental, 2 responderam que quase todos os estudantes assistiam (mais de 20 estudantes), outros 2 referiram que uma média de 16 e 20 estudantes assistiam e um referiu que entre 6 e 10 estudantes assistiam, sendo esse um número próximo de pelo menos metade dos estudantes da maioria das turmas (tabela 22).

Contudo, relativamente ao roteiro de exploração do vídeo introdutório, três dos 5 professores perceberam uma diminuição no quantitativo de estudantes que os utilizaram, dois professores não notaram esta redução (tabela 22). Relativamente ao valor médio de estudantes que utilizaram as simulações para complementar a atividade experimental e quantos utilizaram e responderam ao respectivo roteiro de exploração, os números coincidem (tabela 22).

Tabela 22 - Quantitativo de estudantes que utilizaram os recursos do projeto

	[1 - 5]		[6 - 10]		[11 - 15]		[16 - 20]		+ de 20		Total	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Quantos estudantes, por turma, assistiram em média ao vídeo introdutório antes da realização da atividade experimental?	0	0,0	1	20,0	0	,0	2	40,0	2	40,0	5	100,0

Quantos estudantes, além de assistir, usaram e responderam ao roteiro de exploração do vídeo introdutório (valor médio por turma)?

0	0,0	1	20,0	2	40,0	2	40,0	0	0,0	5	100,0

Quantos estudantes realizaram as simulações para complementar a atividade experimental (valor médio por turma)?

0	0,0	1	20,0	1	20,0	1	20,0	2	40,0	5	100,0

Quantos estudantes, além de usarem as simulações para complementar a atividade experimental, usaram e responderam ao roteiro de exploração da simulação (valor médio por turma)?

1	20,0	0	0,0	1	20,0	1	20,0	2	40,0	5	100,0

Quantos estudantes utilizaram a análise de vídeo das experiências para complementar a atividade experimental (valor médio por turma)?

0	0,0	1	20,0	0	0,0	0	0,0	4	80,0	5	100,0

Esses dados podem ser justificados pelo fato de o roteiro de exploração da simulação fornecer indicações de como os estudantes devem utilizar as simulações e por esse motivo, a utilização do roteiro acaba por ser facilitada. Note-se que diferentemente do que acontece com os vídeos introdutórios, que bastam aos estudantes assistirem para compreender melhor a atividade, os roteiros de exploração são um reforço para o estudante ficar ainda mais bem preparado para as atividades experimentais.

Relativamente à preparação prévia, os professores notaram que os estudantes passaram a se preparar com antecedência, algo que não era comum, uma vez que

essa fase era realizada sob a forma de texto e percebia-se que aquele não era lido antecipadamente. Esse fato pode ser explicado pelos resultados da tabela 23, em que os professores afirmaram que os estudantes se sentiam mais motivados em realizar as atividades laboratoriais e mais participativos depois que assistiam aos vídeos introdutórios e que pode estar relacionado ao fato deles se considerarem mais preparados para a realização da atividade.

Tabela 23 - Respostas dos professores sobre a aplicação do projeto relativamente aos vídeos introdutórios

	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão
Os estudantes sentiram-se mais motivados em fazer as atividades experimentais depois de assistirem aos vídeos introdutórios.	6	7	6,2	0,45
O vídeo introdutório ajudou os estudantes a chegarem mais bem preparados para a execução da atividade experimental.	4	7	5,6	1,14
Os estudantes que não assistiram ao vídeo e não usaram o roteiro de exploração, conseguiram acompanhar a realização da atividade experimental.	2	5	4,2	1,30
Os vídeos introdutórios tornam os estudantes mais participativos nas atividades experimentais.	5	6	5,8	0,45
Os vídeos introdutórios fazem os estudantes entenderem melhor as atividades experimentais.	5	7	6,0	0,71
Alpha de Cronbach	$\alpha = 0,794$			

Relativamente à opinião dos professores sobre a utilização de ambientes virtuais para a realização do trabalho experimental, é possível perceber pelas médias obtidas nas respostas, que os recursos educativos digitais utilizados no projeto podem ser um complemento às atividades experimentais, mas também podem ser uma alternativa quando os materiais não são suficientes (tabela 24). Essas afirmações são

corroboradas pela categoria “Alternativa à experiência real” da análise de conteúdo realizada a partir das respostas dos professores que participaram das formações à questão aberta.

Tabela 24 - Respostas dos professores sobre os trabalhos experimentais realizados em ambientes virtuais

	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão
Os trabalhos experimentais realizados em ambiente virtual são considerados uma boa alternativa às atividades experimentais laboratoriais sempre que estas não estão disponíveis.	6	7	6,8	0,45
Os trabalhos experimentais realizados em ambiente virtual são complementares às atividades laboratoriais.	6	7	6,6	0,55
Alpha de Cronbach	$\alpha = 0,750$			

No que diz respeito ao contributo do projeto VLAB-FIS para a inclusão de estudantes com NEE, os professores concordam fortemente que os vídeos e simulações contribuíram positivamente. Essa resposta vai ao encontro do que foi discutido no capítulo 2, pois a utilização de ferramentas digitais pode contribuir para a inclusão, sendo essa uma realidade percebida pelos professores. Dos cinco professores participantes, apenas dois tinham estudantes com NEE nas turmas no qual o projeto foi aplicado, um com Síndrome de Asperger e outro com TDAH. Esses dois salientam que o projeto realmente auxiliou o trabalho do professor com esses estudantes.

Por fim, foi solicitado que os professores deixassem as suas sugestões e/ou opiniões sobre o projeto. O professor identificado com P1 ressalta a ajuda que o projeto deu na realização das atividades e o contributo para a motivação dos estudantes:

“Este projeto ajudou-me bastante na realização das atividades laboratoriais, tendo contribuído para uma maior motivação dos estudantes”.

O professor identificado com P2 ressalta a contribuição do projeto relativamente ao aumento das competências científicas e técnicas, tanto dos professores quanto dos estudantes:

“O projeto foi muito interessante e contribuiu para o aumento das competências científicas e técnicas no domínio da Física, quer dos professores, quer dos estudantes”.

Essa consideração é importante porque mostra como os projetos podem também contribuir para os professores alargarem os seus horizontes e melhorarem as suas competências científicas e pedagógicas.

Um dos professores, identificado como P3, sublinhou a excelência do projeto e o seu contributo para a preparação dos estudantes para as atividades laboratoriais:

“O projeto é excelente, os estudantes passaram a preparar as atividades laboratoriais com maior antecedência”.

A diferenciação pedagógica também foi salientada pelo professor que aplicou o projeto na turma que tinha o estudante com síndrome de Asperger, identificado como P4, considerando a sua importância na preparação e exploração dos materiais antes da execução da atividade experimental:

“Considero que o material disponibilizado possibilita diversas abordagens das atividades experimentais, permitindo a sua preparação e exploração antes da sua execução. Algumas ferramentas possibilitam o incentivo à preparação das atividades e ao envolvimento dos estudantes no processo”.

O professor identificado como P5 parece ter aplicado o projeto com os estudantes utilizando o telemóvel e ressalta que essa pode não ser uma boa opção, apesar de viável, devido ao tamanho das simulações nos ecrãs:

“Alguns “botões” das simulações são muito pequenos nos ecrãs dos telemóveis e difíceis de usar”.

5.2.5. Questionário realizado com os estudantes participantes do projeto

Além do questionário respondido pelos professores que participaram integralmente do projeto, também foi solicitado que os estudantes desses professores respondessem a um questionário. Considerando que os 5 professores aplicaram o projeto em diferentes turmas, obteve-se um total de 145 respostas (tabela 25), entre estudantes dos 10.º e 11.º anos, nenhum deles com NEE.

Tabela 25 - Caracterização dos estudantes

		N	%
Sexo	Mulher	72	49,7
	Homem	73	50,3
Idade	15 anos	50	34,5
	16 anos	66	45,5
	17 anos	24	16,6
	18 anos	5	3,4
Ano de escolaridade	10.º ano	117	80,7
	11.º ano	28	19,3
	Total	145	100,0

As respostas dos estudantes sobre a utilização dos vídeos introdutórios (tabela 26) mostram que eles se sentem ligeiramente mais motivados quando assistem apenas aos vídeos do que quando assistem e explorarem o recurso com o roteiro de exploração. Provavelmente, é porque dá mais trabalho ler a exploração enquanto veem o vídeo. Contudo, a média aumenta quando os estudantes são inquiridos sobre se chegaram mais bem preparados para a execução da atividade experimental.

Tabela 26 - Respostas dos estudantes sobre o vídeo introdutório do projeto

	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão
Sinto-me motivado a assistir ao vídeo introdutório da experiência.	1	7	5,2	1,25
Sinto-me motivado a explorar o vídeo introdutório da experiência com o roteiro de exploração.	1	7	5,1	1,27

O vídeo introdutório ajudou-me a chegar mais bem preparado para a execução da atividade experimental.	1	7	5,9	1,08
Alpha de Cronbach		$\alpha = 0,802$		

Ao realizar o teste de correlação entre os índices da tabela anterior, percebe-se que os indicadores estão positivamente correlacionados entre si, sendo elas estatisticamente significativas ($p < 0,001$)⁶⁰. Observa-se um valor mais elevado entre os índices sobre a motivação em assistir ao vídeo introdutório e explorá-lo com o respectivo roteiro (0,696), enquanto a mais baixa está entre a motivação de assistir ao vídeo e chegar mais bem preparado para a atividade experimental (0,417). Pode-se então presumir que quando os estudantes se sentem motivados a assistir ao vídeo introdutório e explorar o respectivo roteiro, eles também se sentem mais preparados para realizar as atividades experimentais. Esses resultados corroboram as observações dos professores sobre a preparação, motivação e participação dos estudantes nas aulas laboratoriais.

Comparando as médias obtidas nas questões sobre motivação relativamente ao vídeo (tabela 26) e à simulação (tabela 27), nota-se que as médias sobre a motivação da utilização das simulações são um pouco mais altas.

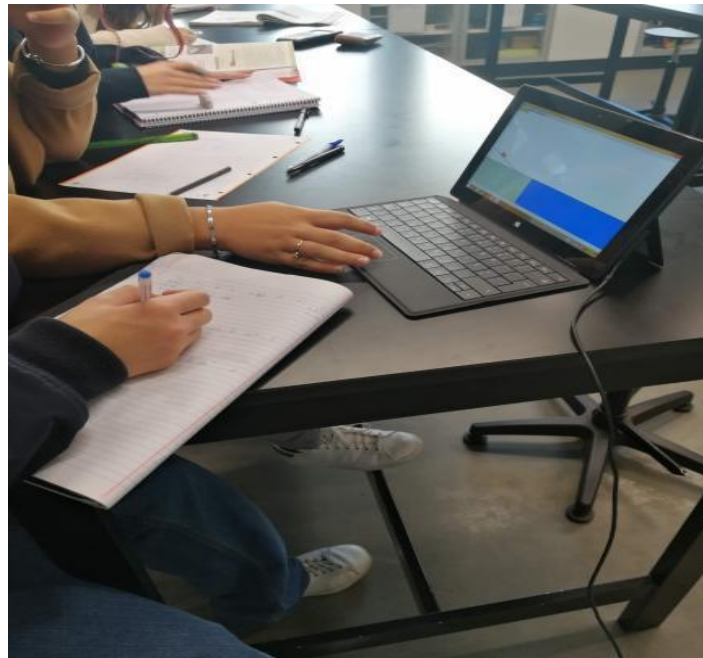
Tabela 27 - Respostas dos estudantes sobre as simulações utilizadas no projeto.

	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão
Sinto-me motivado a utilizar as simulações e a respetiva exploração.	1	7	5,3	1,23
As simulações ajudaram-me a complementar os conhecimentos adquiridos na aula experimental.	1	7	5,6	1,14
Alpha de Cronbach		$\alpha = 0,632$		

⁶⁰ ver Apêndice 5, Output nº A3

Os dois indicadores estão positivamente correlacionados entre si, sendo as correlações estatisticamente significativas ($p < 0,001$) e a correlação igual à 0,483⁶¹. Ao estarem motivados para utilizar as simulações e o respectivo roteiro de exploração, os estudantes conseguem perceber como estes recursos os ajudam a complementar os conhecimentos adquiridos. É relevante ressaltar que as percepções relativamente à contribuição das simulações no aprimoramento dos conhecimentos, apresentam média maior e desvio padrão menor quando comparadas com os resultados equivalentes para os vídeos, sugerindo que os estudantes reconhecem a importância das simulações (figura 37) no seu processo de aprendizagem.

Figura 37 - Fotografia de estudantes do 11.º ano utilizando uma das simulações do VLAB-FIS e a registar valores experimentais no seu caderno.



Nota: Acervo dos autores.

Descrição: Na fotografia, observam-se as mãos de dois estudantes, sob uma mesa. Uma delas realiza as anotações num caderno, enquanto a outra interage com um computador móvel posicionado à frente delas.

Quando analisadas as respostas sobre a utilização da gamificação durante o projeto, as médias são ainda maiores, apesar deste tipo de abordagem ser aquela que os professores menos usam nas suas práticas pedagógicas, como mostrado na análise realizada nos questionários anteriores.

⁶¹ ver Apêndice 5, Output nº A4

Tabela 28 - Respostas dos estudantes sobre a abordagem de gamificação realizada no projeto.

	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão
O <i>Kahoot!</i> permite-me concentrar nos aspectos mais importantes da experiência que vou realizar.	1	7	5,8	1,20
A dinâmica de gamificação (qualidade e tempo da resposta, pontuação e pódio) do <i>Kahoot!</i> motiva-me na preparação para a atividade experimental.	1	7	5,5	1,50
Alpha de Cronbach		$\alpha = 0,750$		

O teste de correlação mostra que os dois indicadores estão positiva e fortemente correlacionados entre si, sendo as correlações estatisticamente significativas ($p < 0,001$) e a correlação igual à 0,601⁶². Esses resultados indicam que o elemento de jogo (figura 38) aplicado no contexto de sala de aula pode efetivamente motivar os estudantes, confirmando o que foi descrito no capítulo 2 desta tese.

⁶² ver Apêndice 5, Output nº A5

Figura 38 - Captura de ecrã de um resultado da aplicação do Kahoot! numa das turmas participantes

1	10º ano - AL 3.2 Capacidade térmica mássica							
2	Kahoot! Summary							
3	Rank	Player	Total Score (points)	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5
4	1	A.	5110	1037	877	967	1267	962
5	2	J.	3852	0	962	977	1010	903
6	3	Z.	3761	0	967	980	952	862
7	4	JS	3465	733	0	810	1085	837
8	5	S.	3285	790	747	975	773	0
9	6	L.	3171	638	622	0	1098	813
10	7	C.	2440	0	0	875	955	610
11	8	B.	1850	0	0	985	0	865
12	9	K.	1445	0	738	0	707	0
13	10	M.	775	0	0	0	775	0

Nota: Acervo dos autores.

Descrição: Na imagem são apresentadas informações, de forma clara e ordenada, sobre a posição de cada participante, em que cada um deles é identificado pelo seu código. As questões respondidas pelos participantes são destacadas em verde quando corretas e as incorretas em vermelho.

Relativamente à utilização dos recursos que compõem o projeto, os estudantes reconhecem que o projeto os ajuda na preparação das atividades experimentais e que contribuem para o aumento do sucesso na componente de Física (tabela 29).

Tabela 29 - Respostas dos estudantes sobre as contribuições do projeto.

	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão
O projeto como um todo me ajudou na realização das atividades experimentais.	1	7	5,7	1,09
Os recursos utilizados no projeto (vídeo, simulação, Tracker e Kahoot!) contribuem para o aumento do sucesso na componente de Física.	1	7	5,7	1,22
Alpha de Cronbach	$\alpha = 0,789$			

Os sete índices anteriores (tabelas 25, 26 e 27) estão positivamente entre médio e a forte correlacionados com os índices apresentados na tabela anterior, sendo as correlações estatisticamente significativas ($p < 0,001$)⁶³. Presume-se, então, que a diferenciação pedagógica trazida neste projeto pode ter contribuído para que os estudantes efetivamente estivessem mais motivados e preparados para as atividades laboratoriais, fato esse que parece favorecer, na perspectiva dos estudantes, para o aumento do sucesso da aprendizagem na componente de Física.

5.2.6. Entrevista realizada com o estudante com NEE participante do projeto

O estudante A. possuía 17 anos quando iniciou a participação no projeto e estava a meio do 11.º ano. Ele utilizou todos os recursos dos 10.º e do 11.º anos, remotamente, a partir de 10 encontros com a investigadora. No final desses encontros, foi realizada uma entrevista semiestruturada⁶⁴, tendo como resultado dois momentos de análise.

A entrevista foi dividida em duas partes:

- percurso escolar do estudante: para compreender se o projeto foi ou não pertinente no seu percurso escolar, pois as escolas que ele frequentou poderiam estar adaptadas à realidade deste estudante.
- participação no projeto VLAB-FIS: compreender se as aulas se tornaram mais inclusivas por intermédio do projeto.

Deste modo, a primeira parte foi analisada individualmente e descrita nesta seção. Na segunda parte, foi realizada a mesma análise do conteúdo feita com os demais estudantes⁶⁵, uma vez que as perguntas eram iguais. Todavia, uma parte do que foi abordado na segunda parte da entrevista será evidenciado nesta seção, uma vez que o estudante A. entende a inclusão de forma diferente dos outros colegas. Como iremos mostrar adiante, este estudante destaca a importância do projeto VLAB-FIS para essa finalidade, algo que os outros estudantes não fizeram. Por essa razão, essa parte da entrevista será analisada em pormenor.

Relativamente aos resultados da primeira parte da entrevista, ficou evidente o destaque que o estudante dá às barreiras arquitetônicas nas escolas onde estudou. Esse fato mostra que a não adaptação das escolas é uma realidade ainda hoje vivenciada por muitos estudantes com NEE, em particular com mobilidade reduzida,

⁶³ ver Apêndice 5, Output nº A6

⁶⁴ Ver Apêndice 9

⁶⁵ ver Apêndice 10.

como destacado nas unidades de registos abaixo retiradas da transcrição da entrevista:

"(...) Portanto, na primeira escola, **sem dúvida que não estava pronta**, muitas das entradas eram com escadas, depois já fizeram algumas alterações, mas foi quase quando eu já estava a sair." (parágrafo 6) A.

"Na segunda escola (...), quando eu cheguei à escola **o elevador não funcionava**. Portanto, se eu quisesse ir à Biblioteca não podia ir. E além disso, ainda tinha umas escadas, assim no patamar acima umas cinco escadas para chegar à biblioteca, **onde também não havia elevador**. (...) se fosse com cadeira elétrica, eu acho que tinha mais dificuldades. (...) **pois lá para o fim, eles conseguiram arranjar um elevador** e fazer arranjo, pronto." (parágrafo 6) A.

"Na escola atual não tenho grandes coisas a dizer, **só não consigo entrar no pavilhão**". (parágrafo 6) A.

Além da barreira arquitetónica, o estudante deixa evidente na entrevista que, muitas vezes, o que acontece é a sua integração na escola e não a sua inclusão, evidenciando a necessidade de recursos que estejam sempre ao dispor dos estudantes e dos professores para serem aplicados em sala de aula, para a verdadeira inclusão ser estabelecida. As unidades de registo a seguir revelam essa questão:

"A nível de educação física, **eu sempre tive professores específicos para mim**. As outras disciplinas, não pá, **se precisasse**, eu tinha materiais à minha disposição, mas para agora não precisei e agora não preciso". (parágrafo 18) A.

"Claro que eu não podia fazer as coisas fisicamente, não é? Não dá, mas, portanto, **eu fazia trabalhos mais a nível de apontar as medidas** que se fazia as coisas ou, portanto, essas coisas, **observar mais por aí**". (parágrafo 20) A.

Quando voltamos o nosso olhar para a questão da implementação das tecnologias em sala de aula, o estudante deixa claro que há uma "digitalização" do método tradicional e não uma utilização direta por parte dos estudantes que favoreça a aprendizagem. Nota-se aqui subjacente nas declarações que os estudantes ainda são passivos no que diz respeito à implementação da tecnologia em sala de aula e o próprio estudante ressalta a mudança de mentalidade que deve haver no ensino. As unidades de registo a seguir mostram essa realidade:

“Costumamos às vezes ver vídeos ou então às vezes **os exercícios são projetados, a matéria também é dada através de PowerPoint**, mas se calhar podia haver mais tecnologia. Eu acho que sim”. (parágrafo 83) A.

“(…) **Nós não trabalhamos fisicamente com a tecnologia**”. (parágrafo 85) A.

“(…) Eu acho que tinha que haver mudanças de... **mudar um pouco a mente de como é que funciona o ensino**, não é, digamos”. (parágrafo 87) A.

Por fim, o estudante ressalta a principal vantagem do projeto VLAB-FIS: a inclusão. Percebe-se que a possibilidade dele poder fazer a experiência de uma forma muito próxima ao que os outros estudantes fazem, foi algo por ele percebido e destacado, como transcrito nas unidades de registo a seguir:

“Assim a minha opinião, de forma geral, é que a nível de projeto em si, **eu acho que é um bom projeto**. O que é bom as pessoas poderem... **haver assim a parte de inclusão, por exemplo, eu poder fazer as experiências de uma maneira muito parecida com os meus colegas**, portanto, assim, e é bom porque é uma coisa que eu acho que até no futuro se podia usar no ambiente escolar de forma produtiva (...)” (parágrafo 55) A.

“(…) Eu acho que seria um bom contributo porque **a nível de relacionamento interpessoal acaba por melhorar um bocado**, porque eu acabo por fazer experiência mais perto, digamos, as pessoas, portanto, a gente faz, se calhar mais próximos uns dos outros”. (parágrafo 57) A.

“(…) eu acho que **a inclusão é a maior vantagem do projeto**. É um projeto bastante inclusivo”. (parágrafo 120) A.

A partir da análise desta primeira parte da entrevista, percebemos a necessidade de construção e/ou exploração adequada de recursos educativos que possam ser utilizados por estudantes com e sem NEE, já que há uma necessidade urgente de se romper com o atual modelo onde a educação está baseada apenas na utilização de manuais escolares e apontamentos escritos.

5.2.7. Entrevista realizada com alguns estudantes participantes do projeto

Após a transcrição das entrevistas com os estudantes⁶⁶, realizou-se a análise de conteúdo, conforme descrito no capítulo anterior. A partir da análise inicial das

⁶⁶ Ver Apêndice 8

respostas dos estudantes, foram atribuídas categorias e subcategorias, que estão descritas na tabela abaixo.

Tabela 30 - Categorias e subcategorias estabelecidas na análise de conteúdo.

CATEGORIAS	SUBCATEGORIA	DESCRIÇÃO
Comportamento em relação à aprendizagem	Preparado(a)	
	Motivado(a)	Perceber o comportamento dos estudantes relativamente à própria aprendizagem a partir da utilização dos recursos do projeto VLAB-FIS.
	Autônomo(a)	
Recursos Educativos digitais	Participativo(a)	
	Habituação	Compreender se os estudantes tiveram dificuldades na utilização dos recursos educativos do projeto, como eles foram utilizados e como a diferenciação de recursos foi percebida.
	Formas de utilização	
Formas de auxílio	Diferenciação pedagógica	
	Ajudou	Identificar como a utilização dos recursos educativos do projeto auxiliou os estudantes.
	Facilitou	

Após o estabelecimento das categorias e subcategorias, as respostas dos estudantes foram agrupadas numa grelha⁶⁷ na qual foram destacadas as unidades de registo e, a seguir, serão apresentadas as respetivas análises.

Para a subcategoria “Preparado(a)” da categoria “Comportamento em relação à aprendizagem”, as unidades de registo (A.1, A.2, A.3, A.4, A.5, A.6, A.8, A.10, A.11, A.12, A.15, A.17 e A.18) evidenciam que os estudantes sentiram-se preparados quando chegaram às aulas laboratoriais após a utilização de todos os recursos do projeto. No entanto, alguns estudantes não especificaram o porquê de se sentirem

⁶⁷ ver Apêndice 10.

mais preparados, apenas o afirmaram (A.3, A.4, A.8, A.10, A.11, A.12, A.15, A.17, A.18). Dos 19 estudantes, 13 sentiram-se mais preparados para as atividades laboratoriais, fato que evidencia como a preparação prévia para a realização das atividades é primordial para a sua realização bem sucedida.

Na subcategoria “Motivado(a)”, foi possível perceber que os estudantes se sentiram motivados (A.4, A.5, A.7, A.8, A.9, A.10, A.13, A.15, A.16 e A.18). A maioria dos estudantes relatou que a motivação estava relacionada com a possibilidade que os recursos do projeto davam para compreender melhor a matéria ou a atividade laboratorial em si (A.4, A.8, A.9 e A.16). Alguns ainda disseram que por ser desafiador (A.15), trazer outras informações (A.7) e por utilizar vídeos e roteiros (A.18) motivou-os ainda mais. Um estudante não explicitou o motivo, mas disse que se sentia motivado (A.13). Outros dois evidenciaram que a motivação era por conseguirem ser mais autônomos na sua aprendizagem (A.5 e A.10). Esta subcategoria mostra-nos que a motivação em sala de aula assume diferentes formas e que cada vez que diversificamos os recursos e os métodos de ensino, podemos motivar mais os estudantes.

Relativamente à subcategoria “Autônomo(a)”, os estudantes (A.3, A.4, A.5, A.6, A.7, A.11, A.14 e A.15) disseram que com este projeto conseguiram trabalhar de forma mais independente, sendo eles os indivíduos centrais da própria aprendizagem. Nas unidades de registo dos seguintes estudantes (A.3, A.4, A.5, A.6, A.7, A.14 e A.15), foi possível identificar alguns verbos como: “buscar”, “procurar”, “descobrir”, “saber pesquisar”, “treinar mais” e “fazer”, que evidenciaram essa postura mais autônoma que os estudantes tiveram a partir da utilização dos REDs do projeto, sendo que um deles enfatizou que trabalhou de “forma autônoma” (A.11). Essas respostas podem nos indicar a necessidade que os estudantes têm de se sentirem mais autônomos e intervenientes, de serem mais responsáveis pela própria aprendizagem. Como tal, há necessidade de lhes dar oportunidade de explorarem e ampliarem essa autonomia.

Na última subcategoria “Participativo(a)”, as unidades de registos (A.3, A.7, A.11, A.12, A.13 e A.15) demonstram que os estudantes participaram mais nas aulas depois da preparação com os materiais do projeto, sendo os recursos mencionados utilizados diretamente por um dos estudantes (A.12). Os restantes responderam que, por saberem o que seria realizado ou debatido na aula seguinte, sentiam-se mais à vontade e confiantes nas aulas. Essa questão evidencia uma relação interessante, ao demonstrar que o engajamento dos estudantes em sala de aula está diretamente relacionado à sua preparação prévia para as atividades.

Na categoria “Recursos Educativos digitais”, foram designadas três subcategorias. Na subcategoria “Habituação”, os estudantes confirmaram, de formas diferentes, como as REDs utilizadas no projeto são ou tornam-se habituais de serem utilizadas em sala de aula (A.1, A.2, A.3, A.4, A.5, A.6, A.9, A.10, A.13, A.16 e A.18). A maioria dos estudantes relatou que os recursos são fáceis ou práticos de serem utilizados (A.1, A.9, A.10 e A.18). Outros disseram que precisaram utilizar mais de uma vez os recursos para se habituarem a eles (A.2 e A.5). Três estudantes ainda especificaram, nas suas unidades de registo, os recursos a que estavam mais habituados (A.3, A.4 e A.16). Por fim, também foi relatado por dois estudantes, que estão habituados às tecnologias, e por isso a participação no projeto não foi difícil (A.6 e A.13). As respostas aqui registadas mostram que, na sua grande maioria, os estudantes participantes estão habituados a utilizar recursos digitais, como descrito no capítulo 2, e mesmo quando as dificuldades aparecem, ao utilizarem esses recursos mais do que uma vez, torna-se progressivamente mais fácil.

Na segunda subcategoria “Formas de utilização”, verificou-se nas unidades de registo que 15 estudantes (A.1, A.2, A.3, A.5, A.6, A.7, A.8, A.9, A.10, A.11, A.12, A.13, A.14, A.17 e A.18), além de explorarem os recursos na preparação para as aulas laboratoriais, também os utilizaram em outras situações ou contextos. Alguns relataram que utilizaram os recursos mais fora da sala de aula apenas para se prepararem para a atividade laboratorial (A.1, A.7 e A.13). Outros disseram que, além da preparação, também os utilizaram fora da sala de aula para estudarem para os testes ou para os exames nacionais (A.3 e A.6). Quatro deles disseram que utilizaram fora das aulas, mas não especificaram se foi apenas para a preparação ou para outros fins. A utilização dentro e fora da sala de aula também fica evidenciada (A.10, A.12 e A.14); outros disseram ainda que utilizaram muito em sala, durante a aula laboratorial (A.2, A.11 e A.18). Esta subcategoria mostra que, apesar de termos uma sequência para explorar os recursos do projeto em contexto letivo, os estudantes utilizaram-os de formas diferentes, consoante a própria necessidade. Pareceu-nos concludente que eles exploraram os recursos educativos do projeto bem além dos objetivos inicialmente definidos, como na preparação para os testes e exames nacionais, algo muito positivo que foi além das expectativas iniciais.

Relativamente à terceira e última subcategoria, “Diferenciação pedagógica”, os estudantes relataram a importância da utilização de diferentes recursos (A.4, A.5, A.6, A.9, A.10, A.11, A.15 e A.16). Alguns referiram-se à importância de terem utilizado materiais didáticos para além dos disponibilizados pelos manuais escolares (A.4, A.5 e

A.6). Um estudante ressaltou a importância de se utilizar materiais mais visuais do que escritos (A.10). Outros exemplificaram e ressaltaram a importância de se ter recursos que vão além das atividades laboratoriais (A.11 e A.15). Além disso, dois estudantes (A.9 e A.16) relataram que recursos diferentes trazem perspectivas diferentes, que podem ajudar a consolidar a aprendizagem. É válido ressaltar que a importância da diferenciação pedagógica foi discutida no capítulo 2, mas não foram discutidas com os estudantes durante a aplicação do projeto. No entanto, este aspecto foi evidenciado pelas respostas dos estudantes nas entrevistas, mesmo sem que este assunto tenha sido diretamente discutido com eles.

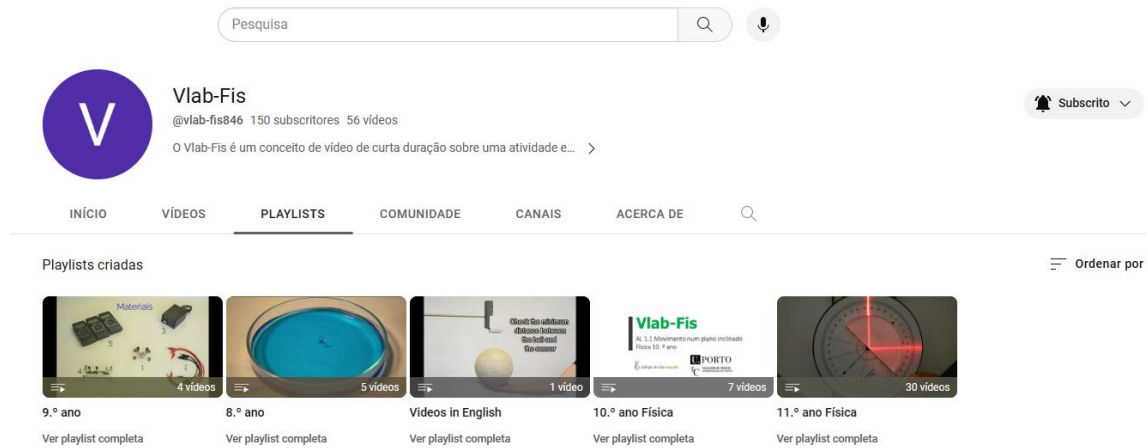
A última das três categorias, “Formas de auxílio”, evidenciou como o projeto VLAB-FIS auxiliou os estudantes. Segundo os estudantes (A.1, A.2, A.4, A.5, A.6, A.7, A.8, A.10, A.11, A.13, A.14, A.16, A.17 e A.18), o projeto ajudou-os de diferentes formas e, por esse motivo, a subcategoria escolhida foi “Ajudou”. A maioria dos estudantes relatou como o projeto ajudou (A.2, A.4, A.5, A.7, A.8 e A.10), outros especificaram qual ou quais foram os recursos utilizados que os ajudou (A.1, A.6, A.13 e A.18). Alguns estudantes disseram que o projeto não fez diferença na motivação, mas que ajudou, não especificando como foi essa ajuda (A.11). Outros dois estudantes afirmaram o mesmo, mas especificaram que o projeto os ajudou a entender e a trabalhar melhor (A.14 e A.17). Apenas um estudante afirmou que o projeto não o ajudou, mas não especificou como isso ocorreu (A.16). Esta subcategoria revela como o projeto auxiliou os estudantes e trouxe um ponto interessante a ser discutido: a afirmação de alguns estudantes que, apesar de não ter sido algo que os motivou, reconhecem que ajudou. Fato esse relevante, pois muitas vezes os professores acham que os recursos e metodologias têm que motivar os estudantes para que eles continuem os seus estudos. Contudo, essas respostas revelam que tal, aparentemente, não é totalmente verdade, pois mesmo que algo não os motive à partida, eles reconhecem que pode ajudá-los a investir na própria aprendizagem. Relativamente à subcategoria “Facilitou”, as duas unidades de registo dos estudantes (A.13 e A.14) indicam que o projeto, além de ajudar, facilitou os estudos.

5.2.8. Estatísticas do *Youtube*

As estatísticas do *YouTube* incluem informações como visualizações, seguidores inscritos, comentários, curtidas, descurtidas, compartilhamentos, tempo de exibição, origem do tráfego, idade e gênero dos espectadores, taxa de cliques, e muitos outros parâmetros. Essas estatísticas são essenciais para entender o envolvimento com o público, o que ajuda os criadores a ajustar estratégias e melhorar o seu conteúdo para

aumentar sua visibilidade e atratividade no *YouTube*. Algumas estatísticas serão aqui utilizadas para compreendermos o resultado do canal do projeto VLAB-FIS (figura 39) e dos seus vídeos.

Figura 39 - Captura de ecrã do canal do Vlab-Fis no YouTube.



Nota: Acervo dos autores.

Descrição: A imagem exibe a página do *YouTube* relacionada ao projeto VLAB-FIS. Nela, é possível visualizar uma seção da *playlist*, composta por miniaturas de cinco vídeos. Cada uma dessas miniaturas representa um vídeo específico do projeto, oferecendo uma descrição prévia do conteúdo de cada vídeo.

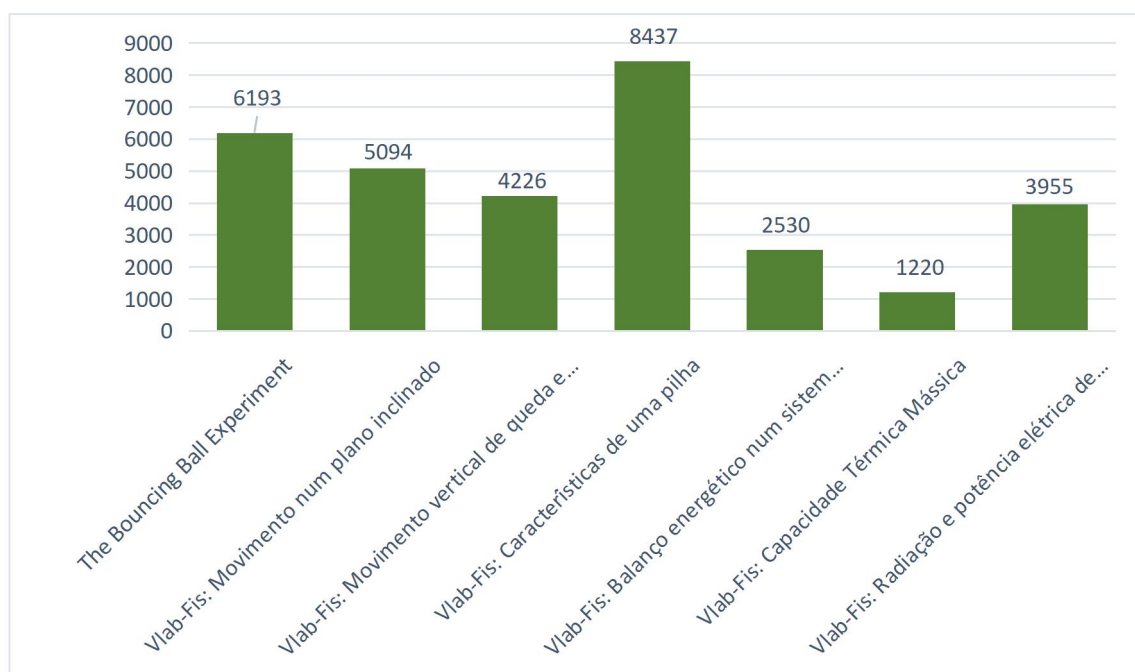
O canal do projeto, denominado "Vlab-Fis," foi criado em 26 de dezembro de 2017, servindo como um repositório dos vídeos introdutórios de atividades experimentais e des vídeos a serem analisados com o software livre *Tracker*, contando com um acervo de 56 vídeos organizados em cinco playlists distintas. Para as estatísticas que serão aqui analisadas, utilizaremos apenas os vídeos introdutórios, pois os vídeos para serem analisados com o *Tracker* devem ser baixados e não temos esses dados, uma vez que os usuários podem baixar os vídeos em outras páginas da web. O canal já possui 150 seguidores inscritos e, até a data de 16 de outubro de 2023, registrou 64.142 visualizações.

A estatística que informa o tempo médio de visualização dos vídeos no canal desempenha um papel fundamental na avaliação do envolvimento e da eficácia do conteúdo apresentado. Após a análise dos dados fornecidos pela plataforma *Youtube*, foi constatado que os usuários assistem, em média, apenas 1 minuto dos vídeos disponibilizados em nosso canal. Esse valor corrobora o que foi discutido no Capítulo

2 desta tese, pois, apesar dos vídeos introdutórios serem curtos, com no máximo 4 minutos, a grande maioria parece tender a não assisti-los até o fim.

A partir da análise das estatísticas do *YouTube*, também foi possível identificar os conteúdos de Física mais procurados pelos usuários, destacando-se no 10.º ano os da área da eletricidade e da mecânica (Gráfico 6). Essa informação é bastante relevante, pois indica em quais tópicos os usuários podem apresentar mais dificuldades e nos permite planejar futuras produções para atender às preferências e interesses da audiência.

Gráfico 6 - Número de visualizações dos vídeos introdutórios do 10.º ano.



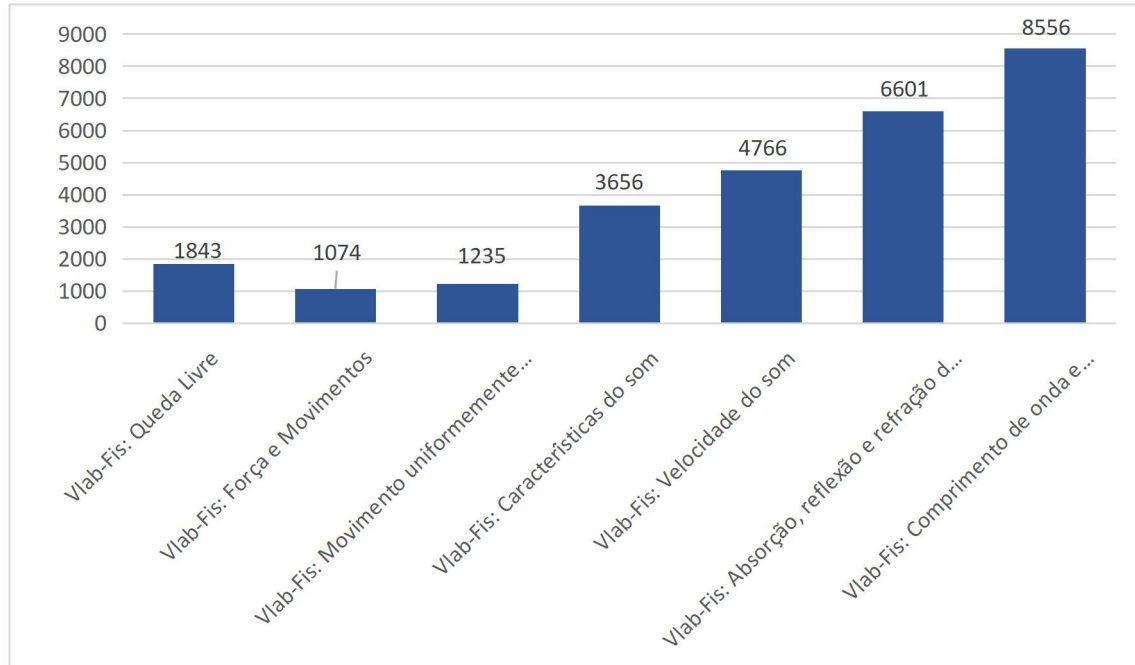
Nota: Acervo dos autores.

Descrição: A imagem exibe um gráfico de barras verticais representando o número de visualizações dos vídeos introdutórios do 10.º ano. As barras tem o mesmo tom de verde e estão posicionadas lado a lado. Abaixo de cada barra, estão indicados os nome dos vídeos acessados e acima o número de visualizações. Aqui estão os detalhes específicos de cada barra, da esquerda para a direita: A primeira barra representa o vídeo "The Boucing Ball Experiment" e abriga 6193 visualizações; a segunda barra representa "Movimento num plano inclinado", com um total de 5094 visualizações; a terceira barra corresponde vídeo "Movimento vertical de queda e ressalto de uma bola", com 4226 visualizações; a quarta barra corresponde ao vídeo "Características de uma pilha", onde houve um aumento para 8417 visualizações; a quinta barra representa o vídeo "Balanço energético num sistema termodinâmico", com um total de 2530 visualizações; a sexta barra corresponde ao vídeo "Capacidade Térmica Mássica", onde o número de visualização diminui significativamente para 1220; e a a sétima e última barra representa o vídeo "Radiação e potência elétrica de um painel fotovoltaico", com aumento, contanto com o total de 3955 visualizações.

Relativamente aos conteúdos do 11º ano, ao contrário do que acontece com o número de visualizações do 10º ano, os conteúdos de mecânica não foram os mais assistidos, mas sim aqueles relacionados aos conceitos de ondas eletromagnéticas (Gráfico 7). O vídeo sobre "Comprimento de onda e difração," que pode ser classificado como de

uma atividade com conteúdo de mais elevado grau de complexidade, foi o vídeo com mais acessos, totalizando 8.556 visualizações até o momento de escrita desta tese.

Gráfico 7 - Número de visualizações dos vídeos introdutórios do 11.º ano.

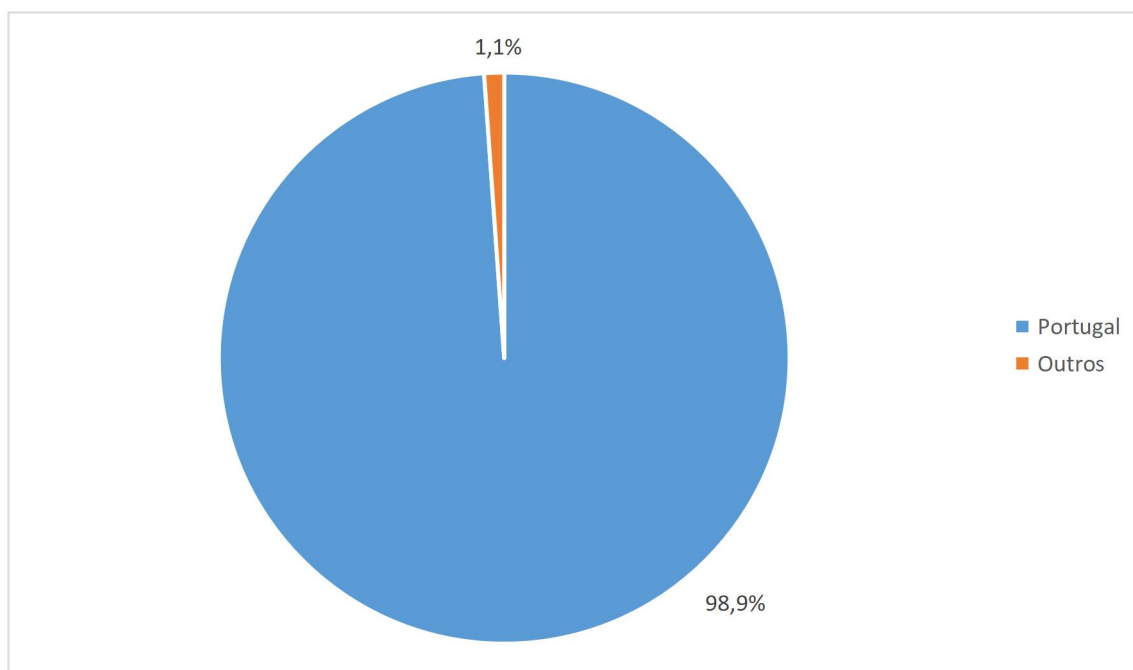


Nota: Acervo dos autores.

Descrição: A imagem exibe um gráfico de barras verticais representando o número de visualizações dos vídeos introdutórios do 11.º ano. As barras tem o mesmo tom de azul e estão posicionadas lado a lado. Abaixo de cada barra, estão indicados os nome dos vídeos acessados e acima o número de visualizações. Aqui estão os detalhes específicos de cada barra, da esquerda para a direita: A primeira barra representa o vídeo "Queda Livre" e abriga 1843 visualizações; a segunda barra representa "Força e Movimentos", com um total de 1074 visualizações; a terceira barra corresponde vídeo "Movimento uniformemente retardado", com 1235 visualizações; a quarta barra corresponde ao vídeo "Características do som", onde houve um aumento para 3656 visualizações; a quinta barra representa o vídeo "Velocidade do som", com um total de 4766 visualizações; a sexta barra corresponde ao vídeo "Absorção, reflexão e refração da Luz", onde o número de visualização aumenta para 6601; e a sétima e última barra representa o vídeo "Comprimento de onda e difração", com aumento, contanto com o total de 8556 visualizações.

Relativamente à estatística "Geografia," é possível analisar a distribuição geográfica das pessoas que visualizaram os vídeos do canal e identificar de qual país o vídeo foi assistido. Conforme observado no Gráfico 8, 98,9% dos vídeos foram visualizados de Portugal, país onde o projeto foi aplicado. No entanto, outros países foram alcançados (por ordem de quantidade de visualizações): Estados Unidos (171), Filipinas (83), Austrália (59), Canadá (55), Brasil (46), Reino Unido (41), Moçambique (28), Arábia Saudita (23), Vietnã (15), Hong Kong (14), Espanha (11), Índia (11), Ucrânia (11), Emirados Árabes Unidos (10) e Itália (10). Esses dados demonstram que o projeto conseguiu atingir um público em bem mais países do que aquele para o qual foi originalmente desenhado.

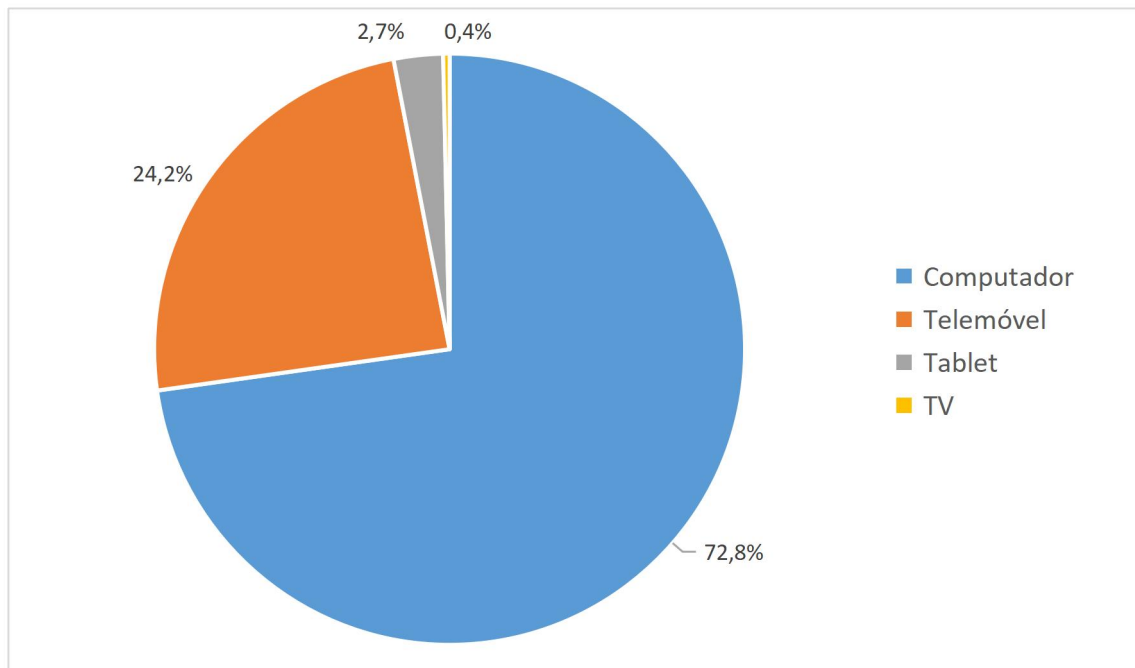
Gráfico 8 - Distribuição geográfica por países das pessoas que visualizaram os vídeos



Nota: Acervo dos autores.

Descrição: A figura representa um gráfico circular, composto por dois setores, para ilustrar as proporções da distribuição geográfica das pessoas que visualizaram os vídeos do canal. A análise revela que a maioria acessou em Portugal, correspondendo a 98,9% dos acessos enquanto apenas 1,1% visualizaram de outros países.

A estatística "Tipos de dispositivos" ofereceu uma visão de como os espectadores acessaram o conteúdo do canal, mostrando se preferiram assistir em dispositivos móveis, computadores ou smart TVs, entre outros. Os dados fornecidos pela plataforma nos mostraram que 72,8% dos usuários do canal assistiram aos vídeos principalmente pelo computador, o que pode indicar que este é o dispositivo mais utilizado pelos estudantes para estudar, seguidos dos dispositivos móveis com 24,2% dos espectadores.

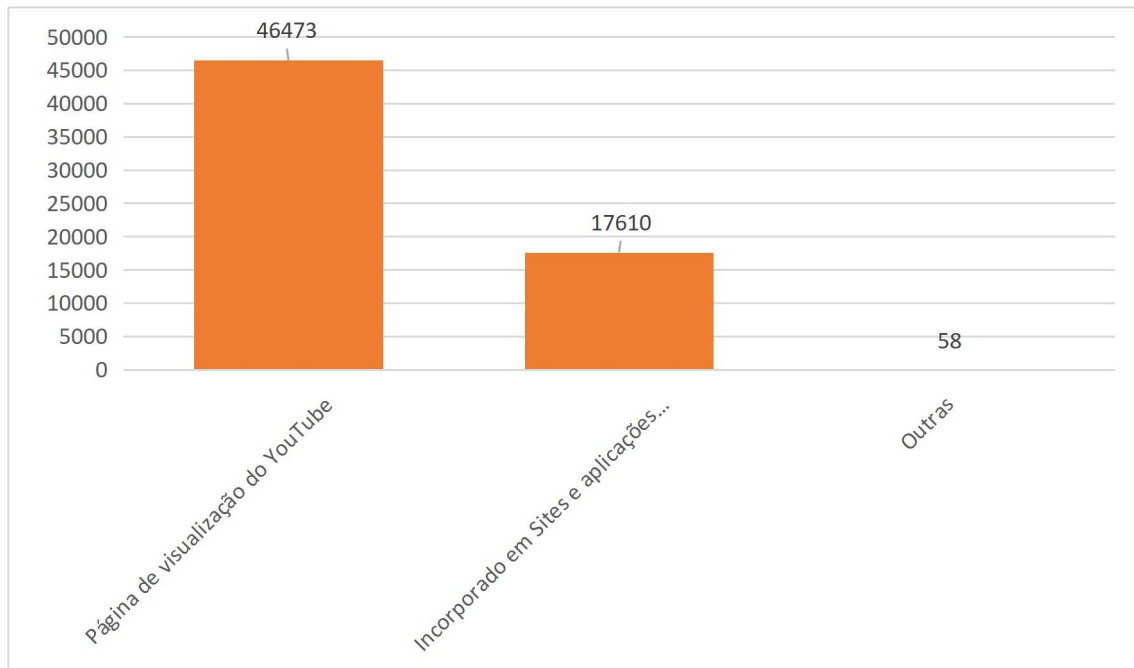
Gráfico 9 - Percentagem dos tipos de dispositivos por onde os espectadores acessaram os vídeos do canal do projeto.

Nota: Acervo dos autores.

Descrição: A figura representa um gráfico circular, composto por quatro setores, para ilustrar os tipos de dispositivos utilizados para acessar o canal. A análise revela que a maioria acessou pelo computador, correspondendo a 72,8% dos acessos. O telemóvel foi o segundo dispositivo mais utilizado com 24,2%, enquanto o tablet e a TV foram os menos utilizados com 2,7% e 0,4% respetivamente.

A estatística "Localização de Reprodução" do *YouTube* indica o local onde um vídeo foi assistido, como na página de visualização no *YouTube*, na lista de vídeos sugeridos ou em vídeos incorporados em sites externos.

Percebemos que, apesar do projeto estar disponível em diversas plataformas, a maioria das visualizações ocorre diretamente na página do *YouTube* (46.473). Esse fato pode indicar que, mesmo o acesso sendo feito por outros sites, os espectadores preferem visualizar os vídeos diretamente pelo canal do projeto, onde todos os vídeos estão disponíveis em *playlists*.

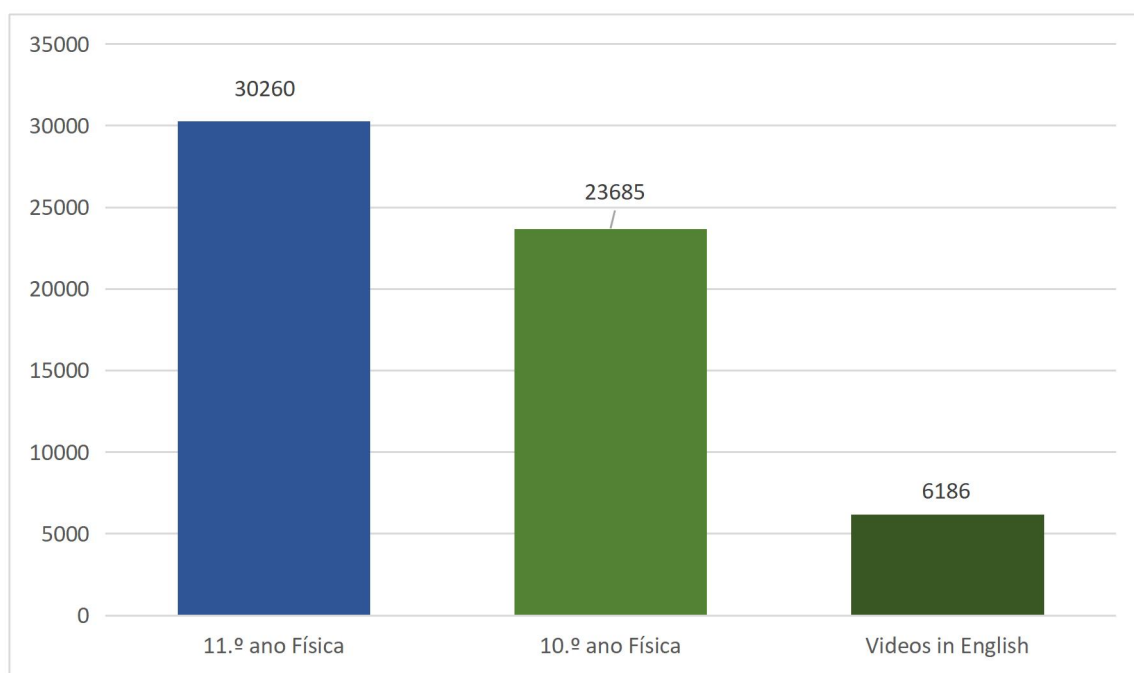
Gráfico 10 - Quantidade de visualizações que indica o local onde os vídeos foram assistidos.

Nota: Acervo dos autores.

Descrição: A imagem exibe um gráfico de barras verticais representando quantidade de visualizações por local onde os vídeos foram assistidos. As barras tem o mesmo tom de laranja e estão posicionadas lado a lado. Abaixo de cada barra, estão indicados o local onde os vídeos foram acessados e acima o número de visualizações. Aqui estão os detalhes específicos de cada barra, da esquerda para a direita: a primeira barra indica o local "Página de visualização do Youtube" e abriga 46473 visualizações; a segunda barra representa "Incorporado em Sites e aplicações externas", com um total de 17610 visualizações; a terceira barra corresponde vídeo "Outras", com 58 visualizações.

As estatísticas sobre *playlists* no *YouTube* mostram como os vídeos estão organizados, incluindo quantas *playlists* existem, quantos vídeos têm em cada uma delas e a quantidade de visualizações por *playlist*. Especificamente no canal do projeto, as *playlists* são as seguintes: "9º ano" com 4 vídeos, "8º ano" com 5 vídeos, "10º ano Física" com 7 vídeos, "11º ano Física" com 30 vídeos e "*Videos in English*" com apenas 1 vídeo. As *playlists* analisadas foram aquelas as relativas aos 10.º e 11.º anos, devido o público-alvo e foco desta tese.

Um dado interessante obtido a partir das estatísticas do canal foi que apesar do projeto ter sido implementado com 145 estudantes, na sua grande maioria no 10º ano, conseguimos atingir bem mais espectadores do 11º ano (Gráfico 11). Esse fato pode estar relacionado ao que foi relatado por alguns estudantes nas entrevistas, afirmando que utilizavam os vídeos para estudar para os testes ou até mesmo para o exame nacional, como afirmou o aluno A.3.: '*Era muito útil para estudar para os testes*' (Parágrafo 4).

Gráfico 11 - Total de visualizações dos vídeos do projeto por playlist.

Nota: Acervo dos autores.

Descrição: A imagem exibe um gráfico de barras verticais representando quantidade de visualizações por local onde os vídeos foram assistidos. As barras têm tons de azul e verde e estão posicionadas lado a lado. Abaixo de cada barra, estão indicados o Total de visualizações dos vídeos do projeto por *playlist* e acima o número de visualizações. Aqui estão os detalhes específicos de cada barra, da esquerda para a direita: a primeira barra representa a *playlist* do “11.º ano Física”, em azul, e abriga 30260 visualizações; a segunda barra representa “10.º ano Física”, em verde, com um total de 23685 visualizações; a terceira e última barra, em tom de verde mais escuro, corresponde “Videos in English”, com 6186 visualizações.

6. Conclusões, limitações da investigação e perspectivas futuras

Neste capítulo serão abordados diferentes tópicos essenciais para uma compreensão abrangente desta investigação. Inicialmente serão respondidas às questões de investigação, destacando os principais resultados e conclusões. Em seguida, serão apresentadas considerações pertinentes que emergiram dos resultados, enriquecendo ainda mais a análise. Também serão referidas as limitações desta investigação, reconhecendo as restrições e desafios enfrentados durante o estudo. Por fim, serão exploradas as perspectivas futuras, delineando possíveis direções para investigações e discussões subsequentes.

6.1. Conclusões

No início desta investigação, foram levantadas algumas questões. Após recolher, validar e analisar os dados, é possível fazer algumas considerações para alcançar respostas a essas questões. É importante salientar que estas conclusões podem não necessariamente representar uma realidade geral, mas fornecem indicativos relevantes retirados da amostragem em que se baseou esta investigação.

No que diz respeito à primeira questão, “Como os materiais didáticos que utilizam os recursos educativos digitais, combinados com um ensino por *inquiry*, podem motivar os estudantes nas aulas laboratoriais?”; os professores que implementaram o projeto nas aulas mencionaram que os estudantes começaram a preparar-se com antecedência e afirmaram notar que eles se sentiam mais motivados para realizar as atividades laboratoriais e participar mais ativamente após assistirem aos vídeos introdutórios. Esta conclusão é confirmada pelas aulas observadas pela investigadora, pela intervenção com o estudante com NEE, pelos questionários aplicados aos estudantes e pelas entrevistas.

Nas aulas assistidas, os estudantes afirmaram estar mais entusiasmados para realizar a aula laboratorial devido à utilização dos recursos do projeto, pois já sabiam mais ou menos o que tinham que fazer. Na intervenção com o aluno com NEE, a investigadora notou que a participação do aluno A. sempre foi caracterizada pela atenção, motivação e satisfação na realização das atividades laboratoriais virtuais, que ele nunca havia tido oportunidade de realizar devido à sua debilidade motora.

Relativamente a uma das análises dos dados do questionário respondido pelos estudantes, vemos que eles se sentem motivação para assistir ao vídeo introdutório e explorar o respectivo roteiro, e também se sentem mais preparados para realizar as atividades experimentais. Nas entrevistas, 10 dos 19 estudantes relataram explicitamente que a motivação estava relacionada com a possibilidade que os recursos do projeto ofereciam para compreender melhor a matéria ou a atividade laboratorial em si.

Sobre a segunda questão “É possível promover uma abordagem laboratorial inclusiva para estudantes com algumas limitações motoras?”, a partir das análises realizadas pelos professores e pelo aluno com NEE, podemos afirmar que sim. Relativamente aos professores, três fatos por eles apresentados corroboram com a resposta acima:

- O primeiro é que os professores não acreditam que as REDs interfiram no tempo de estudo dos estudantes, conforme indicado na tabela 18, mostrando que podem ser utilizadas sem prejudicá-los.
- O segundo está relacionado com o fato dos professores considerarem que simulações e vídeos podem ter um impacto positivo na aprendizagem de conceitos científicos, conforme evidenciado na tabela 19.
- O terceiro confirma que os trabalhos experimentais realizados em ambiente virtual são considerados uma excelente alternativa à experimentação real, como demonstrado na análise de conteúdo das respostas dos professores que participaram das formações e confirmado pelos professores que implementaram o projeto. Eles afirmam que essa abordagem pode ser usada de forma complementar, como destacado por um dos professores que afirmou: “O projeto foi muito interessante e contribuiu para o aumento das competências científicas e técnicas no campo da Física, tanto para os professores quanto para os estudantes”.

Além disso, o estudante A. afirma na entrevista que “(...) haver assim a parte de inclusão, por exemplo, eu poder fazer as experiências de uma maneira muito parecida com os meus colegas (...)” [(parágrafo 55) A.]. Deste modo, sabendo a opinião dos professores relativamente à utilização dos recursos educativos digitais nas aulas laboratoriais e da afirmação do estudante A., o projeto VLAB-FIS mostra-nos que é possível promover uma abordagem laboratorial inclusiva nas aulas.

A terceira questão da investigação é sobre se “Há necessidade de formação contínua para os professores utilizarem mais os recursos educativos digitais com os seus alunos?”. Um ponto crucial foi destacado pelo estudante A. durante a entrevista, ao

ênfatar que ocorre uma “digitalização” do método de ensino tradicional, em vez de uma utilização direta e com proveito por parte dos estudantes que realmente beneficie o processo de aprendizagem. Esse fato sugere que, nas declarações do estudante, eles ainda desempenham um papel passivo na implementação da tecnologia em sala de aula, e como ressaltado pelo próprio estudante, há a necessidade de uma mudança de mentalidade no ensino (ver parágrafos 83, 85 e 87 na entrevista de A.). Essas afirmações respondem claramente à questão acima colocada.

Além disso, os dados recolhidos indicam que, embora os professores reconheçam a importância de diversificar as abordagens pedagógicas, eles ainda tendem a priorizar a resolução de problemas e a realização de exercícios como práticas predominantes nas suas metodologias de ensino. As formações relacionadas com recursos digitais podem desempenhar um papel fundamental na superação dessa tendência.

É importante mencionar que, apesar de alguns professores participantes da formação considerarem-se inicialmente bem familiarizados com REDs, eles expressaram a opinião de que, embora importante, ela não foi suficiente para que se sentissem totalmente preparados para usar os recursos educativos digitais nas aulas (conforme evidenciado na tabela 20). Todos esses fatos ressaltam a necessidade da formação contínua constante para capacitar os professores a utilizar de forma mais eficaz as diversas tecnologias digitais disponíveis, que podem ser um recurso importante em sala de aula.

Relativamente ao projeto, a questão inicialmente colocada foi “O projeto VLAB-FIS contribuiu para a diferenciação pedagógica e maior envolvimento dos estudantes nas aulas laboratoriais?”. Para responder a essa questão foi possível identificar diferentes resultados nos questionários e também nas respostas às entrevistas.

O projeto VLAB-FIS proporcionou ao estudante A. a oportunidade de efetivamente realizar atividades experimentais, tornando a sua aprendizagem mais ativa. Esse fato também foi mencionado por outros estudantes ao descreverem diversos comportamentos relacionados à aprendizagem, conforme categorizado na análise de conteúdo das entrevistas. Alguns deles relataram que se sentiram mais “preparados” quando chegaram às aulas de laboratório após utilizar todos os recursos do projeto.

Também foram percebidas afirmações nas quais eles se sentiram mais 'motivados' porque compreenderam melhor o conteúdo ou a própria atividade laboratorial. Outros destacaram que se sentiram mais 'autônomos' ao conseguir trabalhar de forma mais independente, colocando-se como protagonistas da sua própria aprendizagem.

Também houve alunos que se sentiram mais 'participativos' porque aumentaram a sua participação nas aulas após se prepararem com os materiais do projeto. Os resultados qualitativos dos questionários confirmam esses fatos, pois os professores que aplicaram o projeto observaram que os estudantes passaram a se preparar, algo que não era comum, e demonstraram maior motivação para realizar as atividades laboratoriais, bem como maior envolvimento nos trabalhos após assistirem aos vídeos introdutórios.

A diferenciação pedagógica, também foi um tema fortemente destacado nas respostas dos estudantes, mesmo que o tópico não tenha sido abordado diretamente com eles. Os estudantes enfatizaram a importância da utilização de diversos recursos que vão além dos materiais tradicionais utilizados em sala de aula, proporcionando diferentes perspectivas que contribuem para a sua aprendizagem. Esse fato também foi ressaltado por um professor participante do projeto ao afirmar que: “Considero que o material disponibilizado possibilita diversas abordagens das atividades experimentais, permitindo a sua preparação e exploração antes da sua execução. Algumas ferramentas possibilitam o incentivo à preparação das atividades e ao envolvimento dos estudantes no processo” (P4).

Todos esses fatos, supracitados, mostram que a resposta para a questão acima colocada é clara: o projeto VLAB-FIS contribuiu para a diferenciação pedagógica e aumentou o envolvimento dos alunos nas aulas experimentais. Essa contribuição foi percebida e ressaltada até mesmo pelos alunos e a utilização dos recursos do projeto favoreceu, de diferentes formas, o envolvimento dos alunos nas aulas laboratoriais.

Para além das respostas às questões abordadas nesta investigação, surgem algumas considerações que merecem ser realçadas. Em primeiro lugar, destaca-se a importância do ensino das ciências como um meio de promover a inclusão dos estudantes. Este ensino, nomeadamente o que foi evidenciado através do projeto VLAB-FIS, proporciona uma educação cidadã ao capacitá-los a compreender, interpretar e melhorar o mundo que os rodeia. Além disso, prepara-os para o trabalho, desenvolvendo habilidades de investigação, raciocínio, resolução de problemas e comunicação, essenciais nas suas futuras carreiras. Dessa forma, os estudantes tornam-se participantes ativos na sociedade, contribuindo de forma crítica e interveniente. Assim, o desenvolvimento social, incluindo a superação das desigualdades, está intrinsecamente ligado ao ensino das ciências.

Outro ponto importante, é que muitos estudantes afirmaram que, ao conhecerem antecipadamente o que seria abordado ou discutido na aula seguinte, sentiam-se mais

à vontade e confiantes para participar das aulas. Esse dado evidencia a relevância da antecipação do conteúdo para a participação ativa dos estudantes e ressalta a ligação direta entre a preparação prévia dos alunos e o nível de participação nas aulas. Esta situação sugere que quando os estudantes estão bem informados sobre o conteúdo a ser tratado, eles tendem a se envolver mais nas discussões e atividades em sala de aula.

Uma das subcategorias identificadas na análise de conteúdo destacou de que forma o projeto VLAB-FIS auxiliou os alunos, ressaltando um ponto de discussão interessante. Alguns estudantes expressaram a ideia de que, embora o projeto não tenha sido algo que inicialmente os motivasse, eles reconheceram que ele desempenhou um papel positivo no seu processo de aprendizagem. Este aspecto levanta uma questão relevante: a capacidade de algo, mesmo que não suscite motivação imediata, contribuir para o desenvolvimento e o envolvimento dos estudantes na sua própria aprendizagem. Esta perspectiva evidencia a importância de considerar não apenas a motivação, mas também os potenciais benefícios que as abordagens educacionais podem oferecer, mesmo quando não geram entusiasmo inicial.

Por fim, as estatísticas do *YouTube* trouxeram-nos algumas contribuições interessantes, principalmente quanto ao alcance que o projeto pode ter, por estar em uma plataforma de alcance internacional. O número de acessos foi muito maior do que o número de estudantes e professores que participaram no projeto, um fato consolidado pelo acesso de indivíduos fora Portugal. Além disso, o tempo médio de visualização ainda mostrou que a opção por vídeos curtos é, de fato, a mais acertada para a atual geração escolar.

6.2. Limitações da investigação

Esta investigação foi realizada com apenas um estudante com dificuldades motoras. É importante mencionar que, apesar das nossas várias tentativas de contacto com associações relacionadas às pessoas com essas limitações, bem como com escolas, não conseguimos envolver mais estudantes com este perfil matriculados no ensino secundário, particularmente nos cursos científico-humanísticos. Parte disso se explica pela pandemia, mas a ausência de resposta por parte dessas entidades (associações e escolas, incluindo algumas que até responderam a um primeiro contato, mas depois deixaram de o fazer, apesar da nossa insistência) não tem explicação objetiva. Muito positivo foi o fato de o estudante A. ter participado do projeto por sua própria iniciativa,

após entrar em contato conosco diretamente, ao ter conhecimento do projeto por meio de um professor. Essa situação fez-nos perceber que muitos estudantes podem não estar a escolher esses cursos devido às limitações que as atividades laboratoriais podem representar e que se refletem na motivação para a aprendizagem das ciências experimentais como a Física ou a Química, como foi mencionado pelo estudante da Universidade do Porto na fase de preparação deste projeto.

Outra consideração importante a ser destacada refere-se às limitações de generalização. Os resultados obtidos nesta investigação foram fundamentais para compreender o contexto e as características específicas dos participantes envolvidos. No entanto, é válido ressaltar que esses resultados podem não ser diretamente aplicáveis a outras populações ou contextos distintos, pois algumas condições podem limitar a generalização dessas conclusões para situações distintas.

6.3. Perspectivas futuras

Considerando os resultados obtidos nesta investigação, delineiam-se várias perspectivas e oportunidades para investigações futuras. Uma das questões que merece uma análise mais aprofundada é a formação inicial de professores, que parece não abordar adequadamente a educação inclusiva, conforme discutido no Capítulo 2. Esta ausência de unidades curriculares obrigatórias na formação de professores que explorem profundamente essa temática merece uma discussão e investigação mais detalhada do impacto nas aulas, sobretudo das ciências.

No que diz respeito à sugestão levantada por alguns professores que fizeram as formações do projeto em relação à extensão dele para o Ensino Básico, é relevante destacar que os materiais já estão a ser desenvolvidos. No entanto, para avaliar a sua eficácia e impacto, serão necessárias investigações adicionais que serão realizadas num futuro próximo.

Além disso, devido ao impacto observado que os vídeos têm no Brasil, estamos avaliando a possibilidade de expandir o projeto para a realidade brasileira, voltada para o Ensino Superior. Uma vez que as atividades experimentais não são obrigatórias no Ensino Básico e Secundário, o projeto pode contribuir na formação dos estudantes nesse nível de escolarização, visto o aumento de alunos com NEE nas instituições de ensino superior nos últimos anos.

Referências

- Abt Associates & Instituto Alana (2016). *A summary of the evidence on Inclusive Education* <https://bit.ly/3ndebXk>
- Almeida, K. M., Fernandes, V. V. dos R. L., Albuquerque, K. A. de, Mota, G. A., & Camargos, A. C. R. (2015). O espaço físico como barreira à inclusão escolar. *Cadernos Brasileiros De Terapia Ocupacional*, 23(1), 75–84. <https://doi.org/10.4322/0104-4931.ctoAO512>
- Alshuaib, W. B., Al-Kandari, J. M., & Hasan, S. M. (2015). Classification of Hearing Loss. In Update On Hearing Loss. *InTech*. <https://doi.org/10.5772/61835>
- Álvares, M. (2020) *Introdução à investigação quantitativa e análise SPSS*. [Material de apoio à disciplina Investigação em Administração e Gestão Educacional lecionada na Universidade Aberta]. <https://bit.ly/43OOOuD>
- Alves, R. B. (2018). Redução da influência de confundidores em modelos de aprendizado de máquinas. [Dissertação de mestrado, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais]. <https://bit.ly/3IKOy7y>
- Amaral, Érico, Ávila, B., Zednik, H., & Tarouco, L. (2011). Laboratório Virtual de Aprendizagem: Uma Proposta Taxonômica. *Revista Novas Tecnologias na Educação*, 9(2). <https://doi.org/10.22456/1679-1916.24821>
- American Association for the Advancement of Science (AAAS), (1993). *Project 2061. Benchmarks for science literacy*. Oxford University Press.
- Aronne, L., Nagle, C., Styers, J. L., Combs, A., & George, J. A. (2019). The effects of vídeo-based pre-lab instruction on college students' attitudes and achievement in the digital era. *Electronic Journal of Science Education*, 23(5), 3-21.
- Arthurs, J., Drakopoulou, S., & Gandini, A. (2018). Researching YouTube. *Convergence*, 24(1), 3-15. <https://doi.org/10.1177/1354856517737222>
- Ausubel, D. P. (1968). *Educational psychology: A cognitive view*. Holt, Rinehart and Winston.
- Ausubel, D. (1978). In defense of advance organizers: A reply to the critics. *Review of Educational Research*, 48, 251-257. <http://dx.doi.org/10.3102/00346543048002251>
- Ausubel, D. P., & Fitzgerald, D. (1961). An analysis of the structure of pupils' expository writing. *The Journal of Educational Psychology*, 52(5), 241-247.

- Ausubel, D. P., & Youssef, M. (1963). The use of advance organizers in the learning and retention of meaningful verbal material. *Journal of Educational Psychology*, 54(4), 267-272.
- Ausubel, D. P., Novak, J. D., & Hanesian, H. (1980). *Educational Psychology: A Cognitive View*. Holt, Rinehart and Winston.
- Azevedo, V., Carvalho, M., Fernandes-Costa, F., Mesquita, S., Soares, J., Teixeira, F., & Maia, Â. (2017). Transcrever entrevistas: questões conceituais, orientações práticas e desafios. *Revista de Enfermagem Referência*, IV(14), 159-168. <https://doi.org/10.12707/RIV17018>
- Bardin, L. (2011). *Análise de conteúdo*. Lisboa: Edições 70.
- Balaton, M., Cavadas, J., Carvalho, P. S., & Lima, J. J. G. (2021). Programming Ozobots for teaching astronomy. *Physics Education*, 56(4), 045018. <https://doi.org/10.1088/1361-6552/abfb44>
- Banchi, H. & Bell, R. (2008). The Many Levels of Inquiry. *Science and Children*, 46(2), 26-29.
- Bates, A. W. (2017). *Educar na era digital: design, ensino e aprendizagem* (1a ed.). Artesanato Educacional. <https://bit.ly/3NdF0oK>
- Barry, D. S., Marzouk, F., Chulak-Oglu, K., Bennett, D., Tierney, P., & O'Keeffe, G. W. (2016). Anatomy education for the YouTube generation. *Anatomical Sciences Education*, 9(1), 90–96. <https://doi.org/10.1002/ase.1550>
- BBVA Innovation Edge. (2012). The fun way to engage. In Gamification: The Business of Fun (pp. 12-22). Madrid, BBVA Innovation Center.
- Bell, R. L., Smetana, L., Binns, I. (2005). Simplifying inquiry instruction. *The Science Teacher*, 72, 30-33.
- Berelson, B. (1952) *Content analysis in communication research*. Univ. Press.
- Berk, R. A. (2009). Multimedia Teaching with vídeo Clips: TV, Movies, YouTube, and mtvU in the College Classroom. *International Journal of Technology in Teaching and Learning*, 5(1), 1-21.
- Borges, F. M. (2013). Na busca da cultura espacial. [Tese de doutoramento, Pontifícia Universidade Católica]. <https://bit.ly/3VfhRnK>
- Brassolatti, T. F. Z., Carvalho, A.L.S., Costa, M. A. B., Silva, P. F. (2016). Relacionamento e comportamento dos estudantes da geração Z: diagnóstico de

- uma escola técnica. [Artigo] XXXVI Encontro de Engenharia de Produção. João Pessoa, Outubro de 2016. <https://bit.ly/3LAcOe5>
- Bryman, A. & Cramer, D. (2001). *Quantitative data analysis with SPSS Release 10 for Windows: a guide for social scientists*. Routledge.
- Brown, D. & Cox, A.J. (2009). Innovative Uses of vídeo Analysis, *The Physics Teacher*, 47, 145-150. <https://doi.org/10.1119/1.3081296>
- Brown, D. Christian & W. Hanson, R. M. (2023) Tracker (versão 6.1.3) [Software] <https://bit.ly/3LzUO3o>
- Buckley, B.C. (2012). Model-Based Learning. Em Seel, N.M. (eds) *Encyclopedia of the Sciences of Learning*. (pp. 2300–2303) Springer, Boston, MA. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1428-6_589
- Cardozo, D., Meneghelli, J., & Possamai, J. P. (2018). Concepções dos professores de matemática quanto à utilização de exercícios, situações contextualizadas e problemas. *Revista de Educação em Ciências e Matemáticas*, 14(31), 73-87. <https://bit.ly/3LtpovG>
- Camargo, E. P. (2012). *Saberes docentes para a inclusão do estudante com deficiência visual em aulas de física*. Editora UNESP. <https://doi.org/10.7476/9788539303533>
- Campos, C. M. S., & Pessoa M. N. (2018) A inserção das TIC na educação inclusiva: desafios e possibilidades [Artigo], IV COLBEDUCA e II CIEE, Braga, Janeiro 2018. <https://bit.ly/464eDbq>
- Candeias, A. A. (2009). Avaliação Inclusiva - Uma Avaliação centrada na compreensão do potencial de desenvolvimento. Em A. A. Candeias (Coord.) *Educação Inclusiva: Concepções e Práticas* (pp. 22-38). CIEP - Universidade de Évora.
- Carvalho, G. S. (2009). Literacia científica: Conceitos e dimensões. Em Azevedo, F. & Sardinha, M.G. (Eds.) *Modelos e práticas em literacia* (pp.179-194). Lidel. <https://bit.ly/443RUeQ>
- Carvalho, P. S. (2013). Peer Instruction como Estratégia Metodológica para o Ensino da Física [Palestra]. Palestra apresentada no XXI Simpósio Nacional em Ensino da Física, Uberlândia - Brasil, Janeiro 2015. <https://bit.ly/3F8hvlF>
- Carvalho, P. S. (2015). As animações virtuais no ensino interativo da Física. *Revista de Ciência Elementar*, 3(01), 1-4. <https://bit.ly/3Zu3e1W>

- Carvalho, P. S. & Araujo, P. P. (2022). Proposta visual para a retificação da corrente elétrica alternada: uma abordagem ativa e inclusiva. *Atas do I Workshop Ibero-Americano de Educação Inclusiva - Do campo a cidade: propostas para uma educação inclusiva*. (Eds. Frederico Cruz, Veiga, Maria da Conceição Barbosa-Lima, Paulo Simeão Carvalho) ISBN: 978-65-80065-27-1, p. 323 – 333.
- Carvalho, P. S., Christian, W. & Belloni, M. (2013). Physlets e Open Source Physics para professores e estudantes Portugueses, *Revista Lusófona de Educação*, 25, 59-72.
- Carvalho, P. S., Sampaio e Sousa, A., Paiva, J., Ferreira, A. J. (2012) *Ensino Experimental das Ciências: Um guia para professores do ensino secundário. Física e Química*. U.Porto Editorial.
- Cassettari, F. T. (2015). Estudo de caso: uso de um quiz game para revisão de conhecimentos em gerenciamento de projetos. [Monografia de Graduação, Universidade Federal de Santa Catarina]. <https://bit.ly/3ENZuyV>
- Cerezetti, C. R. N., Nunes, G. R., Cordeiro, D. R. C. L., & Tedesco, S. (2012). Lesão Medular Traumática e estratégias de enfrentamento: revisão crítica. *O Mundo da Saúde*, 36(2), 318-326.
- Chabert, J. (1975). The European Cultural Foundation's Plan Europe 2000. *Long Range Planning*. 8(4), 23-26. [https://doi.org/10.1016/0024-6301\(75\)90163-6](https://doi.org/10.1016/0024-6301(75)90163-6)
- Christian, W. Belloni, M. (2001). *Physlets: Teaching physics with interactive curricular material*. Prentice Hall.
- Civitillo, S.; Denessen, E. & Molenaar, I. (2016). How to see the classroom through the eyes of a teacher: consistency between perceptions on diversity and differentiation practices. *Journal of Research in Special Educational*, 16 (s1), 587–591. <https://doi.org/10.1111/1471-3802.12190>
- Cooper-Capetini, V., Pereira, A. G., Lins, B. B., Silva-Junior, J. S., Assis, L. V. M. de, Belpiede, L. T., Costa, M. R. J. da, Nunes, P. P., Castelo-Branco, R. C., & Nunes, M. T. (2017). A Utilização de Vídeos no Ensino: Uma Experiência Prática com Alunos de Graduação. *Revista De Graduação USP*, 2(2), 107-113. <https://doi.org/10.11606/issn.2525-376X.v2i2p107-113>
- Coutinho, C. & Lisboa, E. (2011). Sociedade da informação, do conhecimento e da aprendizagem: desafios para educação no século XXI. *Revista de Educação*, XVIII (1), 5-22. <https://bit.ly/3LEWadF>

- Corrêa e Silva, M. C., Machado, N. A., Cruz, F. A. O. (2017). O uso das TIC para o ensino (inclusivo) da física: da exposição à avaliação [Poster], poster apresentado no IV Congresso Nacional de Educação, Campina Grande, Dezembro 2017. <https://bit.ly/3ZqQUQi>
- Cruz, J. M. S. (2019) *O papel das Instituições de Formação Inicial de Professores na criação e desenvolvimento de competências TIC: o caso do ISCED – Benguela*. [Tese de doutoramento, Universidade de Lisboa] <https://bit.ly/3EQC8sC>
- Cruz, F., Nogueira, A., & Cruz, S. (2020). Conceitos científicos em sala de aula: Multiplicidade de sinais em libras e possíveis dificuldades na aprendizagem. *e-Mosaicos*, 9(22), 30-45. <https://doi.org/10.12957/e-mosaicos.2020.43578>
- Dajani, D., & Hegleh, A. S. A. (2019). Behavior intention of animation usage among university students. *Heliyon*, 5, 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e02536>.
- Damiani, M. F. (2008). Entendendo o trabalho colaborativo em educação e revelando seus benefícios. *Revista Educar*, 31, 213-230. <https://bit.ly/3PNowoh>
- de Jong, T., Linn, M. C., & Zacharia, Z. C. (2013). Physical and Virtual Laboratories in Science and Engineering Education. *Science*, 340(6130), 305-308. <https://doi.org/10.1126/science.1230579>.
- Deboer, G.E. (2006). Historical Perspectives On Inquiry Teaching In Schools. In: Flick, L.B., Lederman, N.G. (Eds.) *Scientific Inquiry and Nature of Science. Science & Technology Education Library* (pp. 17-35). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-5814-1_2
- Dewey, J. (1899). *School and society (Revised)*. The University of Chicago Press. <https://bit.ly/3L8QNSw>.
- Dias, M.A., Vianna, D.M. & Carvalho P.S. (2018). A queda dos corpos para além do que se vê: contribuições das Imagens Estroboscópicas e da vídeoanálise para a Alfabetização Científica, *Ensaio-Pesquisa em Educação em Ciências*, 20(e2947), 1-28. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1983-211720182001021>
- Diniz, E. M. (2011). Simulação de cirurgia mamária usando Elementos Finitos com modelos reconstruídos a partir de mamografias. [Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Maranhão]. <https://bit.ly/3LBT9dJ>
- Direção-Geral de Estatísticas da Educação e Ciência (2018). Necessidades Especiais de Educação. <https://bit.ly/3HsP4GV>

- DOT digital group. (2019). As gerações e suas formas de aprender. <https://bit.ly/3VruzQE>
- Dotta, L. T., Monteiro, A., & Mouraz, A. (2019). Professores experientes e o uso das tecnologias digitais: mitos, crenças e práticas. *EDUSER: Revista de Educação*, 11(1), 45-60. <https://doi.org/10.34620/eduser.v11i1.124>
- Dyspraxia Foundation (2015). Dyspraxia at a glance. <https://bit.ly/44fDHvD>
- European Agency for Special Needs and Inclusive Education. (2020). European Agency Statistics on Inclusive Education: 2018 Dataset Cross-Country Report. <https://bit.ly/3nl8K8M>
- Erenso, D. (2021) *Virtual and Real Labs for Introductory Physics II*. IOP Publishing Ltd. <https://doi.org/10.1088/978-0-7503-3715-1>
- Fang, Z. (2010). *Language and literacy in inquiry-based science classrooms, grades 3–8*. Thousand Oaks.
- Fardo, M. L. (2013). A gamificação como estratégia pedagógica: estudo de elementos dos games aplicados em processos de ensino e aprendizagem. [Dissertação de Mestrado, Universidade de Caxias do Sul] <https://bit.ly/46fHoll>
- Freitas, A. L. P., & Rodrigues, S. G. (2005). A avaliação da confiabilidade de questionário: uma análise utilizando o coeficiente alfa de Cronbach [Poster]. Poster apresentado no XII SIMPEP – Bauru-SP, Novembro 2005. <https://bit.ly/46dZDHS>
- Garcia, M. F., Rabelo, D. F., Crivelaro, L. P., Cancela, T. M., & Amaral, S. F. (2011). As Tecnologias Digitais Interativas e a Prática Docente. Texto parcialmente publicado na revista *Teoria e Prática da Educação*, 14 (1), p. 79-87. <https://doi.org/10.4025/tpe.v14i1.16108>
- Gay, L. R., Mills, G & Airasian, P. (2006). *Educational Research:competencies for analysis and applications*. Merrill Prentice Hall.
- George, D. & Mallery, P. (2003). *SPSS for Windows step by step: A simple guide and reference*. Allyn & Bacon.
- Gkioka, O. (2017). Learning how to teach experiments in the school physics laboratory. [Artigo] Artigo apresentado em IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series 1286 (2019) 012016 IOP, julho de 2017. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1286/1/012016>

- Gonçalves-Maia, R. (2020). Gilbert Lewis. *Revista de Ciência Elementar*, 8(1), 7-9. <https://bit.ly/41AaUA1>
- Gowin, D. B. (1961). Teaching, learning and thirdness. *Studies in Philosophy of Education*, 1, 87–113. <https://doi.org/10.1007/BF02344582>
- Gowin, D. B. (1970). The Structure of Knowledge. *J. of Research in Science Teaching*, 7(4), 253-262. <https://doi.org/10.1111/j.1741-5446.1970.tb00475.x>
- Gowin, D. B. (1981). *Educating*. Cornell University Press.
- Gowin, D. B., & Alvarez, M. C. (2005). *The art of Education with V Diagrams*. Cambridge University.
- Guimarães, S. E. K. (2004). Dislexias adquiridas como referência para a análise das dificuldades de aprendizagem da leitura. *Educar* 23, 285-306. <https://doi.org/10.1590/0104-4060.343>
- Greca, I. M., Seoane, E., & Arriasecq, I. (2014). Epistemological Issues Concerning Computer Simulations in Science and Their Implications for Science Education. *Science & Education*, 23(6), 897-921. <https://doi.org/10.1007/s11191-013-9673-7>
- Grindei, L., & Benlloch-Dualde, J. V. (2015). Adapting Learning Materials for Students with Disabilities. <https://bit.ly/3NlScrM>
- Hahn, M., Cruz, F., Carvalho, P.S., Ferreira, V., Marques, F., Macieira, C. (2021). Adapting a solar photovoltaic panel experiment for blind students, *Physics Education*, 56, 035023. <https://doi.org/10.1088/1361-6552/abe9bf>
- Hattie, J. (2017). *Aprendizagem visível para professores: como minimizar o impacto da aprendizagem*. Penso.
- Hassard, J. & Dias, M. (2009). *The art of teaching Science*. (2a. ed.). Taylor and Francis.
- Hemeroteca Digital Brasileira. (2020a). A Noite (RJ) - 1950 a 1959. <https://bit.ly/42aqkv0>
- Hemeroteca Digital Brasileira. (2020b). Tribuna da Imprensa (RJ) - 1960 a 1969. <https://bit.ly/4259EF0>
- Heradio, R., de la Torre, L., & Dormido, S. (2016). Virtual and remote labs in control education: A survey. *Annual Reviews in Control*, 42, 1–10. <http://dx.doi.org/10.1016/j.arcontrol.2016.08.001>

- Higgins, J., Moeed, A., & Eden, R. (2018). vídeo as a mediating artefact of science learning: Cogenerated views of what helps students learn from watching vídeo. *Asia Pac. Sci. Educ.*, 4(6), 1-19. <https://doi.org/10.1186/s41029-018-0022-7>
- Hırça, N. (2013). The Influence of Hands on Physics Experiments on Scientific Process Skills According to Prospective Teachers' Experiences. *European Journal of Physics Education*, 4(1), 6-14. <https://bit.ly/3Llxllr>
- Hirschman, K., Wood, B. E. (2018). 21st Century Learners: Changing Conceptions of Knowledge, Learning and the Child. *NZ Annual Review of Education*, 23, 20-35. <https://doi.org/10.26686/nzaroe.v23i0.5280>
- Hora, H. R. M. da, Monteiro, G. T. R., & Arica, J. (2010). Confiabilidade em Questionários para Qualidade: Um Estudo com o Coeficiente Alfa de Cronbach. *Produto & Produção*, 11(2), 85-103. <https://doi.org/10.22456/1983-8026.9321>
- Hudson, D. (2019) *Dificuldades Específicas de Aprendizagem*. Editora Vozes.
- Ikwumelu, S. N., Oyibe, O. A. & Oketa, E. C. (2015). Adaptive Teaching: An Invaluable Pedagogic Practice in Social Studies Education. *Journal of Education and Practice*, 6(33), 140-144. <https://bit.ly/3NrJHeQ>
- INEP - Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. (2018). Censo Escolar 2017: Notas Estatísticas. Ministério da Educação. Brasília. <https://bit.ly/3RsvFeZ>
- Ismail, M. A. A., Ahmad, A., Mohammad, J. A. M., Fakri, N. M. R. M., Nor, M. Z. M. & Pa, M. N. M. (2019). Using Kahoot! as a formative assessment tool in medical education: a phenomenological study. *BMC Medical Education*, 19, 230. <https://doi.org/10.1186/s12909-019-1658-z>
- Justi, R. (2006). La enseñanza de ciencias basada en la elaboración de modelos. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 24(2), 173-184. <https://bit.ly/46j4O97>
- Kahoot! (2023) Kahoot! <https://bit.ly/3rkKSUL>
- Kapp, K. (2012). *The Gamification of Learning and Instruction: Game-Based Methods and Strategies for Training and Education*. Pfeiffer.
- Kenski, V. M. (2003). Aprendizagem mediada pela tecnologia. *Revista Diálogo Educacional*, 4(10), 1-10. <https://bit.ly/3paJ7aY>

- Krasilchik, M. (2000). Reformas e Realidade: o caso do ensino das ciências. *São Paulo em Perspectiva*, 14(1), 85-93. <https://bit.ly/3AysBUF>
- Lapa, L. D. P. (2021) Testes estatísticos: Breves reflexões. Em Sá, P., Costa, A. P. & Moreira, A. (Eds.) *Reflexões em torno de Metodologias de Investigação: recolha de dados* (1ª ed., pp. 73-86) UA Editora. <https://doi.org/10.34624/ka02-fq42>
- Likert, R. (1932). *A technique for the measurement of attitudes*. Archives of psychology.
- Loureiro, L. M. J., & Gameiro, M. G. H. (2011). Interpretação crítica dos resultados estatísticos: para lá da significância estatística. *Revista de Enfermagem Referência*, III (3), 151-162.
- Lumivero (2023) NVIVO (versão 1.3) [Software] <https://bit.ly/46nBxds>
- Machado, C. A. (2018). Simulador no Quadro Interativo: Impactos no Ensino e Aprendizagem da Física [Tese de doutoramento, Universidade de Coimbra] <https://bit.ly/46kNHnr>.
- Machado, N. A., & Cruz, F. A. de O. (2020). Estudo do Decaimento Radioativo com o Uso da Plataforma PhET: uma Proposta para EaD. *EaD Em Foco*, 10(1). <https://doi.org/10.18264/eadf.v10i1.925>.
- Machado, C., & Gomes, C. (2001). Utilização do “V de Gowin” como estratégia no ensino da Física e da Química. In C. Gomes & J. Cunha (Org.), *VIII Encontro Nacional de Educação em Ciência - Actas* (pp. 471-479). Ponta Delgada: DCE, Universidade dos Açores.
- Marçal, J., Borges, M. M., Viana, P., & Carvalho, P. (2019, Março 11-13). Strategies to help students acquire knowledge in physics through audiovisual web resources [Artigo]. Artigo apresentado no 13Th International Technology, Education and Development Conference (INTED2019), Valencia, Espanha. <https://doi.org/10.21125/inted.2019.1074>
- Marçal, J., Borges, M. M., Viana, P., & Carvalho, P. (2020). Aprender la Física a través de anotaciones de vídeos en línea. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 21, 21. <https://doi.org/10.14201/eks.23373>
- Maia, V. O., & Freire, S. (2020). A diferenciação pedagógica no contexto da educação inclusiva. *Revista Exitus*, 10(1), e020003. <https://doi.org/10.24065/2237-9460.2020v10n0ID1147>

- Mansour, N. (2009). Science-Technology- Society (STS): A new paradigm in Science Education. *Bulletin of science, technology and society*. 29(4), 287-297. <https://doi.org/10.1177/0270467609336307>.
- Marcos, D. M. T. (2015) Distrofia Muscular de Duchenne: perspectivas de tratamento [Dissetação de Mestrado, Universidade da Beira Interior] <https://bit.ly/46nvE0a>
- Marôco, J. (2014). *Análise estatística com o SPSS Statistics* (6ª edição). ReportNumber.
- Ministério da Educação e Ciência (2014). Programa de Física e Química a 10.º e 11.º anos: Curso científico-humanístico de Ciências e Tecnologias. <https://bit.ly/3NzmFAV>
- Ministério da Educação e Ciência (2018). "Decreto-Lei n.º 54/2018". Diário da República, 1.ª série, 129 (julho): 2918-2928. <https://bit.ly/3NnjEFD>
- Millar, R. (2004). *The role of practical work in the teaching and learning of science*. High School Science Laboratories: Role and Vision (Artigo preparado para o comitê). National Academy of Sciences.
- Miranda, M. R. A. C. (2012). *O Impacto da desmotivação no desempenho dos Professores*. [Dissertação de mestrado, Universidade Católica Portuguesa]. <https://bit.ly/44euO5x>
- Morán, J. M. (1995). O vídeo na sala de aula. *Comunicação & Educação*, (2), 27-35. <https://doi.org/10.11606/issn.2316-9125.v0i2p27-35>
- Moreira, M. A. (2000) Aprendizagem significativa crítica. *Atas do III Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa*, Lisboa (Peniche).
- Moreira, M. A. (2007). Aprendizagem significativa: da visão clássica à visão crítica. In *ENCUENTRO NACIONAL SOBRE ENSEÑANZA DE LA MATEMÁTICA* (1º, Tandil). Anais Tandil, Argentina: Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires.
- Moreira, M. A. (2010). *Abandono da narrativa, ensino centrado no estudante e aprender a aprender criticamente*. [Artigo]. Conferência proferida no VI Encontro Internacional e III Encontro Nacional de Aprendizagem Significativa, São Paulo, Julho 2010. <https://bit.ly/44mA0s4>
- Moreira, M. A. (2012). *Aprendizagem significativa: A teoria de David Ausubel*. Editora Pedagógica e Universitária.

- Moreira, M. A. (2017). *Teorias de Aprendizagem* (2ª ed.) Editora Pedagógica e Universitária.
- Moreira, M. A. (2018) Uma análise crítica do ensino de Física. *Estudos Avançados*, 32(94), 73-80. <https://doi.org/10.1590/s0103-40142018.3294.0006> .
- Moreira, M. A. (2021). Ensino de Ciências: Críticas e Desafios. *Experiências em Ensino de Ciências*, 16(2). <https://bit.ly/3ELFhtw>
- Modelski, D., Giraffa, L. M. M. & Casartelli, A. O. (2019) Tecnologias digitais, formação docente e práticas pedagógicas. *Educação e Pesquisa*, 45, e180201. DOI: 10.1590/S1678-4634201945180201.
- Nardi, R. (2014). Memórias do Ensino de Ciências no Brasil: a constituição da área segundo pesquisadores brasileiros, origens e avanços da pós-graduação. *Revista Informação & Universidade*. 2(2), 13-46. <https://bit.ly/3LdVISp>
- Nascimento, A., Venturine, C., Demba, J. & Alves, A. T. A. R. B. A. (2021) Testes estatísticos: uma ferramenta importante em pesquisas quantitativas. Em Sá, P., Costa, A. P. & Moreira, A. (Eds.) *Reflexões em torno de Metodologias de Investigação: recolha de dados* (1ª ed., pp. 87-101) UA Editora. <https://doi.org/10.34624/ka02-fq42>
- National Society for the Study of Education. (1960). *Rethinking science education: Fiftyninth yearbook of the NSSE*. University of Chicago Press.
- National Research Council (NRC). (1996). *National science education standards*. No. National Academy Press.
- National Research Council (NRC). (2000) *Inquiry and the National Science Standards: A guide for teaching and learning*. National Academy Press.
- Neves, B. C., Borges, J. (2020) Por que as Fake News têm espaço nas mídias sociais? uma discussão a luz do comportamento infocomunicacional. *Informação & Amp; Sociedade: Estudos*, 30(2), 1-22. <https://doi.org/10.22478/ufpb.1809-4783.2020v30n2.50410>.
- Neves, R. G. Teodoro, V. D. (2013). Modelação computacional, ambientes interactivos e o ensino da Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática. *Revista Lusófona de Educação*, 25, 35-58.
- Novaes, T., Bertolazzi, M. A., Zanandrea, G. Camargo, M. E. (2016). Geração Z: Uma análise sobre o Relacionamento com o Trabalho [Artigo]. Apresentação na XVI

Mostra de Iniciação Científica, Pós-Graduação, Pesquisa e Extensão. Caxias do Sul, Dezembro, 2016.

- Novak, J. D. (1958). An Experimental Comparison of A Conventional and a Project Centered Method of Teaching a College General Botany Course. *The Journal of Experimental Education*, 26(3), 217-230. <https://doi.org/10.1080/00220973.1958.11010597>.
- Novak, J. D. (1990). Concept maps and Vee diagrams: Two metacognitive tools to facilitate meaningful learning. *Instructional Science*, 19, 29-52. <https://bit.ly/48tjzIG>
- Novak, J. D. (1993). Human constructivism: A unification of psychological and epistemological phenomena in meaning making. *International Journal of Personal Construct Psychology*, 6(2), 167-193. <https://doi.org/10.1080/08936039308404338>
- Novak, J. D. (2000). *Aprender, criar e utilizar o conhecimento: Mapas conceituais como ferramentas de facilitação nas escolas e empresas*. Lisboa, Plátano Edições Técnicas.
- Novak, J. D., & Gowin, D. B. (1984). *Aprender a aprender*. Plátano Edições Técnicas.
- Novak, J. D., Gowin, D. & Johansen, G. (1983). The Use of Concept Mapping and Knowledge Vee Mapping with Junior High School Science Students. *Science Education*, 67(5), 625-645. <https://doi.org/10.1002/sce.3730670511>
- Novak, J. D., Ring, D. C. and Tamir, P. (1971). Interpretation of research findings in terms of Ausubel's theory and implications for science education, *Science Education*, 54, 483–526. <https://doi.org/10.1002/sce.3730550410>
- Nuffield Foundation. (2020). *A short history of curriculum development at the Nuffield Foundation*. <https://bit.ly/3L9EMfy>
- Nunes, S. & Lomônaco, J. F. B. (2010). O estudante cego: preconceitos e potencialidades. *Revista Semestral da Associação Brasileira de Psicologia Escolar e Educacional*, 14(1), 55-64. <https://bit.ly/44hQHAP>
- Nunes, D. R. P. & Walter, E. C. (2016) Processos de Leitura em Educandos com Autismo: um Estudo de Revisão. *Revista Brasileira de Educação Especial*, 22(4), 619-632 <https://doi.org/10.1590/S1413-65382216000400011>
- Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD) (2023), *Teachers by age (indicator)*, <https://doi.org/10.1787/93af1f9d-en>
- Oliveira, D. S. (2013). O uso do vídeo em EAD: desafios no processo de ensino aprendizagem. *Revista Cesuca Virtual: Conhecimento sem Fronteiras*, 1(1), 1-15.

- Oliveira, F., Nascimento, M. A., Alberto, H. V., Formosinho S. (2011). Ensino das Ciências Físico-Químicas: O Papel do Professor face à Diversidade Cultural dos estudantes. *Revista Portuguesa de Pedagogia*, extra-série, 337-346. <https://bit.ly/3HrR6ql>
- Oliveira, F. S., Lacerda, C. D., Oliveira, P. S., Coelho, A. A., Bianconi M. L. (2015). Um jogo de construção para o aprendizado colaborativo de Glicólise e Gliconeogênese. *Revista de Ensino em Bioquímica*, 13 (1), 45-57. <https://bit.ly/46F48LN>
- Opas. (2023). Histórico da pandemia de COVID-19, <https://bit.ly/44t3PCK>
- Organização das Nações Unidas (2015). *The Millennium Development Goals Report* <https://bit.ly/3Pqc789>
- Organização das Nações Unidas. (2018). *Guia sobre Desenvolvimento Sustentável*. Centro de Informação Regional Das Nações Unidas Para a Europa Ocidental. <https://bit.ly/3PN1iym>
- Open Source Physics (2011). *Open Source Physics Collection on ComPADRE*. <https://bit.ly/3Ru0wYs>
- Organização Mundial da Saúde (2011) *Relatório Mundial sobre a Deficiência*. <https://bit.ly/3t5K5ri>
- Parlar, H., & Cansoy, R. (2017). The effect of bureaucratic school structure on teacher leadership culture: A mixed study. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 17, 2175–2201. <http://dx.doi.org/10.12738/estp.2017.6.0150>.
- Parreira, A. L., & Carvalho, P. S. (2020). KCT: relevante teste conceitual para apoiar a pesquisa sobre o ensino e aprendizagem da Cinemática. *Revista do Professor de Física*, 4(3), 98-109. <https://doi.org/10.26512/rpf.v4i3.34147>
- PBS and Grunwald Associates. (2011). Deepening connections: Teachers increasingly rely on media and technology. <https://bit.ly/461SbQ3>
- Pecay, R. D. (2017). YouTube Integration in Science Classes: Understanding Its Roots, Ways, and Selection Criteria. *The Qualitative Report*, 22(4), 1015-1030. <https://doi.org/10.46743/2160-3715/2017.2684>
- Pimentel, S. e Freire, S. (2021). Inclusão e Educação Especial: Dilemas e tensões na construção profissional do professor de educação especial. In A. Guerreiro, C. Luísa, M. H. Martins e M. L. Borges (Editores), III Congresso Internacional Direitos

- Humanos e Escola Inclusiva: Construir a Equidade em Tempos de Mudança (pp. 400–415). <https://doi.org/10.34623/cs4j-cj82>
- Pinheiro, N. A. M., Silveira, R. M. C. F. & Bazzo, W. A. (2007) Ciência, Tecnologia e Sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do Ensino Médio. *Ciência & Educação*, 13(1), 71-84. <https://doi.org/10.1590/S1516-73132007000100005>
- Piovezan, P. R., & Ri, N. M. D. (2019). Flexibilização e Intensificação do Trabalho Docente no Brasil e em Portugal. *Educação & Realidade*, 44(2), e81355. <https://dx.doi.org/10.1590/2175-623681355>.
- Prieto, M. C., Palma, L. O., Tobías, P. J. B., & León, F. J. M. (2019). Student Assessment of the Use of Kahoot in the Learning Process of Science and Mathematics. *Education Sciences*, 9(55), 1-13. <http://dx.doi.org/10.3390/educsci9010055>
- Promethean (2021) *Estado da Tecnologia na Educação em Portugal*. <https://bit.ly/3JZsLd3>.
- Quivy, R., Campenhoudt, L. V.(1998). *Manual de investigação em Ciências Sociais*. Gradiva - Publicações.
- Ramos, J.L., Teodoro, V.D., Maio, V.M., Carvalho, J.M. & Ferreira, F.M. (2005). Modelos e práticas de avaliação de recursos educativos digitais. *Cadernos SACAUSEF. N.º 2. Ministério da Educação – Direcção-Geral de Inovação e Desenvolvimento Curricular*. <https://bit.ly/3rnkQjA>
- Redish, E.F. (2001) Foreword to Physlets for the Physics Instructor, em: Christian, W., Belloni, M. (Eds.), *PHYSLETS: Teaching Physics with Interactive Curricular Material*, Prentice Hall.
- Rocha, M., & Pletsch, M. (2018). Deficiência múltipla, sistemas de apoio e processos de escolarização. *Horizontes*, 36(3), 99-110. <https://doi.org/10.24933/horizontes.v36i3.700> .
- Rodgers, T. L., Cheema, N., Vasanth, S., Jamshed, A., Alfutimi, A., & Scully, P. J. (2020). Developing pre-laboratory vídeos for enhancing student preparedness. *European Journal of Engineering Education*, 45(2), 292-304. <https://doi.org/10.1080/03043797.2019.1593322>
- Rodrigues, M. & Carvalho, P. (2014) Teaching optical phenomena with Tracker, *Physics Education*, 49(6), 671-677. <https://doi.org/10.1088/0031-9120/49/6/671>.

- Rodrigues, M., Carvalho, P.S. (2022). Virtual experimental activities: a new approach. *Physics Education*, 57, 045025. <https://doi.org/10.1088/1361-6552/ac5f77> .
- Rodrigues, C. & Teixeira, R. (2006). Tecnologias em Processos de Inclusão. *Revista Faculdade de Educação*, 31(2), p. 261-276.
- Rohde, L. A., & Halpern, R. (2004). Transtorno de déficit de atenção/hiperatividade: atualização. *Jornal de Pediatria*, 80(2), S61-S70. <https://doi.org/10.1590/S0021-75572004000300009>
- Rosenbaum P, Paneth N, Leviton A, Goldstein M, Bax M, Damiano D, Dan B, Jacobsson B. (2007). A report: the definition and classification of cerebral palsy April 2006. *Dev Med Child Neurol Suppl.* 49(6), 8-14 <https://bit.ly/41RrM5D>
- Sá, P., Costa, A. P., Moreira, A. (coords.) (2021) Reflexões em torno de Metodologias de Investigação recolha de dados. UA editora. <https://doi.org/10.34624/ka02-fq42>
- Sadowska, M. & Kaminska, A. (2010). Problems in teaching physics in primar and secondary school, as see by your Polish she-teachers. Inn: Reims International Conference.
- Saldanha, A., Carvalho, E. (2018). Práticas educativas inclusivas no ensino artístico a distância. *Revista de Estudios en Sociedad, Artes y Gestión Cultural.* 13, 155-172. <https://dx.doi.org/10.17561/rtc.n13.11>
- Santos, J. M. (2020, Maio 11) Características de uma pilha [Vídeo] <https://bit.ly/3rsfUtG>
- Santos, L. R. M. & Carvalho, P. S. (2022). Recursos audiovisuais em Physlets: uma proposta de objeto de aprendizagem para estudantes com dislexia. Atas do I Workshop Ibero-Americano de Educação Inclusiva - *Do campo a cidade: propostas para uma educação inclusiva*. (Eds. Frederico Cruz, Veiga, Maria da Conceição Barbosa-Lima, Paulo Simeão Carvalho) ISBN: 978-65-80065-27-1, p. 311 – 322.
- Santos, P. M. (2022) *Estruturação interativa da avaliação da aprendizagem assistida pelas tecnologias digitais*. [Tese de Doutoramento, Universidade Federal do Mato Grosso].
- Santos, T. F. (2016) *Aplicação do método de Elementos Finitos extendido (MEFX) para a previsão da resistência de juntas adesivas de sobreposição dupla*. (Publicação No. 28980777) [Dissertação de Mestrado, Instituto Superior de Engenharia do Porto]. ProQuest Dissertations and Theses Global.

- Santos, I. C., Cipulla, J. D., Cestaro, H. J., & Augusto, R. B. B. (2014). Percepções sobre conflitos entre gerações no ambiente de trabalho: Uma breve análise sobre os baby boomers e gerações subseqüentes. *Revista Científica Hermes*, 11, 26-46. <https://bit.ly/3Lw3RCo>
- Sasseron, L. H. (2015). Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. *Revista Ensaio*, 17 (especial), 49-67. <https://doi.org/10.1590/1983-2117201517s04>
- Sharma, M. (2015). Simulation Models for Teacher Training: Perspectives and Prospects. *Journal of Education and Practice*, 6(4), 11-15. <https://bit.ly/3POiPXe>
- Silva, A. B. B. (2009). *Mentes Inquietas - TDAH Desatenção, Hiperatividade e Impulsividade*. Editora Fontanar.
- Silva, M. S. C. D., Leite, Q. D. S. S., & Leite, B. S. (2016). O vídeo como ferramenta para o aprendizado de química: um estudo de caso no sertão pernambucano. *Revista Tecnologias na Educação*, 17, 1-15. <https://bit.ly/3t77NDy>
- Silva, P. S., Trigo, A., Varajão, J., & Pinto (2010). *Simulation – Concepts and Applications*. M.D. [Artigo] Apresentado na Conference Organizational, Business, and Technological Aspects of the Knowledge Society - Third World Summit on the Knowledge Society, Grécia, Setembro de 2010. https://doi.org/10.1007/978-3-642-16324-1_51
- Silva-Porta W. C., Guadagnini, L., Travain, K. C., Duarte, M., & Campos, J. A. P. P. (2016). Perfil dos estudos feitos sobre adaptação curricular no âmbito da escola regular. *Revista Educação Especial*, 29(54), 215-231. <https://doi.org/10.5902/1984686X15248>
- Silvério, M. & Aprigio, A. (2017) O ensino do estudante com deficiência intelectual. *Revista Eletrônica Científica Inovação e Tecnologia*, 8(19), E-5091, <https://bit.ly/3LoB3Lz>
- Silvestre, M. J. (2015). O desafio que se impõe: que currículo para o século XXI? *Revista Educação: Temas e Problemas*, 15, 3-16. <https://bit.ly/3NIB2dQ>
- Slemmons, K., Anyanwu, K., Hames, J., et al. (2018). The Impact of vídeo Length on Learning in a Middle-Level Flipped Science Setting: Implications for Diversity Inclusion. *Journal of Science Education and Technology*, 27(4), 469-479. <https://doi.org/10.1007/s10956-018-9736-2>.

- Soares, D., Borges, F., Abrantes, I., Magalhães, P., Lopes, B., & Baptista, A. V. (2017). A 'Questão-Problema' nos relatórios do tipo 'V de Gowin': um estudo exploratório no 11.º ano de Biologia do ensino secundário português. *Indagatio Didactica*, 9(4), 385-406. <https://doi.org/10.34624/id.v9i4.1009>
- Song, S. Y., Cho, E., & Kim, Y.-K. (2017). Personality factors and flow affecting opinion leadership in social media. *Personality and Individual Differences*, 114, 16-23. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2017.03.058>
- Sorge, S., Keller, M. M., Neumann, K. e Moller, J. (2019). Investigating the relationship between pre-service physics teachers' professional knowledge, self-concept, and interest. *Journal of Research in Science Teaching*, 56(7), 937-955.
- Souza, R. de A. (2017). A implantação da LIBRAS nas licenciaturas: desmistificando conceitos. *Revista Educação, Artes E Inclusão*, 13(3), 73-98. <https://bit.ly/428wuM0>
- Souza, E. G., Vieira, D. H. B., Carvalho, A. W., Gomes, M. F., Santos, G. A. (2018). Construção de uma tabela periódica interativa com recurso de áudio adaptada para o ensino de química a estudantes com deficiência visual. *Multi-Science Journal*, 1 (12), 23 - 30. <https://doi.org/10.33837/msj.v1i12.586>
- Souza, F., & Plestch, M. (2016). Atendimento educacional especializado: das diretrizes políticas à escolarização dos estudantes com deficiência intelectual. *Educação e Fronteiras*, 5(14), 137-148. <https://bit.ly/41OVDvm>
- Stieff, M., Werner, S. M., Fink, B., & Meador, D. (2018). Online Prelaboratory vídeos Improve Student Performance in the General Chemistry Laboratory. *Journal of Chemical Education*, 95(8), 1260-1266. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.8b00109>
- Susantini, E. , Kurniasari, I., Fauziah, A. N. M. , Prastowo T., Kholiq, A. & Rosdiana, L. (2018) Engaging Pre-Service Teachers to Teach Science Contextually with Scientific Approach Instructional vídeo [Apresentação de artigo] IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering, Indonesia, Maio de 2018. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/296/1/012053>
- Studart, N. (2015). Simulação, games e gamificação no ensino de Física [Palestra]. Apresentado no XXI Simpósio Nacional de Ensino de Física, São Paulo, Janeiro de 2015. <https://bit.ly/3F8hvlF>

- Tavares, J. & Alarcão, I. (1985). *Psicologia do desenvolvimento e da aprendizagem*. Livraria Almedina.
- Tavares, R., & Almeida, P. (2015). Metodologia Inquiry based science education no 1º e 2º CEB com recurso a dispositivos móveis - uma revisão crítica de casos práticos. *Educação, Formação & Tecnologias*, 8 (1), 28- 41. <https://bit.ly/3AMA8iM>
- Taylor, R. (2014). Predicting the Future of Computers in Schools – A Reflection Paper? In A. Tatnall & B. Davey (Eds.), *Reflections on the History of Computers in Education: Early Use of Computers and Teaching about Computing in Schools* (pp. 339-346). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-55119-2_23.7
- Tolomei, B. V. (2017). A Gamificação como Estratégia de Engajamento e Motivação na Educação. *EaD em Foco*, 7(2), 145-156. <https://doi.org/10.18264/eadf.v7i2.440>
- Trabach, A. R. S., & Ferracioli, L. (2020). A Utilização do Diagrama V como estruturador de atividades experimentais com Vídeo-Análise em Sala de Aula de Física no Ensino Médio. *Revista do Professor de Física*, 4(2), 18–40. <https://doi.org/10.26512/rpf.v4i2.15646>
- Triona, L. M., & Klahr, D. (2003). Point and Click or Grab and Heft: Comparing the Influence of Physical and Virtual Instructional Materials on Elementary School Students' Ability to Design Experiments. *Cognition and Instruction*, 21(2), 149–173. https://doi.org/10.1207/S1532690XCI2102_02
- Triplex (2020, Dezembro 6) AL-11ºAno-F-1.3-etriplex-Movimento uniformemente retardado velocidade e deslocamento [Vídeo] <https://bit.ly/3PMKeZj>
- Tsihouridis, C., Vavougios, D., Batsila, M., Ioannidis, G. S. (2019) *The Timeless Controversy Between Virtual and Real Laboratories in Science Education* - “And the Winner Is...” M. E. Auer and T. Tsiatsos (Eds.): ICL 2018, AISC 917, 620–631. https://doi.org/10.1007/978-3-030-11935-5_59.
- Tuckman, B. W. (2000). *Manual de investigação em educação*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Organização Educacional Científica e Cultural das Nações Unidas. (2017) *A guide for ensuring inclusion and equity in education*. <https://bit.ly/3VmgLGn>
- Vianna, Y.; Vianna, M.; Medina, B. & Tanaka, S. (2013). Gamification, Inc. *MJV Press*.

- Vieira, N. (2007). Literacia Científica e Educação de Ciência. Dois objectivos para a mesma aula, *Revista Lusófona de Educação*, 10 (10), 97 - 108. <https://bit.ly/40CJAjl>
- Wilcox, B. R. & Lewandowski, H. J. (2017) Students' views about the nature of experimental physics. *Physical Review Physics Education Research*, 13, 020110. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.13.020110>
- Wu, H.-K, Lee, S. W.-Y, Chang, H.-Y & Liang, J.-C (2013) Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education. *Computers & Education*, 62, 41-49. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.10.024>
- Yang, Y., Liu, X. e Gardella Jr., J. A. (2018). Effects of Professional Development on Teacher Pedagogical Content Knowledge, Inquiry Teaching Practices, and Student Understanding of Interdisciplinary Science, *Journal of Science Teacher Education*, 29(4), 263-282.
- Zendler, A. & Greiner, H. (2020) The effect of two instructional methods on learning outcome in chemistry education: The experiment method and computer simulation, *Education for Chemical Engineers*, 30, 9-19. <https://doi.org/10.1016/j.ece.2019.09.001>.
- Zucker, L., & Fisch, A. A. (2019). Play and Learning with KAHOOT!: Enhancing Collaboration and Engagement in Grades 9-16 through Digital Games. *Journal of Language and Literacy Education*, 5(1), 1-15. <https://bit.ly/3ELEpFm>

Anexos

Anexo 1 : Parecer Comissão de ética da FCUP



Parecer

Ref.: Proc. CE2021/1101

A Comissão de Ética nada tem a opor à realização do projeto intitulado "Atividades prático-laboratoriais em Física: uma abordagem didática interativa e inclusiva", no âmbito de uma tese de doutoramento em Ensino e Divulgação das Ciências, da estudante Natália Alves Machado, estando garantido o anonimato e confidencialidade dos dados solicitados, bem como o consentimento informado dos inquiridos, ou dos seus encarregados de educação no caso dos alunos menores de idade.

Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, 1 de dezembro de 2021

A Presidente da Comissão de Ética

Sabine Broda

(Prof. Doutora Sabine Broda)

Apêndices

Apêndice 1: VLAB-FIS 10º ANO

AL 1.1 Movimento num plano inclinado: variação de energia cinética e distância percorrida

Disciplina: Física e Química A

Componente: Física

Domínio: Energia e sua conservação

Subdomínio: Energia e movimento

Ano: 10º ano

Objetivo: Utilizar um vídeo introdutório para se preparar previamente para a atividade experimental que possibilita ao estudante estabelecer a relação entre variação de energia cinética e distância percorrida num plano inclinado e utilizar processos de medição e de tratamento estatístico de dados.

Materiais Necessários: Computador; telemóvel (do tipo *smartphone*), caderno de registo e roteiro de exploração desta atividade.

Atividades Propostas: Vídeo; *Kahoot!*

Tempo Total sugerido: 1 h 30 min (30 min de preparação antes da aula e 1 h de aula)

Palavras-Chave: Energia mecânica. Energia cinética. Energia potencial gravítica. Plano inclinado.

Link dos recursos do VLAB-FIS: <https://www.fc.up.pt/giedif/vlab-fis-10-o-ano/>

1ª ETAPA: Investigação prévia

Esta etapa é realizada pelos estudantes **antes** da atividade laboratorial. O vídeo introdutório é de curta duração, com 2 min 37 s, apresentando a atividade experimental (não é a execução de uma atividade experimental) com pormenores relevantes que tornam o estudante mais preparado para a experiência sobre o “Movimento num plano inclinado: variação de energia cinética e distância percorrida”, capacitando-o a discutir, com os colegas e o professor, a atividade e o respectivo roteiro de exploração (que deve ser entregue ao estudante previamente) de forma concreta e real sobre a execução da atividade experimental que vai realizar posteriormente.



Figura 1: Imagem do vídeo introdutório da AL 1.1

Roteiro de exploração do vídeo introdutório

1- Observa o vídeo na sua totalidade.

1.1 - Retira as ideias principais da experiência, incluindo a Questão-Problema e o material necessário à montagem experimental.

1.2 - Regista os detalhes fornecidos sobre a atividade, para que a preparação e execução experimental seja a melhor possível.

2 - Analisa conceptualmente a atividade experimental.

2.1 - Quais são os conceitos que deves conhecer para realizar a experiência?

2.2 – Quais são as medições diretas e indiretas feitas nessa experiência?

2.3 – Desprezando-se as forças dissipativas, identifica as energias associadas e as respetivas transformações das mesmas em relação ao ponto mais alto e o ponto mais baixo da calha.

2.4 – O carrinho tem sempre a mesma velocidade quando chega a parte mais baixa da calha, independentemente da altura que é largado? Faz uma previsão explicando cientificamente o que pode estar a acontecer.

3 - Prepara o roteiro de exploração da atividade experimental.

3.1 - Faz uma descrição das etapas da experiência que deverás realizar, com base no vídeo introdutório.

3.2 - Atenta para os dados experimentais a recolher e as grandezas a calcular, durante e após a experiência. Elabora tabelas de registo que facilitem o trabalho de recolha experimental.

4 - Monta e realiza a experiência e depois compara os resultados que obtiveste com as tuas previsões, justificando criticamente.

5 - Utiliza o esquema em forma de “V” (seção Enquadramento Teórico-Experimental) para construíres o teu relatório simplificado da atividade, englobando a Ala Conceptual (teoria), a Ala Metodológica (experiência) e a resposta à Questão-Problema.

Proposta de resolução do Roteiro de exploração do vídeo introdutório

1- 1.1 – “Um carro encontra-se separado no cimo de uma rampa, quando é destravado e começa a descer. Como se relaciona a energia cinética do centro de massa do carro com a distância percorrida ao longo da rampa?” Materiais: Calha metálica, carrinho, balança, esponja, sensor de passagem, suporte universal e fita métrica.

1.2 - O sensor deve estar sempre na mesma posição em relação ao plano. A bandeira deve intercepar o sensor. O carrinho deve estar alinhado com as marcas no plano.

2 - 2.1 – Velocidade, distância percorrida e energia cinética.

2.2 – Diretas: distância percorrida, intervalo de tempo, comprimento da bandeira do carrinho, massa do carrinho e inclinação do plano. Indiretas: velocidade e energia cinética.

2.3 – Quando desprezamos as forças dissipativas, no ponto mais alto da calha o carrinho tem apenas energia potencial gravítica e no ponto mais baixo essa energia se converte totalmente em energia cinética.

2.4 – Não, pois a altura na qual é largado está diretamente ligada a velocidade como que ele chega na parte de baixo da calha. Quanto maior a altura que é largado, mais energia potencial gravítica terá no ponto mais alto, consequentemente, maior energia cinética no ponto mais baixo e assim, maior velocidade neste ponto.

3 - 3.1 – Realizar as medições diretas necessárias e largar o carrinho de diferentes posições.

3.2 – Medir inicialmente o comprimento da bandeira do carrinho, a massa e a inclinação do plano. Medir a distância percorrida e o intervalo de tempo que a bandeira demora para passar no sensor cada vez que o carrinho é largado de uma posição. Calcular a velocidade com que chega ao ponto mais baixo da calha e energia cinética neste ponto.

4 - -

5 - -

2ª ETAPA: Avaliação

O *Kahoot!* é composto por um conjunto de cinco perguntas (apresentadas abaixo) sobre o vídeo introdutório, o professor deverá realizá-lo nos minutos iniciais da aula laboratorial, na modalidade individual, para que seja feita uma discussão em grupo sobre a atividade que irá se realizar. Este é um método alternativo para avaliar se os estudantes se prepararam para atividade, neste caso tendo como recurso a técnicas de *gamificação*⁶⁸ também utilizado para motivar os estudantes.

“10º ano - AL 1.1 Movimento num plano inclinado”

Que grandeza física é medida quando a bandeira do carrinho passa pelo sensor?

Distância percorrida pelo carrinho

Energia cinética

Velocidade do carrinho

✓ Intervalo de tempo

⁶⁸ Utilização dos elementos dos jogos para atingir os objetivos de aprendizagem dos estudantes, de forma que estes sintam-se principalmente motivados.

No vídeo, o carrinho foi largado de quantas posições diferentes?

Cinco

Três

Velocidade do carrinho

Intervalo de tempo

De acordo com o vídeo, quais são as medições diretas a realizar nesta experiência?

Intervalo de tempo, massa do carrinho e energia cinética.

✓ Intervalo de tempo, massa do carrinho e inclinação do plano.

Energia cinética, massa do carrinho e inclinação do plano.

Energia cinética, velocidade e massa do carrinho.

Onde deve estar posicionado o sensor?

No ponto mais alto do plano inclinado

Em diferentes posições do plano inclinado

✓ Na parte mais baixa do plano inclinado

No plano horizontal fora do plano inclinado

Qual é o gráfico que deverá ser construído nesta atividade, segundo o vídeo introdutório?

✓ Variação da energia cinética *versus* distância percorrida

Variação da energia cinética *versus* velocidade do carrinho

Distância percorrida *versus* velocidade do carrinho

Variação da energia cinética *versus* massa do carrinho

AL 1.2 Movimento vertical de queda e de ressalto de uma bola

Disciplina: Física e Química A

Componente: Física

Domínio: Energia e sua conservação

Subdomínio: Energia e movimento

Ano: 10º ano

Objetivo: Utilizar um vídeo introdutório para se preparar previamente para a atividade experimental realizado com o *Tracker* que possibilita ao estudante investigar o movimento vertical de queda e de ressalto de uma bola, com base em considerações energéticas (transformações e transferências de energia).

Materiais Necessários: Computador; telemóvel (do tipo *smartphone*), caderno de registo e roteiro de exploração desta atividade.

Atividades Propostas: vídeo; *Kahoot!*; *Tracker*

Tempo total sugerido: 2 h (30 min de preparação antes da aula e 1 h 30 de aula ou depois da aula)

Palavras-Chave: Energia mecânica. Energia cinética. Energia potencial gravítica. Transformações de energia. Coeficiente de restituição elástica.

Link dos recursos do VLAB-FIS: <https://www.fc.up.pt/giedif/vlab-fis-10-o-ano/>

1ª ETAPA: Investigação prévia

Esta etapa é realizada pelos estudantes antes da atividade laboratorial. O vídeo introdutório é de curta duração, com 2 min 40 s, apresentando a atividade experimental (não é a execução de uma atividade experimental) com pormenores relevantes que tornam o estudante mais preparado para a experiência sobre o “Movimento vertical de queda e de ressalto de uma bola”, capacitando-o a discutir, com os colegas e o professor, a atividade e o respectivo roteiro de exploração (que deve ser entregue ao estudante previamente) de forma concreta e real sobre a execução da atividade experimental que vai realizar posteriormente.



Figura 2: Imagem do vídeo introdutório da AL 1.2

Roteiro de exploração do vídeo introdutório

1- Observa o vídeo na sua totalidade.

1.1 - Retira as ideias principais da experiência, incluindo a Questão-Problema e o material necessário à montagem experimental.

1.2 - Regista os detalhes fornecidos sobre a atividade, para que a preparação e execução experimental seja a melhor possível.

2 - Analisa conceptualmente a atividade experimental.

2.1 - Quais são os conceitos que deves conhecer para realizar a experiência?

2.2 – Identifica as transformações de energia no movimento vertical de queda e de ressalto de uma bola.

2.3 – O material da bola e o tipo do piso influencia o movimento? Faz uma previsão, justificando com argumentos científicos.

2.4 – Por que a altura de ressalto não é igual a altura de queda? Explica o teu raciocínio, justificando o melhor possível as tuas ideias com argumentos científicos.

3 - Prepara o roteiro de exploração da atividade experimental.

3.1 - Faz uma descrição das etapas da experiência que deverás realizar, com base no vídeo introdutório.

3.2 - Atenta para os dados experimentais a recolher e as grandezas a calcular, durante e após a experiência. Elabora tabelas de registo que facilitem o trabalho de recolha experimental.

4 - Monta e realiza a experiência e depois compara os resultados que obtiveste com as tuas previsões, justificando criticamente.

5 - Utiliza o esquema em forma de “V” (seção Enquadramento Teórico-Experimental) para construíres o teu relatório simplificado da atividade, englobando a Ala Conceptual (teoria), a Ala Metodológica (experiência) e a resposta à Questão-Problema.

Proposta de resolução do Roteiro de exploração do vídeo introdutório

1- 1.1 - "Um estudante larga uma bola de alturas diferentes. Existirá alguma relação entre a altura de queda da bola e a altura atingida após o ressalto? Que fatores podem contribuir para a elasticidade de uma colisão?". Materiais: Cabo de ligação, fita métrica, bola, bomba de ar, calculadora gráfica e sensor de movimento.

1.2 – Verificar a distância mínima entre a bola e o sensor. Largar a bola na vertical, alinhada com o sensor. Utilizar a calculadora gráfica para extrair os dados do sensor.

2 - 2.1 – Energia potencial gravítica, energia cinética, energia mecânica e trabalho das forças não conservativas.

2.2 – Durante a queda da bola, desprezando-se a resistência do ar, a energia mecânica da bola não varia, ou seja, a energia potencial gravítica é máxima no ponto em que é largada e se transforma em energia cinética no instante em que a bola colide com o solo. Quando a bola colide com o chão deforma-se e parte da sua energia cinética se dissipa donde a energia mecânica da bola diminui após o choque. Com essa dissipação de energia mecânica na colisão da bola com o solo a energia potencial da bola após o ressalto será cada vez menor e como tal altura máxima atingida pela bola nos sucessivos ressaltos diminui.

2.3 – A energia dissipada durante a colisão da bola com o solo depende das propriedades elásticas dos materiais que colidem, ou seja, neste caso, depende das propriedades elásticas dos materiais que são feitos a bola e o solo.

2.4 – Com a dissipação de energia mecânica na colisão da bola com o solo a energia potencial da bola após o ressalto é menor e como tal a altura máxima atingida pela bola diminui.

3 - 3.1 - Largar a bola de determinada altura e medir a altura após o ressalto. Realizar esse procedimento até a bola cessar o movimento. Realizar o mesmo processo para diferentes bolas no mesmo piso e depois com a mesma bola em pisos diferentes.

3.2 - Medir valores diferentes para altura de queda e de ressalto.

4 - -

5 - -

2ª ETAPA: Avaliação

O *Kahoot!* é composto por um conjunto de cinco perguntas (apresentadas abaixo) sobre o vídeo introdutório, o professor deverá realizá-lo nos minutos iniciais da aula laboratorial, na modalidade individual, para que seja feita uma discussão em grupo sobre a atividade que irá se realizar. Este é um método alternativo para avaliar se os

estudantes se prepararam para atividade, neste caso tendo como recurso a técnicas de *gamificação*⁶⁹ também utilizado para motivar os estudantes.

“10º ano - AL 1.2 Movimento vertical de queda e de ressalto de uma bola”

Quais as bolas que foram largadas sobre o piso de madeira?

- ✓ Bolas de ping-pong, de voleibol e de borracha
- Bolas de futebol, de ping-pong e de borracha
- Bolas de futebol, de voleibol e de borracha
- Bolas de futebol, de ping-pong e de voleibol

A bola de borracha foi largada em que tipos de piso?

- Pisos de vidro, de madeira e de esferovite
- Pisos de linóleo, de vidro e de esferovite
- Pisos de linóleo, de madeira e de vidro
- ✓ Pisos de linóleo, de madeira e de esferovite

Qual é a máquina responsável por extrair os dados do sensor?

- O computador
- O tablet
- ✓ A calculadora gráfica
- O telemóvel

Qual é a energia associada ao ponto mais alto atingido pela bola, após cada ressalto?

- Energia cinética
- Energia elástica
- Energia cinética e energia potencial gravítica
- ✓ Energia potencial gravítica

Qual é o gráfico que deverá ser construído nesta atividade, segundo o vídeo introdutório?

- Altura do ressalto *versus* energia dissipada
- ✓ Altura do ressalto *versus* altura de queda
- Energia dissipada *versus* altura de queda
- Altura do ressalto *versus* energia potencial gravítica

⁶⁹ Utilização dos elementos dos jogos para atingir os objetivos de aprendizagem dos estudantes, de forma que estes sintam-se principalmente motivados.

3ª ETAPA: Análise de vídeo

A atividade experimental é realizada por intermédio de vídeos para que os estudantes possam fazer a análise dos fenômenos físicos utilizando o programa gratuito de computador (software) *Tracker*®. Nesta etapa os professores poderão optar por realizar essa atividade na própria aula laboratorial ou em casa como uma forma de facilitar a aprendizagem dos estudantes mesmo depois que estes saem do laboratório.

Nota: O estudante deve ter o *Tracker*® previamente instalado no computador.

AL 2.1 Características de uma pilha

Disciplina: Física e Química A

Componente: Física

Domínio: Energia e sua conservação

Subdomínio: Energia e fenômenos elétricos

Ano: 10º ano

Objetivo: Determinar as características de uma pilha a partir da sua curva característica a partir de um vídeo introdutório para se preparar previamente para a atividade experimental realizada numa simulação.

Materiais Necessários: Computador; telemóvel (do tipo *smartphone*), caderno de registo e roteiro de exploração desta atividade.

Atividades Propostas: vídeo; *Kahoot!*; Simulação Computacional

Tempo total sugerido: 2 h (30 min de preparação antes da aula e 1 h 30 de aula ou depois da aula)

Palavras-Chave: Circuito elétrico. Corrente elétrica. Diferença de potencial elétrico. Resistência elétrica. Força eletromotriz induzida. Características de uma pilha.

Link dos recursos do VLAB-FIS: <https://www.fc.up.pt/giedif/vlab-fis-10-o-ano/>

1ª ETAPA: Investigação prévia

Esta etapa é realizada pelos estudantes **antes** da atividade laboratorial. O vídeo introdutório é de curta duração, com 2 min 03 s, apresentando a atividade experimental (não é a execução de uma atividade experimental) com pormenores relevantes que tornam o estudante mais preparado para a experiência sobre as “Características de uma pilha”, capacitando-o a discutir, com os colegas e o professor, a atividade e o respectivo roteiro de exploração (que deve ser entregue ao estudante previamente) de forma concreta e real sobre a execução da atividade experimental que vai realizar posteriormente.



Figura 3: Imagem do vídeo introdutório da AL 2.1

Roteiro de exploração do vídeo introdutório

1- Observa o vídeo na sua totalidade.

1.1 - Retira as ideias principais da experiência, incluindo a Questão-Problema e o material necessário à montagem experimental.

1.2 - Regista os detalhes fornecidos sobre a atividade, para que a preparação e execução experimental seja a melhor possível.

2 - Analisa conceptualmente a atividade experimental.

2.1 - Quais são os conceitos que deves conhecer para realizar a experiência?

2.2 – O multímetro é um instrumento bastante utilizado para fazer a medição de diferentes tipos de grandezas elétricas. Indica as principais grandezas que podemos medir com esse equipamento, bem como as respetivas unidades de medida no Sistema Internacional.

2.3 – Quais as grandezas que caracterizam uma pilha? Explica cada uma delas.

2.4 - Investiga e descreve o Efeito Joule. Dá exemplos da aplicação desse efeito em nosso cotidiano.

3 - Prepara o roteiro de exploração da atividade experimental.

3.1 - Faz uma descrição das etapas da experiência que deverá realizar, com base no vídeo introdutório.

3.2 - Atenta para os dados experimentais a recolher e as grandezas a calcular, durante e após a experiência. Elabora tabelas de registo que facilitem o trabalho de recolha experimental.

4 - Monta e realiza a experiência e depois compara os resultados que obtiveste com as tuas previsões, justificando criticamente.

5 - Utiliza o esquema em forma de “V” (seção Enquadramento Teórico-Experimental) para construíres o teu relatório simplificado da atividade, englobando a Ala Conceptual (teoria), a Ala Metodológica (experiência) e a resposta à Questão-Problema.

Proposta de resolução do Roteiro de exploração do vídeo introdutório

1- 1.1 - “Qual a diferença entre uma força eletromotriz e uma diferença de potencial? O que significa uma pilha ficar ‘gasta’? ”. Materiais: pilha, multímetros, interruptor, resistor, reóstato, fonte de tensão e fios de ligação.

1.2 – O reóstato deverá ser ligado inicialmente na posição da máxima resistência. As escalas dos multímetros (voltímetro e amperímetro) devem ser ajustadas antes de estes serem ligados no circuito. Ter em atenção as ordens de grandeza e as unidades que estão a ser medidas nos multímetros do circuito.

2 - 2.1 – Corrente elétrica, tensão elétrica, resistência, força eletromotriz e potência elétrica.

2.2 – Corrente elétrica em ampére (A), Resistência em ohm (Ω) e Tensão elétrica em volt (V).

2.3 – A força eletromotriz (fem) e a resistência interna (r) da fonte. A força eletromotriz é a diferença de potencial entre dois pontos conectados aos terminais da fonte em circuito aberto. A resistência interna representa todos os processos dissipativos que ocorrem dentro da fonte.

2.4 – O efeito Joule é aquele que ocorre quando há transformação de energia elétrica em energia térmica em um condutor, ao ser percorrido por uma corrente elétrica. Esse efeito ocorre, por exemplo, no ferro de passar a roupa.

3 - 3.1 – Montar um circuito elétrico. Verificar o que ocorre ao circuito quando o circuito é fechado. Variar a resistência do circuito com o reóstato. Montar outro sistema com uma fonte de tensão e um resistor em vez da pilha.

3.2 – Medir diretamente uma força eletromotriz da pilha. Medir diferença de potencial elétrico e corrente elétrica. Determinar a força eletromotriz e a resistência interna da pilha. Executar o mesmo procedimento, na parte dois, mas para a fonte de tensão elétrica e o resistor.

4 -

5 -

2ª ETAPA: Avaliação

O *Kahoot!* é composto por um conjunto de cinco perguntas (apresentadas abaixo) sobre o vídeo introdutório, o professor deverá realizá-lo nos minutos iniciais da aula laboratorial, na modalidade individual, para que seja feita uma discussão em grupo sobre a atividade que irá se realizar. Este é um método alternativo para avaliar se os estudantes se prepararam para atividade, neste caso tendo como recurso a técnicas de *gamificação*⁷⁰ também utilizado para motivar os estudantes.

“10º ano - AL 2.1 Características de uma pilha”

No vídeo, quais são os componentes do circuito mostrado no primeiro esquema?

Ohmímetro, interruptor, voltímetro, reóstato e pilha

Amperímetro, voltímetro, reóstato e pilha

Amperímetro, interruptor, voltímetro e reóstato

✓ Amperímetro, interruptor, voltímetro, reóstato e pilha

No vídeo, ao variar a resistência do circuito, que grandezas se quer medir?

Tensão elétrica e potência elétrica

⁷⁰ Utilização dos elementos dos jogos para atingir os objetivos de aprendizagem dos estudantes, de forma que estes sintam-se principalmente motivados.

- ✓ Tensão elétrica e corrente elétrica
- Corrente elétrica e potência elétrica
- Tensão elétrica e campo elétrico

Na parte 2 do vídeo, a pilha é substituída pelo seguinte equipamento:

- Bateria
- Outra pilha
- ✓ Fonte de tensão
- Multímetro

Quais os instrumentos cujas escalas devem ser ajustadas antes de se ligar o circuito?

- Voltímetro e ohmímetro
- Ohmímetro e amperímetro
- Termómetro e amperímetro
- ✓ Voltímetro e amperímetro

Quais as grandezas que caracterizam uma pilha?

- Força eletromotriz e corrente elétrica
- ✓ Força eletromotriz e resistência interna
- Força eletromotriz e tensão elétrica
- Resistência interna e potência elétrica

3ª ETAPA: Simulação Computacional

A atividade experimental é realizada por intermédio de uma atividade experimental virtual, utilizando elementos digitais como as *Easy Java simulation*. Nesta etapa os professores poderão optar por realizar essa atividade na própria aula laboratorial ou em casa como uma forma de facilitar a aprendizagem dos estudantes mesmo depois que estes saem do laboratório.

Nota: O estudante deve ter o *Java Script* previamente instalado no computador.

Roteiro de exploração da Simulação da Atividade Experimental Virtual (AEV)

Para esta atividade experimental é utilizada a simulação: “Kit para Montar Circuito DC”. Esta simulação é complementar à atividade experimental, permitindo visualizar e estudar relações básicas de eletricidade ao construir um circuito elétrico simples.

1. Corre a simulação “Kit para Montar Circuito DC” (<https://bit.ly/2JEJoOb>) e posteriormente, escolhe a opção “Lab”.
2. Monta um circuito semelhante ao que está representado no esquema abaixo (figura 1).

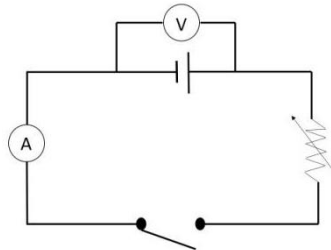


Figura 1: Representação esquemática do circuito a ser montado.

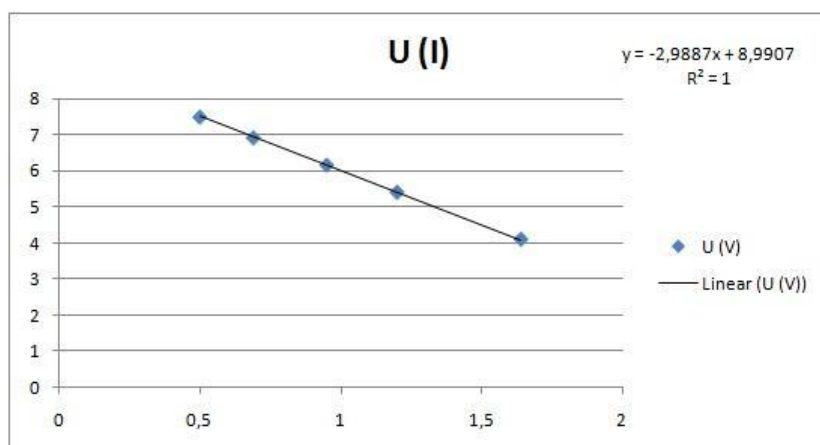
3. Descreve, de forma detalhada, quais os elementos que usaste na montagem do circuito e o que podes medir experimentalmente com os instrumentos virtuais.
4. Fecha o interruptor e a seguir clica no resistor; ao aparecer a barra para mudar a sua resistência, altera estes valores e para cada caso, mede a corrente elétrica e a tensão elétrica indicada nos instrumentos de medição. O que acontece com o valor da corrente elétrica e da tensão elétrica do circuito quando o valor da resistência aumenta? E quando o valor da resistência elétrica diminui?
5. Na barra “Resistência da bateria”, localizada na parte lateral direita, escolhe o valor de $3\ \Omega$. O que ocorre com os valores de tensão elétrica e de corrente elétrica do circuito?
6. Quais as características da bateria (fonte DC) escolhida? Indica os valores e os nomes de cada uma dessas grandezas.
7. Mede pelo menos 5 pares de valores de tensão elétrica U e corrente elétrica I , usando a bateria nas condições indicadas (ponto 5) e variando a resistência R do resistor. Representa graficamente $U=U(I)$.

8. Utilizando a equação característica da tensão nos terminais de um gerador $U = \mathcal{E} - r \cdot I$, obtém por método gráfico o valor da resistência interna da bateria e compara-o com o valor conhecido.

Proposta de resolução do Roteiro de exploração da Simulação da Atividade Experimental Virtual (AEV)

1. -
2. -
3. Fios, bateria, resistor, interruptor, voltímetro e amperímetro. A montagem é realizada com o objetivo de reproduzir as ligações dos componentes do circuito mostrado na figura 1. Ao fechar o interruptor é possível medir os valores de tensão elétrica e corrente elétrica.
4. A tensão elétrica permanece a mesma enquanto a corrente elétrica diminui. Quando o valor da resistência elétrica diminui, a tensão elétrica permanece a mesma e a corrente elétrica aumenta, ou seja, a corrente elétrica é inversamente proporcional à resistência do circuito.

$$i \propto \frac{1}{r}$$
5. Os valores de tensão elétrica e de corrente elétrica do circuito diminuem.
6. Força eletromotriz: $\mathcal{E} = 9,0 \text{ V}$ e resistência elétrica $r = 3,0 \Omega$.



- 7.
8. A equação da reta de ajuste é $y = -2,989x + 8,991$, logo pelo modelo teórico temos: $U = \mathcal{E} - r \cdot I$, sendo assim: $\mathcal{E} = 8,991 \text{ V}$ e $r = 2,989 \Omega$ $3,0 \Omega$. Portanto, os

valores obtidos por ajuste correspondem aos esperados, o que valida o modelo teórico usado.

AL 3.1. Radiação e potência elétrica de um painel fotovoltaico

Disciplina: Física e Química A

Componente: Física

Domínio: Energia e sua conservação

Subdomínio: Energia, fenômenos térmicos e radiação

Ano: 10º ano

Objetivo: Investigar a influência da incidência da radiação no rendimento de um painel fotovoltaico a partir de um vídeo introdutório para se preparar previamente para a atividade experimental realizada numa simulação.

Materiais Necessários: Computador; telemóvel (do tipo *smartphone*), caderno de registo e roteiro de exploração desta atividade.

Atividades Propostas: vídeo; *Kahoot!*; Simulação computacional

Tempo total sugerido: 2 h (30 min de preparação antes da aula e 1 h 30 de aula ou depois da aula)

Palavras-Chave: Incidência de radiação. Energia elétrica. Painel fotovoltaico. Transformações de energia.

Link dos recursos do VLAB-FIS: <https://www.fc.up.pt/giedif/vlab-fis-10-o-ano/>

1ª ETAPA: Investigação prévia

Esta etapa é realizada pelos estudantes **antes** da atividade laboratorial. O vídeo introdutório é de curta duração, com 1 min 57 s, apresentando a atividade experimental (não é a execução de uma atividade experimental) com pormenores relevantes que tornam o estudante mais preparado para a experiência sobre as “Radiação e Potência elétrica de um painel fotovoltaico”, capacitando-o a discutir, com

os colegas e o professor, a atividade e o respectivo roteiro de exploração (que deve ser entregue ao estudante previamente) de forma concreta e real sobre a execução da atividade experimental que vai realizar posteriormente.



Figura 4: Imagem do vídeo introdutório da AL 3.1

Roteiro de exploração do vídeo introdutório

1- Observa o vídeo na sua totalidade.

1.1 - Retira as ideias principais da experiência, incluindo a Questão-Problema e o material necessário à montagem experimental.

1.2 - Regista os detalhes fornecidos sobre a atividade, para que a preparação e execução experimental seja a melhor possível.

2 - Analisa conceptualmente a atividade experimental.

2.1 - Quais são os conceitos que deves conhecer para realizar a experiência?

2.2 – Explica, com as tuas palavras, como funciona um painel fotovoltaico.

2.3 – Existirá direção e inclinação ideais para o funcionamento do painel solar fotovoltaico? Explica o teu raciocínio.

2.4 – A utilização de energias renováveis possui vantagens e desvantagens. Investiga essas questões acerca dos painéis solares fotovoltaicos.

3 - Prepara o roteiro de exploração da atividade experimental.

3.1 - Faz uma descrição das etapas da experiência que deverás realizar, com base no vídeo introdutório.

3.2 - Atenta para os dados experimentais a recolher e as grandezas a calcular, durante e após a experiência. Elabora tabelas de registo que facilitem o trabalho de recolha experimental.

- 4 - Monta e realiza a experiência e depois compara os resultados que obtiveste com as tuas previsões, justificando criticamente.
- 5 - Utiliza o esquema em forma de “V” (seção Enquadramento Teórico-Experimental) para construíres o teu relatório simplificado da atividade, englobando a Ala Conceptual (teoria), a Ala Metodológica (experiência) e a resposta à Questão-Problema.

Proposta de resolução do Roteiro de exploração do vídeo introdutório

1- 1.1 - “Pretende-se instalar painéis solares fotovoltaicos, de modo a produzir a energia elétrica necessária para o funcionamento de um conjunto de eletrodomésticos. Como proceder para que a potência elétrica fornecida pelo painel seja máxima?”.
Materiais: painel fotovoltaico, lâmpada, multímetros, reóstato e fios de ligação.

1.2 – As escalas dos multímetros (voltímetro e amperímetro) devem ser ajustadas antes de estes serem ligados no circuito. Ter em atenção as ordens de grandeza e as unidades que estão a ser medidas nos multímetros do circuito. Na montagem do circuito, o reóstato deverá ser ligado inicialmente na posição da máxima resistência. Posicionar a lâmpada ligada relativamente ao painel, cerca de 3 minutos antes de fazer as leituras experimentais.

2 - 2.1 – Corrente elétrica, tensão elétrica, potência elétrica e resistência elétrica.

2.2 – O painel fotovoltaico é um tipo de painel solar que produz energia elétrica a partir da incidência da luz solar nas células fotovoltaicas, criando uma tensão elétrica.

2.3 – A direção e a inclinação do painel influencia diretamente a rentabilidade do mesmo. Sendo assim, os painéis devem ter uma direção e inclinação na qual a eficiência seja máxima.

2.4 –Algumas vantagens são: gratuidade da energia solar, longa duração, grande autonomia e forte resistência às condições atmosféricas; manutenção simples e a energia solar ser renovável. Algumas desvantagens: investimento inicial com custo económico elevado, dependência da existência de radiação solar e capacidade de armazenamento de energia baixa em comparação com outras fontes de energia.

3 - 3.1 – Fixar a resistência do reóstato e variar o ângulo de incidência da radiação. Fixar o ângulo de incidência da radiação e variar a resistência do reóstato.

3.2 – Calcular a potência fornecida pelo painel fotovoltaico, a partir dos valores de tensão e corrente elétrica. Investigar os efeitos da variação da incidência da radiação na potência do painel, ao variar o ângulo de incidência da radiação.

Investigar os efeitos da resistência do circuito na potência do painel, ao variar a resistência do reóstato.

4 -

5 -

2ª ETAPA: Avaliação

O *Kahoot!* é composto por um conjunto de cinco perguntas (apresentadas abaixo) sobre o vídeo introdutório, o professor deverá realizá-lo nos minutos iniciais da aula laboratorial, na modalidade individual, para que seja feita uma discussão em grupo sobre a atividade que irá se realizar. Este é um método alternativo para avaliar se os estudantes se prepararam para atividade, neste caso tendo como recurso a técnicas de *gamificação*⁷¹ também utilizado para motivar os estudantes.

“10º ano - AL 3.1. Radiação e potência elétrica de um painel fotovoltaico”

Na PRIMEIRA parte da atividade o que se deve fazer?

- ✓ Fixar a resistência e variar o ângulo de incidência
- Fixar a resistência e fixar o ângulo de incidência
- Variar a resistência e variar a potência elétrica
- Variar a resistência e variar o ângulo de incidência

Na SEGUNDA parte da atividade, o que devemos fazer?

- Fixar o ângulo de incidência e variar a potência elétrica
- Fixar a resistência e variar o ângulo de incidência
- ✓ Fixar o ângulo de incidência e variar a resistência
- Fixar a potência elétrica e variar a resistência

No multímetro, o que se deve ter em atenção?

- Apenas as ordens de grandezas que estão a ser medidas
- ✓ As ordens de grandeza e as unidades que estão a ser medidas
- Apenas as unidades que estão a ser medidas
- A escala do ohmímetro que deve ser ajustada

⁷¹ Utilização dos elementos dos jogos para atingir os objetivos de aprendizagem dos estudantes, de forma que estes sintam-se principalmente motivados.

Quantos minutos antes de iniciar a experiência, deve ser ligada a lâmpada que ilumina o painel?

- 30 minutos
- 1 minuto
- 15 minutos
- ✓ 3 minutos

A partir dos valores de tensão elétrica e corrente elétrica, que grandeza se deve calcular?

- Ângulo de incidência da radiação no painel
- Intervalo de tempo da incidência da radiação no painel
- ✓ Potência elétrica fornecida pelo painel
- O valor da irradiância do painel

3ª ETAPA: Simulação Computacional

A atividade experimental é realizada por intermédio de uma atividade experimental virtual, utilizando elementos digitais como as *Easy Java simulation*. Nesta etapa os professores poderão optar por realizar essa atividade na própria aula laboratorial ou em casa como uma forma de facilitar a aprendizagem dos estudantes mesmo depois que estes saem do laboratório.

Nota: O estudante deve ter o *Java Script* previamente instalado no computador.

Roteiro de exploração da Simulação

Para esta atividade experimental é utilizada a simulação: “Formas de Energia e transformação”. Esta simulação é complementar à atividade experimental real, permitindo visualizar como a energia é transferida e transformada num sistema constituído por um painel fotovoltaico e uma lâmpada.

1. Corre a simulação “Formas de Energia e transformação” (<https://bit.ly/2M1D4RO>) e escolhe a opção “Sistemas de energia”.
2. Seleciona os seguintes elementos: Sol, painel fotovoltaico e lâmpada.
3. Explica cientificamente o que observas acontecer na simulação num dia ensolarado, descrevendo as transformações de energia que ocorrem.

4. Num dia chuvoso e com muitas nuvens no céu, o desempenho elétrico do painel fotovoltaico será igual ao que ocorre num dia ensolarado e de céu limpo? Justifica a tua previsão.
5. Na barra “Nuvens” escolha a opção “Muitas”. O que ocorre na simulação condiz com a tua previsão?
6. O que podes concluir da exploração da simulação?

Proposta de resolução do Roteiro de exploração da Simulação da Atividade Experimental Virtual (AEV)

1. -
2. -
3. Os raios solares incidem no painel fotovoltaico que é composto por várias células fotovoltaicas ligadas entre si. Essas células transformam a energia da luz solar em energia elétrica, criando uma diferença de potencial em seus terminais, produzindo corrente elétrica contínua que pode ser armazenada numa bateria e depois transformada, por um conversor, em corrente alternada para então ser utilizada pelos equipamentos elétricos. No caso da simulação, a energia elétrica utilizada pela lâmpada é transformada maioritariamente em energia luminosa e uma pequena parte em energia térmica.
4. Não, um painel fotovoltaico tem seu pleno funcionamento em um dia de céu limpo e ensolarado pois a incidência de raios luminosos é maior.
5. -
6. -

AL 3.2 Capacidade térmica mássica

Disciplina: Física e Química A

Componente: Física

Domínio: Energia e sua conservação

Subdomínio: Energia, fenômenos térmicos e radiação

Ano: 10º ano

Objetivo: Determinar a capacidade térmica mássica de um material e estudar fenômenos associados a esta grandeza física a partir de um vídeo introdutório para se preparar previamente para a atividade experimental realizada numa simulação.

Materiais Necessários: Computador; telemóvel (do tipo *smartphone*), caderno de registo e roteiro de exploração desta atividade.

Atividades Propostas: vídeo; *Kahoot!*; Simulação computacional

Tempo total sugerido: 2 h (30 min de preparação antes da aula e 1 h 30 de aula ou depois da aula)

Palavras-Chave: Capacidade térmica mássica. Calorímetros. Termómetros. Energia térmica.

Link dos recursos do VLAB-FIS: <https://www.fc.up.pt/giedif/vlab-fis-10-o-ano/>

1ª ETAPA: Investigação prévia

Esta etapa é realizada pelos estudantes antes da atividade laboratorial. O vídeo introdutório é de curta duração, com 1 min 40 s, apresentando a atividade experimental (não é a execução de uma atividade experimental) com pormenores relevantes que tornam o estudante mais preparado para a experiência sobre a “Capacidade térmica mássica”, capacitando-o a discutir, com os colegas e o professor, a atividade e o respectivo roteiro de exploração (que deve ser entregue ao estudante previamente) de forma concreta e real sobre a execução da atividade experimental que vai realizar posteriormente.



Figura 5: Imagem do vídeo introdutório da AL 3.2

Roteiro de exploração do vídeo introdutório

1- Observa o vídeo na sua totalidade.

1.1 - Retira as ideias principais da experiência, incluindo a Questão-Problema e o material necessário à montagem experimental.

1.2 - Regista os detalhes fornecidos sobre a atividade, para que a preparação e execução experimental seja a melhor possível.

2 - Analisa conceptualmente a atividade experimental.

2.1 - Quais são os conceitos que deves conhecer para realizar a experiência?

2.2 – Nem toda a energia fornecida a um sistema é consumida. Faz um esquema para identificar e descrever as parcelas que correspondem à energia útil e à energia transferida de ou para um sistema.

2.3 – O calor é energia que se transfere. Explica como ocorre essa transferência de energia e descreve, em um pequeno texto, os três mecanismos de transferência de energia térmica.

2.4 - O que entendes por capacidade térmica mássica de um material? Explica o teu raciocínio.

3 - Prepara o roteiro de exploração da atividade experimental.

3.1 - Faz uma descrição das etapas da experiência que deverás realizar, com base no vídeo introdutório.

3.2 - Atenta para os dados experimentais a recolher e as grandezas a calcular, durante e após a experiência. Elabora tabelas de registo que facilitem o trabalho de recolha experimental.

4 - Monta e realiza a experiência e depois compara os resultados que obtiveste com as tuas previsões, justificando criticamente.

5 - Utiliza o esquema em forma de “V” (seção Enquadramento Teórico-Experimental) para construíres o teu relatório simplificado da atividade, englobando a Ala Conceptual (teoria), a Ala Metodológica (experiência) e a resposta à Questão-Problema.

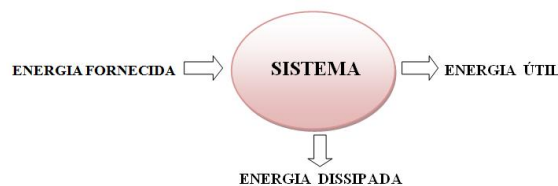
Proposta de resolução do Roteiro de exploração do vídeo introdutório

- 1- 1.1 - “Por que é que se usa água para arrefecer os motores dos carros? Por que é que os climas marítimos são mais amenos que os continentais?” Materiais: Multímetro, fonte de tensão, blocos calorimétricos, resistência elétrica de aquecimento, termómetro, interruptor e fios de ligação.

1.2 – Colocar glicerina nos orifícios do bloco calorimétrico. Ter em atenção as ordens de grandeza e as unidades nos multímetros. Mergulhar a resistência elétrica na glicerina antes de colocar no bloco.

- 2 - 2.1 – Calor, temperatura, capacidade térmica mássica, corrente elétrica, tensão elétrica e resistência.

2.2 – Quando fornecemos energia a um sistema, parte dessa energia é realmente utilizada (energia útil) e uma pequena parcela, durante a transferência, é convertida em energia não útil (dissipa-se ou transforma-se em energia térmica).



2.3 – A transferência de calor ocorre sempre de forma espontânea de um corpo de maior temperatura para outro de menor temperatura, até que o equilíbrio térmico seja atingido. Essa propagação pode ocorrer de três formas: por condução, em que uma região de maior temperatura transmite o calor para as regiões vizinhas, de menor temperatura; por convecção, pela movimentação da matéria de uma região a outra; e por radiação, emissão de radiação de uma onda eletromagnética (portanto, sem contacto físico entre corpos ou fluidos).

2.4 – A capacidade térmica mássica de um material é uma propriedade que define a quantidade de energia necessária para que 1 kg de massa aumente 1 °C (ou 1 K) de temperatura.

- 3 - 3.1 – Medir a massa do bloco. Colocar a resistência e o termómetro no bloco calorimétrico. Fechar o circuito para medir a corrente e a tensão elétrica. Registrar a evolução da temperatura ao longo do tempo.

3.2 – Medir potência elétrica fornecida pela resistência elétrica. Registrar a temperatura em função do tempo para determinar a capacidade térmica mássica dos metais, a partir da representação gráfica.

4 - -

5 - -

2ª ETAPA: Avaliação

O *Kahoot!* é composto por um conjunto de cinco perguntas (apresentadas abaixo) sobre o vídeo introdutório, o professor deverá realizá-lo nos minutos iniciais da aula laboratorial, na modalidade individual, para que seja feita uma discussão em grupo sobre a atividade que irá se realizar. Este é um método alternativo para avaliar se os estudantes se prepararam para atividade, neste caso tendo como recurso a técnicas de *gamificação*⁷² também utilizado para motivar os estudantes.

“10º ano - AL 3.2 Capacidade térmica mássica”

Link: <https://cutt.ly/XuWkn5y>

O que deve ser colocado dentro do bloco calorimétrico?

Termómetro e glicerina

Apenas a resistência

✓ Resistência, termómetro e glicerina

Cronómetro, resistência e glicerina

O que é necessário medir no bloco calorimétrico?

Apenas a altura

Diâmetro e altura

A massa e o diâmetro

✓ Apenas a massa

Ao fechar o circuito elétrico, que grandezas física serão medidas?

✓ Corrente e tensão elétrica

Corrente e resistência elétrica

Tensão e resistência elétrica

Potência e tensão elétrica

⁷² Utilização dos elementos dos jogos para atingir os objetivos de aprendizagem dos estudantes, de forma que estes sintam-se principalmente motivados.

O que se deve ter em atenção nos multímetros?

- ✓ As ordens de grandeza e as unidades que serão medidas
- A escala do ohmímetro, que deve ser ajustada
- Apenas as ordens de grandezas que serão medidas
- Apenas as unidades que serão medidas

Que grandeza será determinada a partir da representação gráfica?

- Variação de temperatura
- ✓ Capacidade térmica mássica
- Intervalo de tempo
- Massa do bloco calorimétrico

3ª ETAPA: Simulação Computacional

A atividade experimental é realizada por intermédio de uma atividade experimental virtual, utilizando elementos digitais como as *Easy Java simulation*. Nesta etapa os professores poderão optar por realizar essa atividade na própria aula laboratorial ou em casa como uma forma de facilitar a aprendizagem dos estudantes mesmo depois que estes saem do laboratório.

Nota: Devido a problemas de segurança no JAVA, alguns navegadores deixaram de suportar animações nesta linguagem. Todavia, outros navegadores deixam à consideração dos utilizadores a confiança nos sites que correm estas animações.

Windows: - Pale Moon (recomendado): versão a 32 bits

Macintosh: - Safari (recomendado)

Roteiro de exploração da Simulação da Atividade Experimental Virtual (AEV)

1. Corre a simulação “Ilustração 19.1 - Capacidade Térmica Mássica”. (Nota: usa o navegador Pale Moon, disponível em: <https://www.palemoon.org>)
<https://www.fc.up.pt/physletspt/ebook/animacoes/Termodinamica/index.htm>
2. Seleciona a animação “baixa potência – registar a massa”
3. Para um bloco de massa 2 kg dentro de um forno termicamente isolado com a potência de 400 W, clica no botão “começar” para correr a simulação até ao fim.

4. Usa os valores da simulação para calcular o calor recebido pelo bloco, sabendo que este absorve todo o calor proveniente do forno.
5. Com o valor calculado em (4), determina a capacidade térmica mássica do bloco.
6. Para o mesmo bloco de massa 2 kg, se a potência do forno for o dobro da anterior, ou seja, 800 W, quanto tempo deve funcionar o forno para fazer variar a temperatura do corpo em um grau celsius? Faz a tua previsão.
7. Selecciona a animação “alta potência – registar a massa” e confirma a tua previsão.
8. Os resultados serão diferentes para outros valores da massa do bloco? O que prevê que se irá alterar e o que se irá manter constante?
9. Confirma as tuas previsões e escreve o que podes concluir com esta simulação.

Proposta de resolução do Roteiro de exploração da Simulação da Atividade Experimental Virtual (AEV)

1. -

2. -

3. -

$$4. E = P \times \Delta t = 400 \times 5 \times 60 = 1,2 \times 10^5 J$$

$$5. E = m \times c \times \Delta T \rightarrow c = \frac{E}{m \times \Delta T} = \frac{1,2 \times 10^5}{2 \times 1} \rightarrow c = 6,00 \times 10^4 \frac{J}{kg \text{ } ^\circ C}$$

$$6. E = m \times c \times \Delta T = 2 \times 6,00 \times 10^4 \times 1 \rightarrow E = 1,2 \times 10^5 J$$

$$P = \frac{E}{\Delta t} \rightarrow 800 = \frac{1,2 \times 10^5}{\Delta t} \rightarrow \Delta t = 150 s = 2,5 min$$

7. –

8. Para outros valores da massa do bloco, a energia fornecida pelo forno será constante, mas a variação da temperatura será tanto menor quanto maior a massa do bloco. Todavia, a capacidade térmica mássica manter-se-á inalterada, pois é uma característica do material.

9. -

AL 3.3 Balanço energético num sistema termodinâmico

Disciplina: Física e Química A

Componente: Física

Domínio: Energia e sua conservação

Subdomínio: Energia, fenômenos térmicos e radiação

Ano: 10º ano

Objetivo: Estabelecer o balanço energético calculando a quantidade total de calor absorvido ou libertado em função da variação da temperatura a partir de um vídeo introdutório para se preparar previamente para a atividade experimental realizada numa simulação.

Materiais Necessários: Computador; telemóvel (do tipo *smartphone*), caderno de registo e roteiro de exploração desta atividade.

Atividades Propostas: vídeo; *Kahoot!*; Simulação computacional

Tempo total sugerido: 2 h (30 min de preparação antes da aula e 1 h 30 de aula ou depois da aula)

Palavras-Chave: Balanço energético. Calor. Variação de temperatura. Sistema termodinâmico.

Link dos recursos do VLAB-FIS: <https://www.fc.up.pt/giedif/vlab-fis-10-o-ano/>

1ª ETAPA: Investigação prévia

Esta etapa é realizada pelos estudantes **antes** da atividade laboratorial. O vídeo introdutório é de curta duração, com 1 min 33 s, apresentando a atividade experimental (não é a execução de uma atividade experimental) com pormenores relevantes que tornam o estudante mais preparado para a experiência sobre o “Balanço energético num sistema termodinâmico”, capacitando-o a discutir, com os colegas e o professor, a atividade e o respectivo roteiro de exploração (que deve ser

entregue ao estudante previamente) de forma concreta e real sobre a execução da atividade experimental que vai realizar posteriormente.



Figura 6: Imagem do vídeo introdutório da AL 3.3

Roteiro de exploração do vídeo introdutório

- 1- Observa o vídeo na sua totalidade.
 - 1.1 - Retira as ideias principais da experiência, incluindo a Questão-Problema e o material necessário à montagem experimental.
 - 1.2 - Regista os detalhes fornecidos sobre a atividade, para que a preparação e execução experimental seja a melhor possível.
- 2 - Analisa conceptualmente a atividade experimental.
 - 2.1 - Quais são os conceitos que deves conhecer para realizar a experiência?
 - 2.2 – Descreve as transformações de estado físico da matéria que ocorrem quando certa massa de gelo, a $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$, e de água líquida, a $85\text{ }^{\circ}\text{C}$, são misturadas em um sistema isolado, fazendo com que o gelo se funda completamente. Fundamenta o texto baseando-te na Lei da Conservação de Energia.
 - 2.3 - O que entendes por entalpia de transformação (mudança de estado físico) de um material? Explica o teu raciocínio baseando-te em conceitos científicos.
- 3 - Prepara o roteiro de exploração da atividade experimental.
 - 3.1 - Faz uma descrição das etapas da experiência que deverás realizar, com base no vídeo introdutório.
 - 3.2 - Atenta para os dados experimentais a recolher e as grandezas a calcular, durante e após a experiência. Elabora tabelas de registo que facilitem o trabalho de recolha experimental.

- 4 - Monta e realiza a experiência e depois compara os resultados que obtiveste com as tuas previsões, justificando criticamente.
- 5 - Utiliza o esquema em forma de “V” (seção Enquadramento Teórico-Experimental) para construíres o teu relatório simplificado da atividade, englobando a Ala Conceptual (teoria), a Ala Metodológica (experiência) e a resposta à Questão-Problema.

Proposta de resolução do Roteiro de exploração do vídeo introdutório

- 1- 1.1 – “Como se processa a transferência de energia e quais são as transformações energéticas que o gelo sofre até chegar ao equilíbrio térmico com uma massa de água?”. Materiais: Balança, termómetro, copo de esferovite, gobelé com gelo e gobelé com água.
 1.2 – O gelo deve ser fragmentado para auxiliar o processo de fusão. A relação entre as massas de água e de gelo deve ser tal que o gelo funda completamente e a variação de temperatura da água seja apreciável.
- 2 - 2.1 – Calor, temperatura, equilíbrio térmico, entalpia de fusão e mudança de estado físico.
 2.2 – Como o sistema está isolado, o valor da energia cedida pela água é igual ao valor da energia recebida pelo gelo, logo, a transferência de energia por calor dá-se da água líquida para o gelo. Nessa condição o gelo aumenta a sua temperatura de -3°C até 0°C (em alguns casos, pode estar a aproximadamente zero graus), onde ocorre a sua fusão, transformando-se em água líquida a 0°C , que em seguida se mistura com a água líquida, que estava inicialmente a 85°C , até atingirem o equilíbrio térmico, ou seja, ambos terem a mesma temperatura.
 2.3 – Para mudar de estado físico, o sistema precisa de energia para alterar a estrutura da substância, de um estado físico para outro, sem alteração da temperatura do sistema. A energia utilizada numa mudança de estado físico recebe o nome de entalpia de transformação se o processo for realizado a pressão constante.
- 3 - 3.1 – Colocar gelo no copo de esferovite e medir a sua massa. Juntar água ao copo de esferovite e medir a massa total. Medir a temperatura do sistema e anotar o valor da temperatura ao longo do tempo.

3.2 –Medir a variação de temperatura da água e determinar a energia transferida. Calcular a energia de fusão do gelo. Estabelecer o balanço energético do sistema. Investigar as possíveis trocas e o sentido em que ocorrem essas trocas entre o sistema e a vizinhança.

4 - -

5 - -

2ª ETAPA: Avaliação

O *Kahoot!* é composto por um conjunto de cinco perguntas (apresentadas abaixo) sobre o vídeo introdutório, o professor deverá realizá-lo nos minutos iniciais da aula laboratorial, na modalidade individual, para que seja feita uma discussão em grupo sobre a atividade que irá se realizar. Este é um método alternativo para avaliar se os estudantes se prepararam para atividade, neste caso tendo como recurso a técnicas de *gamificação*⁷³ também utilizado para motivar os estudantes.

“10º ano - AL 3.3 Balanço energético num sistema termodinâmico”

Link: <https://cutt.ly/luWmmZA>

Que material é utilizado como isolante térmico?

Gobelé

✓ Copo de esferovite

Bloco calorimétrico

Copo de vidro

O que deverá ser colocado dentro do copo de esferovite?

✓ Gelo fragmentado e água

Apenas gelo

Apenas água

Blocos de gelo e água

Que valor deve ser anotado ao longo do tempo?

Corrente elétrica

Tensão elétrica

✓ Temperatura

Resistência elétrica

⁷³ Utilização dos elementos dos jogos para atingir os objetivos de aprendizagem dos estudantes, de forma que estes sintam-se principalmente motivados.

O gelo deve ser fragmentado para auxiliar que processo?

- ✓ De fusão
- De solidificação
- De condensação
- De vaporização

O que devemos determinar com as medidas de variação de temperatura da água?

- ✓ Energia transferida
- Massa da água
- Massa do gelo
- Intervalo de tempo

3ª ETAPA: Simulação Computacional

A atividade experimental é realizada por intermédio de uma atividade experimental virtual, utilizando elementos digitais como as *Easy Java simulation*. Nesta etapa os professores poderão optar por realizar essa atividade na própria aula laboratorial ou em casa como uma forma de facilitar a aprendizagem dos estudantes mesmo depois que estes saem do laboratório.

Nota: Devido a problemas de segurança no JAVA, alguns navegadores deixaram de suportar animações nesta linguagem. Todavia, outros navegadores deixam à consideração dos utilizadores a confiança nos sites que correm estas animações.

Windows: - Pale Moon (recomendado): versão a 32 bits

Macintosh: - Safari (recomendado)

Roteiro de exploração da Simulação da Atividade Experimental Virtual (AEV)

1. Corre a simulação “Exploração 19.3 – Calorimetria”. (Nota: usa o navegador *Pale Moon*, disponível em: <https://www.palemoon.org>)

<http://www.fc.up.pt/physletspt/ebook/animacoes/Termodinamica/index.htm>

2. Para um bloco de massa 2 kg com uma temperatura inicial de 700 K, usa a equação $Q = m \times c \times (T_f - T_i)$ para calcular o calor absorvido pela água e libertado pelo bloco, quando a temperatura final é atingida. (NOTA: utiliza os valores de capacidade térmica mássica do bloco e da água que estão indicados na simulação)

3. Qual é a escala usada para o calor no gráfico de barras? Por outras palavras, a que quantidade corresponde cada marca (10 kJ, 100 kJ, 200 kJ, etc.)?
4. Se a massa do bloco for 3 kg e a temperatura inicial de 900 K, qual a temperatura final da mistura? Corre a animação e confirma a tua resposta.

Proposta de resolução do roteiro de exploração da Simulação da Atividade Experimental Virtual (AEV)

1. –

$$2. \quad Q = m \times c \times (T_f - T_i) \quad Q_{\text{água}} = 10 \times 4186 \times (307,3 - 300) = 306 \text{ kJ}$$

$$Q_{\text{bloco}} = 2 \times 390 \times (307,3 - 700) = - 306 \text{ kJ}$$

3. 200 kJ

4. Como visto em (2): $Q_{\text{água}} = - Q_{\text{bloco}}$, logo:

$$10 \times 4186 \times (T_f - 300) = - [2 \times 390 (T_f - 900)]$$

$$43030 T_f = 13611000$$

$$T_f = 316,3 \text{ K}$$

Apêndice 2: VLAB-FIS 11º ANO

AL 1.1. Queda livre: força gravítica e aceleração da gravidade

Disciplina: Física e Química A

Componente: Física

Domínio: Mecânica

Subdomínio: Interações e seus efeitos

Ano: 11º ano

Objetivo: Realizar medições e incertezas das grandezas para relacionar a aceleração da queda de um bloco com a sua massa e com a altura de queda, de forma virtual com uma simulação computacional e com o *Tracker*, discutir sobre o tempo de queda de objetos com diferentes massas, utilizando um vídeo introdutório para se preparar previamente para a atividade experimental.

Materiais Necessários: Computador; telemóvel (do tipo *smartphone*), caderno de registo e roteiro de exploração desta atividade.

Recursos educativos digitais: Vídeo; *Kahoot!*; Simulação computacional; *Tracker*

Tempo Total sugerido: 2 h 30 (30 min de preparação antes da aula e 2 h de aula ou depois da aula)

Palavras-Chave: Medições e incertezas das grandezas. Aceleração gravítica. Queda livre. Força gravítica.

Link dos recursos do VLAB-FIS: <https://www.fc.up.pt/giedif/videos-vlab-fis/>

1ª ETAPA: Investigação prévia

Esta etapa é realizada pelos estudantes antes da atividade laboratorial. O vídeo introdutório é de curta duração, com 3 min 25 s, apresentando a atividade experimental (não é a execução de uma atividade experimental) com pormenores

relevantes que tornam o estudante mais preparado para a experiência sobre a “Queda livre”, capacitando-o a discutir, com os colegas e o professor, a atividade e o respectivo roteiro de exploração (que deve ser entregue ao estudante previamente) de forma concreta e real sobre a execução da atividade experimental que vai realizar posteriormente.



Figura 1: Imagem do vídeo introdutório da AL 1.1

Roteiro de exploração do vídeo introdutório

1- 1 Observa o vídeo na sua totalidade.

1.1 - Retira as ideias principais da experiência, incluindo a Questão-Problema e o material necessário à montagem experimental.

1.2 - Regista os detalhes fornecidos sobre a atividade, para que a preparação e execução experimental seja a melhor possível.

2 - Analisa conceptualmente a atividade experimental.

2.1 - Quais são os conceitos que deves conhecer para realizar a experiência?

2.2 - Quando largas um corpo, ele cai em direção à Terra. Qual a razão deste fenómeno?

2.3 - A velocidade dos corpos em queda livre será constante ou varia? Explica o teu raciocínio e diz que grandeza física nos pode caracterizar o movimento desses corpos.

2.3 - A massa dos corpos influencia o movimento? Faz uma previsão, justificando com argumentos científicos.

3 - Prepara o roteiro de exploração da atividade experimental.

3.1 - Faz uma descrição das etapas da experiência que deverás realizar, com base no vídeo introdutório.

3.2 - Atenta para os dados experimentais a recolher e as grandezas a calcular, durante e após a experiência. Elabora tabelas de registo que facilitem o trabalho de recolha experimental.

4 - Monta e realiza a experiência e depois compara os resultados que obtiveste com as tuas previsões, justificando criticamente.

5 - Utiliza o esquema em forma de “V” (seção Enquadramento Teórico-Experimental) para construíres o teu relatório simplificado da atividade, englobando a Ala Conceptual (teoria), a Ala Metodológica (experiência) e a resposta à Questão-Problema.

Proposta de resolução do Roteiro de exploração do vídeo introdutório

2- 1.1 – "Dois atletas com massas diferentes, em queda livre, experimentam ou não a mesma aceleração?". Balança, suporte universal, fio de nylon, barra de acrílico, sensor de passagem, garra, mola e discos.

1.2 - Prender a mola sempre na mesma posição de referência da barra. O acrílico deve estar dentro da zona de deteção do sensor, com a fita preta ligeiramente acima.

2 - 2.1 – Deslocamento, velocidade, tempo e aceleração.

2.2 – Porque o corpo é atraído pela Terra, pois em torno da Terra há uma região chamada campo gravitacional que exerce atração sobre eles.

2.3 – A velocidade varia, pois sendo a trajetória retilínea, vertical e a aceleração constante (a mesma para todos os corpos), o movimento de queda livre é uniformemente acelerado.

2.3 – Quando dois corpos quaisquer são abandonados, no vácuo ou no ar com resistência desprezível, da mesma altura, o tempo de queda é o mesmo para ambos, mesmo que eles possuam massas diferentes.

3 - 3.1 – Medir a massa dos corpos. Medir o comprimento dos corpos. Largar os corpos de modo que estes passem dentro da zona de deteção do sensor. Repetir o ensaio três vezes para cada ensaio.

3.2 – Determinar o intervalo de tempo que cada corpo demora a percorrer a distância determinada de queda, determinar o intervalo de tempo que cada corpo demora a passar pelo sendo posicionado na parte mais baixa da trajetória, a fim de calcular a velocidade final de cada corpo dado o comprimento do objeto e o tempo que interrompeu o feixe de luz do sensor. Calcular a

aceleração gravítica, por intermédio da definição da aceleração, e o erro percentual associado ao valor experimental.

4 - -

5 - -

2ª ETAPA: Avaliação

O *Kahoot!* é Composto por um conjunto de cinco perguntas (apresentadas abaixo) sobre o vídeo introdutório, o professor deverá realizá-lo nos minutos iniciais da aula laboratorial, na modalidade individual, para que seja feita uma discussão em grupo sobre a atividade que irá se realizar. Este é um método alternativo para avaliar se os estudantes se prepararam para atividade, neste caso tendo como recurso a técnicas de *gamificação*⁷⁴ também utilizado para motivar os estudantes.

“11º ano - AL 1.1. Queda livre forças gravíticas e aceleração da gravidade”

Os corpos devem ser largados de modo a passar dentro da zona de deteção do sensor para...

- ✓ registar o tempo de interrupção do feixe de luz no sensor
- registar o comprimento dos corpos
- registar diretamente a velocidade de passagem dos corpos
- registar diretamente a aceleração dos corpos

O que se deve medir na placa de acrílico?

- ✓ A largura de cada fita e a distância entre as fitas
- A largura total da placa de acrílico e distância entre as fitas
- A distância entre as fitas e a distância entre o início da placa e a fita
- A largura total da placa de acrílico e a largura de cada fita

Quais foram as opções escolhidas no Photogate timer?

- Pend e Gate
- Pulse e Pend
- Apenas Gate
- ✓ Gate e Pulse

⁷⁴ Utilização dos elementos dos jogos para atingir os objetivos de aprendizagem dos estudantes, de forma que estes sintam-se principalmente motivados.

O que mede o sensor na opção "Gate"?

O tamanho da barra de acrílico

✓ O intervalo de tempo que cada fita demora a passar no sensor

O intervalo de tempo que a barra de acrílico demora a passar no sensor

A distância entre as fitas

O que mede o sensor na opção "Pulse"?

A distância entre as fitas

O intervalo de tempo que cada fita demora a passar no sensor

✓ O intervalo de tempo entre a passagem das duas fitas no sensor

O intervalo de tempo que a barra de acrílico demora a passar no sensor

3ª ETAPA: Simulação Computacional

A atividade experimental é realizada por intermédio de uma atividade experimental virtual, utilizando elementos digitais como as *Easy Java simulation*. Nesta etapa os professores poderão optar por realizar essa atividade na própria aula laboratorial ou em casa como uma forma de facilitar a aprendizagem dos estudantes mesmo depois que estes saem do laboratório.

Nota: O estudante deve ter o *Java Script* previamente instalado no computador.

- Atividade 1: Medições e Incertezas

Esta atividade experimental virtual realizar a exploração de medições e incertezas das grandezas.

Roteiro de exploração da Simulação da Atividade Experimental Virtual (AEV)

- ❖ Os instrumentos de medição são: um cronómetro digital, um cursor que indica as coordenadas de qualquer ponto do espaço da simulação, uma régua digital e três sensores de passagem digitais, estes últimos identificados na janela do MENU quando esta é ativada.
1. Qual é a sensibilidade (menor valor de leitura) do cronómetro? Justifica.
 2. Indica a sensibilidade dos restantes sensores digitais.
- ❖ No caso do cursor e da régua, a incerteza da medição está condicionada pela sensibilidade do rato ou do *touchpad* do computador, bem como pela destreza do utilizador.

1. Efetua, com o rato, o menor deslocamento possível do cursor e da régua em diversas direções e regista esses valores.
2. Qual a incerteza da medição em cada um destes instrumentos virtuais? Justifica.

❖ Considera o bloco desta simulação.

1. Determina o comprimento mais provável do bloco usando: a) a régua digital e b) o cursor, a partir de valores medidos em diversas posições daquele (pelo menos 5 posições diferentes). Apresenta os resultados com a respetiva incerteza. Qual dos instrumentos tem menor incerteza relativa na medida?
2. Quais as vantagens (ou desvantagens) da régua digital relativamente ao cursor?

❖ Movimento do bloco na condição de ausência de ar (vazio).

1. Seleciona o sensor 1 e coloca-o numa posição qualquer da linha de referência.
2. Faz uma previsão do valor da velocidade do bloco quando ele passar pela posição onde se encontra o sensor 1.
3. Mede experimentalmente o intervalo de tempo de passagem do bloco pelo sensor 1 e a partir desse valor, calcula a velocidade do bloco.
4. Repete o passo 3, agora utilizando a bandeira no bloco e calcula experimentalmente a velocidade do bloco na mesma posição considerada.
5. Compara os resultados e discute com os teus colegas e professor sobre o método mais exato para o cálculo da velocidade.

● *Proposta de resolução do Roteiro de exploração da Simulação da Atividade Experimental Virtual (AEV)*

❖

1. 0,001 s, pois é a menor medida fornecida pelo cronómetro.
2. Do cursor: 0,001 m; Da régua: 0,001 m; Dos sensores: 0,0001 s

❖

1. Por exemplo, na direção Ox – régua: 0,018 m e cursor: 0,020 m.
Na direção Oy – régua: 0,035 m e cursor: 0,032 m
2. Do cursor: $\pm 0,001$ m; Da régua: $\pm 0,001$ m.



1. a) I) $0,102 \pm 0,001 \text{ m}$	b) I) $1,702 - 1,601 = 0,101 \pm 0,001 \text{ m}$
II) $0,105 \pm 0,001 \text{ m}$	II) $1,261 - 1,159 = 0,102 \pm 0,001 \text{ m}$
III) $0,106 \pm 0,001 \text{ m}$	III) $0,570 - 0,468 = 0,102 \pm 0,001 \text{ m}$
IV) $0,102 \pm 0,001 \text{ m}$	IV) $0,476 - 0,374 = 0,102 \pm 0,001 \text{ m}$
V) $0,098 \pm 0,001 \text{ m}$	V) $0,280 - 0,179 = 0,101 \pm 0,001 \text{ m}$
$\bar{x} = 0,103 \pm 0,001 \text{ m}$	$\bar{x} = 0,102 \pm 0,001 \text{ m}$
Incerteza relativa na medida: Cursor: $9,9 \times 10^{-3}$ Régua: $9,7 \times 10^{-3}$.	

2. A régua digital mostra instantaneamente o resultado da medição, por o cursor é mais preciso e de rápida manipulação.



1. -
2. -
3. $\Delta t = 0,0374 \text{ s}$ $v = 2,834 \text{ m/s}$
4. $\Delta x = 0,015 \text{ m}$ $\Delta t = 0,0079 \text{ s}$ $v = 1,898 \text{ m/s}$
5. -

- Atividade 2: Determinação da Aceleração gravítica

Esta simulação computacional tem como possibilita determinar a aceleração da gravidade num movimento de queda livre, verificando se esta aceleração depende (ou não) das massas dos corpos envolvidos.

Roteiro de exploração da Simulação da Atividade Experimental Virtual (AEV)

Na janela do MENU, seleciona “ Sensor (modo Pulse) → Sensores (modos Gate e Pulse)” e “Bandeira”

1. Posiciona o Centro de Massa (CM) do bloco no ponto mais elevado.
2. Coloca os sensores de cima e de abaixo numa posição qualquer da linha de referência.
3. Mede o intervalo de tempo de passagem da bandeira pelo sensor de cima e a partir deste valor, calcula a velocidade do bloco. O que significa fisicamente o valor obtido?
4. Mede o intervalo de tempo de passagem da bandeira pelo sensor de baixo e a partir deste valor, calcula a velocidade do bloco. O que significa fisicamente o valor obtido?
5. Com os dados recolhidos acima (3) e (4), determina a variação de velocidade do corpo.

6. Já deves ter reparado que há um terceiro indicador na simulação entre os sensores de cima e de baixo (sensor no modo Pulse). O que mede esse indicador?
7. Se há uma variação da velocidade num dado intervalo de tempo, então é porque o bloco cai com uma aceleração. Qual o valor que prevês para a aceleração do bloco? Porquê?
8. Com os dados recolhidos em (5) e (6), descreve como podes determinar a aceleração média de queda do bloco. Apresenta todos os cálculos realizados e o valor obtido.
9. Qual é o valor tabelado para a aceleração da gravidade? Compara o valor que obtiveste experimentalmente com o valor tabelado e tira conclusões.
10. Avalia a exatidão do resultado e calcula o erro percentual, admitindo que se trata de uma queda livre.
11. A aceleração do bloco depende da posição dos sensores e/ou da posição inicial do bloco? Faz a tua previsão, justificando.
12. Muda a posição dos sensores de cima e de baixo, e/ou a posição inicial de lançamento do bloco. Repete o procedimento dos passos (3), (4) e (8) e depois reflete criticamente sobre os resultados obtidos e a tua previsão em (11).
13. A aceleração do bloco depende da sua massa? Faz a tua previsão, justificando.
14. Repete o procedimento dos passos (3), (4) e (8) usando um bloco de massa diferente. Comenta o resultado que encontraste e compara-o com a tua previsão em (13).
15. No final desta Atividade Experimental Virtual (AEV), discute com os teus colegas e apresenta conclusões sobre a aceleração dos corpos em queda livre e as variáveis que podem afetar as forças que atuam sobre eles.

Proposta de solução do Roteiro de exploração da Simulação da Atividade Experimental Virtual (AEV)

1. –
2. –
3. $v_1 = \frac{1,617-1,597}{0,0123} = \frac{0,020}{0,0123} = 1,6 \text{ m/s}$. Velocidade instantânea do CM na posição do sensor 1.
4. $v_1 = \frac{1,617-1,597}{0,0037} = \frac{0,020}{0,0037} = 5,4 \text{ m/s}$. Velocidade instantânea do CM na posição do sensor 2.
5. $\Delta v = v_2 - v_1 = 5,4 - 1,6 = 3,8 \text{ m/s}$

6. Intervalo de tempo decorrido entre a passagem da bandeira pelo primeiro e pelo segundo sensor.

$$\Delta t = 0,3927 \text{ s}$$

7. Aceleração gravítica. Se considerarmos esse como movimento de queda livre.

$$8. \ a = \frac{3,8}{0,3927} = 9,7 \text{ m/s}^2.$$

$$9. \ g = 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$10. \ 1,0 \%$$

11. Não, pois próximo da superfície da Terra e não sujeito à resistência do ar, os corpos caem com a mesma aceleração porque o valor desta não depende da posição inicial que o mesmo é largado nem da posição dos sensores.

12. –

13. Não, pois próximo da superfície da Terra e não sujeito à resistência do ar, os corpos caem com a mesma aceleração porque o valor desta não depende da massa dos mesmos.

14. –

15. –

4ª ETAPA: Análise de vídeo

A atividade experimental é realizada por intermédio de vídeos para que os estudantes possam fazer a análise dos fenômenos físicos utilizando o programa gratuito de computador (software) *Tracker*®. Nesta etapa os professores poderão optar por realizar essa atividade na própria aula laboratorial ou em casa como uma forma de facilitar a aprendizagem dos estudantes mesmo depois que estes saem do laboratório.

Nota: O estudante deve ter o *Tracker*® previamente instalado no computador.

AL 1.2 Forças nos movimentos retilíneos acelerado e uniforme

Disciplina: Física e Química A

Componente: Física

Domínio: Mecânica

Subdomínio: Interações e seus efeitos

Ano: 11º ano

Objetivo: identificar as forças que atuam sobre um corpo que se move em linha reta num plano horizontal, investigando o movimento deste corpo quando está sujeito a forças cuja resultante é nula ou não nula, com o auxílio de um vídeo introdutório para se preparar previamente para a atividade experimental realizada com uma simulação computacional e com o *Tracker* para realizar a análise de vídeo.

Materiais Necessários: Computador; telemóvel (do tipo *smartphone*), caderno de registo e roteiro de exploração desta atividade.

Recursos educacionais digitais: Vídeo; *Kahoot!*; Simulação computacional; *Tracker*

Tempo total sugerido: 2 h 30 (30 min de preparação antes da aula e 2 h de aula ou depois da aula)

Palavras-Chave: Leis de Newton. Peso. Tração. Força resultante. Movimento retilíneo uniforme. Movimento retilíneo uniformemente acelerado.

1ª ETAPA: Investigação prévia

Esta etapa é realizada pelos estudantes antes da atividade laboratorial. O vídeo introdutório é de curta duração, com 2 min 31 s, apresentando a atividade experimental (não é a execução de uma atividade experimental) com pormenores relevantes que tornam o estudante mais preparado para a experiência sobre as “Forças nos movimentos retilíneos acelerado e uniforme”, capacitando-o a discutir, com os colegas e o professor, a atividade e o respectivo roteiro de exploração (que deve ser entregue ao estudante previamente) de forma concreta e real sobre a execução da atividade experimental que vai realizar posteriormente.



Figura 2: Imagem do vídeo introdutório da AL 1.2

Roteiro de exploração do vídeo introdutório

1 - Observa o vídeo na sua totalidade.

1.1 - Retira as ideias principais da experiência, incluindo a Questão-Problema e o material necessário à montagem experimental.

1.2 - Regista os detalhes fornecidos sobre a atividade, para que a preparação e execução experimental seja a melhor possível.

2 - Analisa conceptualmente a atividade experimental.

2.1 - Quais são os conceitos que deves conhecer para realizar a experiência?

2.2 - Identifica as forças que atuam no carrinho em cada uma das situações do vídeo.

2.3 - O movimento dos corpos é o mesmo quando a resultante das forças nele aplicadas é nula ou não nula? Explica o teu raciocínio e caracteriza o(s) movimento(s) desse corpo.

2.4 - Variando a massa do carrinho ou a força externa nele aplicada, o que esperas observar? Faz uma previsão, justificando os teus argumentos.

3 - Prepara o roteiro de exploração da atividade experimental.

3.1 - Faz uma descrição das etapas da experiência que deverás realizar, com base no vídeo introdutório.

3.2 - Atenta para os dados experimentais a recolher e as grandezas a calcular, durante e após a experiência. Elabora tabelas de registo que facilitem o trabalho de recolha experimental.

4 - Monta e realiza a experiência e depois compara os resultados que obtiveste com as tuas previsões.

5 - Utiliza o esquema em forma de “V” (seção Enquadramento Teórico-Experimental) para construíres o teu relatório simplificado da atividade, englobando a Ala Conceptual (teoria), a Ala Metodológica (experiência) e a resposta à Questão-Problema.

Proposta de resolução do Roteiro de exploração do vídeo introdutório

1 - 1.1 – “Dois estudantes discutem: um diz que é preciso aplicar constantemente uma força para que este se mantenha em movimento; o outro afirma que a resultante das forças que atuam sobre o corpo pode ser nula e ele continuar em movimento. Quem tem razão?”. Material: Calha, balança, sensor, discos e carrinho.

1.2 – Verificar a distância mínima entre o carro e o sensor. Confirmar se o fio forma um ângulo reto.

2 - 2.1 – Deslocamento, intervalo de tempo, velocidade, aceleração e força.

2.2 – Quando há forças aplicadas: peso, reação normal e tensão. Quando não há forças aplicadas: peso e reação normal

2.3 – Não. Quando há forças nele aplicadas, a força resultante é diferente de zero, logo pela 2ª Lei de Newton, existe uma aceleração constante, deste modo o movimento é classificado como movimento retilíneo uniformemente variado. Contudo, quando as forças nele aplicadas é nula, a força resultante será igual a zero e pela 1ª Lei de Newton, ou o objeto estará em repouso ou em movimento retilíneo uniforme, no caso da atividade, o carrinho estará em movimento retilíneo uniforme, ou seja, a velocidade é constante, pois a aceleração é igual a zero.

2.4 – A aceleração do carrinho mudará, pois, pela 2ª Lei de Newton, a mudança de movimento do carrinho é proporcional à força nele aplicada, ou seja, a aceleração adquirida pelo carrinho é diretamente proporcional à intensidade das forças resultantes aplicadas no carrinho, tendo mesma direcção e sentido dessa força e é inversamente proporcional à massa do carrinho.

3 - -

3.1 – Medir a massa dos discos e do carrinho com o suporte. Colocar o disco no suporte. Colocar o carrinho na calha e soltar o carrinho a uma pequena distância do sensor. Repetir a experiência, adicionando massa no carrinho.

3.2 - Medir as massas. Construir os gráficos da posição x tempo e velocidade x tempo.

4 - -

5 - -

2ª ETAPA: Avaliação

O *Kahoot!* é composto por um conjunto de cinco perguntas (apresentadas abaixo) sobre o vídeo introdutório, o professor deverá realizá-lo nos minutos iniciais da aula laboratorial, na modalidade individual, para que seja feita uma discussão em grupo sobre a atividade que irá se realizar. Este é um método alternativo para avaliar se os estudantes se prepararam para atividade, neste caso tendo como recurso a técnicas de *gamificação*⁷⁵ também utilizado para motivar os estudantes.

“11º ano - AL 1.2 Forças nos movimentos retilíneos acelerados e uniforme”

Qual é o ângulo que o fio deve formar na roldana?

Agudo

Obtuso

Raso

✓ Reto

Quais as grandezas que se devem variar na atividade?

Comprimento do fio e força externa

✓ Força externa e massa do carrinho

Comprimento do fio e massa do carrinho

Comprimento da calha e do fio

Quando o suporte chega ao solo, quais são as forças que passam a atuar no carrinho?

Tensão do fio e peso

Tensão do fio, peso e reação normal

✓ Peso e reação normal

Apenas o peso

Quais são os gráficos que devem ser construídos?

Aceleração versus tempo e velocidade versus tempo

Aceleração versus tempo e posição versus tempo

Energia cinética e energia potencial gravítica

✓ Posição versus tempo e velocidade versus tempo

⁷⁵ Utilização dos elementos dos jogos para atingir os objetivos de aprendizagem dos estudantes, de forma que estes sintam-se principalmente motivados.

Na ala conceptual do V de Gowin, qual é o modelo em que se enquadra esta atividade?

Propagação de ondas e sinais

✓ Modelo da partícula material

Elettricidade Geral

Modelo corpuscular da luz

3ª ETAPA: Simulação Computacional

A atividade experimental é realizada por intermédio de uma atividade experimental virtual, utilizando elementos digitais como as *Easy Java simulation*. Nesta etapa os professores poderão optar por realizar essa atividade na própria aula laboratorial ou em casa como uma forma de facilitar a aprendizagem dos estudantes mesmo depois que estes saem do laboratório.

Nota: O estudante deve ter o *Java Script* previamente instalado no computador.

Roteiro de exploração da Simulação da Atividade Experimental Virtual (AEV)

Um bloco em madeira, colocado sobre uma calha de atrito desprezável, está ligado através de um fio a um suporte suspenso verticalmente, como se vê na animação. Todos os efeitos da roldana no movimento do sistema, bem como a massa do fio, podem ser considerados desprezáveis.

As massas do bloco (M) e do suporte (m) podem ser modificadas (**a posição é dada em metros e o tempo em segundos**).

Escolhe uma das situações (I, II, III, IV ou V) descritas na simulação.

1. Como prevês que seja o movimento do bloco durante a simulação?
2. Corre a simulação. Que conclusões podes tirar pela simples observação dos gráficos? Estão de acordo com a previsão feita? Justifica.
3. Classifica o(s) movimento(s) do bloco. Caracteriza-os, calculando a velocidade e a aceleração do bloco para os casos que achares conveniente, bem como algum instante relevante para o movimento.
4. O que podes concluir acerca da aplicação de forças externas e o movimento de um corpo?
5. Considerando as situações disponibilizadas na simulação:
 - 5.1. Faz uma previsão acerca do comportamento do bloco em função de cada variável, usando para isso o controlo de variáveis.

- 5.2. Corre a simulação, observa os gráficos e calcula os valores necessários das grandezas físicas.
- 5.3. Compara os resultados com a tua previsão e explica eventuais divergências, usando linguagem (oral e escrita) científica.
- 5.4. Dá uma explicação final, associando convenientemente os resultados às leis de Newton.

Proposta de resolução do Roteiro de exploração da Simulação da Atividade Experimental Virtual (AEV)

1. Movimento retilíneo uniformemente acelerado e Movimento retilíneo uniforme
2. Sim, pois antes do suporte embater no chão, a velocidade, que pode ser observado no gráfico, aumenta com o passar do tempo, ou seja, a aceleração tem o mesmo sentido do movimento. Mas quando o suporte embate no chão, a velocidade passa a ser constante, não há aceleração.

3. Movimento retilíneo uniformemente acelerado $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{3,368}{1,028} \rightarrow a = 3,276 \text{ m.s}^{-2}$

Movimento retilíneo uniforme $v = 3,368 \text{ m.s}^{-1}$

4. Quando há aplicação de forças externas, o corpo tem movimento retilíneo uniformemente variado, mas quando não há, o movimento
5. 5.1. Variando a massa do carrinho ou a força externa nele aplicada, a aceleração do movimento será diferente.

5.2. II) $\text{mr}ua - a = 3,305 \text{ m.s}^{-2}$

$\text{mru}- v = 3,398 \text{ m.s}^{-1}$

III) $\text{mr}ua - a = 4,259 \text{ m.s}^{-2}$

$\text{mru}- v = 3,880 \text{ m.s}^{-1}$

4ª ETAPA: Análise de vídeo

A atividade experimental é realizada por intermédio de vídeos para que os estudantes possam fazer a análise dos fenômenos físicos utilizando o programa gratuito de computador (software) *Tracker*®. Nesta etapa os professores poderão optar por realizar essa atividade na própria aula laboratorial ou em casa como uma forma de facilitar a aprendizagem dos estudantes mesmo depois que estes saem do laboratório.

Nota: O estudante deve ter o *Tracker*® previamente instalado no computador.

AL 1.3 Movimento uniformemente retardado velocidade e deslocamento

Disciplina: Física e Química A

Componente: Física

Domínio: Mecânica

Subdomínio: Interações e seus efeitos

Ano: 11º ano

Objetivo: Relacionar a velocidade inicial e o deslocamento até parar, de um objeto com movimento retilíneo numa calha horizontal com atrito, determinando a aceleração do objeto e a resultante das forças a que está sujeito, com o auxílio de um vídeo introdutório para se preparar previamente para a atividade experimental realizada com uma simulação computacional e com o *Tracker* para realizar a análise de vídeo.

Materiais Necessários: Computador; telemóvel (do tipo *smartphone*), caderno de registo e roteiro de exploração desta atividade.

Recursos educacionais digitais: Vídeo; *Kahoot!*; Simulação computacional; *Tracker*

Tempo total sugerido: 2 h 30 (30 min de preparação antes da aula e 2 h de aula ou depois da aula)

Palavras-Chave: Movimento retilíneo uniforme. Movimento retilíneo uniformemente variado. Velocidade. Deslocamento. Equações do movimento. Força de atrito. Força resultante.

1ª ETAPA: Investigação prévia

Esta etapa é realizada pelos estudantes antes da atividade laboratorial. O vídeo introdutório é de curta duração, com 2 min 19 s, apresentando a atividade experimental (não é a execução de uma atividade experimental) com pormenores relevantes que tornam o estudante mais preparado para a experiência sobre a “Movimento uniformemente retardado”, capacitando-o a discutir, com os colegas e o

professor, a atividade e o respectivo roteiro de exploração (que deve ser entregue ao estudante previamente) de forma concreta e real sobre a execução da atividade experimental que vai realizar posteriormente.



Figura 2: Imagem do vídeo introdutório da AL 1.3

Roteiro de exploração do vídeo introdutório

1 - Observa o vídeo na sua totalidade.

1.1 - Retira as ideias principais da experiência, incluindo a Questão-Problema e o material necessário à montagem experimental.

1.2 - Regista os detalhes fornecidos sobre a atividade, para que a preparação e execução experimental seja a melhor possível.

2 - Analisa conceptualmente a atividade experimental.

2.1 - Quais são os conceitos que deves conhecer para realizar a experiência?

2.2 - Identifica as forças que atuam no bloco quando este desliza pela calha horizontal com atrito.

2.3 - O bloco cessa o seu movimento sempre no mesmo ponto, independentemente da velocidade inicial com que ele chega ao início da calha horizontal? Explica cientificamente o que pode estar a acontecer.

2.4 - Que tipo de movimento ocorre quando o bloco desliza pela calha até parar? Faz a tua previsão, relacionando esse movimento com as forças atuantes no bloco.

3 - Prepara o roteiro de exploração da atividade experimental.

3.1 - Faz uma descrição das etapas da experiência que deverás realizar, com base no vídeo introdutório.

3.2 - Atenta para os dados experimentais a recolher e as grandezas a calcular, durante e após a experiência. Elabora tabelas de registo que facilitem o trabalho de recolha experimental.

4 - Monta e realiza a experiência e depois compara os resultados que obtiveste com as tuas previsões.

5 - Utiliza o esquema em forma de “V” (seção Enquadramento Teórico-Experimental) para construíres o teu relatório simplificado da atividade, englobando a Ala Conceptual (teoria), a Ala Metodológica (experiência) e a resposta à Questão-Problema.

Proposta de resolução do Roteiro de exploração do vídeo introdutório

1 - 1.1 – “Um condutor de um veículo motorizado vai a uma velocidade V_0 , quando repentinamente observa um obstáculo à sua frente e trava a fundo, percorrendo uma determinada distância d (distância de travagem). Se a sua velocidade fosse $2V_0$, que distância mínima teria de guardar para parar em segurança?”. Materiais: Calha, balança, garra e noz, bloco, sensor de passagem, régua, base com superfície áspera e suporte universal.

1.2 – O final da calha deve estar alinhado com o plano horizontal. O sensor deve estar à entrada do plano horizontal.

2 - 2.1 – Velocidade, aceleração, distância percorrida e tempo.

2.2 – Força de atrito, força peso e força de reação normal.

2.3 – Não, quanto maior for a velocidade inicial do carrinho, maior será a sua distância de travagem, pois essas são proporcionais.

2.4 – Movimento retilíneo uniformemente retardado. Pois a velocidade decresce, em módulo, no passar do tempo já que a aceleração e a velocidade tem sentidos opostos. Isso porque no plano horizontal a força resultante que atua no bloco e tem sentido contrário ao movimento, logo a aceleração terá o mesmo sentido que a força resultante, ou seja, oposto à velocidade.

3 - 3.1 - Medir a massa do bloco. Medir o comprimento do bloco. Largar o bloco de diferentes posições na rampa.

3.2 - Medir, para cada lançamento, a distância de travagem no plano horizontal, calcular a velocidade do bloco à entrada do plano horizontal. Calcular a aceleração do bloco. Calcular a força de atrito.

4 - -

5 - -

2ª ETAPA: Avaliação

O *Kahoot!* é composto por um conjunto de cinco perguntas (apresentadas abaixo) sobre o vídeo introdutório, o professor deverá realizá-lo nos minutos iniciais da aula laboratorial, na modalidade individual, para que seja feita uma discussão em grupo sobre a atividade que irá se realizar. Este é um método alternativo para avaliar se os estudantes se prepararam para atividade, neste caso tendo como recurso a técnicas de *gamificação*⁷⁶ também utilizado para motivar os estudantes.

“11º ano- AL 1.3 Movimento uniformemente retardado velocidade e deslocamento”

Que grandeza física irá o sensor medir?

Distância percorrida

Velocidade

✓ Intervalo de tempo

Aceleração

Que grandezas são medidas diretamente nesta atividade?

Massa, comprimento e velocidade do bloco

Massa e velocidade do bloco e intervalo de tempo no sensor

✓ Massa e comprimento do bloco e intervalo de tempo no sensor

Comprimento, velocidade e aceleração do bloco

No vídeo, o bloco é largado de quantas posições diferentes?

Uma

✓ Três

Cinco

Dez

¹ Utilização dos elementos dos jogos para atingir os objetivos de aprendizagem dos estudantes, de forma que estes sintam-se principalmente motivados.

O final da calha e o plano horizontal devem estar....

- ✓ alinhados.
- afastados.
- sobrepostos.
- em alturas diferentes.

Que grandeza será calculada a partir da representação gráfica?

- Velocidade
- Força de atrito
- Distância percorrida
- ✓ Aceleração

3ª ETAPA: Simulação Computacional

A atividade experimental é realizada por intermédio de uma atividade experimental virtual, utilizando elementos digitais como as *Easy Java simulation*. Nesta etapa os professores poderão optar por realizar essa atividade na própria aula laboratorial ou em casa como uma forma de facilitar a aprendizagem dos estudantes mesmo depois que estes saem do laboratório.

Nota: O estudante deve ter o *Java Script* previamente instalado no computador.

Roteiro de exploração da Simulação da Atividade Experimental Virtual (AEV)

Um bloco de material desconhecido e de massa 1 kg desliza sem atrito por um plano inclinado. Ao chegar ao final do plano, continua o seu movimento por uma superfície horizontal, inicialmente com atrito desprezável, mas a partir de certa posição passa a sofrer a ação de uma força de atrito aproximadamente constante (na simulação, **a posição é dada em metros e o tempo em segundos**).

O bloco pode ser lançado de várias posições do plano, representadas pelas animações de (I) a (V).

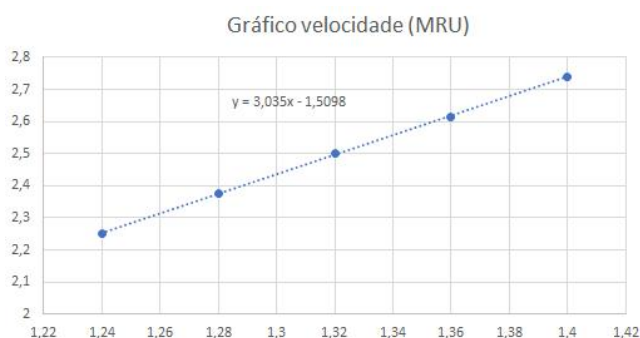
Selecione a animação (I).

1. Como prevê que seja o movimento do bloco durante a descida do plano? E durante a primeira parte no plano horizontal? Justifica, invocando razões energéticas e dinâmicas do sistema.

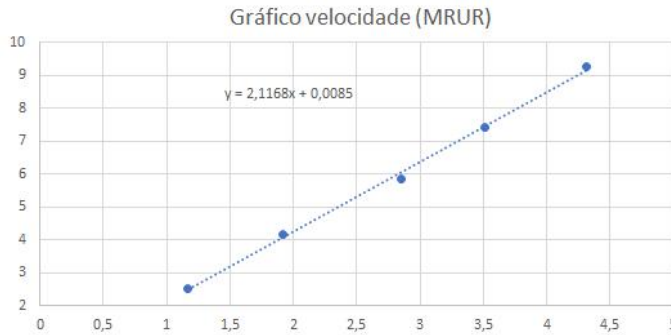
2. Corre a simulação. Constrói uma representação gráfica da posição do bloco em função do tempo que te permita confrontar a observação com as tuas previsões. Os resultados estão de acordo com a previsão feita? Justifica.
3. Caracteriza e classifica o movimento do bloco no plano horizontal com atrito, calculando a velocidade inicial, a aceleração e a distância de travagem do corpo.
4. Repete o procedimento (3) para as animações de (II) a (V).
5. Usando os resultados das animações de (I) a (V), constrói um gráfico relacionando a velocidade inicial do bloco com a distância de travagem, de modo a que obtenhas uma representação linear. Que podes concluir?
6. Determina a aceleração média do bloco a partir da análise do gráfico que construístes em (5), tendo em conta o modelo físico que explica este comportamento.
7. Determina o valor médio das acelerações calculadas em cada uma das animações (passos 3 e 4). Compara esse resultado com o obtido graficamente em (6). Que concluis?
8. Calcula o valor (médio) da força de atrito que atua sobre o bloco. Dá uma explicação final, associando convenientemente os resultados às leis de Newton.

Proposta de resolução do Roteiro de exploração da Simulação da Atividade Experimental Virtual (AEV)

1. Durante a descida do plano: Movimento retilíneo uniformemente acelerado, pois a velocidade aumenta. E durante a primeira parte no plano horizontal: movimento retilíneo uniforme, pois a velocidade permanece constante.



- 2.
3. Movimento retilíneo uniformemente retardado.
4. -



- 5.
6. Sabendo que o movimento é retilíneo uniformemente retardado, $a < 0$, tem-se:

$$a = -1,06 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$$

7. —

8. $F_r = m \cdot a = 1 \cdot 1,06 = 1,06 \text{ N}$

4ª ETAPA: Análise de vídeo

A atividade experimental é realizada por intermédio de vídeos para que os estudantes possam fazer a análise dos fenômenos físicos utilizando o programa gratuito de computador (software) *Tracker*®. Nesta etapa os professores poderão optar por realizar essa atividade na própria aula laboratorial ou em casa como uma forma de facilitar a aprendizagem dos estudantes mesmo depois que estes saem do laboratório.

Nota: O estudante deve ter o *Tracker*® previamente instalado no computador.

Roteiro de exploração da análise de vídeo utilizando o Tracker

AL 2.1 Características do som

Disciplina: Física e Química A

Componente: Física

Domínio: Ondas e Eletromagnetismo

Subdomínio: Sinais e ondas

Ano: 11º ano

Objetivo: Visualizar e estudar propriedades físicas das ondas, tais como amplitude, frequência, período e comprimento de onda e investigar as características de um som (altura, intensidade e timbre) pela observação de sinais elétricos num osciloscópio, resultante da conversão de sinais sonora partir de um vídeo introdutório para se preparar previamente para a atividade experimental realizada numa simulação.

Materiais Necessários: Computador; telemóvel (do tipo *smartphone*), caderno de registo e roteiro de exploração desta atividade.

Atividades Propostas: Vídeo; *Kahoot!*; Simulação Computacional

Tempo total sugerido: 1 h 30 (30 min de preparação antes da aula e 1 h de aula ou depois da aula)

Palavras-Chave: Ondas. Sinais. Amplitude. Frequência. Período. Comprimento de onda. Osciloscópio. Características do som. Conversão de Sinais.

1ª ETAPA: Investigação prévia

Esta etapa é realizada pelos estudantes antes da atividade laboratorial. O vídeo introdutório é de curta duração, com 2 min 40 s, apresentando a atividade experimental (não é a execução de uma atividade experimental) com pormenores relevantes que tornam o estudante mais preparado para a experiência sobre as “Características do som”, capacitando-o a discutir, com os colegas e o professor, a atividade e o respectivo roteiro de exploração (que deve ser entregue ao estudante previamente) de forma concreta e real sobre a execução da atividade experimental que vai realizar posteriormente.



Figura 3: Imagem do vídeo introdutório da AL 2.1

Roteiro de exploração do vídeo introdutório

1- Observa o vídeo na sua totalidade.

1.1 - Retira as ideias principais da experiência, incluindo a Questão-Problema e o material necessário à montagem experimental.

1.2 - Regista os detalhes fornecidos sobre a atividade, para que a preparação e execução experimental seja a melhor possível.

2 - Analisa conceptualmente a atividade experimental.

2.1 - Quais são os conceitos que deves conhecer para realizar a experiência?

2.2 - Quando há variação da intensidade do som, que grandeza física da onda se altera? Justifica, relacionando esta variação ao aumento ou diminuição da intensidade do som.

2.3 - Quando há variação da frequência do som, que característica da onda se altera? Justifica, relacionado esta variação com os sons agudos ou graves.

2.4 - O que é observado no sinal do osciloscópio quando o microfone se afasta do altifalante? Que grandeza física do sinal sonoro podes medir com este procedimento?

2.5 – Diferencia a conversão de sinais em um microfone e em um altifalante.

3 - Prepara o roteiro de exploração da atividade experimental.

3.1 - Faz uma descrição das etapas da experiência que deverás realizar, com base no vídeo introdutório.

3.2 - Atenta para os dados experimentais a recolher e as grandezas a calcular, durante e após a experiência. Elabora tabelas de registo que facilitem o trabalho de recolha experimental.

4 - Monta e realiza a experiência e depois compara os resultados que obtiveste com as tuas previsões.

5 - Utiliza o esquema em forma de “V” (seção Enquadramento Teórico-Experimental) para construíres o teu relatório simplificado da atividade, englobando a Ala Conceptual (teoria), a Ala Metodológica (experiência) e a resposta à Questão-Problema.

Proposta de resolução do Roteiro de exploração do vídeo introdutório

1 – 1.1 - “A Natureza está rodeada de sons com diferentes características. Como podemos distinguir esses sons e o que os caracteriza?”. Osciloscópio, noz e garra, fita

métrica, altifalante, microfone, diapasão e martelo, gerador de sinais e suporte universal.

1.2 – O osciloscópio deverá se encontrar-se na função AT, o microfone deve estar alinhado com a fita métrica e com a fonte.

2 - 2.1 – Período, frequência, comprimento de onda, velocidade e amplitude.

2.2 - A intensidade de uma onda sonora depende da amplitude dessa onda, sendo assim, quando aumenta-se a intensidade do som, a amplitude será maior (som forte) e quando há diminuição da intensidade do som, a amplitude será pequena (som fraco).

2.3 – Quando varia-se a frequência do som, varia-se a altura sonora. Deste modo, os sons graves, são sons com pequena frequência e os sons agudos são os que possuem maior frequência.

2.4 – Observa-se duas ondas, sendo assim, pode-se medir o comprimento de onda.

2.5 - No microfone um sinal sonoro é convertido num elétrico enquanto no altifalante o processo é inverso, um sinal elétrico é convertido em sinal sonoro.

3 - Prepara o roteiro de exploração da atividade experimental.

3.1 – Deve-se emitir diferentes sinais sonoros para verificar no osciloscópio a diferença entre essas ondas. Em seguida, a análise das características do som é feita por intermédio da variação da intensidade e frequência do som emitido pelo gerador de sinais. Por último, alinhamos um antifalante, o microfone e a fita métrica para medir o comprimento de onda ao afastar o microfone do antifalante.

3.2 – Investigar as características do som por intermédio da variação da intensidade do som e da frequência, bem como analisar a impostância do timbre para identificar os sons. Medir o comprimento de onda e o período do sinal sonoro para calcular a velocidade de propagação do som no ar.

4- -

5- -

2ª ETAPA: Avaliação

O *Kahoot!* é composto por um conjunto de cinco perguntas (apresentadas abaixo) sobre o vídeo introdutório, o professor deverá realizá-lo nos minutos iniciais da aula laboratorial, na modalidade individual, para que seja feita uma discussão em grupo

sobre a atividade que irá se realizar. Este é um método alternativo para avaliar se os estudantes se prepararam para atividade, neste caso tendo como recurso a técnicas de *gamificação*⁷⁷ também utilizado para motivar os estudantes.

“11º ano - AL 2.1 - Características do som”

O osciloscópio deverá encontrar-se na função de Trigger...

- Single
- MTB
- ✓ AT
- DTB

Quando se varia a intensidade do som, alteramos que grandeza física?

- Velocidade
- Frequência
- Altura
- ✓ Amplitude

Quando se altera a altura do som, que grandeza física varia?

- Intensidade
- Velocidade
- ✓ Frequência
- Timbre

Que materiais disponíveis devemos utilizar para medir o comprimento de onda do sinal sonoro?

- Noz, garra e osciloscópio
- ✓ Fita métrica, altifalante, microfone e osciloscópio
- Osciloscópio e fita métrica
- Gerador de sinais e suporte universal

No vídeo, quais foram as fontes utilizadas para a emissão de sinais sonoros?

- Flauta, diapasão e voz de uma pessoa
- Telemóvel, voz de uma pessoa e gerador de sinais
- ✓ Voz de uma pessoa, diapasão e gerador de sinais
- Buzina, gerador de sinais e voz

⁷⁷ Utilização dos elementos dos jogos para atingir os objetivos de aprendizagem dos estudantes, de forma que estes sintam-se principalmente motivados.

3ª ETAPA: Simulação Computacional

A atividade experimental é realizada por intermédio de uma atividade experimental virtual, utilizando elementos digitais como as *Easy Java simulation*. Nesta etapa os professores poderão optar por realizar essa atividade na própria aula laboratorial ou em casa como uma forma de facilitar a aprendizagem dos estudantes mesmo depois que estes saem do laboratório.

Nota: O estudante deve ter o *Java Script* previamente instalado no computador.

Roteiro de exploração da Simulação da Atividade Experimental Virtual (AEV)

Para esta atividade experimental serão utilizadas duas simulações: “Ondas Sonoras” e “Virtual Oscilloscope”. Estas simulações são complementares, permitindo que os estudantes visualizem e estudem propriedades físicas das ondas, tais como amplitude, frequência, período e comprimento de onda, por intermédio de um sinal sonoro.

Atividade 1: **Osciloscópio Virtual**

1. Corre a simulação “Virtual Oscilloscope” do endereço:

<https://academo.org/demos/virtual-oscilloscope/>

2. Conecta um microfone ao teu computador.
3. Na caixa *input* seleciona a opção “Live input (5 V peak amplitude)”.
4. Emite diferentes sinais sonoros de vogais (a, e, i, o ou u) e descreve como esses sinais aparecem no “ecrã” do osciloscópio. Esses sons emitidos pela nossa voz são periódicos? São sinais puros ou complexos? (DICA: Usa a função “Freeze Live input” para imobilizar a imagem no osciloscópio)
5. As mesmas vogais, pronunciadas por um colega teu, têm a mesma representação no osciloscópio? Encontra uma explicação para o resultado que obtiveste e tenta relacionar isso com o timbre dos instrumentos musicais (NOTA: a garganta será um instrumento musical?).
6. Na caixa *input* seleciona a opção “Sine wave (amplitude 5 V)”.
7. Mede o período do sinal no osciloscópio e calcula a respetiva frequência.

8. Compara o valor da frequência calculada com o indicado na simulação. São iguais?
9. Altera o valor da frequência do sinal na simulação e prevê qual será o respectivo período.
10. Mede o período da onda no osciloscópio e compara com o da tua previsão. Coincidem?
11. Ainda na caixa *input* na opção “*Sine wave (amplitude 5 V)*”.
12. Altera o valor da amplitude do sinal na simulação para “1.5” na caixa “Oscilloscope gain”. Que valor prevê para a amplitude do sinal?
13. Compara o valor da amplitude medida com o indicado na simulação.

Atividade 2: **Ondas Sonoras**

1. Corre a simulação “Interferência de onda” do endereço:
<https://phet.colorado.edu/pt/simulation/legacy/wave-interference>
2. No menu “Som” seleciona em “Áudio” a opção “Som”
3. Sabe-se que a altura dos sinais sonoros está relacionada com a frequência do som, permitindo assim a distinção entre sinais agudos e graves. Como podemos fazer esta análise na simulação? Descreve, com as tuas palavras, o que fizeste e o que observaste, concluindo quando é que os sons são mais agudos ou mais graves.
4. Relativamente à intensidade sonora, podemos identificar se um som é forte ou fraco pela amplitude do sinal sonoro. Como podemos proceder para perceber isto na simulação? Descreve, com as tuas palavras, o que fizeste e o que observaste, relacionando quando o sinal é forte ou fraco.
5. No menu seleciona a opção “Fita métrica”, pausa a simulação e mede a distância entre as frentes de onda de máxima compressão. Que grandeza física foi medida?

Proposta de resolução do Roteiro de exploração da Simulação da Atividade Experimental Virtual (AEV)

Atividade 1: Osciloscópio Virtual

1. -
2. -
3. -
4. São periódicos e complexos.
5. Não, pois o timbre de voz é diferente. Assim como acontecem com os instrumentos musicais, o timbre da voz humana varia de acordo com vibração da laringe em conjunto com as cordas vocais.
6. -
7. Para cada oscilação completa temos 4 divisões. Como cada divisão mede 1 ms, temos que:

$$T = 4 \times 1 = 4 \text{ ms} = 4 \times 10^{-3} \text{ s} \qquad f = \frac{1}{T} = \frac{1}{4 \times 10^{-3}} \rightarrow f = 250 \text{ Hz}$$

8. Sim, são iguais.
9. Por exemplo, $f = 400 \text{ Hz}$. $T = \frac{1}{f} = \frac{1}{400} = 0,0025 \text{ s} = 2,5 \times 10^{-3} \text{ s} = 2,5 \text{ ms}$.
10. Para cada 1 ms/ div tem-se 2,5 divisões, como aparece no osciloscópio.
11. –
12. Para a opção 1,5, $A = 5 \times 1,5 \text{ V} \rightarrow A = 7,5 \text{ V}$
13. São iguais.

Atividade 2: Ondas Sonoras

1. -
2. -
3. Basta variar a barra de frequência que aparece no ecrã. Quando colocada uma frequência pequena os sons são mais sons graves e quando aumenta-se a frequência o som fica cada vez mais agudo.

4. Basta variar a barra de amplitude que aparece no ecrã abaixo da barra de frequência ou então ao variar a barra que aparece abaixo da opção “Som”. Quando aumenta-se a intensidade do som, a amplitude aumenta, caracterizando um som forte e ao diminuir da intensidade do som, a amplitude diminui sendo um som cada vez mais fraco.
5. Comprimento de onda.

AL 2.2 - Velocidade de propagação do som

Disciplina: Física e Química A

Componente: Física

Domínio: Ondas e Eletromagnetismo

Subdomínio: Ondas e Sinais

Ano: 11º ano

Objetivo: Investigar e determinar a velocidade de propagação de um sinal sonoro, pela medição indireta desta grandeza (lei horária do movimento), a partir de um vídeo introdutório para se preparar previamente para a atividade experimental realizada numa simulação.

Materiais Necessários: Computador; telemóvel (do tipo *smartphone*), caderno de registo e roteiro de exploração desta atividade.

Atividades Propostas: Vídeo; *Kahoot!*; Simulação computacional

Tempo total sugerido: 1 h 30 (30 min de preparação antes da aula e 1 h de aula ou depois da aula)

Palavras-Chave: Ondas sonoras. Velocidade do Som. Lei horária do movimento. Período. Frequência.

1ª ETAPA: Investigação prévia

Esta etapa é realizada pelos estudantes antes da atividade laboratorial. O vídeo introdutório é de curta duração, com 2 min 07 s, apresentando a atividade experimental (não é a execução de uma atividade experimental) com pormenores relevantes que tornam o estudante mais preparado para a experiência sobre a “Velocidade de propagação do som”, capacitando-o a discutir, com os colegas e o professor, a atividade e o respectivo roteiro de exploração (que deve ser entregue ao estudante previamente) de forma concreta e real sobre a execução da atividade experimental que vai realizar posteriormente.



Figura 4: Imagem do vídeo introdutório da AL 2.2

Roteiro de exploração do vídeo introdutório

1 - Observa o vídeo na sua totalidade.

1.1 - Retira as ideias principais da experiência, incluindo a Questão-Problema e o material necessário à montagem experimental.

1.2 - Regista os detalhes fornecidos sobre a atividade, para que a preparação e execução experimental seja a melhor possível.

2 - Analisa conceptualmente a atividade experimental.

2.1 - Quais são os conceitos que deves conhecer para realizar a experiência?

2.2 - A velocidade de propagação do som pode ser obtida por medição indireta. Como deves proceder?

2.3 - O software audacity auxilia-te no cálculo do valor da velocidade de propagação do som. Descreve o funcionamento do programa neste experimento.

2.4 - Haverá um comprimento mínimo que a mangueira deve ter? Faz a tua previsão e explica o teu raciocínio.

2.5 - As condições ambientais influenciam a velocidade de propagação do som no ar. Quais são esses fatores ambientais? Dá uma explicação científica para esta afirmação.

3 - Prepara o roteiro de exploração da atividade experimental.

3.1 - Faz uma descrição das etapas da experiência que deverás realizar, com base no vídeo introdutório.

3.2 - Atenta para os dados experimentais a recolher e a calcular, durante e após a experiência. Elabora tabelas de registo que facilitem o trabalho de recolha experimental.

4 - Monta e realiza a experiência e depois compara os resultados que obtiveste com as tuas previsões.

5 - Utiliza o esquema em forma de “V” (seção Enquadramento Teórico-Experimental) para construíres o teu relatório simplificado da atividade, englobando a Ala Conceptual (teoria), a Ala Metodológica (experiência) e a resposta à Questão-Problema.

Proposta de resolução do Roteiro de exploração do vídeo introdutório

1 - 1.1 – “Dois estudantes divertem-se a imaginar modos de medir a velocidade de propagação do som. Um deles sugere que se emita um som intenso na extremidade de um túnel, pois a diferença entre os instantes de partida e chegada à outra extremidade permite determinar esta velocidade. Será isto verdade?”. Microfone, mangueira, computador, blocos e algodão.

1.2 - O comprimento da mangueira deve ser previamente medido, o sinal sonoro deve ser produzido entre as extremidades da mangueira e deve ser colocado um algodão de forma a isolar o microfone de sons exteriores.

2 - 2.1 – Tempo, deslocamento e velocidade.

2.2 – Por intermédio da definição de velocidade média $v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$

2.3 – O software audacity nos auxiliará com a gravação do intervalo de tempo que o sinal sonoro demora a percorrer a mangueira, que nos permitir calcular a velocidade de propagação desse sinal sonoro.

2.4 - Sim, dado que precisa-se calcular o intervalo de tempo que o sinal sonoro demorar a percorrer a mangueira, caso seja um comprimento pequeno, o intervalo de tempo será ainda menor.

2.5 – O som é uma onda que necessita de um meio material para se propagar, ocorrendo compressões e rarefações do meio de propagação, sendo assim, as condições ambientais do meio, nomeadamente a temperatura e a humidade, irão influenciar a velocidade com que o som se propaga.

3 - 3.1 - Emitir um som entre as extremidades da mangueira, gravar o intervalo de tempo que o sinal sonoro demora a percorrer a mangueira utilizando o Audacity .

3.2 - Medir pelo menos 3 vezes o intervalo de tempo que o sinal sonoro demora para percorrer a mangueira e calcular a velocidade de propagação desse som, sendo conhecido o comprimento da mangueira.

4 - -

5 - -.

2ª ETAPA: Avaliação

O *Kahoot!* é composto por um conjunto de cinco perguntas (apresentadas abaixo) sobre o vídeo introdutório, o professor deverá realizá-lo nos minutos iniciais da aula laboratorial, na modalidade individual, para que seja feita uma discussão em grupo sobre a atividade que irá se realizar. Este é um método alternativo para avaliar se os estudantes se prepararam para a atividade, neste caso tendo como recurso a técnicas de *gamificação*⁷⁸ também utilizado para motivar os estudantes.

“11º ano - AL 2.2 Velocidade do Som”

No vídeo introdutório, qual foi o comprimento, previamente medido, da mangueira?

- ☐ 5 m
- ☐ 48 m
- ☐ 100 m
- ☒ 19 m

⁷⁸ Utilização dos elementos dos jogos para atingir os objetivos de aprendizagem dos estudantes, de forma que estes sintam-se principalmente motivados.

O software Audacity foi utilizado para realizar a análise de que grandeza física?

Velocidade

✓ Tempo

Comprimento de onda

Deslocamento

Em que local deverá ser emitido o sinal sonoro?

Muito longe da mangueira

✓ Junto as extremidades da mangueira

Em qualquer lugar

Apenas em uma das extremidades da mangueira

A velocidade de propagação do sonoro é calculado a partir da medição direta de quais grandezas?

Intervalo de tempo e aceleração

✓ Intervalo de tempo e deslocamento

Frequência e aceleração

Deslocamento e frequência

Que fatores ambientais influenciam a velocidade de propagação do som no ar?

Iluminação e temperatura do ar

Humidade do ar e iluminação

✓ Temperatura e humidade do ar

Iluminação e pressão do ar

3ª ETAPA: Simulação Computacional

A atividade experimental é realizada por intermédio de uma atividade experimental virtual, utilizando elementos digitais como as *Easy Java simulation*. Nesta etapa os professores poderão optar por realizar essa atividade na própria aula laboratorial ou em casa como uma forma de facilitar a aprendizagem dos estudantes mesmo depois que estes saem do laboratório.

Nota: O estudante deve ter o *Java Script* previamente instalado no computador.

Roteiro de exploração da Simulação

A simulação permite calcular a velocidade do som por intermédio da lei horária do movimento retilíneo uniforme.

1. Corre a simulação “Ondas Sonoras” do endereço:
<https://phet.colorado.edu/pt/simulation/legacy/sound>
2. No menu “Medida” encontrarás uma régua e um cronómetro como instrumentos de medida. Mede o intervalo de tempo Δt que uma frente de onda de máxima compressão demora a percorrer uma determinada distância d . Descreve como fizeste para realizar essas medições.
3. Com os valores recolhidos de Δt e d , calcula a velocidade do som no meio pela definição de velocidade.
4. Repete o procedimento 5 vezes e encontra o valor mais provável.
5. Mede a distância entre duas regiões consecutivas de máxima compressão da onda. Que grandeza é essa?
6. Determina o Período da onda a partir da frequência selecionada.
7. A velocidade de propagação do som pode ser obtida através do comprimento de onda (λ) e do período (T) do sinal ondulatório. Calcula o valor dessa velocidade.
8. Compara os valores obtidos em 4 e 7 e tira uma conclusão acerca das grandezas calculadas.
9. Com base no que exploraste nesta simulação, consegues criar, com as tuas palavras, uma definição para o conceito “velocidade de propagação de uma onda”?
10. Compara o valor obtido experimentalmente com valores tabelados e avaliar o erro percentual.

Proposta de resolução do Roteiro de exploração da Simulação da Atividade Experimental Virtual (AEV)

1. -

2. Por exemplo, ao colocar a régua alinhada a saída do som e ligar o cronómetro anotando o tempo inicial e final que a frente de onda percorreu os 5 metros, temos que:

$$\Delta x = 5 \text{ m}$$

$$t_{\text{inicial}} = 0,0161 \text{ s}$$

$$t_{\text{final}} = 0,0311 \text{ s}$$

$$3. \quad v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{5,0 \text{ m}}{0,0311 - 0,0161} \rightarrow v \cong 333,3 \text{ m/s}$$

4. -

5. Comprimento de onda. $\lambda = 1,7 \text{ m}$

$$6. \quad f = 200 \text{ Hz} \quad T = \frac{1}{200} \rightarrow T = 0,005 \text{ s}$$

7.

8. -

9. A velocidade de propagação de uma onda é a rapidez com que a onda se propaga em determinado meio.

$$10. \quad \text{Erro (\%)} = \left| \frac{\text{valor}_{\text{tabelado}} - \text{valor}_{\text{experimental}}}{\text{valor}_{\text{tabelado}}} \right| \times 100$$

AL 3.1- Ondas: absorção, reflexão, refração e reflexão total

Disciplina: Física e Química A

Componente: Física

Domínio: Ondas e Eletromagnetismo

Subdomínio: Ondas Eletromagnéticas

Ano: 11º ano

Objetivo: investigar os fenômenos de absorção, reflexão, refração e reflexão total da luz, determinar o índice de refração do meio ótico em relação ao ar e prever o ângulo crítico, que permite explicar o funcionamento de uma fibra ótica (reflexão total), a partir

de um vídeo introdutório para se preparar previamente para a atividade experimental realizada numa simulação.

Materiais Necessários: Computador; telemóvel (do tipo *smartphone*), caderno de registo e roteiro de exploração desta atividade.

Atividades Propostas: Vídeo; *Kahoot!*; Simulação computacional

Tempo total sugerido: 1 h 30 (30 min de preparação antes da aula e 1 h de aula ou depois da aula)

Palavras-Chave: Ondas Eletromagnéticas. Luz. Absorção da Luz. Reflexão da Luz. Refração da Luz. Reflexão total da Luz. Meios óticos. Ângulo crítico. Índice de Refração.

1ª ETAPA: Investigação prévia

Esta etapa é realizada pelos estudantes antes da atividade laboratorial. O vídeo introdutório é de curta duração, com 4 min 08 s, apresentando a atividade experimental (não é a execução de uma atividade experimental) com pormenores relevantes que tornam o estudante mais preparado para a experiência sobre a “Ondas: absorção, reflexão, refração e reflexão total”, capacitando-o a discutir, com os colegas e o professor, a atividade e o respectivo roteiro de exploração (que deve ser entregue ao estudante previamente) de forma concreta e real sobre a execução da atividade experimental que vai realizar posteriormente.



Figura 5: Imagem do vídeo introdutório da AL 3.2

Roteiro de exploração do vídeo introdutório

- 1- 1 - Observa o vídeo na sua totalidade.
 - 1.1 - Retira as ideias principais da experiência, incluindo a Questão-Problema e

o material necessário à montagem experimental.

1.2 - Regista os detalhes fornecidos sobre a atividade, para que a preparação e execução experimental seja a melhor possível.

2 - Analisa conceptualmente a atividade experimental.

2.1 - Quais são os conceitos que deves conhecer para realizar a experiência?

2.2 - Faz um pequeno texto sobre o que prevês para o comportamento da luz na presença de cada material apresentado no vídeo.

2.3 - As refrações vidro-ar e ar-vidro terão as mesmas características? Explica o teu raciocínio e prevê em que condições deverá ocorrer a reflexão total da luz.

2.4 - Investiga e descreve o funcionamento de uma fibra óptica.

3 - Prepara o roteiro de exploração da atividade experimental.

3.1 - Faz uma descrição das etapas da experiência que deverás realizar, com base no vídeo introdutório.

3.2 - Atenta para os dados experimentais a recolher e a calcular, durante e após a experiência. Elabora tabelas de registo que facilitem o trabalho de recolha experimental.

4 - Monta e realiza a experiência e depois compara os resultados que obtiveste com as tuas previsões.

5 - Utiliza o esquema em forma de “V” (seção Enquadramento Teórico-Experimental) para construíres o teu relatório simplificado da atividade, englobando a Ala Conceptual (teoria), a Ala Metodológica (experiência) e a resposta à Questão-Problema.

Proposta de resolução do Roteiro de exploração do vídeo introdutório

1.1 – “Nas grandes cidades existem antenas parabólicas que estão colocadas em torres altas em relação ao solo. Elas permitem a propagação das micro-ondas utilizadas nas comunicações por telemóveis e via satélite. Como podemos interpretar fisicamente essa propagação?”. Calha ótica, materiais diversos, lente semicircular, disco de Hartl, laser e suporte elevatório.

1.2 – Ter cuidado ao manusear a luz laser, nivelar o suporte elevatório para que o feixe de luz laser incida rasante no disco de Hartl e alinhar a lente semicircular.

2 - 2.1 – Absorção, reflexão, refração e reflexão total da luz

2.2 – A luz pode propagar-se não somente no vácuo, pois também tem a capacidade de se propagar em outros meios. Contudo diferentes meios materiais comportam-se de forma distinta ao serem atravessados pelos raios de luz, ou até mesmo impedem a propagação desses raios através de seu interior, por isto esses materiais podem ser classificados em transparentes, translúcidos ou opacos.

2.3 – Não, pois como o índice de refração desses meios são diferentes, quando a luz passar de um meio menos refringente (menor índice de refração) para outro mais refringente (maior índice de refração), o raio refratado aproxima-se da normal, como no caso da refração ar-vidro. E quando a luz passar de um meio mais refringente para outro menos refringente, como no caso da refração vidro-ar, o raio sofre um desvio afastando-se da normal, sendo apenas nesse caso que ocorre a reflexão total da luz.

2.4 - A propagação da luz ao longo de uma fibra óptica explica-se segundo o fenômeno de reflexão total interna que ocorre na interface que possuem índice de refrações diferentes, pois para ocorrer reflexão total é necessário que o ângulo de incidência na interface da fibra seja superior a um certo ângulo crítico. Esse ângulo crítico pode ser determinado pela lei de Snell. Tem-se, assim, que para haver propagação ao longo da fibra é necessário que a luz incida na interface com um ângulo superior ao ângulo crítico.

3 - Prepara o roteiro de exploração da atividade experimental.

3.1 - Estudar o comportamento da luz na presença de diversos materiais ao incidir luz nesses materiais. Medir os ângulos de incidência, de reflexão e de refração ao incidir na lente semicircular para diferentes ângulos de incidência. Analisar o que acontece à luz enviada para o interior de uma fibra ótica.

3.2 - Construir o gráfico do seno do ângulo de refração em função do seno do ângulo de incidência para determinar o índice de refração relativo dos dois meios.

4 - -

5 - -

2ª ETAPA: Avaliação

O *Kahoot!* é composto por um conjunto de cinco perguntas (apresentadas abaixo) sobre o vídeo introdutório, o professor deverá realizá-lo nos minutos iniciais da aula laboratorial, na modalidade individual, para que seja feita uma discussão em grupo sobre a atividade que irá se realizar. Este é um método alternativo para avaliar se os

estudantes se prepararam para atividade, neste caso tendo como recurso a técnicas de *gamificação*⁷⁹ também utilizado para motivar os estudantes.

“11º ano - AL 3.1 Ondas - absorção, reflexão, refração e reflexão total”

O disco de Hartl é utilizado para realizar que medida?

- ✓ Da intensidade da luz
- ✓ Dos ângulos
- ✓ Das distâncias
- ✓ Das áreas

É preciso ter cuidado ao manusear a luz laser para que ela não...

- ✓ incida diretamente nos olhos
- ✓ incida diretamente na pele
- ✓ incida rasante ao disco de Hartl
- ✓ queime a pele

Qual foi o material utilizado para a observar a lei da refração?

- ✓ Filtro azul
- ✓ Espelho plano
- ✓ Glicerina
- ✓ Lente Semicircular

Qual é o gráfico que deverá ser construído utilizando os dados experimentais?

- ✓ Seno do ângulo de reflexão x índice de refração
- ✓ Seno do ângulo de reflexão x seno do ângulo de incidência
- ✓ Seno do ângulo de refração x índice de refração
- ✓ Seno do ângulo de refração x seno do ângulo de incidência

A propagação da luz no interior das fibras óticas deve-se à:

- ✓ Dupla refração da luz
- ✓ Polarização da luz
- ✓ Reflexão total da luz
- ✓ Interferência da luz

⁷⁹ Utilização dos elementos dos jogos para atingir os objetivos de aprendizagem dos estudantes, de forma que estes sintam-se principalmente motivados.

3ª ETAPA: Simulação Computacional

A atividade experimental é realizada por intermédio de uma atividade experimental virtual, utilizando elementos digitais como as *Easy Java simulation*. Nesta etapa os professores poderão optar por realizar essa atividade na própria aula laboratorial ou em casa como uma forma de facilitar a aprendizagem dos estudantes mesmo depois que estes saem do laboratório.

Nota: O estudante deve ter o Java Script previamente instalado no computador.

Roteiro de exploração da Simulação da Atividade Experimental Virtual (AEV)

1. Corre a simulação “Desvio de Luz” do endereço:
<https://phet.colorado.edu/pt/simulation/legacy/bending-light>
2. Enuncia, com as tuas palavras, quais são as Leis da reflexão que aprendeste. Como podemos analisar essas leis utilizando a simulação? Descreve o que fizeste e os resultados que encontraste.
3. Enuncia, com as tuas palavras, a Lei de Snell - Descartes. Como podemos investigar essa lei utilizando a simulação? Descreve como procedeste e coloca numa tabela os resultados que obtiveste (quatro ou cinco valores diferentes).
4. Com os dados da tabela constrói um gráfico que te permita determinar o índice de refração relativo dos dois meios, a partir da equação da reta de regressão.
5. É possível observar o fenômeno da reflexão total nesta simulação? Começa por prever o ângulo crítico da reflexão total entre o meio e o ar.
6. Descreve o procedimento a ter na simulação para determinar o ângulo crítico da reflexão total e compara o valor obtido experimentalmente com o da tua previsão.
7. Agora relaciona a investigação que fizeste acerca da fibra ótica com o fenômeno da reflexão total da luz que acabaste de estudar.

Proposta de resolução do Roteiro de exploração da Simulação da Atividade Experimental Virtual (AEV)

1. –
2. O raio incidente, o raio refletido e a normal à superfície refletora no ponto de incidência encontram-se no mesmo plano e o ângulo de incidência é igual ao ângulo de reflexão. Na "Introdução" da simulação, ao ligar a luz laser, parte dela é refletida e parte dela refratada, verificando a ocorrência da primeira lei da reflexão. Ao colocar o transferidor na interface entre os dois meios é possível verificar a segunda lei da reflexão, pois ao variar o ângulo de incidência e medir o mesmo, ao medir o ângulo de reflexão, observa-se que os mesmos são iguais.
3. A luz ao passar de um meio para outro sofre refração, quando esses meios possuem índice de refração diferente, sendo assim, é acompanhada de mudança de direção dos raios luminosos, pois há uma diferença de velocidade de propagação da luz nos diferentes meios. Assim, a lei da refração pode ser expressa matematicamente através da seguinte expressão $n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$. . Ao escolher os meios podemos confirmar o índice de refração desses meios por intermédio da Lei de Snell – Descartes ao colocar o transferidor na interface entre os dois meios e medir o ângulo de incidência e o de refração.
4. -
5. Sim, ao observar o maior ângulo de incidência possível que ainda resulta em um raio refratado, sendo este o ângulo crítico, sendo assim, o raio refratado estará na fronteira entre os dois meios.

Sim, Por exemplo: ao escolher os meios ar e água, temos que:

$$n_{ar} = 1$$

$$n_{agua} = 1,33$$

Por intermédio da Lei de Snell-Descartes, temos que:

$$\theta_c = \arcsin \frac{n_{ar}}{n_{agua}} = \arcsin \frac{1}{1,33} \rightarrow \theta_c = 48,6^\circ \approx 50^\circ$$

6. Na simulação ao incidir a luz laser no meio com índice de refração maior para um com índice menor a partir do momento que a luz for completamente refletida pela fronteira temos o fenômeno da reflexão total, o ângulo crítico vale 50° . Sendo assim, são iguais.
7. A propagação da luz ao longo de uma fibra óptica explica-se segundo o fenômeno de reflexão total interna que ocorre na interface que possuem índice

de refrações diferentes, pois para ocorrer reflexão total é necessário que o ângulo de incidência na interface da fibra seja superior a um certo ângulo crítico.

AL 3.2 Comprimento de onda e difração

Disciplina: Física e Química A

Componente: Física

Domínio: Ondas e Eletromagnetismo

Subdomínio: Ondas Eletromagnéticas

Ano: 11º ano

Objetivo: Investigar o fenómeno da difração analisando todos os seus efeitos, determinar o comprimento de onda da luz de um laser a partir do padrão de interferência de uma rede de difração e compreender a utilidade da espectroscopia na sociedade e suas aplicações tecnológicas a partir de um vídeo introdutório para se preparar previamente para a atividade experimental realizada numa simulação.

Materiais Necessários: Computador; telemóvel (do tipo *smartphone*), caderno de registo e roteiro de exploração desta atividade.

Atividades Propostas: Vídeo; *Kahoot!*; Simulação computacional

Tempo total sugerido: 1 h 30 (30 min. de preparação antes da aula e 1 h de aula ou depois da aula)

Palavras-Chave: Difração. Comprimento de onda. Rede de Difração. Espectroscopia.

1ª ETAPA: Investigação prévia

Esta etapa é realizada pelos estudantes antes da atividade laboratorial. O vídeo introdutório é de curta duração, com 4 min. 01 s, apresentando a atividade experimental (não é a execução de uma atividade experimental) com pormenores relevantes que tornam o estudante mais preparado para a experiência sobre o “Comprimento de onda e difração”, capacitando-o a discutir, com os colegas e o professor, a atividade e o respectivo roteiro de exploração (que deve ser entregue ao estudante previamente) de forma concreta e real sobre a execução da atividade experimental que vai realizar posteriormente.



Figura 6: Imagem do vídeo introdutório da AL 3.2

Roteiro de exploração do vídeo introdutório

1 - Observa o vídeo na sua totalidade.

1.1 - Retira as ideias principais da experiência, incluindo a Questão-Problema e o material necessário à montagem experimental.

1.2 - Regista os detalhes fornecidos sobre a atividade, para que a preparação e execução experimental seja a melhor possível.

2 - Analisa conceptualmente a atividade experimental.

2.1 - Quais são os conceitos que deves conhecer para realizar a experiência?

2.2 - O que deverá ocorrer ao padrão de interferência com a diminuição (ou aumento) da abertura da fenda?

2.3 - Haverá diferenças entre o padrão de difração criado por uma fenda e o criado por duas fendas? Faz uma previsão, justificando o melhor possível as tuas ideias.

2.4 - O que deverá ocorrer ao padrão de interferência para 3 ou mais fendas, relativamente ao obtido para duas fendas?

2.5 - Relaciona a utilização das redes de difração com a identificação de características físico-químicas das fontes de luz.

2.6 - Explica a diferença entre espectros contínuos e descontínuos, dando como exemplo as lâmpadas apresentadas no vídeo.

2.7 - Investiga e descreve a importância tecnológica do uso da espectroscopia.

3 - Prepara o roteiro de exploração da atividade experimental.

3.1 - Faz uma descrição das etapas da experiência que deverás realizar, com base no vídeo introdutório.

3.2 - Atenta para os dados experimentais a recolher e a calcular, durante e após a experiência. Elabora tabelas de registo que facilitem o trabalho de recolha experimental.

4 - Monta e realiza a experiência e depois compara os resultados que obtiveste com as tuas previsões.

5 - Utiliza o esquema em forma de “V” (seção Enquadramento Teórico-Experimental) para construíres o teu relatório simplificado da atividade, englobando a Ala Conceptual (teoria), a Ala Metodológica (experiência) e a resposta à Questão-Problema.

Proposta de resolução do Roteiro de exploração do vídeo introdutório

1- 1.1 - "Podemos avaliar a qualidade da luz da iluminação das nossas casas, pelo mesmo processo que os cientistas conhecem a composição das estrelas e planetas, a partir da luz emitida pelas lâmpadas?". Fonte de luz laser, redes de difração, fendas, lâmpadas, anteparos, calha óptica e elevador

1.2 – Cuidado ao manusear a luz laser.

2 - 2.1 - Comprimento de onda e difração

2.2 - O padrão de interferência muda.

2.3 – Sim, pois o efeito de difração observado quando a luz passa por cada uma das fendas é o mesmo discutido quando o experimento foi realizado com apenas uma fenda, mas o resultado final em qualquer direção depende da diferença de caminho entre as duas contribuições. Assim, a luz que passa por uma fenda interfere com a que passa pela outra fenda, produzindo no anteparo franjas de máximos e mínimos de luz.

2.4 – O resultado final será novamente diferente.

2.5 – O espectro contínuo mostra uma gama variada e ininterrupta de cores com todas as cores emitidas, como por exemplo a luz led que aparece no vídeo. Já espectro descontínuo não apresentam contínuo de radiação, mas sim riscas que foram apresentados como exemplo no vídeo as lâmpadas de led multicolorida, sódio e economizadora.

2.6 – A rede de difração é utilizada para observar e descrever o padrão espectral das fontes de luz, sendo possível identificar e determinar a concentração de diferentes espécies químicas.

2.7 - Na medicina (ressonância magnética), na indústria (pirômetros), na astronomia (informações químicas das estrelas e planetas), na química forense....

3 - 3.1 - Ligar um laser e incidir-la num alvo. Apontar o feixe perpendicularmente para uma fenda de abertura variável e variar as aberturas para observar as variações na forma da zona iluminada. Realizar o mesmo procedimento, mas intercalando fendas múltiplas entre o feixe e o alvo. Usando uma rede de difração de característica conhecida determinar o comprimento de onda da luz laser. Por fim, visualizar o espectro de diferentes lâmpadas usando uma rede de difração.

3.2 - Calcular a distância entre duas fendas consecutivas (d) para determinar o comprimento de onda da luz laser a partir da expressão $n \lambda = d \sin \theta$

4 - -

5 - -

2ª ETAPA: Avaliação

O *Kahoot!* é composto por um conjunto de cinco perguntas (apresentadas abaixo) sobre o vídeo introdutório, o professor deverá realizá-lo nos minutos iniciais da aula laboratorial, na modalidade individual, para que seja feita uma discussão em grupo sobre a atividade que irá se realizar. Este é um método alternativo para avaliar se os estudantes se prepararam para atividade, neste caso tendo como recurso a técnicas de *gamificação*⁸⁰ também utilizado para motivar os estudantes.

“11º ano - AL 3.2- Comprimento de onda e difração”

A identificação de características físico-químicas das fontes de luz pode ser feita utilizando:

Fendas simples

Fendas duplas

✓ Redes de difração

Anteparos

¹ Utilização dos elementos dos jogos para atingir os objetivos de aprendizagem dos estudantes, de forma que estes sintam-se principalmente motivados.

A medicina, a astronomia e a química forense são exemplos da aplicação tecnológica da...

- ✓ Espectroscopia
- Ecografia
- Holografia
- Fluoroscopia

No vídeo, o padrão de difração mudou de acordo com...

- o comprimento de onda e o índice de refração do meio
- o número de fendas e o índice de refração do meio
- a largura da fenda e o índice de refração do meio
- ✓ o número de fendas e a largura das fendas

Quais das lâmpadas apresentadas no vídeo tinham um espectro descontínuo?

- Led, sódio e economizadora
- ✓ Led multicolorida, sódio e economizadora
- Led, sódio e led multicolorida
- Led, led multicolorida e economizadora

Conhecendo o valor da distância entre duas fendas consecutivas pode-se determinar que grandeza?

- A intensidade luminosa
- O índice de refração do meio
- ✓ O comprimento de onda da luz laser
- A velocidade da luz laser

3ª ETAPA: Simulação Computacional

A atividade experimental é realizada por intermédio de uma atividade experimental virtual, utilizando elementos digitais como as *Easy Java simulation*. Nesta etapa os professores poderão optar por realizar essa atividade na própria aula laboratorial ou em casa como uma forma de facilitar a aprendizagem dos estudantes mesmo depois que estes saem do laboratório.

Nota: Devido a problemas de segurança no JAVA, alguns navegadores deixaram de suportar animações nesta linguagem. Todavia, outros navegadores deixam à consideração dos utilizadores a confiança nos sites que correm estas animações.

Windows: - Pale Moon (recomendado): versão a 32 bits

Macintosh: - Safari (recomendado)

Roteiro de exploração da Simulação da Atividade Experimental Virtual (AEV)

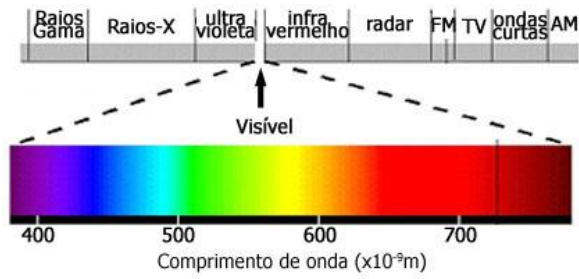
Esta simulação é composta por várias animações, das quais algumas permitem a visualização de padrões de difração de forma qualitativa. Para uma abordagem quantitativa, usam-se animações com uma rede de difração e uma fonte de luz. Dependendo da animação, é possível alterar o comprimento de onda da luz ou o espaçamento entre as fendas.

1. Corre a simulação “Difração” do endereço:
<http://www.fc.up.pt/physletspt/ebook/animacoes/Otica/index.htm/>
2. A “Ilustração 38.1” mostra o que acontece quando a luz passa através de uma fenda estreita e de uma fenda larga. Descreve o que observas, ressaltando as diferenças nos efeitos produzidos sobre a luz pela largura da fenda.
3. Na mesma ilustração, podes alterar o comprimento de onda da luz emitida pela fonte (cor da luz laser). Ao variar o comprimento de onda, o padrão de difração também se altera? Descreve quais os diferentes efeitos provocados pela alteração do comprimento de onda.
4. No “Problema 38.5”, escolhe um valor para o “Número de fendas por mm”.
5. Podemos chamar d à distância entre fendas adjacentes numa rede de difração. A partir do número de fendas por milímetro escolhido, calcula a distância d entre duas fendas consecutivas. Descreve como fizeste isto.
6. Admitindo que θ é o ângulo entre a direção do feixe incidente na rede e a do feixe difratado, utiliza o transferidor, disponível na simulação, para medir esse ângulo. Descreve como o fizeste.

7. Com o auxílio da expressão $n \cdot \lambda = d \sin \theta$, onde n ($= 0, 1, 2, \dots$) é o número da ordem da difração, calcula o comprimento da onda da luz do laser. Apresenta todas as etapas de resolução. Qual deveria ser, então, a cor da luz laser?
8. No “Problema 38.6”, escolhe um valor para o “Comprimento de onda (nm)”.
9. Utiliza o transferidor, disponível na simulação, para medir o ângulo θ para uma das ordens da difração apresentadas na animação.
10. Usando a mesma expressão utilizada no passo (7), calcula o espaçamento entre as fendas (d). Apresenta todas as etapas de resolução.

Proposta de resolução do roteiro de exploração da Simulação da Atividade Experimental Virtual (AEV)

1. -
2. Quando as ondas de luz passam através de uma fenda, o tamanho da fenda determina a dimensão do padrão de difração.
3. Quando as ondas de luz passam através de uma fenda o comprimento de onda também determina a dimensão do padrão de difração.
4. Por exemplo, 250.0 fendas/mm
5. Por exemplo, 250.0 fendas/mm $d = \frac{1 \text{ mm}}{250,0} = 4 \times 10^{-6} \text{ m}$
6. O ângulo θ corresponde ao ângulo de desvio entre o feixe incidente na rede e o feixe difratado onde aparece a franja de luz em relação ao máximo central. Coloca-se o transferidor então o transferidor próximo da rede, e mede-se o ângulo entre o feixe incidente na rede e a o feixe difratado adjacente. Por exemplo, para 250,0 fendas/mm, $\theta = 7,8^\circ$
7. $n \cdot \lambda = d \sin \theta$,
 para $n = 1$, $\lambda = 4 \times 10^{-6} \sin 7,8^\circ$
 $\lambda = 542,9 \times 10^{-9} \text{ m} \approx 543 \text{ nm}$
 Luz de cor verde



8. -

9. Por exemplo, para $\lambda = 647,0 \text{ nm}$, $\theta = 6,0^\circ$

10. $n \cdot \lambda = d \sin \theta$, para $n = 1$, $d = \frac{\lambda}{\sin \theta} = \frac{647 \times 10^{-9}}{\sin 6,0^\circ}$

$$d = 6,2 \times 10^{-6} \text{ m}$$

Apêndice 3: Grelhas de observação estudante com NEE

		Parâmetros observados		
Ano	Atividades	Execução das tarefas	Motivação e Satisfação	Distração e cansaço
11º	AL 1.1	3	5	5
	AL 1.2	3	5	5
	AL 1.3	4	5	5
	AL 2.1	3	5	5
	AL 2.2	3	5	5
	AL 3.1	3	5	5
	AL 3.2	3	4	4
10º	AL 1.1	3	4	5
	AL 1.2	3	4	5
	AL 2.1	3	5	5
	AL 3.1	4	5	5
	AL 3.2	3	5	5
	AL 3.3	4	5	5

	ESCALA UTILIZADA	NÍVEIS DE EMPENHO
Execução das tarefas	Sem ajuda, com facilidade e autonomia total	5
	Sem ajuda, com facilidade e autonomia	4
	Com ajuda verbal	3
	Com ajuda na execução	2
	Com total incapacidade de execução	1
Motivação e Satisfação	Muita satisfação e motivação	5
	Alguma satisfação e motivação	4
	Pouca satisfação e motivação	3
	Nenhuma satisfação e motivação	2
	Não executa a atividade	1
Distração e Cansaço	Nenhuma distração ou cansaço	5
	Pouca distração ou cansaço	4
	Alguma distração ou cansaço	3
	Muita distração ou cansaço	2
	Não executa a atividade	1

Dimensões	Indicadores	1º ano																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
		AL 11					AL 12					AL 13					AL 21					AL 22					AL 31					AL 32																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Aplicabilidade do projeto	A linguagem é adequada ao nível cognitivo do aluno.				x					x					x											x																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														

[illegible]

Apêndice 4: Observação das aulas

Escola 1: Região central do Porto

● Diário de Bordo

Data: 10/05/2021 Horário: 10h25 às 13h25

Caraterização dos estudantes

Número de estudantes: 22 (Rapazes: 13 / Raparigas: 9)

Média de idades: 14 anos Número de estudantes com NEE: 3 (1 Asperger e 2 Dislexia)

Contexto de sala de aula: segmentos da aula laboratorial A.L 2.1

HORA	ATIVIDADE	OBSERVAÇÕES
1 ^a	<i>Kahoot!</i> Preparação das tabelas para a coleta de dados Realização da prática	Os estudantes ficam extremamente envolvidos com o <i>Kahoot!</i> E durante o jogo comentam que sabem a resposta por assistirem o vídeo. Ao prepararem as tabelas e o relatório os estudantes comparam as informações que estão no manual e as do vídeo introdutório
2 ^a	Preparação do relatório Discussão dos dados	Na preparação do relatório os estudantes discutem as dúvidas que surgem e em relação à prática e trazem para a discussão informações que virem no vídeo introdutório e na simulação. Contudo, apesar de realizarem a atividade de diferentes formas (teórica, simulação e prática) poucas vezes associam todas as informações. Parece que os estudantes não retêm as informações.
3 ^a	Preparação do relatório Discussão dos dados Perguntas sobre a utilização das ferramentas do VLAB-FIS	Perguntei aos estudantes o que eles acharam das ferramentas disseram que são mais dinâmicos e por isso estimula-os mais. A simulação preparou-os para a montagem da atividade (“perdemos menos tempo e sabíamos mais ou menos o que tinha que ser feito”). Os vídeos estimulou-os.

Observações: A professora optou por realizar a simulação antes da aula laboratorial para que os estudantes estivessem mais preparados para realizarem a prática no laboratório.

Os estudantes fazem os relatórios de todas as atividades, contudo a professora comentou que pensa em modificar essa estratégia dos relatórios e pensa em utilizar os relatórios simplificados em forma de “V” de Gowin, pois acha que essa ferramenta facilitará mais a aprendizagem dos estudantes do que os relatórios tradicionais.

A professora evidenciou uma situação em relação a utilização das TIDC, para ela, os estudantes poucas vezes sabem efetivamente utilizar essas ferramentas. Em relação aos jogos eles sabem utilizar, mas ao trabalhar com outros (calculadora gráfica, simulação, Tracker...) eles demonstram muito dificuldade em aprender a trabalhar com essas ferramentas.

Os estudantes fazem os gráficos em papel milimetrado e também na calculadora gráfica.

Data: 17/05/2021

Horário: 10h25 às 13h25

Caraterização dos estudantes

Número de estudantes: 22 (Rapazes: 15 / Raparigas: 7)

Média de idades: 14 anos Número de estudantes com NEE: 3 (1 Asperger e 2 Dislexia)

Contexto de sala de aula: segmentos da aula laboratorial A.L 1.2

HORA	ATIVIDADE	OBSERVAÇÕES
1 ^a	Sala de computadores <i>Tracker</i>	A professora preparou e disponibilizou um guião para os estudantes conseguirem utilizar o <i>Tracker</i> . Análise dos vídeos: bola de borracha e piso de madeira, bola de voleibol e piso de madeira. Perguntei aos estudantes o que acharam do <i>Tracker</i> . Disseram-me que gostaram de utilizar esse programa, pois é muito intuitivo e com o guião fica mais fácil de utilizá-lo.

2ª	Sensor CBR Análise dos dados	Os estudantes fizeram análise dos dados que recolheram no <i>Tracker</i> e fizeram a aquisição de dados no CBR com a professora. Os estudantes relataram que foi mais fácil trabalhar com o <i>Tracker</i> do que com o CBR, pois para fazer o gráfico era mais intuitivo e fácil de fazer a recolha dos dados.

Observações: Mesmo com o guião a mostrar todos os passos, os estudantes apresentam algumas dificuldades, mas conseguem trabalhar bem como o programa e fazer as respetivas análises. Contudo em muitos momentos pedem o auxílio da professora.

- **Grelha de observação**

[illegible]

	O <i>Kahoot!</i> avalia se os estudantes viram ou não o vídeo introdutório previamente			x				x
	A simulação é utilizada facilmente pelos estudantes						x	
	Os estudantes tiveram dificuldades na realização do roteiro de exploração da simulação						x	
	O <i>Tracker</i> é utilizado facilmente pelos estudantes			x				
	Os estudantes conseguiram explorar todos os vídeos utilizando o <i>Tracker</i>			x				
	O projeto sofreu adequações nesta turma			x				x
	Os estudantes participaram ativamente de todas as atividades do projeto			x				x
	O projeto prepararam melhor os estudantes para as aulas laboratoriais			x			x	
Promoção do trabalho autônomo dos estudantes e da aquisição de métodos de estudo e de motivação por parte do professor	Mobilizou os estudantes para a aprendizagem, fomentando a participação ativa dos estudantes no processo de ensino/aprendizagem			x				x
	Estimulou a curiosidade			x				x
	Orientou o trabalho dos estudantes com base em instruções precisas do projeto		x				x	
	Promoveu a autonomia dos estudantes			x				x

	Estimulou a aplicação do projeto de trabalho e de estudo					x					x
	Promoveu o autoconhecimento e a autoformação dos estudantes					x					x
	Leva os estudantes, de forma coerente, a cumprir as regras definidas pelo projeto					x					x
Feedback das aprendizagens por parte do professor	Revelou capacidade de responder, de forma adequada e oportuna, às fragilidades/dúvidas manifestadas pelo(s) estudante(s) sobre o projeto em momento de aula					x					x
	Revelou capacidade de utilização dos resultados da avaliação (<i>Kahoot!</i>) dos estudantes para preparar, organizar e realizar atividades diversificadas e adequadas					x					x
	Promoveu a autorreflexão sobre as aprendizagens adquiridas, estimulando a deteção e a partilha das dificuldades					x					x

Observações: a professora opta por utilizar as simulações e o *Kahoot!* como preparação para as atividades laboratoriais, sendo assim , leva os estudantes à sala de computadores para realizarem a atividade na aula anterior a aula laboratorial. AL 1.2 Não fizeram o *Kahoot!*

Escola 2: Almada em Lisboa

● Diário de bordo

Data: 22/04/2021 Horário: 8h30 às 10h40

Caraterização dos estudantes

Número de estudantes: 27 (Rapazes: 12 / Raparigas: 15)

Média de idades: 14 anos Número de estudantes com NEE: 0

Contexto de sala de aula: segmentos da aula laboratorial A.L 1.1

HORA	ATIVIDADE	OBSERVAÇÕES
1ª	<i>Kahoot!</i> Discussão sobre a atividade	A aula inicia-se com o <i>Kahoot!</i> Em seguida o professor explica a atividade laboratorial e propõe uma discussão sobre a melhor forma de recolha dos dados para os estudantes perceberem melhor a execução da atividade.
2ª	Recolha de dados Discussão dos conceitos	Os estudantes discutem constantemente com o professor e com os colegas a melhor forma de executar a experiência.

Observações: Apenas o primeiro turno participou (12 estudantes).

Devido as regras de distância de segurança, um estudante faz atividade, outro controla os dados do sensor e um terceiro aponta os resultados no quadro para que todos tenham acesso aos dados. O professor faz a filmagem de toda a atividade (depois irá reparar cada lançamento) para que os estudantes possam analisar os vídeos utilizando o Tracker.

Os estudantes discutem em grande grupo a melhor maneira de fazerem as recolhas de dados e optam por fazerem 5 ensaios para cada posição e depois escolherão os três melhores resultados. O professor sempre estimula-os com perguntas e questões que os leve a pensar criticamente.

A tarefa tem como foco verificar os conceitos que os estudantes devem levar em conta nesta atividade, portanto são colocadas uma série de questões que relacionam a atividade à questões também presentes do cotidiano.

Uma das estudantes questionou o professor porque no vídeo preparatório tinha um transferidor e na atividade realizada por eles não tinha. O professor começa a discussão sobre a inclinação da rampa e explica que podem fazer pela altura e pela distância da rampa.

Assisti as duas primeiras horas de aula, via zoom, pois a seguir já não seria aplicado nenhuma atividade do projeto. O Tracker será realizado pelos estudantes num segundo momento e não na aula que eu assisti, pois o professor optou por utilizar as próprias filmagens realizadas em sala e essas precisam de edição (cortes) para depois serem analisadas.

Data: 27/05/2021 Horário: 8h30 às 11h40

Caraterização dos estudantes

Número de estudantes: 27 (Rapazes: 12 / Raparigas: 15)

Média de idades: 14 anos Número de estudantes com NEE: 0

Contexto de sala de aula: segmentos da aula laboratorial A.L 3.2 e 3.3

HORA	ATIVIDADE	OBSERVAÇÕES
1 ^a	<i>Kahoot!</i> Preparação da atividade	A aula inicia-se com o <i>Kahoot!</i> Os estudantes iniciam a preparação para a atividade. Os materiais a serem utilizados estão na bancada, contudo os estudantes que discutem preparam toda a atividade. Aquecem a água e fragmentam o gelo. A atividade 3.3 era realizada juntamente com o professor assistente que auxiliava os estudantes na preparação da atividade para a coleta de dados
2 ^a	Coleta de dados	Cada grupo fez a recolha dos dados de cada uma das atividades.
3 ^a	Análise dos dados	Uma vez que os estudantes coletaram muitos dados nessas experiências, os professor optou por utilizar o <i>Excel</i> para que os estudantes aprendam também a utilizar essa ferramenta.

Observações: Apenas o primeiro turno participou (12 estudantes).

Devido ao confinamento e feriados, os conteúdos a serem lecionados estavam atrasados e, por esse motivo, o professor fez as atividades 3.2 e 3.3 no mesmo dia. Havia três bancadas com as atividades (duas 3.3 e uma 3.2), os estudantes estavam divididos em três grupos e “rodavam” para cada hora um realizar uma atividade.

Nessas atividades os estudantes não tiveram tanta autonomia para montarem a experiência. Apenas quando iam fazer a recolha dos dados (depois que tudo estava preparado) era que ficam sozinhos.

Além de utilizar os roteiros deixados pelo professor, os estudantes recorriam ao vídeo para tirarem algumas dúvidas antes da coleta dos dados.

Data: 17/06/2021 **Horário:** 11h10 às 12h40

Caraterização dos estudantes

Número de estudantes: 27 (Rapazes: 12 / Raparigas: 15)

Média de idades: 14 anos Número de estudantes com NEE: 0

Contexto de sala de aula: segmentos da aula laboratorial A.L 3.1

HORA	ATIVIDADE	OBSERVAÇÕES
1ª (11 h 10 às 11 h 40)	<i>Kahoot!</i> Discussão sobre a atividade	A aula inicia-se com o <i>Kahoot!</i> Em seguida o professor explica a atividade laboratorial e propõe uma discussão sobre a melhor forma de recolha dos dados para os estudantes perceberem melhor a execução da atividade.
2ª (11 h 40 às 12 h 30)	Recolha de dados Discussão dos conceitos	Os estudantes discutem constantemente com o professor e com os colegas a melhor forma de executar a experiência.

Observações: Apenas o segundo turno participou (12 estudantes).

O professor realiza agora as o *Kahoot!* Com a turma inteira, mesmo os estudantes do primeiro turno já tendo feito. Utiliza uma opção de competir com “fantasmas” e assim

os estudantes do segundo turno “competem” com os resultados obtidos pelos estudantes do segundo turno, deste modo a turma toda é avaliada e os resultados são da turma toda e não por turnos.

As atividades já estão pré montadas, por tanto os estudantes só fazem a recolha dos dados e não a montagem da experiência, o que compromete um pouco a autonomia dos mesmos.

● Grelha de observação

Dimensões	Indicadores	A.L. 1.1					A.L. 3.1					A.L. 3.2					A.L. 3.3				
		22/04					17/06					27/05					27/05				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Cumprimento dos objetivos	Cumpriu completamente os objetivos e orientações do projeto.				x				x					x					x		
Aplicabilidade do projeto	A linguagem é adequada ao nível cognitivo dos estudantes.					x			x					x					x		
	O tempo de aula é suficiente para a aplicação do projeto.					x			x					x					x		
	Os estudantes viram o vídeo introdutório previamente				x				x					x						x	
	Os estudantes	x					x					x					x				

[illegible]

Promoção do trabalho autônomo dos estudantes e da aquisição de métodos de estudo e de motivação por parte do professor	Mobilizou os estudantes para a aprendizagem, fomentando a participação ativa dos estudantes no processo de ensino/aprendizagem.				x				x				x				x
	Estimulou a curiosidade.				x				x				x				x
	Orientou o trabalho dos estudantes com base em instruções precisas do projeto.				x				x				x				x
	Promoveu a autonomia dos estudantes.				x				x				x				x
	Estimulou a aplicação do projeto de trabalho e de estudo.				x				x				x				x
	Promoveu o autoconhecimento e a autoformação dos				x				x				x				x

[illegible]

Observações: o professor optou por utilizar as simulações numa aula antes da aula laboratorial para preparar os estudantes para a atividade. Contudo a discussão era feita em grande grupo, assim a autonomia não era muito estimulada. Os estudantes não exploravam o vídeo e a simulação com os roteiros.

Apêndice 5: Testes estatísticos

Output nº A1

			Importância das abordagens pedagógicas [Resolução de exercícios/ problemas]
			Importância das abordagens pedagógicas [Jogos didáticos]
			Importância das abordagens pedagógicas [Simulação]
Spearman's rho	Grau de utilização das suas aulas [Simulação]	Correlation Coefficient Sig. (2-tailed) N	,550** ,000 38
			-,010 ,950 38
			,154 ,357 38
	Grau de utilização das suas aulas [Jogos didáticos]	Correlation Coefficient Sig. (2-tailed) N	,334* ,040 38
			,702** ,000 38
			,203 ,221 38
	Grau de utilização das suas aulas [Resolução de exercícios/ problemas]	Correlation Coefficient Sig. (2-tailed) N	-,050 ,767 38
			-,109 ,517 38
			,677** ,000 38

* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Output nº A2

			Ao trabalhar com os VÍDEO os estudantes ficam mais participativos e mais atentos às aulas.
			Ao trabalhar com as SIMULAÇÕES os estudantes ficam mais participativos e mais atentos às aulas.
			Ao trabalhar com os JOGOS DIDÁTICOS os estudantes ficam mais participativos e mais atentos às aulas.

				aulas.	
Spearman's rho	As simulações e os vídeos permitem aprender conceitos físicos de forma eficaz.	Correlation Coefficient	,752**	,692**	,459**
		Sig. (2-tailed)	,000	,000	,004
		N	38	38	38
	Os jogos didáticos permitem avaliar a aprendizagem de conceitos físicos de forma eficaz.	Correlation Coefficient	,419**	,589**	,648**
		Sig. (2-tailed)	,009	,000	,000
		N	38	38	38

* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Output nº A3

				Sinto-me motivado a explorar o vídeo introdutório da experiência com o roteiro de exploração.	O vídeo introdutório ajudou-me a chegar mais bem preparado para a execução da atividade experimental.
Spearman's rho	Sinto-me motivado a assistir vídeo introdutório da experiência.	Correlation Coefficient	,696**	,417**	
		Sig. (2-tailed)	,000	,000	
		N	145	145	
	Sinto-me motivado a explorar o vídeo introdutório da experiência com o	Correlation Coefficient	1,000	,418**	
		Sig. (2-tailed)	.	,000	

roteiro de N	145	145
exploração.		
O vídeo introdutório ajudou-me a chegar mais bem preparado para a execução da atividade experimental.	Correlation Coefficient Sig. (2-tailed) N	,418** ,000 145
		1,000 .

* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Output nº A4

	As simulações ajudaram-me a complementar os conhecimentos adquiridos na aula experimental.
Spearman's rho	Sinto-me motivado a utilizar as simulações e a respetiva exploração.
	Correlation Coefficient Sig. (2-tailed) N
	,483** ,000 145

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Output nº A5

	A dinâmica de gamificação (qualidade e tempo da resposta, pontuação e pódio) do Kahoot! motiva-me na preparação para a atividade experimental.
Spearman's rho	O Kahoot! permite-me concentrar nos aspectos mais importantes da experiência que vou realizar.
	Correlation Coefficient Sig. (2-tailed) N
	,601** ,000 145

Output nº A6

				O projeto como um todo ajudou-me na realização das atividades experimentais.	Os recursos utilizados no projeto (vídeo, simulação, Tracker e Kahoot!) contribuem para o aumento do sucesso na componente de Física.
Spearman's rho	Sinto-me motivado a assistir vídeo introdutório da experiência.	Correlation Coefficient	0,355**⁸¹	0,389**	
		Sig. (2-tailed)	,000	,000	
		N	145	145	
	Sinto-me motivado a explorar o vídeo introdutório da experiência com o roteiro de exploração.	Correlation Coefficient	0,419**	0,459**	
		Sig. (2-tailed)	,000	,000	
		N	145	145	
	O vídeo introdutório ajudou-me a chegar mais bem preparado para a execução da atividade experimental.	Correlation Coefficient	0,587**	0,324**	
		Sig. (2-tailed)	,000	,000	
		N	145	145	
	Sinto-me motivado a utilizar as simulações e a respetiva exploração.	Correlation Coefficient	0,461**	0,421**	
		Sig. (2-tailed)	,000	,000	
		N	145	145	
	As simulações ajudaram-me a complementar os conhecimentos adquiridos na aula experimental.	Correlation Coefficient	0,536**	0,373**	
		Sig. (2-tailed)	,000	,000	
		N	145	145	

⁸¹ As correlações entre 0,300 e 0,500 aproximam-se muito do valor considerado de correlação média positiva.

O Kahoot! permite-me concentrar nos aspectos mais importantes da experiência que vou realizar.	Correlation Coefficient	0,354**	0,404**
	Sig. (2-tailed)	,000	,000
N		145	145
A dinâmica de gamificação (qualidade e tempo da resposta, pontuação e pódio) do Kahoot! motiva-me na preparação para a atividade experimental.	Correlation Coefficient	0,334**	0,482**
	Sig. (2-tailed)	,000	,000
N		145	145

Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).**

Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).*

Apêndice 6: Respostas dos professores à pergunta aberta

“Deixe o seu comentário sobre a viabilidade, aplicabilidade e/ou utilização, por parte de professores e estudantes, dos vídeos e recursos digitais do projeto VLAB-FIS, relativos às atividades experimentais da componente de Física do 10º e 11º ano apresentadas neste workshop”.

● **FORMAÇÃO DE PROFESSORES (Responderam apenas um questionário)**

35 respostas

P1.1: A conjugação de utilização do vídeo com os documentos de exploração do mesmo pareceram - me uma ideia muito interessante para a preparação da atividade experimental por parte dos estudantes. Toda a organização do projeto me pareceu bastante completa e apelativa. Gostaria de o ver estendido ao ensino básico.

P1.2: A apresentação do vídeo com a organização da atividade experimental dirige o estudante na preparação da mesma uma vez que se verifica frequentemente que o estudante se perde na preparação das atividades experimentais o que pode levar à obtenção de maus resultados experimentais ou mesmo à não concessão da mesma. Esta estratégia pode funcionar como motivação para o estudante. Penso, no entanto, que não exclui a realização das atividades experimentais em ambiente de laboratório para os estudantes que as possam realizar. É uma grande mais-valia para os estudantes com deficiências motoras que, para além de poderem participar nas atividades experimentais, as realizam em simultâneo com os outros. Para os professores é um projeto de sistematização das atividades laboratoriais muito útil.

P1.3: Da análise rápida efectuada aos conteúdos do projeto VLAB-FIS, parece-me tratar-se de um projeto que fornece ferramentas importantes para o ensino da física no 11º ano. Antes de mais, pode-se substituir a leitura do protocolo (o que a maioria dos estudantes não realiza) pelo vídeo que, sendo curto, pode facilmente ser visualizado pelo estudante rápido e eficazmente, nos seus telemóveis, mesmo antes de entrarem na sala ou mesmo na sala de aula como estratégia de preparação para a AL. Em

segundo lugar, as simulações computacionais e os roteiros que lhes estão associados, centrados mais especificamente nas metas propostas para o 11ºano, facilitam tanto o trabalho do professor como a compreensão dos fenômenos físicos por parte dos estudantes. Finalmente, acresce referir que o fato de existir a simulação computacional para cada AL fornece uma ferramenta alternativa ao professor quando não há a possibilidade de realizar a experiência real.

P1.4: Os vídeos, simulações e roteiros apresentados no projeto são úteis tanto para professores como para estudantes. São recursos que valem a pena serem utilizados, pois permitem auxiliar o professor na exploração prévia das atividades com os seus estudantes. Os vídeos e os roteiros permitem alertar os estudantes para determinados pormenores que de outro modo poderiam passar despercebidos. Permitem, igualmente, que os estudantes percebam melhor a atividade e o que observaram, e também permitem que os estudantes estabeleçam relações entre os conceitos de forma mais facilitada e consciente.

P1.5: Os vídeos VLAB-FIS são um recurso mais atrativo para o estudante (comparativamente com a leitura e análise do protocolo experimental), incrementando a sua motivação para a preparação prévia da atividade experimental. Além disso, utilizam linguagem clara e direta e, aliados ao respeito roteiro de exploração, o qual está organizado de forma simples e contém tarefas/questões claras e diretas, permitem ao estudante focar-se no que realmente é importante. Nos vídeos considerei particularmente pertinente o tópico "detalhes a reter", alertando, em alguns casos, para pormenores da execução prática que são cruciais para diminuir os erros de medição. As imagens apresentadas constituem também uma mais valia para uma aprendizagem eficaz e significativa. No que diz respeito às simulações, não pude explorar todas com a devida atenção, mas pareceram-me adequadas, permitindo de forma eficaz simular a experiência e recolher os respectivos dados. São, sem dúvida, uma mais valia para o trabalho com estudantes com NEE, mas também uma boa alternativa quando a escola não dispõe do material/equipamento necessário.

P1.6: Acho a ideia tanto dos vídeos como das simulações muito interessante e facilitadora do trabalho experimental. Irei, certamente, procurar integrá-los na minha prática letiva, num ano futuro, tanto no 11º ano como em outros anos. Tenciono procurar vídeos e simulações que me podem ajudar nas aulas do ensino básico, assim como no 12º ano.

P1.7: Ao analisar os recursos associados à A.L.1.1., acho que é uma metodologia de ensino bastante válida e que, certamente, vai produzir aprendizagens significativas nos estudantes. A visualização do vídeo antes da realização do trabalho experimental parece-me que facilita a manipulação dos materiais a utilizar e assim a atenção do estudante durante a execução não será centrada na manipulação do material mas sim na recolha dos dados necessários para responder a questão central. O roteiro estava bem organizado e será uma peça fundamental na orientação ao estudante. A simulação é uma mais valia para a exploração de outros contextos que na prática são difíceis ou até impossíveis e permite também aos estudantes.

P1.8: A estrutura de 3 momentos, 1. vídeo, 2. pratica experimental, 3. simulador(es), pode ser complementado com quiz de 5 questões, após simulador, e associar também uma página com o vocabulário específico daquela actividade.

P1.9: Os recursos pedagógicos apresentados de forma brilhante pelo Professor serão de grande utilidade nos próximos anos.

P1.10: Achei muito interessante a utilização de vídeos na sala de aula como suporte para as atividades experimentais. Deixo a sugestão e desafio de abranger também o ensino básico, pois é nestas alturas que se cativam os estudantes para a ciência.

P1.11: Os vídeos e recursos digitais do projeto VLAB-FIS apresentados neste workshop têm grande aplicabilidade no ensino. Bastante enriquecedor.

P1.12: Muito interessante, tantos vídeos como os simuladores. Vou utilizar de certeza nas minhas aulas. Gostava que também abrangesse o ensino básico.

P1.13: Estes recursos apresentam grande viabilidade, aplicabilidade e utilização em contexto de sala de aula, uma vez que, permitem orientar e melhorar o trabalho dos estudantes em contexto de laboratório e mesmo em casa na preparação prévia das mesmas. Estes permitem assim um trabalho mais orientado e autónomo do trabalho experimental.

P1.14: Os recursos estão bem estruturados. a relação entre os diversos materiais está muito boa. Penso que serão de fácil aplicação quer pelos estudantes e pelos professores.

P1.15: Considero que são um recurso importante e muito útil, especialmente para estudantes aplicados e que preparam as atividades. Considero um excelente complemento para o professor. A nível de sala de aula também será útil, visto que ajudará os estudantes que não prepararam as aulas laboratoriais. Em casa, um estudante pode ficar a saber, rapidamente, o que irá fazer na aula seguinte, sem esquecer o que se pretende.

P1.16: Os recursos apresentados no decorrer da formação da casa das ciências têm aplicabilidade prática para utilização nas aulas do 11.º ano. Existe coerência entre os vídeos introdutórios e os documentos de suporte disponibilizados. A duração dos vídeos é adequada para captar a atenção dos estudantes, contudo considero o som que os acompanha incomodativo.

P1.17: Os recursos apresentados no workshop, são de fácil aplicação na sala de aula/fora da sala de aula, embora, devemos ter em atenção o nível do estudante/turma.

P1.18: Penso ser bastante viável a aplicação dos vídeos e recursos digitais do projeto principalmente para aquelas atividades que não podem ser realizadas fisicamente por falta de materiais/recursos inerentes à mesma. Para as outras, os recursos do Vlab-fis poderão servir de preparação para a realização das mesmas.

P1.19: Penso que seja uma proposta bastante interessante de se implementar!

P1.20: A utilização dos recursos digitais implica um maior interesse, participação dos estudantes, estimulando a discussão do assunto entre os estudantes e a procura conjunta da resolução dos problemas propostos.

P1.21: Uma abordagem nova, bastante criativa, de grande interesse e aplicabilidade no que concerne as atividades laboratoriais do 11º ano. Fico, desde já, a aguardar o mesmo projeto a aplicar no 10º ano, que leciono.

P1.22: Apesar de não estar a lecionar o 11º ano, mas algumas atividades podem ser utilizadas com algumas adaptações ao 8º e 9º anos.

P1.23: Penso que o projeto VLAB-FIS será uma mais valia para mim e para os meus estudantes. As atividades laboratoriais serão complementadas com diversos recursos (animações e tratamento de vídeos) que não são utilizados frequentemente na minha prática letiva, uma vez que a escola possui todo o material para a realização das atividades experimentais propostas no programa da disciplina. Tenho receio que a utilização dos diversos recursos acabe por ser muito morosa. Estou motivada para que a implementação deste projeto seja um sucesso e espero melhorar o desempenho dos estudantes.

P1.24: Os recursos apresentados são de grande utilidade para apoio à minha prática letiva. Irei utilizá-los. Obrigada pela partilha.

P1.25: Muito interessante. Permite uma abordagem de maior interactividade por parte dos estudantes. Permite adaptação a vários ritmos de aprendizagem.

P1.26: Bastante adequado e motivador.

P1.27: Não conhecia o programa. Achei muito interessante e útil. Facilmente aplicável, com vantagem no ensino da Física. Irei realizar com os estudantes. Obrigado. Felicidades.

P1.28: Grande potencialidade didáctica, logo, grande possibilidade de utilizar na minha prática letiva.

P1.29: São bastante viáveis, com menos informação dos que temos acesso atualmente, o que será útil para aplicar em sala de aula ou para que os estudantes, desenvolvendo a sua autonomia, possam realizar em casa.

P1.30: Projeto viável, muito útil como complemento das aprendizagens.

P1.31: É algo muito útil para aplicar em contexto de sala de aula.

P1.32: A aplicabilidade será excelente.

P1.33: Ferramenta poderosa para estudo de vídeos com movimentos.

P1.34: É um recurso com grandes potencialidades.

P1.35: Muito interessante, com aplicabilidade... exige um trabalho de casa para a sistematização da informação relacionada com a manipulação desta ferramenta.

Sugestão: desenvolver mais conteúdos para o 3º ciclo.

● **FORMAÇÃO DE PROFESSORES (Responderam dois questionários)**

38 respostas

P2.1: vídeos pertinentes que poderão permitir uma análise alternativa das atividades laboratoriais e complementar as mesmas.

P2.2: Vídeos pertinentes e interessantes para os estudantes. Fácil de usar e de explorar. Um complemento útil na exploração das atividades experimentais.

P2.3: Bastante viável mas depende do equipamento existente na escola.

P2.4: Gostei da formação e o que é necessário é apresentar novas ideias e depois trabalhar sobre elas.

P2.5: Sim é viável, contudo está condicionada pelos recursos físicos existentes na escola.

P2.6: Os vídeos são úteis e estão bem elaborados.

P2.7: Seguramente vou utilizar.

P2.8: A utilização destes materiais é viável e útil para o melhoramento do processo de ensino-aprendizagem.

P2.9: Ferramenta complementar e útil para a lecionação na sala de aula.

P2.10: O Tracker é um excelente recurso para utilizar em aula laboratorial com a vantagem de ser um processo rápida da aquisição de valores experimentais na

ausência de recursos laboratoriais. Procurarei inteirar-me e aprender a explorar melhor o programa.

P2.11: Gostei da atividade. Lamento não ter acontecido duas coisas: Explorar o Tracker e ver os Kahoot das atividades.

P2.12: Penso que a aplicabilidade destes recursos é possível são muito interessantes em alguns contextos de escolas em que os recursos das atividades experimentais não abundam.

P2.13: Os vídeos e recursos digitais do projeto VLAB-FIS são muito interessantes, vou explorar melhor e aplicar em sala de aula.

P2.14: Os menus e funcionalidade não são muito intuitivos, por isso, para se conseguir trabalhar com estas funcionalidade é necessário "gastar" bastante tempo para se aprender a trabalhar com os programas. O roteiro também não é muito específico nesse aspecto. Diz para fazer, mas não diz especificamente em que separador do menu está, nem como se chega lá.

P2.15: A aplicação destes recursos são importantes para a preparação da atividade laboratorial, no entanto não deve substituí-la. No caso de a escola não possuir o material necessário, deve-se substituir por estas simulações com grande interesse pedagógico.

P2.16: Penso que as simulações e os vídeos são importantes para os estudantes consolidarem os conceitos, no entanto é necessário também alguma formação para com os estudantes para que estes possam explorar todas as ferramentas dos programas.

P2.17: Considero que deveria haver mais formação sobre projeto VLAB-FIS. Espero que quando houver para o 3.º ciclo, haja divulgação , pois estou muito interessada.

P2.18: Parece-me viável, no entanto já não leciono secundário há 17 anos.

P2.19: Penso que a utilização das RED é uma mais valia desde que bem exploradas. O ensino da Física e Química está de fato a mudar e é muito importante acompanhar

essa mudança. As RED permitem-nos analisar e discutir os conceitos envolvidos de uma forma rigorosa mas com a verdadeira participação do estudante.

P2.20: Os recursos virtuais permitem uma participação mais ativa dos estudantes na busca do conhecimento, consolidando e dando mais sentido às atividades experimentais.

P2.21: Trabalho no ensino básico e, nesse nível, o drama passa pelo pouco tempo disponível para desenvolver a planificação de modo a que as aprendizagens realizadas pelos estudantes sejam verdadeiramente significativas.

P2.22: Já estou a aplicar este projeto na escola.

P2.23: Viável, prático e interessante.

P2.24: Muito interessante.

P2.25: Considero que a utilização dos vídeos e recursos digitais do projeto VLAB-FIS são um complemento muito útil das atividades experimentais da componente de Física, sendo um projeto viável e de aplicação acessível a estudantes e professores.

P2.26: Viável e pertinente.

P2.27: Considero que seria importante integrar o projeto VLAB-FIS pois tem recursos interessantes e permite a partilha de experiências.

P2.28: Acho que os vídeos e recursos digitais do projeto são de fácil aplicação e utilização por parte dos estudantes e professores, constituindo uma metodologia mais estimulante para os estudantes.

P2.29: O projecto VLAB-FIS é muito importante para que os estudantes aprofundem os seus conhecimentos e que trabalhem o pensamento crítico.

P2.30: Devem continuar com o trabalho realizado por é importante no apoio às aulas dos professores.

P2.31: Estes recursos enriquecem em muito a nossa prática diária.

P2.32: A preparação dos professores é fundamental para utilizar todas as potencialidades dos recursos educativos digitais.

P2.33: São muito motivadores quer para os estudantes quer para os professores.

P2.34: Os recursos digitais do projeto são de grande utilidade. Os vídeos introdutórios na preparação, por parte dos estudantes, dos trabalhos práticos a realizar. Os outros recursos para o desenvolvimento do trabalho autónomo dos estudantes.

P2.35: Estas atividades são muito interessantes, e geram uma discussão sobre as mesmas, fomentando a partilha de conhecimentos e melhoria dos mesmos. Os estudantes melhoram aprendizagens e competências. Os professores melhoram estratégias de ensino e aprendizagens nos contextos atuais.

P2.36: Todos os materiais que consultei são apelativos e com grande qualidade pedagógica.

P2.37: O material partilhado tem muita qualidade e é uma mais-valia para o ensino da disciplina, diria que até para a componente de química se a sua utilização promover uma alteração de práticas. Essa alteração de práticas exige que os professores e estudantes reconheçam a importância de trabalhar e estudar de forma diferente, com vista ao melhoramento das aprendizagens e não apenas com o objetivo de obter a classificação na disciplina.

P2.38: A utilização dos vídeos vão ser de grande utilidade para a minha prática letiva.

Apêndice 7: Grelha de análise de conteúdo das respostas dos professores

Categorias	Unidades de registo
Alternativa à experiência real	“(…) Finalmente, acresce referir que o fato de existir a simulação computacional para cada AL fornece uma ferramenta alternativa ao professor quando não há a possibilidade de realizar a experiência real”. P1.3 “(…) também uma boa alternativa quando a escola não dispõe do material/equipamento necessário”. P1.5 “(…) A simulação é uma mais valia para a exploração de outros contextos que na prática são difíceis ou até impossíveis e permite também aos estudantes”. P1.7 “(…) principalmente para aquelas atividades que não podem ser realizadas fisicamente por falta de materiais/recursos inerentes à mesma”. P1.18 “O Tracker é um excelente recurso para utilizar em aula laboratorial com a vantagem de ser um processo rápida da aquisição de valores experimentais na ausência de recursos laboratoriais”. P2.10 “(…) são muito interessantes em alguns contextos de escolas em que os recursos das atividades experimentais não abundam”. P2.12 “(…) No caso de a escola não possuir o material necessário, deve-se substituir por estas simulações com grande interesse pedagógico”. P2.15

Aplicabilidade em sala de aula	“Ao analisar os recursos associados à A.L.1.1., acho que é uma metodologia de ensino bastante válida e que, certamente, vai produzir aprendizagens significativas nos estudantes (...)”. P1.7 “Os recursos pedagógicos apresentados de forma brilhante pelo Professor serão de grande utilidade nos próximos anos”. P1.9 “Os vídeos e recursos digitais do projeto VLAB-FIS apresentados neste workshop têm grande aplicabilidade no ensino”. P1.11 “Estes recursos apresentam grande viabilidade, aplicabilidade e utilização em contexto de sala de aula (...)” P1.13 “(...) Penso que serão de fácil aplicação quer pelos estudantes e pelos professores”. P1.14 “Os recursos apresentados no decorrer da formação da casa das ciências têm aplicabilidade prática para utilização nas aulas do 11.º ano (...)”. P1.16 “Os recursos apresentados no workshop, são de fácil aplicação na sala de aula/fora da sala de aula (...)” P1.17 “Penso ser bastante viável a aplicação dos vídeos e recursos digitais do projeto (...)” P1.18 “Penso que seja uma proposta bastante interessante de se implementar!” P1.19 “(...) de grande interesse e aplicabilidade no que concerne as atividades laboratoriais do 11º ano”. P1.21 “(...) Permite adaptação a vários ritmos de aprendizagem”. P1.25

“(…) **Facilmente aplicável**, com vantagem no ensino da Física (…).” P1.27

“**Grande potencialidade didáctica** (…).” P1.28

“São bastante viáveis, com menos informação dos que temos acesso atualmente, o que será **útil para aplicar em sala de aula** (…).” P1.29

“**Projeto viável, muito útil** como complemento das aprendizagens”. P1.30

“É algo **muito útil** para aplicar em contexto de sala de aula”. P1.31

“**A aplicabilidade será excelente**”. P1.32

“É um recurso com **grandes potencialidades**”. P1.34

“Muito interessante, **com aplicabilidade** (…).” P1.35

“(…) **Fácil de usar e de explorar** (…).” P2.2

“**Bastante viável** (…).” P2.3

“Sim **é viável** (…).” P2.5

“A utilização destes materiais **é viável e útil** para o melhoramento do processo de ensino-aprendizagem”. P2.8

“Penso que a aplicabilidade destes recursos **é possível** (…).” P2.11

“A aplicação destes recursos **são importantes** para a preparação da atividade laboratorial (…).” P2.15

	“Parece-me viável (...)” P2.18 “Penso que a utilização das RED é uma mais valia desde que bem exploradas (...)”. P2.19 “Viável, prático e interessante”. P2.23 “(...) sendo um projeto viável e de aplicação acessível a estudantes e professores”. P2.25 “Viável e pertinente”. P2.26 “Acho que os vídeos e recursos digitais do projeto são de fácil aplicação e utilização por parte dos estudantes e professores (...)”. P2.28 “Os recursos digitais do projeto são de grande utilidade. (...)”. P2.34 “A utilização dos vídeos vão ser de grande utilidade para a minha prática letiva”. P2.38
Atrativo e motivador	“Toda a organização do projeto me pareceu bastante completa e apelativa (...)” P1.1 “Os vídeos VLAB-FIS são um recurso mais atrativo para o estudante (comparativamente com a leitura e análise do protocolo experimental), incrementando a sua motivação para a preparação prévia da atividade experimental (...). P1.5 “(...) A duração dos vídeos é adequada para captar a atenção dos estudantes (...)”. P1.16 “A utilização dos recursos digitais implica um maior interesse,

	participação dos estudantes (...). P1.20 “Uma abordagem nova, bastante criativa (...)” P1.21 “(…) Permite uma abordagem de maior interactividade por parte dos estudantes (...)”. P1.25 “Bastante adequado e motivador”. P1.26 “(…) constituindo uma metodologia mais estimulante para os estudantes”. P2.29 “São muito motivadores quer para os estudantes quer para os professores”. P2.33 “Todos os materiais que consultei são apelativos e com grande qualidade pedagógica”. P2.36
Diminuição de erros	“Os vídeos e os roteiros permitem alertar os estudantes para determinados pormenores que de outro modo poderiam passar despercebidos”. P1.4 “Nos vídeos considerei particularmente pertinente o tópico “detalhes a reter”, alertando, em alguns casos, para pormenores da execução prática que são cruciais para diminuir os erros de medição”. P1.5
Ampliação do projeto	“(…) Tenciono procurar vídeos e simulações que me podem ajudar nas aulas do ensino básico (...)” P1.6 “(…) Deixo a sugestão e desafio de abranger também o ensino básico, pois é nestas alturas que se cativam os estudantes para a ciência”. P1.10

	" (...) Gostava que também abrangesse o ensino básico". P1.12 " (...) mas algumas atividades podem ser utilizadas com algumas adaptações ao 8º e 9º anos". P1.22 "(...) Sugestão: desenvolver mais conteúdos para o 3º ciclo". P1.35 "(...) Espero que quando houver para o 3.º ciclo, haja divulgação, pois estou muito interessada". P2.17
Facilita o trabalho experimental	" (...) Para os professores é um projeto de sistematização das atividades laboratoriais muito útil". P1.2 " (...) como estratégia de preparação para a AL (...) facilitam tanto o trabalho do professor como a compreensão dos fenômenos físicos por parte dos estudantes (...)".P1.3 "Os vídeos, simulações e roteiros apresentados no projeto são úteis tanto para professores como para estudantes (...) Permitem, igualmente, que os estudantes percebam melhor a atividade e o que observaram, e também permitem que os estudantes estabeleçam relações entre os conceitos de forma mais facilitada e consciente". P1.4. "Acho a ideia tanto dos vídeos como das simulações muito interessante e facilitadora do trabalho experimental (...)". P1.6 "(...) A visualização do vídeo antes da realização do trabalho experimental parece-me que facilita a manipulação dos materiais a utilizar e assim a atenção do estudante durante a execução não será centrada na manipulação do material mas sim na recolha dos dados necessários para responder a questão central (...)". P1.7

	"(...) permitem orientar e melhorar o trabalho dos estudantes em contexto de laboratório e mesmo em casa na preparação prévia das mesmas (...)". P1.13 "(...) Para as outras, os recursos do Vlab-fis poderão servir de preparação para a realização das mesmas". P1.18
Inclusivo	" (...) É uma grande mais-valia para os estudantes com deficiências motoras que, para além de poderem participar nas atividades experimentais, as realizam em simultâneo com os outros (...)". P1.2 "(...) São, sem dúvida, uma mais valia para o trabalho com estudantes com NEE (...)". P1.5
Organização das atividades	"A conjugação de utilização do vídeo com os documentos de exploração do mesmo pareceram - me uma ideia muito interessante (...)". P1.1 "A apresentação do vídeo com a organização da atividade experimental dirige o estudante na preparação da mesma (...)" P1.2 "(...) O roteiro estava bem organizado e será uma peça fundamental na orientação ao estudante (...)". P1.7 "A estrutura de 3 momentos (...)" P1.8 "Os recursos estão bem estruturados. a relação entre os diversos materiais está muito boa (...)". P1.14 "(...) Existe coerência entre os vídeos introdutórios e os documentos de suporte disponibilizados (...)". P1.16

	"Os vídeos são úteis e estão bem elaborados ". P2.6
Suporte para as aulas laboratoriais	" (...) não exclui a realização das atividades experimentais em ambiente de laboratório para os estudantes que as possam realizar (...). P1.2 "Achei muito interessante a utilização de vídeos na sala de aula como suporte para as atividades experimentais (...)". P1.10 "(...) Considero um excelente complemento para o professor. A nível de sala de aula também será útil, visto que ajudará os estudantes que não prepararam as aulas laboratoriais (...)" P1.15. " (...) As atividades laboratoriais serão complementadas com diversos recursos (animações e tratamento de vídeos) que não são utilizados frequentemente na minha prática letiva (...)" P1.23 "Os recursos apresentados são de grande utilidade para apoio à minha prática letiva (...)" P1.24 "Ferramenta poderosa para estudo de vídeos com movimentos". P1.33 "vídeos pertinentes que poderão permitir uma análise alternativa das atividades laboratoriais e complementar as mesmas". P2.1 "(...) Um complemento útil na exploração das atividades experimentais". P2.2 "Ferramenta complementar e útil para a leção na sala de aula". P2.9 "Penso que as simulações e os vídeos são importantes para os

	estudantes consolidarem os conceitos (...)". P2.16 "(...) As RED permitem-nos analisar e discutir os conceitos envolvidos de uma forma rigorosa mas com a verdadeira participação do estudante". P2.19 "Os recursos virtuais permitem uma participação mais ativa dos estudantes na busca do conhecimento, consolidando e dando mais sentido às atividades experimentais". P2.20 "Considero que a utilização dos vídeos e recursos digitais do projeto VLAB-FIS são um complemento muito útil das atividades experimentais da componente de Física (...)". P2.25 "Considero que seria importante integrar o projeto VLAB-FIS pois tem recursos interessantes e permite a partilha de experiências". P2.27 "O projecto VLAB-FIS é muito importante para que os estudantes aprofundem os seus conhecimentos e que trabalhem o pensamento crítico". P2.29 "Devem continuar com o trabalho realizado por é importante no apoio às aulas dos professores". P2.30 "Estes recursos enriquecem em muito a nossa prática diária". P2.31 "(...) Os vídeos introdutórios na preparação, por parte dos estudantes, dos trabalhos práticos a realizar. Os outros recursos para o desenvolvimento do trabalho autónomo dos estudantes". P2.34 "Estas atividades são muito interessantes, e geram uma discussão sobre as mesmas, fomentando a partilha de conhecimentos e melhoria dos mesmos (...)". P2.35

	"O material partilhado tem muita qualidade e é uma mais-valia para o ensino da disciplina (...)" P2.36
Utilização do projeto	" (...) Irei, certamente, procurar integrá-los na minha prática letiva, num ano futuro, tanto no 11º ano como em outros anos (...)" P1.6 "(...) Vou utilizar de certeza nas minhas aulas (...)". P1.12 " (...) Fico, desde já, a aguardar o mesmo projeto a aplicar no 10º ano, que leciono". P1.21 "(...) Irei utilizá-los (...)" P1.24 "(...) Estou motivada para que a implementação deste projeto seja um sucesso e espero melhorar o desempenho dos estudantes". P1.25 "(...) Irei realizar com os estudantes (...)". P1.27 " (...) grande possibilidade de utilizar na minha prática letiva". P1.28 "Seguramente vou utilizar". P2.7 " (...) vou explorar melhor e aplicar em sala de aula". P2.13 "Já estou a aplicar este projeto na escola". P2.22

Apêndice 8: Transcrição das entrevistas com os estudantes

Entrevista 1

1. Investigadora: Esse projeto, ele foi aplicado para complementar?
2. A.1.: Sim, sim as atividades laboratoriais.
3. Investigadora: Mas ele foi mais utilizado por você dentro de sala de aula ou em casa?
4. A.1. Em casa sim para estudar as atividades.
5. Investigadora: Para estudar antes ou depois?
6. A.1. A antes da atividade.
7. Investigadora: Achas que ficaste mais preparada?
8. A.1.: Sim, sim, sem dúvida, principalmente na fase do, por exemplo, do material, procedimento. E, acho que também me ajudou os detalhes a reter quando aparecia aqueles detalhes, acho que essa parte foi importante.
9. Investigadora: Como te defines como aluna?
10. A.1.: Ai eu aluna difícil, acho que sou uma aluna participativa, que este ano estuda mais. Aplicada e interessada.
11. Investigadora: A ótimo. E o projeto, ele foi difícil de compreender a ideia?
12. A.1.: Não, não acho.
13. Investigadora: Acho que foi fácil?
14. A.1.: Sim.
15. Investigadora: OK ele era adequado às tuas necessidades?
16. A.1.: Sim, sim, acho que me tirou dúvidas e acho que esse é o objetivo, portanto, sim.
17. Investigadora: Sobre o tempo que era disponibilizado para exploração dos recursos. Tu achas que era suficiente?
18. A.1.: O tempo do vídeo?
19. Investigadora: O tempo do vídeo, o Tempo para fazer a exploração, o tempo para utilizar a simulação... o tempo de forma geral. Achas que gastava muito tempo para fazer tudo isso? Ou o tempo que gastavas era importante mesmo?
20. A.1.: Ah ok. Não, eu acho que o tempo foi adequado, porque eu conseguia fazer tudo. Acho que foi adequado.
21. Investigadora: Não foi excessivo?
22. A.1.: Não

23. Investigadora: E o tempo do vídeo o que é que tu achas?
24. A.1.: Senti que algumas vezes tinha um ritmo acelerado, mas também como um vídeo dá para ver 2 vezes e também se tira algumas dúvidas, mas de resto.
25. Investigadora: Ok. Tu achas que o projeto te motivou para o estudo da física?
26. A.1.: Sim, também porque eu gosto de física, não é? Mas acho que mostra um lado prático.
27. Investigadora: Então foi importante? Porque, assim, vocês na física tinham esse projeto, mas na química não. E tu notaste diferença?
28. A.1.: Ah sim, porque primeiro acho que é mais fácil fazer uma experiência depois de tu já a veres feita, então ajudou. Ajudou o vídeo de física, sim.
29. Investigadora: OK. E tu achas que o vídeo trouxe mudanças significativas para a tua aprendizagem e para a tua postura como aluna?
30. A.1.: Sim, por exemplo, quando eu chegava a aula, já tinha uma ideia, já tinha os detalhes a reter, já sabia o que fazer na experiência não estava a zeros, portanto, sim, ajudou.
31. Investigadora: Ok. Ele também facilitou o teu envolvimento e a tua participação nas aulas?
32. A.1.: Sim, porque a professora perguntava, e nós já estávamos, mesmo em turmas, já estávamos familiarizados com o tema.
33. Investigadora: Ok. E em relação aos recursos a simulação e o Tracker. Tu sentiste-te à vontade para utilizar esses recursos?
34. A.1.: Sim, acho que é fácil utilização e, portanto, acho e também ajudou bastante.
35. Investigadora: Ok. Quais foram as vantagens e as desvantagens do projeto?
36. A.1.: Portanto, as vantagens foi nós já termos, mesmo nas aulas, já termos conhecido o trabalho que íamos fazer e, portanto, estávamos muito... vivemos um lado prático, não é? E conhecemos, vamos conhecendo o projeto. Uma desvantagem em relação ao vídeo pode ser, talvez a velocidade de alguns procedimentos que às vezes ficamos um bocadinho em dúvida de como chegamos ali, mas também é uma forma de ver 2 vezes e também não há nada de muito importante, muito relevante e acho que é isso, só.
37. Investigadora: Ok, eu gostaria de acrescentar mais alguma coisa?
38. A.1.: Não.
39. Investigadora: Muito obrigada.
40. A.1.: Obrigada.

Entrevista 2

1. Investigadora: O projeto foi aplicado nas aulas laboratoriais de forma a complementar essas aulas, certo? Mas tu realizaste o mais dentro de sala de aula? Ou fora de sala de aula?

2. A.2.: Acho que foi mais dentro da aula. Mais dentro da aula laboratorial.

3. Investigadora: OK. E agora, como é que tu te defines como aluna?

4. A.2.: Ai eu sou muito esforçada. Eu costumo perfis e não quero ter mais dificuldade. E é isso. Venho com poucas bases do Brasil, então eu procuro trabalhar bastante aqui.

5. Investigadora: E foi difícil compreender a ideia do projeto? Conseguiu entender qual era a ideia dele como um todo?

6. A.2.: Sim, sim.

7. Investigadora: Ok, ele estava adequado as suas necessidades do trabalho experimental?

8. A.2.: Eu penso que sim.

9. Investigadora: Ele contribuía de forma significativa para todo o trabalho laboratorial que vocês iam fazer?

10. A.2.: Sim ajuda sim. Ajudou a trabalhar melhor.

11. Investigadora: O que vocês trabalharam mais: antes, durante ou depois da aula laboratorial?

12. A.2.: Durante. Nós preparávamos antes, mas na aula que trabalhamos mais.

13. Investigadora: E o tempo disponibilizado, achas que eram um tempo muito excessivo ou não, era adequado? O tempo do vídeo e o tempo da simulação não eram excessivos?

14. A.2.: Não, acho que é adequado. Os vídeos eram curtos, dá para entender bem e aí nós já chegamos na atividade preparados.

15. Investigadora: Ok. Era isso que eu ia perguntar agora se te sentiste preparada para as atividades experimentais, mas pronto já me respondeste. O projeto motivou-te para estudar Física?

16. A.2.: Sim, por acaso ajuda. Saber que pessoas jovens também têm o mesmo intuito, a mesma vontade de trabalhar.

17. Investigadora: E você notou alguma mudança significativa na aprendizagem na tua aprendizagem em relação à aplicação do projeto?

18. A.2.: Não sei, mas isso.

19. Investigadora: Vamos comparar, então olha só. Vocês fizeram o projeto na Física, mas não na química. Então, tu tens um parâmetro do que é utilizar o projeto ou não

utilizar o projeto. O que é que tu achas teve alguma melhora na aprendizagem? Contribuiu em algum momento quando estavas, por exemplo, a fazer os testes.

20. A.2.: Sim, lembrava alguma coisa do vídeo, aquilo ajudava de alguma forma, ajudava, visualização e ajuda muito.

21. Investigadora: O projeto facilitou o teu envolvimento e a tua inclusão nas aulas?

22. A.2.: Eu acho que isso sim.

23. Investigadora: E quais foram as vantagens e as desvantagens do projeto?

24. A.2.: Então, eu pude chegar mais preparada às aulas. Pelo fato de já preparar a experiências antes. Acho que só foram vantagens. Era um tempo bem gasto.

25. Investigadora: Sentiste-te à vontade para utilizar os recursos, principalmente a simulação e o Tracker. Tu estavas vontade para utilizá-los ou sentiste muitas dificuldades?

26. A.2.: No início, como a gente não conhece. E aí, depois de experimentar várias vezes, acho que foi mais fácil.

27. Investigadora: Tem mais alguma coisa a acrescentar?

28. A.2.: Acho que não.

29. Investigadora: Agradeço, muito obrigada.

Entrevista 3

1. Investigadora: Como é que tu te defines como aluna?

2. A.3.: Aplicada, na maior parte na maior parte das vezes.

3. Investigadora: O projeto foi para complementar as aulas laboratoriais, mas vocês utilizaram ele mais antes, na preparação, durante as aulas ou depois das aulas?

4. A.3.: Depois, depois, depois já temos a experiência. Era muito útil para estudar para os testes.

5. Investigadora: Ai estou, utilizaste mais depois? Então utilizaste mais fora de sala de aula do que dentro da aula.

6. A.3.: Sim.

7. Investigadora: Ok tá e foi difícil compreender a ideia do projeto?

8. A.3.: Não, acho que não estava bem organizado.

9. Investigadora: Foi adequado as tuas necessidades do trabalho experimental?

10. A.3.: Sim

11. Investigadora: O tempo que foi disponibilizado para realizar todo o projeto era suficiente. Ou tu achas que era demasiado ou o que era pouco?

12. A.3.: Foi suficiente. Podia ter, às vezes, um trabalhinho ou outro, se calhar demorasse mais um bocadinho, mas em geral era suficiente.

13. Investigadora: O projeto acabou por te preparar mais para as atividades experimentais?

14. A.3.: Sim, sim.

15. Investigadora: Motivou-te para o estudo da física?

16. A.3.: Sim, sim.

17. Investigadora: E, então, tu achas que houveram mudanças significativas na tua aprendizagem?

18. A.3.: Sim, acho que sim, foi bom termos que aprender este projeto.

19. Investigadora: Ok, ele facilitou o teu envolvimento e a tua inclusão na aula? Tinhas uma maior participação por sentires mais à vontade para participar?

20. A.3.: Sim, porque gosto por chegar à aula... já tínhamos mais uma ideia. Sabíamos o que é que íamos fazer. Já tínhamos assim, mais ou menos uma ideia.

21. Investigadora: Ok. Em relação aos recursos, ao vídeo, a simulação e o Tracker. Sentiste mais à vontade ou não, tiveste muita dificuldade para se adaptar?

22. A.3.: Sim sim. As simulações eram mesmo boas. As simulações eram mais boas e nos vídeos eu precisava de um bocadinho de explicação.

23. Investigadora: E quais foram as vantagens e as desvantagens do projeto? N tua opinião.

24. A.3.: As vantagens foram porque nos preparava para as aulas. Fez com que nós trabalhássemos mais independentemente de estar a ir buscar simulações, recursos, isso ajudava-nos porquê acabamos por descobrir todo um outro mundo para as atividades laboratoriais. Desvantagens, às vezes nos vídeos podiam não ter tipo a matéria assim mais explicada, mas depois às vezes eu ia comprar alguma coisa, no manual ou assim. E acho que foram mais as vantagens.

25. Investigadora: Gostaria de acrescentar mais alguma coisa, mais alguma opinião deixa algum.

26. A.3.: Não acho que não. Acho que.

27. Investigadora: É tudo, é tudo pronto. Muito obrigada!

Entrevista 4

28. Investigadora: Primeiro, como é que tu te defines como aluna?

29. A.4.: Eu acho que se calhar sou uma aluna... Acho que tenho um bom raciocínio. A, mas por vezes, eu sou um bocadinho preguiçosa, às vezes, se calhar.

30. Investigadora: O projeto ajudou a trabalhar nisso?

31. A.4.: Acho que sim. Acho que sim.
32. Investigadora: Por que eu acho que é que tu achas que sim?
33. A.4.: Porque nós podíamos, tipo, estudar a fundo a experiência que íamos fazer e assim tipo... Não sei, acho que estudando a fundo a experiência estava preparada para chegar à aula e tipo conseguia ter uma melhor noção do que estamos a fazer. E isso ajudava-me, como é óbvio.
34. Investigadora: OK, então tu usaste mais o projeto dentro da sala de aula ou fora da sala de aula?
35. A.4.: A usar o que eu aprendi com o projeto foi na sala de aula.
36. Investigadora: Então tu usavas mais os recursos na sala?
37. A.4.: Sim.
38. Investigadora: E foi difícil de compreender a ideia do projeto como um todo?
39. A.4.: Acho que não acho que não.
40. Investigadora: Achas que ele estava adequado às tuas necessidades pelo trabalho experimental?
41. A.4.: Às vezes alguns vídeos a houve, não foi alguns, houve para aí um ou dois, que era um bocadinho confuso no instrumento ou assim, mas no geral acho que sim.
42. Investigadora: O tempo disponibilizado era suficiente para tu conseguires explorar todos os recursos, vídeos e simulações ele Tracker?
43. A.4.: Sim.
44. Investigadora: E, tu sentias-te mais bem preparada para as atividades experimentais?
45. A.4.: Sim era. Sim.
46. Investigadora: Era mais fácil de se envolver, de se incluir no envolvimento das aulas?
47. A.4.: Sim, porque às vezes tipo tinha, no manual, as experiências, tipo as instruções, os passos, mas ver em vídeo acho que era melhor.
48. Investigadora: Por quê? Estás mais adaptado ao vídeo do que a leitura?
49. A.4.: Estou mais adaptada ao vídeo, sim.
50. Investigadora: O projeto motivou-te para o estudo da física?
51. A.4.: Sim sim.
52. Investigadora: Ele trouxe alguma mudança na tua aprendizagem? Tu achas que contribuiu para a tua aprendizagem?
53. A.4.: Sim, porque havia se calhar algumas experiências que eu não ia perceber tão bem se não tivesse visto o vídeo, efeito o questionário.

54. Investigadora: E quanto aos recursos, o vídeo, simulação e o Tracker. Sentiste-te à vontade para utilizar essas ferramentas? A linguagem era adequada para da tua realidade?

55. A.4.: Sim sim, sim.

56. Investigadora: Na tua opinião, quais foram as vantagens e as desvantagens do projeto?

57. A.4.: Então as vantagens foi o fato de me ter ajudado a perceber melhor as experiências, se calhar só em papel, não percebia, como eu já tinha dito. A ter mais, se calhar mais uma maior motivação para interessar-me pelas experiências e compreendê-las. E as desvantagens, se calhar só mesmo o fato de algumas, tipo, não estarem 100% explícitas ou tipo haver algum pormenor que eu não tenha percebido, mas acho que isso até pode nem ser um problema da experiência em si, mas o meu que não sei alguma coisa.

58. Investigadora: Mas tu também não achas que as vezes não deixar explícito era justamente para vocês buscarem mais?

59. A.4.: Talvez até porque eu tive de buscar mais não é?

60. Investigadora: Queres acrescentar mais alguma coisa, dizer mais alguma coisa? Sobre o projeto.

61. A.4.: Não, não

62. Investigadora: Pronto. Eu agradeço. Muito obrigada.

Entrevista 5:

1. Investigadora: Como é que te defines como estudante?

2. A.5.: É assim, defino-me como um estudante que consigo ser empenhado, ou seja, sou empenhado se a matéria de uma determinada disciplina suscitar-me interesse, se não acabo por ser um bocado preguiçoso. Pronto, é isso.

3. Investigadora: E achas que o projeto ajudou a despertar esse interesse pela física? Que te motivou?

4. A.5.: É, eu acho que sim, porque nos obrigava a sermos nós a descobrir a matéria e a descobrir como é que as coisas que no fundo, se faziam e não ouvir só e fazer, por isso eu acho que sim.

5. Investigadora: Então tu achaste que o projeto deixou-te mais ativo na tua aprendizagem?

6. A.5.: Sim, sim achei. Até porque me obrigou a ter, ou seja, a ter um objetivo que tivesse com que cumprir, ou seja, ajudou a perceber melhor a matéria.

7. Investigadora: Ok e tu usaste mais o projeto durante as aulas, depois ou antes das aulas, ou seja, tu usaste mais ele dentro da sala de aula ou fora da sala de aula?

8. A.5.: É, eu acho que eu usei mais fora do que dentro, eu acho que foi isso.

9. Investigadora: Ok, tu achas que foi difícil compreender a ideia do projeto como um todo?

10. A.5.: Eu acho que não. Eu acho que foi um conceito que estava até relativamente bem explícito.

11. Investigadora: Estava coerente com as tuas aulas laboratoriais?

12. A.5.: Há, sim, sim, sim.

13. Investigadora: E tu achas que ele estava adequado às tuas necessidades das atividades laboratoriais, aos trabalhos práticos?

14. A.5.: Sim, eu acho que sim, porque aquilo no fundo era alguns deles, acho que a maioria era mais esclarecedor do que aquilo que estava, por exemplo, no nosso livro. Por isso eu acho que sim.

15. Investigadora: OK. E o tempo que foi disponibilizado para utilizar todos os recursos e para explorar tudo. Tu achas que foi suficiente? Foi pouco, foi demais. O que é que achas?

16. A.5.: Sim daqueles que eu me lembro, não é porque já foi algum tempo e ao longo deste tempo todo, se eu me lembro, eu acho que até foi suficiente. Que há alguns outros que tem um bocadinho mais de tempo, mas também tem a ver com a nossa carga horária também na escola. Tenho outros trabalhos, assim, se calhar um ajuste, se calhar nosso, se calhar também teria sido melhor.

17. Investigadora: Então tu achas que não foi demasiado tempo? Participar do projeto não foi tão custoso? Foi mais complementar ao que vocês fazem, não foi mais trabalho? Vamos dizer assim....

18. A.5.: Sim, sim, acho que foi isso pesou muito.

19. Investigadora: E pronto já me disseste que sentias mais bem preparado para as atividades laboratoriais, certo? De que forma tu achas que estavas mais preparado para as atividades?

20. A.5.: A forma que estava mais preparado, por quê... É, ou seja, é no fundo o fato de resolvermos e termos aquela ficha para nos guiarmos, para além da das simulações, não é? Acho que a ficha nos ajudava mesmo a preparar para os testes. É que depois saía um grupo de atividade laboratorial. Tínhamos sempre aquilo preparado e era sempre mais fácil para depois estudarmos, organizarmos o nosso estudo posterior as atividades laboratoriais.

21. Investigadora: OK, então tu achas que contribuiu primeiro que motivou para estudar, né? Já me disseste isso e acho que contribuiu significativamente para tu aprendizagem?

22. A.5.: Eu acho realmente que sim, porque é como eu digo, obrigou mesmo que fossemos nós, pelo menos eu falo por mim, que me obrigasse a procurar e descobrir a matéria por mim, e não ser o professor, no fundo, a dizer.

23. Investigadora: Ok tu, então, achas que facilitou o teu envolvimento e inclusão nas aulas?

24. A.5.: Sim, sim.

25. Investigadora: E tu estavas à vontade com os recursos, o Tracker, a simulação? Sei que no começo é um pouquinho mais difícil de utilizar.

26. A.5.: Sim, sim exato no começo é um bocado confuso, não é? Mas depois acabamos por estar já dentro do assunto, ganhamos a prática e acho que foi assim.

27. Investigadora: Ok. Para ti, quais foram as vantagens e as desvantagens do projeto?

28. A.5.: As vantagens foi como eu disse, ajudou, sem dúvida, a preparar melhor para o teste e preparar melhor para quem vai a exame, porque acho que no fundo ajudou a consolidar bem as atividades materiais e, por conseguinte, a matéria. Uma desvantagem talvez, se calhar. Não sei bem. Por acaso a não é? Não sei. Depende muito de também da atividade que que foi, por exemplo, algumas sei que houve uma delas, já não me lembro qual foi que tive mais, que eu achei muito confusa a simulação, achei que era um bocado confuso trabalhar e eu acho que foi uma da física, já não me lembro qual foi, mas sei que achei é um bocado confuso, acho que foi a refração da luz eu achei. Aquela situação um bocado complicada de entender e acho que essa, se calhar, foi uma das desvantagens. Porque nessa perdi-me um bocado mais e tipo tive que disponibilizar mais tempo para compreender e entender aquela simulação.

29. Investigadora: OK. E gostaria de acrescentar alguma coisa. Gostaria de ver mais alguma coisa no projeto? Gostaria de retirar alguma coisa do projeto?

30. Não, eu acho que acho que. Sei Lá, talvez uma curiosidade sobre algum tema do que estava a trabalhar, acho que seria uma coisa engraçada porque iria suscitar, na minha opinião, um bocado mais de interesse pelo trabalho.

31. Investigadora: A... uma curiosidade assim do dia a dia, uma aplicação no dia a dia mais palpável?

32. A.5.: Sim sim, sim. Sim, por exemplo, o que é que se vai usar? O que é que se usa? Essa experiência vai se usar eim que no dia a dia. O que é que se faz no dia a dia? Assim tipo uma curiosidade no final ou assim.

33. Investigadora: E se fosse também assim, por exemplo, aplicado na faculdade, como é que aplica isso na universidade? Como é que vocês vêem isso no curso.

34. A.5.: Exato, exato, também acho que seria interessante. Sim, porque eu acho que estamos um bocado perdido nesse aspecto. Não sabemos bem que cada que é que vamos usar aquilo no futuro.

35. Investigadora: Achas que tem muitas informações? Mais não tem, não sabes assim, onde que elas vão ser aplicadas, em que momento...

36. A.5.: Exatamente, exatamente. Acho que é isso.

37. Investigadora: E acha que o projeto poderia contribuir se canalizasse essas coisas? Ótimo. Muito obrigada.

Entrevista 6:

1. Investigadora: como é que tu te defines como aluna?

2. A.6.: É uma pergunta um bocado complicada, mas eu acho que sou esforçada, empenhada, determinada, não desisto facilmente, se for preciso ir até à noite a estudar, eu estudo até ter as coisas todas feitas. E também sou participativa, tento sempre participar ao máximo nas aulas. Se calhar, às vezes posso ser um bocadinho faladora, mas acho que isso é da minha personalidade, então pronto.

3. Investigadora: Sim, e como é que o projeto VLAB-FIS contribuiu com isso? Contribuiu para a...

4. A.6.: É assim, eu acho que os vídeos ajudaram bastante. Sim, a acho que não tinham assim muito conteúdo, mas acho que era... o suposto também não era ter muito conteúdo que o objetivo era nós irmos depois pesquisar mais e tentarmos perceber melhor as coisas. Por isso, tendo em conta que é um guia, acho que a função dele a contribuiu muito para o nosso trabalho. E também nos guiou para depois nós fazermos as nossas pesquisas e conseguimos também aprender mais.

5. Investigadora: E a simulação e o Tracker, como é que contribuíram?

6. A.6.: A contribuíram de uma forma positiva. Acho que ajudaram. Ai acho que ajudaram a toda a turma, especialmente porque quando nós falávamos, acho que contribuiu.

7. Investigadora: Ok. Tu usaste mais o projeto dentro da sala de aula ou fora da sala de aula?

8. A.6.: Fora, sim. Sim, porque se fosse preciso eu via várias vezes vídeos e assim sempre fora. Portanto, quando estava a estudar para os testes e atividades laboratoriais.

9. Investigadora: Tu achas que foi difícil compreender a ideia do projeto como um todo?

10. A.6.: Não. Se fosse... se visse com calma e observasse tudo a primeira vez com calma ajudava.

11. Investigadora: OK ele trava adequado às suas necessidades para atividade laboratorial?

12. A.6.: Sim a linguagem adequada, ele conseguiu sim

13. Investigadora: E o tempo que tu disponibilizavas era suficiente para explorar os recursos?

14. A.6.: Sim, os vídeos eram pequenos, então eu tinha tempo que chegasse para ver se fosse preciso mais do que uma vez, então sim.

15. Investigadora: Ok, então tu sentiste que estavas mais preparada para realizar a atividade experimental?

16. A.6.: Sim, até porque muitas vezes, quando a professora falava pela primeira vez, eu não entendia, mas depois de ver os vídeos de pesquisar, conseguia logo ficar muito melhor, então sim.

17. Investigadora: Então o projeto ele acabou por motivar para o estudo da física? Ele te ajudou?

18. A.6.: Sim.

19. Investigadora: E ele te ajudou, tu achas que houve uma mudança significativa na tua aprendizagem? Tu achas que contribuiu de forma efetiva?

20. A.6.: É assim, significativa assim, de uma forma muito grande, acho que não, mas contribuiu de uma forma muito positiva, na medida em que me pegou e puxou-me para cima, digamos assim, para depois continuar o meu estudo, portanto, contribuiu sim de uma forma positiva, mas nada demais.

21. Investigadora: Ok. E também facilitou o teu envolvimento e a tua inclusão nas aulas?

22. A.6.: Nas aulas principalmente atividades laboratoriais, sim.

23. Investigadora: Sim e tu em relação aos recursos, tu estavas à vontade para utilizá-los?

24. A.6.: Sim, também.

25. Investigadora: Gostaste de utilizá-los? Já tinhas utilizado as simulações e essas coisas em outra em alguma outra matéria ou em algum outro momento?

26. A.6.: Não, em outra matéria, não foi só em físico-química. E também não tinha utilizado em anos anteriores, foi só mesmo este ano, este ano, no ano passado.

27. Investigadora: E o que é que tu achaste? Contribuiu bastante esse novo... essa nova forma de abordar os temas?

28. A.6.: Acho que sim, acho que é importante termos outros materiais para além do manual, principalmente as plataformas digitais. Ainda por cima, agora estamos sempre rodeados de tecnologia e, por exemplo, às vezes posso não estar em casa e não ter um manual ao meu lado. Mas se quiser estudar, tenho os vídeos, tenho os recursos da Internet e então estou sempre a par das coisas, mesmo que não esteja com os manuais ao meu lado.

29. Investigadora: Quais foram as vantagens e as desvantagens do projeto, na tua opinião?

30. A.6.: Então as vantagens, como já tinha dito, é que permitiram guiar o meu estudo e fazer com que o meu estudo também fosse mais produtivo, porque tinha sempre os vídeos e pronto as plataformas da Internet para me ajudarem a estudar e a termos tudo e pronto outros recursos para além do manual e desvantagens escalarão cada aquilo que eu falei que não tinham assim, muita escolha, toda a informação, mas ao mesmo tempo eu não considero assim uma desvantagem, porque nós também não podemos ter sempre as coisas nos dadas de uma forma muito facilitada. Nós também temos que saber pesquisar e depois é olhar para outra ou para o manual e para os apontamentos, e depois fazemos o nosso próprio estudo. Portanto, acho que não considero isso uma desvantagem assim mesmo desvantagem.

31. Investigadora: Ok, muito obrigada. Gostaria de acrescentar mais alguma coisa. O que acha que poderia acrescentar o projeto? O que que acha que poderia retirar do projeto?

32. A.6.: A então.... Eu acho que não tenho nada a acrescentar. Acho que os vídeos são bastante úteis mesmo e acho que não tem mesmo nada a acrescentar. É continuar com esse projeto e ajudar os estudantes.

33. Investigadora: Ok, muito obrigada!

Entrevista 7:

1. Investigadora: Então, primeiro, como é que tu te defines como aluna?

2. A.7.: Ok, eu acho que sou uma aluna empenhada e trabalhadora. No entanto, sou um bocado tímida, o que me faz, por exemplo, eu não sou tão participativa e acho que isso me prejudica um bocado. E também sou às vezes um bocado... sou trabalhadora, mas também às vezes deixo um bocado as coisas para a última digamos e depois ando um bocado nervosa e não consigo estudar tudo aquilo que eu queria. Mas, em geral, acho que sou trabalhadora, pronto é isso.

3. Investigadora: E tu achas que o projeto te ajudou em alguma coisa em relação a isso? Ou atrapalhou e ficaste com mais coisas para estudar e deu preguiça? Ou não achas que ficaste mais estimulada?

4. A.7.: Não. Eu acho que o projeto ajudou a que eu conseguisse entender melhor os conteúdos, mas está a falar do projeto. Como assim?

5. Investigadora: O VLAB-FIS, que foram os vídeos, a simulação e Tracker.

6. A.7.: OK, não, eu acho que ajudaram a tinha sempre várias informações e depois fazer a ficha, pronto. Só que também acho que tinha de pesquisar sempre além daquilo dos vídeos, para entender sempre melhor as coisas. Porque com o vídeo não chegava lá.

7. Investigadora: E tu achas que isso é uma vantagem ou uma desvantagem?

8. A.7.: Não percebi, peço desculpa.

9. Investigadora: Tu achas que ter que procurar sempre mais era uma vantagem ou uma desvantagem?

10. A.7.: Se eu acho que... eu acho que é uma vantagem eu ter que querer procurar mais para entender mais, sim, uma vantagem.

11. Investigadora: Vantagem. Ok. Tu usaste mais os recursos do projeto, dentro ou fora de sala de aula?

12. A.7.: Fora, porque eu via em casa. Também um bocado na aula, mas eu em casa vi o vídeo, tentava tirar alguns apontamentos e pronto era a partir daí que me preparavam.

13. Investigadora: Ok. E foi difícil compreender a ideia do projeto e utilizar o projeto?

14. A.7.: Não, porque eu acho que o que vinha nos vídeos estava bastante bem explícito. O fato de ter escrito os materiais pronto ter as coisas escritas ajuda, portanto, acho que foi fácil compreender.

15. Investigadora: E ele estava adequado às tuas necessidades para realização da atividade laboratorial?

16. A.7.: Pronto lá está, eu acho que ajudava, mas se calhar não tinha tanta, às vezes precisava de outros vídeos, outras coisas para perceber melhor a atividade.

17. Investigadora: E o tempo que foi disponibilizado ele era suficiente para explorar todos os recursos?

18. A.7.: Sim, sim. Acho que sim.

19. Investigadora: Não achas que foi demasiado cansativo ou que foi rápido demais?

20. A.7.: Não sei, acho que deu, acho que deu bem o tempo, acho que sim, não sei.

21. Investigadora: Ok, então tu sentiste mais preparada para realizar as atividades experimentais ou não?

22. A.7.: Sim, sim, com sim. Com as ajudas, sim.
23. Investigadora: OK então. O projeto acabou por te motivar para o estudo da física?
24. A.7.: Sim, de certa forma, sim, porque sempre ajudava a ter outras informações através do projeto, sim.
25. Investigadora: Ok achas que ele colaborou para mudanças significativas na tua aprendizagem?
26. A.7.: Assim, não sei, sim, acho que sim, não se bem como, mas ao ver os vídeos e ao tentar preparar-me para isso, acho que sim, porque sempre aumentava o meu conhecimento sobre determinada matéria.
27. Investigadora: Então ele facilitou. Disseste-me que tu és tímida, né? Que ficas calada muitas vezes, mas tu achas que o projeto ajudou no teu envolvimento na aula?
28. A.7.: Sim, porque se eu estou, se eu me sinto preparada, eu não tenho tanto problema em falar e em participar. Também um aspecto também é esse.
29. Investigadora: Estavas preparada e ficava mais à vontade para falar e colocar as coisas?
30. A.7.: Sim, sim, sim.
31. Investigadora: Ok, quais foram, pronto vou perguntar novamente. Quais foram as vantagens e as desvantagens do projeto na tua opinião?
32. A.7.: As vantagens acho que é um pouco também daquilo que eu já vim a dizer, mas é que pronto, com o projeto consegui pesquisar mais coisas e aumentar o meu conhecimento sobre determinados assuntos. Acho que estavam bem organizados, tanto os vídeos como aquilo que nós tínhamos depois de preencher no final. Não sei, acho que para além de que pronto, quando eu tinha que preencher as fichas era em grupo, então o fato de serem grupo também em pequenos grupos a partilhar ideias é sempre bom com os outros e ficamos aqui com a perceber melhor as coisas. Desvantagens? Não sei, às vezes. Não sei. Lá está, às vezes, os vídeos estavam bem organizados, sim, mas se calhar é de propósito que não dizem tudo para nós entendermos depois a, mas acho que é isso.
33. Investigadora: Ok. E gostarias de acrescentar mais alguma coisa?
34. A.7.: Não acho que já... não sei. Acho que já fui respondendo a tudo.
35. Investigadora: Obrigada
36. A.7.: Nada.

Entrevista 8:

1. Investigadora: Como é que te defines como aluna?

2. A.8.: A... eu sou trabalhadora e me empenho. Devia participar mais nas aulas, mas eu acho que não participo assim tanto por causa da minha personalidade. Sou um bocado tímida. E pronto eu me esforço.

3. Investigadora: E tu achas que o projeto ajudou-te a melhorar, a potencializar esse lado bom que tens?

4. A.8.: Sim, sem dúvida alguma. Ajudou-me a preparar-me, por exemplo, nas atividades laboratoriais, não é? Antes de fazermos, consegui perceber melhor a matéria em si para fazer as atividades laboratoriais. E acho que me ajudou, só que às vezes havia partes mais confusas, mas depois eu chegava à aula e a professora explicava melhor essa parte.

5. Investigadora: Ok. Então tu usaste o projeto mais dentro fora de sala de aula?

6. A.8.: Mais fora. Em casa.

7. Investigadora: Ok. Tu conseguiste compreender a ideia do projeto como um todo?

8. A.8.: Sim. Acho que sim.

9. Investigadora: Não foi difícil de compreendê-lo?

10. A.8.: Não, não.

11. Investigadora: E para a utilização dos recursos. Achas que foi fácil? Tu estavas à vontade para utilizar tudo?

12. A.8.: Sim, sim, sim.

13. Investigadora: A linguagem estava adequada?

14. A.8.: Sim.

15. Investigadora: Tu já tinhas utilizado algum desses recursos? Em outra matéria, em outros anos?

16. A.8.: Não, não

17. Investigadora: O que achaste de utilizar isso na sala de aula?

18. A.8.: Foi algo novo. Acho que foi interessante utilizar aquilo como um recurso novo.

19. Investigadora: Então e tu sentias-te mais preparada para a atividade laboratorial?

20. A.8.: Sim, sim.

21. Investigadora: E o tempo que era disponibilizado para os recursos era suficiente?

22. A.8.: Sim, sim.

23. Investigadora: Ok. Sentias-te mais motivada para estudar física? De que forma?

24. A.8.: Sim. Não sei bem, não sei. Acho que ao perceber aquilo, acho que eu ficava mais interessada na matéria em si. Ajudava-me a compreender melhor, ou seja, ficar mais motivada para estudar.

25. Investigadora: Ok, então e facilitou o teu envolvimento e a sua inclusão na sala de aula, nas atividades laboratoriais?

26. A.8.: Sim.

27. Investigadora: Quais que tu achas que foram as vantagens e as desvantagens do projeto?

28. A.8.: Como já disse, a perceber melhor a matéria em si. E acho que não tenho assim nenhuma desvantagem assim muito, muito relevante. Acho que não.

29. Investigadora: Ok, e achas que contribuiu para a tua aprendizagem utilizar o projeto como um todo?

30. A.8.: Sim.

31. Investigadora: Gostaria de acrescentar mais alguma coisa?

32. A.8.: Não

33. Investigadora: Muito obrigada.

Entrevista 9:

1. Investigadora: Primeiro, como é que te defines como estudante?

2. A.9.: A, eu acho que me esforço e embora por vezes as minhas notas não refletem esse esforço, mas tento sempre dar uma melhor e compreender as matérias dadas durante as aulas.

3. Investigadora: E tu achas que o projeto contribuiu para potencializar, para melhorar esses teus pontos altos? Tu achas que estavas mais motivado para trabalhar? O projeto ajudou nisso de alguma forma?

4. A.9.: Eu penso que sim, porque pronto quando a professora nos dava as fichas e assim, eu sentia que a partir desse trabalho, eu conseguia consolidar mais a matéria dada.

5. Investigadora: Ok, então tu sentias-te mais motivado para estudar física participando no projeto?

6. A.9.: Sim.

7. Investigadora: Tu já tinhas utilizado esses recursos em algum outro momento em alguma outra matéria? As simulações e o Tracker.

8. A.9.: Penso que não.

9. Investigadora: Não? E foi fácil de compreender a ideia do projeto, de utilizar o projeto?

10. A.9.: Sim, sim.

11. Investigadora: Sentias-te à vontade para utilizar todos os recursos?

12. A.9.: Sim, sim. Sim, era bastante prático.

13. Investigadora: Pronto. Ok. E ele estava adequado as tuas necessidades, pronto, para melhorar a tua aprendizagem?

14. A.9.: Sim

15. Investigadora: O tempo disponibilizado para explorar os recursos eram suficientes?

16. A.9.: Sim, era suficiente.

17. Investigadora: Tu utilizaste mais os recursos dentro da sala de aula fora da sala de aula?

18. A.9.: É, acho que foi mais fora da sala de aula.

19. Investigadora: Ok. E ele ajudou-te na tua aprendizagem, né? Tu disseste que sim. Tu sentias-te mais envolvido, mais incluindo nas aulas? Estavas mais preparado para responder, para se envolver, para questionar professora?

20. A.9.: Sim, sem dúvida.

21. Investigadora: Sim? Quais foram, para ti, as desvantagens e as vantagens do projeto?

22. A.9.: A por acaso não sei se houve assim desvantagens, mas vantagens a que mais se notou, pelo menos, como eu já tinha dito, foi fato conseguir consolidar mais a matéria e por vezes coisas que eu não entendia conseguia passar a entender depois de fazer as coisas.

23. Investigadora: Em algum momento tu foste, depois que acabou, ficaste com alguma dúvida e usaste novamente algum recurso para relembrar ou para se preparar para o teste?

24. A.9.: Sim, eu por vezes revi os recursos e assim que pronto lembrava-me da matéria.

25. Investigadora: Ok. Gostaria de acrescentar mais alguma coisa? Acha que alguma coisa tem que ser tirada ou tem que ser colocada no projeto?

26. A.9.: Penso que não penso que está tudo bem assim.

27. Investigadora: Muito obrigada.

Entrevista 10:

1. Investigadora: Então, a primeira coisa que gostaria de saber é como te defines como estudante?

2. A.10.: Como é que me defino como estudante? Acho que sou um bom estudante, capaz de realizar as tarefas com alguma facilidade, também com facilidade na compreensão e que almeja pelos melhores resultados.

3. Investigadora: Ótimo! E como o VLAB-FIS contribuiu para isso?

4. A.10.: Sim, ajudou.

5. Investigadora: OK. Ele foi utilizado para complementar as aulas laboratoriais e tu utilizaste mais dentro da sala de aula ou fora da sala de aula?

6. A.10.: Lembro-me de ter usado mais dentro do que fora da aula, mas também comentei com... Ajudou-me no estudo fora da sala aula, mas o usei maioritariamente dentro.

7. Investigadora: Ok. Foi difícil de compreender a ideia do projeto como um todo?

8. A.10.: Não, deu para perceber.

9. Investigadora: E ele estava adequado as tuas necessidades?

10. A.10.: Sim.

11. O tempo que tu despendeste para trabalhar nele, em todo o projeto né, o vídeo roteiro a simulação, o Tracker... tu achas que foi suficiente? Foi demasiado? Foi cansativo? Poderia ter sido mais?

12. A.10.: Eu acho que é um bom tempo. Acho que está na média está acho que foi bom.

13. Investigadora: Não sobrecarregou?

14. A.10.: Não, definitivamente não sobrecarregou se fosse até mais um bocadinho de tempo até que não acho que não sobrecarregaria tanto também.

15. Investigadora: OK. E tu depois que preparavas atividade experimental, via os vídeos, tu achas que chegavas ao laboratório mais preparado para realizar as atividades?

16. A.10.: Sim.

17. Investigadora: Vocês tiveram esse projeto na física, mas não na química?

18. A.10.: A.. sim foi só na física.

19. Investigadora: Tu achas que estavas mais bem preparado depois que vi os vídeos do que ir para o laboratório sem ver o vídeo, apenas com o guião do manual?

20. A.10.: Sim, estava mais preparado definitivamente.

21. Investigadora: E porque é que tu achas isso? Achas que é por causa da do tipo de ferramenta que é a linguagem adequada?

22. A.10.: Sim, eu acho que o fato de ser um vídeo e não uma explicação torna menos cansativa e até atrai mais o olhar dos estudantes. E a linguagem foi, foi sempre utilizada linguagem de fácil compreensão que também facilitou.

23. Investigadora: Ok. Sentiste-te mais motivado para estudar física? A utilizar esses recursos...

24. A.10.: Sim

25. Investigadora: Ou não achas que talvez se fosse só o manual e os exercícios seria igual?

26. A.10.: Não, acho que senti um pouco mais motivado porque, como disse, como era menos cansativo. Era motivado um pouco mais para estudar.

27. Investigadora: Ok tu achas que contribuiu para tua aprendizagem?
28. A.10.: Sim
29. Investigadora: Estavas à vontade para utilizar todos os recursos ou achaste difícil? A linguagem não era...
30. A.10.: Não, eu achei fácil.
31. Investigadora: A simulação e o Tracker também?
32. A.10.: Sim, sim.
33. Investigadora: Ótimo. E quais são as vantagens e as desvantagens do projeto?
34. A.10.: As vantagens seria... ter uma fácil compreensão e um fácil uso. Eu achei fácil o uso. E seria uma forma mais interessante que nos motiva mais a aprender. E que nos ensina melhor as vantagens. Seria mesmo uma única que eu consigo pensar seria para aqueles estudantes que não têm computador sempre em casa ou que não tenho aquele acesso à Internet. Porque os computadores que nos são dados foram dados na escola à distância, foram dados pela escola e estudantes que podem ter acesso. De resto, não consigo pensar em mais nada.
35. Investigadora: OK gostavas de acrescentar alguma coisa? Acha que o projeto poderia ter mais alguma coisa ou não?
36. A.10.: Não o meu ver, eu acho que estava bastante bom.
37. Investigadora: OK pronto é tudo. Muito obrigada!

Entrevista 11:

1. Investigadora: A primeira coisa é como é que tu defines como estudante?
2. A.11.: É um bocado complicado. Não sou um bom estudante por assim dizer. Porque...
3. Investigadora: Mas o que é um bom estudante para ti?
4. A.11.: Segundo os professores dizem, eu não aproveito as capacidades que tenho. Sim exato... Poderia, poderia explorar mais uma potencial e acabo por não ,não aproveitar.
5. Investigadora: E o VLAB-FIS, achas que contribuiu de alguma forma para te ajudar nessa...?
6. A.11.: Não, eu acho que sim. Eu acho que sim, porque acaba por assim simplificar. Por assim dizer, é o pré, a pré atividade, porque nós temos a possibilidade de visualizar o que é que vamos fazer no dia a seguir. Então retemos mais conhecimentos e vamos mais preparados para a atividade em si.
7. Investigadora: Ok, e tu usaste ele mais antes, durante ou depois das aulas?
8. A.11.: Usei mais antes, mais antes das atividades.

9. Investigadora: OK. E tu achas que o projeto foi de fácil compreensão ou foi difícil de...de realizar?

10. A.11.: Não, eu acho que está um projeto acessível a toda a gente, mesmo que da primeira vez não se perceba assim, muito bem, acho que de forma autónoma, conseguimos compreender tudo o que está no projeto.

11. Investigadora: Então tu achas que estava adequado as necessidades das atividades laboratoriais?

12. A.11.: Sim, sim, sim, sim exato.

13. Investigadora: O tempo que foi disponibilizado para a realização dos recursos; quando eu digo, os recursos são os vídeos, as simulações e os... e o Tracker, análise de vídeo. Tu achas que o tempo foi suficiente, foi demasiado? Ficou cansativo?

14. A.11.: Assim não, eu acho que está dentro dos termos de... o tempo foi bom, não foi assim tempo demasiado, não foi. Não foi pouco tempo foi... foi um tempo suficiente, por assim dizer.

15. Investigadora: E o projeto ele acabou por te motivar para estudar física?

16. A.11.: Num, não vou ser hipócrita. Não, não foi o projeto em si que me motivou não? É tipo, não fez diferença na minha motivação para estudar, mas a ajudou bastante.

17. Investigadora: Mas tu achas que assim vê... tu já tinhas trabalhado o Tracker ou com simulações antes?

18. A.11.: Não, não.

19. Investigadora: Tu achas que essa outra possibilidade? Acabou por se mostrar um outro lado que te deixou mais motivado ou não?

20. A.11.: Sim, sim nessa nesse aspecto, sim, nesse aspecto sim.

21. Investigadora: OK. É.. então achas que contribuiu para a tua aprendizagem?

22. A.11.: Sim, sim.

23. Investigadora: E ele facilitou o teu envolvimento na sala de aula, o teu trabalho laboratorial em si?

24. A.11.: Há sem dúvida isso, sem dúvida. Através do projeto, consegui participar muito mais nas atividades do que se calhar sem ele.

25. Investigadora: E tu estavas à vontade quanto aos recursos?

26. A.11.: Sim, sim.

27. Investigadora: E quais foram as vantagens e as desvantagens do projeto?

28. A.11.: Pá, as vantagens foi, como já disse, ia mais preparado para as atividades e tinha mais conhecimento porque a conciliar a atividade em si com os vídeos e simulações acabava por ter muito mais. Desvantagens, não vejo assim, nenhuma em particular. Talvez o tempo que gastamos a ver as simulações e os vídeos, mas acaba

por não ser tempo gasto porque acaba por contribuir posteriormente. Então acho que não há nenhuma desvantagem assim.

29. Investigadora: OK, achas que deveria acrescentar alguma coisa ou retirar alguma coisa do projeto como um todo?

30. A.11.: Não, eu acho que está bem assim.

31. Investigadora: Muito obrigada, está bem?

32. A.11.: Obrigado, tá tchau!

Entrevista 12:

1. Investigadora: Então a primeira pergunta é, como que tu te defines como aluna?

2. A 12. : A... eu acho que eu sou dedicada, mas sou muito stressada assim, muito preocupada com as coisas, então às vezes isso prejudica-me um bocadinho. A... pronto, acho que é um bocadinho por aí. Eu trabalho, só que às vezes o stress prejudica-me um bocado.

3. Investigadora: Eu tu achas que o VLAB-FIS ajudou ou atrapalhou nisso? O projeto como um todo.

4. A 12. : Não, eu não achei que me fizesse....

5. Investigadora: Deu-te mais sobrecarga ou não?

6. A 12. : Não, não achei porque a professora dava tempo para nós fazer e nós íamos fazendo com calma e também as perguntas normalmente eram até acessíveis, por isso, fiquei tranquila.

7. Investigadora: OK. E tu usaste mais o projeto, né... É porque eram os vídeos, a simulação, e Tracker, usaste mais eles na sala de aula ou fora da sala de aula?

8. A 12. : O vídeo de certo mais fora, mas as simulações mais na aula.

9. Investigadora: E tu achas que foi fácil de compreender a ideia do projeto?

10. A 12. : Acho que sim.

11. Investigadora: O projeto estava adequado às tuas necessidades da atividade laboratorial?

12. A.12.: Eu acho que quando a professora fazia aquelas adaptadas ao que nós fazemos em laboratório mesmo, certo, tinha mais perguntas assim, de exame assim. Mas acho que as perguntas do projeto faziam nos compreender mais a parte teórica assim pormenores e assim que nós tínhamos que saber.

13. Investigadora: OK. E o tempo que foi disponibilizado era suficiente para tu...

14. A.12.: Sim.

15. Investigadora: Fazer e explorar mais todos os recursos?

16. A.12.: Sim, há possibilidade de tempo.

17. Investigadora: Ok, e sentiste-te mais preparada para realizar a atividade laboratorial?
18. A.12.: Sim, nós já sabíamos mais a preparação e tínhamos mais noção do decorrer da atividade.
19. Investigadora: O projeto acabou por te motivar para estudar mais ou não fez diferença?
20. A.12.: Não sei, como nós normalmente já fazemos esse tipo de coisas, de temos de ver o vídeo e a simulação, por isso já está habituada por isso acho que não fez muita diferença.
21. Investigadora: Então tu já tinhas utilizado o vídeo e simulações em outro momento?
22. A.12.: Sim, sim.
23. Investigadora: ótimo, está bem! E o projeto facilitou o teu envolvimento na aula?
24. A.12.: Sim, acho que sim. Sim, nós íamos fazendo as simulações e assim íamos participando.
25. Investigadora: E tu sentiste-te mais à vontade com esses recursos ou não? Acha que foi difícil utilizar o Tracker, a simulação?
26. A.12.: A simulação às vezes era um bocadinho complicado, mas a professora, como novamente na aula, dava só uma introdução, era mais fácil.
27. Investigadora: E quais foram, na tua opinião, as vantagens e as desvantagens do projeto?
28. A.12.: As vantagens nós, pronto, foi o que eu disse. Tínhamos mais noção do procedimento porque já tínhamos visto as coisas antes. As desvantagens, não sei, talvez como a tínhamos de fazer isso e depois, às vezes ainda voltávamos a falar e assim, às vezes prontas enrolava um bocadinho a atividade laboratorial, mas acho que não é uma desvantagem. Que vamos perceber melhor?
29. Investigadora: Ver de outras formas.
30. A.12.: É sim.
31. Investigadora: OK. Tu gostarias de acrescentar mais alguma coisa? Acha que o projeto tem que ter mais alguma coisa? Poderei tirar alguma coisa?
32. A.12.: Acho que não, acho que correu bem!
33. Investigadora: Muito obrigada.
34. A.12.: Ok, obrigada.

Entrevista 13:

1. Investigadora: É primeiro, eu gostaria de saber como te defines como estudante?

2. A.13.: É... isso é uma pergunta assim um bocado, ora bem... Eu acho que sou um estudante bastante esforçado. Às vezes podia esforçar-me ainda mais. Mas tento sempre lutar para atingir os meus objetivos. Nem sempre é possível, mas a sou também bastante otimista. O pessoal é sempre “a eu acho que vou tirar uma nota” e eu acho que “nem correu assim tão mal”, eu sou sempre otimista. E pronto, acho que acima tudo é isso.

3. Investigadora: E tu achas que o projeto contribuiu de alguma forma?

4. A.13.: Sim, me ajudou. Acho que me facilitou o estudo, ajudou-nos a centrar mais nas coisas mais específicas para estudar. Ajudou!

5. Investigadora: Ok, tu usaste mais os recursos do projeto, né, que foram o vídeo introdutório, a simulação e análise do vídeo, tu usaste mais isso dentro das salas de aula ou fora dela?

6. A.13.: É, eu usava mais fora, principalmente em casa. Um estudo para preparar as coisas para ir depois à aula. Era aí que eu havia bastante essas partes dos vídeos para perceber melhor.

7. Investigadora: Em algum momento tu retornasses a isso quando foste estudar para os testes?

8. A.13.: Sim, sim, sem dúvida era bastante esclarecedor, então.

9. Investigadora: Então tu compreendeste a ideia do projeto como um todo, foi fácil de entender isso?

10. A.13.: Sim sim, sim.

11. Investigadora: Portanto, o tempo que tu despendias para trabalhar todos os recursos. Acha que era demasiado, poderia ter sido mais ou foi suficiente?

12. A.13.: A eu acho que dependeu do dia também. Se eu sentisse que precisava de estudar mais ou se calhar ficava um bocado a... mais tempo, não é? Se eu sentisse, “OK, acho que não está a render muito”, talvez paravam, mas por norma um tempo médio diria que sim, talvez 1 hora a repetir os exercícios, a tentar interiorizar uns vídeos.

13. Investigadora: OK, então tu achas que o projeto estava adequado as tuas necessidades das atividades laboratoriais?

14. A.13.: Sim, sim, sim, sem dúvida.

15. Investigadora: Já tinhas trabalhado com o Tracker ou com simulações antes?

16. A.13.: Não foi, foi das primeiras vezes, não tinha.

17. Investigadora: E o que é que achaste?

18. A.13.: Sim ajudou, ajudou bastante também.

19. Investigadora: OK, então tu estavas mais..., já que não utilizaste antes, sentiste-te mais à vontade em utilizar esses recursos ou acha que foi demasiado complicado?
20. A.13.: Não, não. Hoje em dia, os jovens não... é tudo aquilo de tecnologia. Isso nós temos esse dom para adaptarmos e foi uma transição bastante fácil. Achei, não achei nada complicado.
21. Investigadora: Ótimo, então gostaste de acrescentar a isso aos teus estudos?
22. A.13.: Sim, claro.
23. Investigadora: A, então sentiste-te mais bem preparado para fazeres atividades laboratoriais?
24. A.13.: Sim, sim.
25. Investigadora: E isso facilitou o teu envolvimento na aula?
26. A.13.: Sim quando a professora perguntava quem queria responder, não é. Nós já vínhamos com o trabalho feito de casa e já tínhamos a ideia e isso, claro, uma pessoa sente mais confiante para a aula, até para depois querer subir a nota. Isso ajudava, claro, sempre.
27. Investigadora: Ok, então, isso te motivou a estudar um pouquinho mais?
28. A.13.: Claro, claro, uma pessoa gosta de motivação.
29. Investigadora: E ajudou na tua aprendizagem?
30. A.13.: Sim, sim.
31. Investigadora: E quais foram as vantagens e as desvantagens do projeto, na tua opinião?
32. A.13.: Bom, vantagens como eu já disse, eu acho que conseguimos focar muito mais. Eram vídeos bastante explicativos, então nós percebemos, é muito mais fácil de perceber a matéria. E sinceramente, desvantagem. Eu não consigo ver assim uma desvantagem específica, porque os vídeos só estão lá só para nos ajudar. E, como eram bastante esclarecedores, acabaram por ajudar bastante, imenso, então uma vantagem não sei se era mesmo necessário, mas eu não consigo apontar assim uma desvantagem.
33. Investigadora: OK eu acho achas que deveria acrescentar mais alguma coisa ao projeto? Deveria ser retirado alguma coisa do projeto?
34. A.13.: Assim, pela minha experiência. O que eu vi já estava tudo muito bem. Eu não sei se há, sim, umas ideias diferentes que vocês podiam estar a pensar, mas como está agora está bastante bem, portanto.
35. Investigadora: Pronto, eram só essas perguntas. Muito obrigada!
36. A.13.: Muito obrigado. Boa sorte também para a conclusão, tchau.
37. Investigadora: Obrigada.

Entrevista 14:

1. Investigadora: Primeiro, gostaria de saber como é que te defines como aluna?
2. A.14.: A não sou uma aluna de notas muito altas, mas também tanto melhor e estudo o que posso para conseguir fazer, dar melhor nos testes.
3. Investigadora: Tu achas que o projeto VLAB-FIS, a utilização dos vídeos introdutórios, a simulação utilização do Tracker, ajudou nisso?
4. A.14.: Eu acho que sim. Facilitou mais no estudo e na realização das atividades.
5. Investigadora: OK, e tu utilizaste mais esses recursos do projeto antes, durante as aulas ou depois das aulas?
6. A.14.: Antes e durante. Depois das aulas, só via a minha resolução para estudar mais um pouco.
7. Investigadora: Depois, voltavas a ver só para estudar para os testes?
8. A.14.: Sim.
9. Investigadora: OK. Foi difícil de compreender o projeto como um todo?
10. A.14.: Não acho que não.
11. Investigadora: Tu achas que ele estava adequado às tuas necessidades para fazer o trabalho experimental?
12. A.14.: Sim.
13. Investigadora: E o tempo que tu despendias para fazer a exploração dos recursos era suficiente, era demasiado ou era pouco?
14. A.14.: Eu acho que era suficiente, estava, não era, não utilizava muito, nem pouco no meu tempo. Lá estava na medida certa.
15. Investigadora: Sentiste-te mais preparada quando chegava para fazer as atividades laboratoriais?
16. A.14.: Sim, sim, ajudava bastante na preparação.
17. Investigadora: E já que estavas mais preparadas, tu achas que te envolvia mais na aula? Te incluías mais nas discussões?
18. A.14.: Sim.
19. Investigadora: O projeto acabou por te motivar? Ele motivou-te para estudar física?
20. A.14.: Sendo sincera, acho que não ajudou. Ajudou, mas não, não. Não foi algo que me motivou, que não é algo que eu gosto assim. Fiz...
21. Investigadora: Não gosto de física, ok? Mas tem um outro lado com outros recursos? Eu já tinha trabalhado com simulação?
22. A.14.: Não, não.
23. Investigadora: E trabalhar dessa forma, ajudou assim um pouco cadinho mais foi mais interessante do que só manual essas coisas?

24. A.14.: Sim, sim, foi.

25. Investigadora: Ok, quanto a utilização em si, da simulação e do Tracker, tu estavas à vontade para utilizar? Achaste fácil?

26. A.14.: Acho que num foi muito fácil. A professora também não explicava como usar, mas também não era assim, algo fora do normal.

27. Investigadora: E quais foram, na tua opinião, as vantagens e as desvantagens do projeto?

28. A.14.: Eu acho que não há assim desvantagem nenhuma, porque ajudou-me bastante a entender e também trabalhar mais para as atividades. E acho que é isso ajudou-me a treinar mais e eu perceber melhor.

29. Investigadora: Ok, e tu gostarias de acrescentar mais alguma coisa ao projeto ou retiraria alguma coisa?

30. A.14.: Acho que está bem, está tudo bem.

31. Investigadora: Pronto era só isso. Muito obrigada!

Entrevista 15:

1. Investigadora: Então a primeira pergunta que eu quero saber é como te defines como aluna?

2. A.15.: A sou uma aluna que tenta ser organizada o máximo possível e estudo e tento ter a matéria em dia sempre que consigo.

3. Investigadora: Tu achas que houve? Logo que fiz, ajudou ou atrapalhou um pouco?

4. A.15.: A sim. Acho que ajudou. O tempo de preparação das atividades demorava um pouco, mas acabava por também por forçar-nos. Não era bem forçar, mas estudar a matéria e ter isso em dia para aplicar os conhecimentos durante as simulações e as perguntas referentes à simulação.

5. Investigadora: Tu achas que foi fácil de entender, então, a ideia do projeto como um todo?

6. A.15.: A ideia do projeto, sim. As perguntas... tinha algumas que era um bocadinho complicadas, mas isso aí tinha mais a ver com estudo e assim.

7. Investigadora: O projeto ele estava adequado as suas necessidades para trabalho laboratorial?

8. A.15.: Sim.

9. Investigadora: O tempo que tu gastavas a estudar, fazer essas coisas era suficiente, era demasiado, era pouco?

10. A.15.: Era suficiente dava bem para preparar as coisas e ficar a entender as atividades.

11. Investigadora: Tu não te sentes mais sobrecarregada com o projeto?
12. A.15.: A tinha alguns que eu tinha mais dificuldades, por isso acabava por gastar um bocadinho mais de tempo, mas também era bom, porque assim eu estudava mais aquilo, como tinha mais dificuldades e ficava a perceber melhor.
13. Investigadora: Tu achas que estava mais preparada quando chegavas a atividade laboratorial, depois de ter te preparado em casa?
14. A.15.: Sim, era mais fácil de compreender na aula e assim.
15. Investigadora: Tu fazias isso antes com as quais atividades do manual ou não?
16. A.15.: Mais ou menos também trabalhávamos as simulações, mas era de forma diferente.
17. Investigadora: Então tu já trabalhaste com simulações antes?
18. A.15.: Sim.
19. Investigadora: E gostas de trabalhar, gosta de ver esse lado de juntar a simulação aos teus estudos cotidiano?
20. A.15.: Sim, e como agora estamos em contexto online, é mais fácil para ter uma noção daquilo que acontece realmente nas atividades experimentais quando não as podemos fazer.
21. Investigadora: O projeto motivou-te para estudar um pouquinho mais de física?
22. A.15.: Sim, tinha certos assuntos que me puxavam um bocadinho mais e acabava por estudar mais.
23. Investigadora: Então ele contribuiu para tua aprendizagem?
24. A.15.: Sim.
25. Investigadora: Ele facilitou o teu envolvimento e a tua inclusão na sala de aula? Sentiste-te mais à vontade em debater e falar, em participar mais?
26. A.15.: Sim, porque como já tinha uma noção das coisas sobre a atividade acaba por ter mais interesse em participar porque já sabia algumas coisas.
27. Investigadora: Então tu sentias-te a vontade em utilizar os recursos, a simulação ou Tracker, não tiveste tantas dificuldades?
28. A.15.: Não.
29. Investigadora: Quais foram, na tua opinião, as vantagens e as desvantagens do projeto?
30. A.15.: As vantagens e é muito bom para as perguntas e ter as simulações. Para, mesmo em casa, estando a estudar para os testes começarem atividades laboratoriais a ir rever isso, podermos ser nós a fazer e ter noção de como as coisas funcionam e depois praticarem exercícios e imagine, temos um exercício que é sobre a atividade

laboratorial e não estamos a entender como é que é, vamos a simulação, podemos ter mais ou menos uma noção.

31. Investigadora: OK eu Kahoot, como é que o contribuiu nisso tudo? Motivou-te ou não?

32. A.15.: Motivou, porque era engraçado, mas também a parte de ter um certo tempo limite para responder àquilo punha um bocadinho de pressão.

33. Investigadora: E a pressão ajuda, né? Porque no exame a pressão...

34. A.15.: Pois, mas há muito mais tempo.

35. Investigadora: Verdade. E tu gostarias de acrescentar mais alguma coisa ao projeto? Gostava de retirar alguma coisa ou não acha que está tudo bem?

36. A.15.: Também não. Eu acho que está bom. Para aquilo que é está bom, tem a simulação para ajudar. Tem as perguntas também para relacionar com matéria isso tudo, acho que está bom.

37. Investigadora: Pronto é isso, muito obrigada!

Entrevista 16:

1. Investigadora: Como é que tu te defines como aluna?

2. A.16.: Boa pergunta. Não sei, eu tento dar o meu melhor, mas... até acho que não ou má de todo, mas esforço-me bastante para conseguir alcançar melhores resultados. Pronto, e acho que é.

3. Investigadora: E tu achas que o projeto VLAB-FIS, utilizar os vídeos, a simulação e o Tracker ajudaram-te nisso?

4. A.16.: Sim, acho que sim. Ajudou muito.

5. Investigadora: Como?

6. A.16.: Acho que acho através desse tipo de simulações e de vídeos, acho que é mais fácil de visualizar as coisas que se calhar não são nem sempre assim, muito óbvias, mas com isso acho que facilitou bastante. Pelo menos no meu caso.

7. Investigadora: Sentias-te, então, mais preparada?

8. A.16.: Sim

9. Investigadora: E tu conseguias se envolver mais nas aulas por causa disso? Conseguias participar mais?

10. A.16.: Sim. Acho que sim. Havia certos assuntos que se calhar eu se não visse os vídeos, a não conseguiria chegar... conseguíamos, acho que é uma perspectiva diferente. Acho que ajuda.

11. Investigadora: Ok. Então tu consegues compreender a ideia do projeto?

12. A.16.: Sim, sim.

13. Investigadora: Foi fácil de desenvolvê-lo?
14. A.16.: Sim.
15. Investigadora: Ok, tu achas que ele estava adequado as tuas necessidades pelo trabalho laboratorial?
16. A.16.: Sim, acho que sim. Acho que conseguia com isso, conseguia responder a tudo sim.
17. Investigadora: O tempo era suficiente para tu explorares tudo?
18. A.16.: Sim, acho que era o ideal. Não, não era assim uma coisa que cansasse muito, mas, ao mesmo tempo, tinha o que era necessário. Acho que sim.
19. Investigadora: Ok. E motivou-te de alguma forma para estudar mais ou focar na física?
20. A.16.: Sim sim é... motivou, como já referi, ajudou-me a visualizar melhor, por isso, de certa forma, sim, motivou.
21. Investigadora: E tu achas que aprendeste um bocado mais por ver de outras formas a física?
22. A.16.: Sim, sem dúvida, sim.
23. Investigadora: Tu utilizavas o recurso de forma fácil? Achavas que era demasiado complexo.
24. A.16.: Não! Acho que era fácil aceder. Não tínhamos de ter grandes programas nem nada. Conseguimos aceder a tudo facilmente.
25. Investigadora: Ok, quais foram, na tua opinião, as vantagens e as desvantagens do projeto?
26. A.16.: As vantagens, como já referi, foram consegui visualizar melhor as certas coisas que se calhar só dando a parte teórica nas aulas, não conseguiria chegar tão facilmente lá. Agora desvantagem, não sei mesmo, acho que eu gostei do projeto em si. Gostei. A mim ajudou-me bastante.
27. Investigadora: E gostavas de acrescentar mais alguma coisa ou retirar alguma coisa?
28. A.16.: Acho que não acho que já havia. Eu lembro-me que havia algumas perguntas que às vezes não estavam tão bem formuladas ou isso, mas na altura acho que nós até chegámos a falar, porque tirando isso, acho que estava tudo ótimo.
29. Investigadora: Pronto era só isso. Muito obrigada. Agradeço a participação.

Entrevista 17:

1. Investigadora: Bem, primeira coisa que eu gostaria de saber é como te defines como aluna?

2. A.17.: Eu acho que sou trabalhadora e que tento sempre melhorar os meus erros, mas que às vezes sou tão distraída que faço erros estúpidos nos testes.
3. Investigadora: E tu achas que o projeto contribuiu para te ajudar a melhorar isso e a potencializar o teu lado bom?
4. A.17.: Eu acho que sim, porque deu para estruturar as ideias e assim para eu perceber aquilo que eu tinha mais dificuldades e aquilo que não tinha.
5. Investigadora: OK tu usaste o projeto mais dentro ou fora de sala de aula?
6. A.17.: Mais fora, por causa do ensino online.
7. Investigadora: Achas que ele contribuiu no ensino online?
8. A.17.: Sim, sei que é mais complicado aprender e tudo então foi bom por causa do forte.
9. Investigadora: Ok. Foi fácil ou foi difícil de compreender o projeto como um todo? Tu conseguiste fazer as coisas?
10. A.17.: Havia sempre uns exercícios que eram mais complicados que os outros. Mas, em geral, sim, dava para entender.
11. Investigadora: Então ele estava adequado às suas necessidades para a atividade laboratorial que ia se suceder?
12. A.17.: Sim, sim.
13. Investigadora: O tempo era adequado, era demasiado ou era pouco? Tu tinhas que te dedicar demais ou não?
14. A.17.: Acho que, em geral, o tempo estava bem.
15. Investigadora: E tu sentias-te mais bem preparada para as atividades laboratoriais?
16. A.17.: Sim.
17. Investigadora: O projeto acabou por te motivar ou não fez diferença?
18. A.17.: Motivador não seria a palavra certa, mas acho que ajudou a entender.
19. Investigadora: E ele facilitou o teu envolvimento na sala, nas aulas para discutir os fenômenos com a professora e com os outros colegas?
20. A.17.: Sim, ajudou sim
21. Investigadora: Sentias-te à vontade para utilizar os recursos, a simulação, o Tracker e os vídeos?
22. A.17.: Sim, as simulações ajudaram bastante.
23. Investigadora: Quais foram, na tua opinião, as vantagens e desvantagens do projeto?
24. A.17.: As vantagens é que ajudou-me a entender melhor os assuntos dados na aula, entender melhor como é que se faz atividades laboratoriais. As desvantagens, em geral, não, não encontro nenhuma desvantagem.

25. Investigadora: Gostavas de acrescentar mais alguma coisa ao projeto ou retirar alguma coisa?

26. A.17.: Acho que não acho que estão bem formulados.

27. Investigadora: Pronto, era só isso. Muito obrigada!

Entrevista 18:

1. Investigadora: Bem, primeiro, gostaria de saber como te defines como aluna?

2. A.18.: É assim, eu sou uma aluna muito esforçada, sou empenhada, sempre tento ultrapassar as minhas dificuldades, quando as tenho, mais isso.

3. Investigadora: E achas que o projeto ajudou, contribuiu, não contribuiu?

4. A.18.: Sim, por acaso acho que contribuiu. E, porque também as simulações ajudaram, porque motivou mais ainda por estarmos a ver ali os vídeos e o roteiro, então acho que motivou mais sim.

5. Investigadora: OK, então, não foi difícil de compreender o projeto?

6. A.18.: Não, não, não foi.

7. Investigadora: E nem de fazer as atividades?

8. A.18.: Não, havia às vezes assim, uma pergunta ou outra que eu achava, às vezes um bocado mais complicada, mas depois conseguia chegar lá.

9. Investigadora: E tu achas que demandava muito tempo para fazer tudo isso ou o tempo era adequado?

10. A.18.: A não acho que o tempo até era adequado. Sim, conseguia fazer tudo bem.

11. Investigadora: Tu utilizaste mais os recursos do projeto dentro de sala de aula ou fora dela?

12. A.18.: Dentro da sala de aula, foi.

13. Investigadora: E preparavas-te mais para as aulas?

14. A.18.: Sim, pode-se dizer que sim. Sim, ajudava até.

15. Investigadora: Para fazer as atividades laboratoriais, tu achavas que estava mais preparado depois de assistir aos vídeos?

16. A.18.: Sim, sim, sim. As atividades ajudaram muito, muito sim.

17. Investigadora: Ok. O projeto ele estava adequado ao trabalho que vocês iam fazer, a linguagem?

18. A.18.: Sim, estava tudo adequado. Sim, estava tudo.

19. Investigadora: Achas que contribuiu para a tua aprendizagem de maneira mais efetiva ou se fosse só manual, também contribuiria da mesma forma?

20. A.18.: Não, acho que, como eu já tinha dito anteriormente, acho que contribuiu porque também ajudou, motivou, motivou mais uns vídeos, simulação. Pronto sim.

21. Investigadora: Ok, então ele facilitou a tua participação, o envolvimento na sala, na discussão?

22. A.18.: Sim, sim.

23. Investigadora: Tu estavas à vontade para usar as simulações, o Tracker ou não, achas foi difícil?

24. A.18.: Sim, sim. Não, estava à vontade, até porque as coisas estão bem explícitas, simples, de fácil compreensão. Então foi...

25. Investigadora: Então, na tua opinião, quais foram as vantagens e as desvantagens do?

26. A.18.: Assim, vantagens a ajudou-me na compreensão, as coisas estavam bem explícitas. Eram simples, então, pronto. E desvantagens não, não vejo assim nenhuma desvantagem no momento, não.

27. Investigadora: Tu acrescentarias mais alguma coisa ao projeto ou retiraria alguma coisa?

28. A.18.: Não acho que não. Acho que está tudo bem

29. Investigadora: Pronto era só isso. Muito obrigada!

Apêndice 9: Transcrição da entrevista do estudante com NEE

1. Investigadora: Então em relação à tua, a caracterização da tua trajetória escolar. Em quantas escolas ou colégios, tu já estudaste?
2. A.: Ora bem, assim, a nível de agrupamentos 2.
3. Investigadora: E escolas?
4. A.: Escolas, 3.
5. Investigadora: E esses espaços estavam todos preparados para te atender?
6. A.: Não, nem todos. Portanto, na primeira escola, sem dúvida que não estava pronto, muitas das entradas eram com escadas, depois já fizeram algumas alterações, mas foi quase quando eu já estava a sair. E acho que agora está melhor. Mas pronto na primeira eu não tinha grandes acesso. Na segunda escola, portanto, ainda no mesmo agrupamento, também nessa escola também não era muito bom. Porque digamos que no início, quando eu cheguei à escola o elevador não funcionava. Portanto, se eu quisesse ir à Biblioteca não podia ir. E além disso, ainda tinha umas escadas, assim no patamar acima umas cinco escadas para chegar à biblioteca, onde também não havia elevador. E depois de resto, não... se fosse com cadeira elétrica, eu acho que tinha mais dificuldades, mas eu não estive com cadeira elétrica. Pronto, não tive esse problema, mas é isso, pois lá para o fim, eles conseguiram arranjar um elevador e fazer arranjo pronto.
7. Investigadora: E na escola atual?
8. A.: A que estou hoje, não tenho grande coisa a dizer, só não consigo entrar no Pavilhão, de resto.
9. Investigadora: E enquanto aos teus professores, achas que eles estavam preparados para saber entender as tuas limitações e também as tuas potencialidades?
10. A.: É assim os desta escola, sim. Tirando um, mas pronto, mas foi um professor de educação física que foi um bocado injusto, só isso, mas de resto não nesta escola, não. Na primeira não, mas depois na segunda escola, claro, o agrupamento, acho que sim, já não tive tanta... Já não correu tão bem as coisas. Tive professor de educação física, também, não foram lá muito justos comigo. E alguns professores também podiam ter feito melhor as coisas, pronto.

11. Investigadora: Mas para eu entender. As duas primeiras escolas são do mesmo agrupamento.
12. A.: Sim
13. Investigadora: A OK já percebi.
14. A.: Portanto, a primeira escola primária depois da escola secundária
15. Investigadora: Básica, não é?
16. A.: Segundo e terceiro ciclo. Sim, pois aqui não tinha secundário, por isso é que depois fui para o outro agrupamento.
17. Investigadora: OK, está bem. Em relação aos materiais, utilizaste muitos materiais adaptados ou não, os materiais não estavam adaptados?
18. A.: É assim. A nível de educação física, eu sempre tive professores específicos para mim. As outras disciplinas, não pá, se precisasse, eu tinha materiais a minha disposição, mas para agora não precisei agora não preciso.
19. Investigadora: Sim e as aulas laboratoriais?
20. A.: A nível laboratoriais. Claro que eu não podia fazer as coisas fisicamente, não é? Não dá, mas, portanto, eu fazia trabalhos mais a nível de apontar as medidas que se fazia as coisas ou, portanto, essas coisas, observar mais por aí.
21. Investigadora: Os outros faziam?
22. A.: Sim, fisicamente, sim, faziam. Normalmente eu só fazia as partes mais escritas. Relatório, por aí.
23. Investigadora: Ok, quando tu fazias assim, qual era a tua relação com os outros estudantes do grupo ou até mesmo da turma? A tua relação com os teus colegas de turma?
24. A.: Não estávamos todos na mesma mesa enquanto a gente ia fazer experiência, eu ia eu ia com eles, estava lá ver ao mesmo tempo.
25. Investigadora: E a relação interpessoal?
26. A.: É assim mais. Como assim?
27. Investigadora: Vocês estudaram juntos, tu tinhas um grupo de amigos que vocês sempre estudaram juntos ou não?
28. A.: A sim, sim. Não era um grupo, não é um grupo pronto. A nível de turma, eu digo assim a nível de amigos, talvez sim, uns 4 ou 5. Sim, mais ao menos.
29. Investigadora: Tu estudaste com eles desde a primária ou não?
30. A.: Sim? Alguns sim, alguns sim, outros não.
31. Investigadora: OK eles compreendiam que auxiliavam?
32. A.: Sim, sim. sim.
33. Investigadora: A relação interpessoal era boa?

34. A.: Quanto a isso eu não tenho grandes razões de queixa.
35. Investigadora: OK, agora a parte da caracterização mais pessoal, quantos anos tu tens?
36. A.: 17.
37. Investigadora: Atualmente estás no 11º?
38. A.: Sim, acabei, portanto, este ano foi o 11º. Para o ano o 12º.
39. Investigadora: E tu estás nessa escola desde o 10º ano?
40. Investigadora: Fizeste o 10º, o 11º e vais fazer o 12º?
41. A.: Sim, sim exatamente.
42. Investigadora: Como te defines como estudante?
43. A.: Eu acho que sou um bom estudante, eu acho né?
44. Investigadora: És responsável?
45. A.: A nível de responsabilidade. Eu acho que sim. Já fui menos.
46. Investigadora: Graças a Deus, estás num bom momento, super responsável.
47. A.: Vai-se ganhando a responsabilidade, portanto, a nível de... vezes a gente esquece de alguma coisa, né, mas...
48. Investigadora: E qual a carreira que tu gostavas de seguir?
49. A.: Ó pá é assim a nível de carreira o que eu gosto muito de fazer é mais... é desenhar. Geometria assim gosta também muito de matemática. Mas sim a coisa que eu mais gostaria que eu mais gosto no caso é, é desenho, é mesmo?
50. Investigadora: Às aulas de ciências, de um modo geral, tu já disseste desenho e a matemática, mas e as físico-química, tanto agora quanto no básico, e as aulas de ciências despertavam algum interesse? Tu gostavas dessas aulas?
51. A.: As de ciências, eu acho que depende um pouco da matéria.
52. Investigadora: Ias muito ao laboratório, os professores costumavam fazer as aulas mais práticas?
53. A.: É um misto entre as 2 coisas, tanto prático as 2 coisas. Sim a nível de física e química, pá, claro que também há coisas da química que eu gosto. Sim, gosto mais da física, um modo geral, mas na química também gosto de algumas coisas, sim. Parte dos átomos não? Também gosto dessa parte, mas também gosto, gosto só mais da física.
54. Investigadora: Agora, a nível do projeto do projeto VLAB-FIS que nós fizemos. Conheceste todos os materiais que eu fiz do 10º ao 11º ano. Qual é a tua opinião de forma geral em relação ao projeto?
55. A.: Sim, estás muito bem. Assim a minha opinião, de forma geral, é que a nível de projeto em si, eu acho que é um bom projeto. O que é bom as pessoas poderem...

haver assim a parte de inclusão, por exemplo, eu poder fazer as experiências de uma maneira muito parecida com os meus colegas, portanto, assim, e é bom porque é uma coisa que eu acho que até no futuro se podia usar no ambiente escolar de forma produtiva com pessoas como é, não é?

56. Investigadora: De forma ainda mais geral, imagina que a tua professora utilizasse esses materiais desde 10º ano, achas que seria um contributo para ti e para os teus colegas?
57. A.: Sim, eu acho que sim. Eu acho que seria um bom contributo porque a nível de relacionamento interpessoal acaba por melhorar um bocado porquê eu acabo por fazer experiência mais perto, diga-nos, as pessoas, portanto, a gente faz, se calhar mais próximos uns dos outros.
58. Investigadora: Ok, tu achas que as informações que tinha no projeto eram suficientes? Achas os roteiros do jeito que eles estavam estruturados te ajudavam a utilizar os recursos?
59. A.: Sim, eu acho que sim. Notei que estavam bons porque dava para utilizar bem os recursos disponibilizados pela simulação. Eu acho que os roteiros estão bem estruturados, na minha opinião.
60. Investigadora: Muito grandes? Muito curtos? O tamanho estava bom?
61. A.: Eu acho que o tamanho estava bom. Eu acho que sim. E a nível disso eu achei que os roteiros estavam bons. Eu achei que os roteiros acho que estavam bem estruturados, tanto, a nível da simulação como a a nível do vídeo.
62. Investigadora: E tu já tinhas trabalhado com roteiros desse tipo.? A tua professora trabalha em sala de aula com roteiros assim, mas a nível de investigação, sem dar resposta, ela trabalha assim com vocês?
63. A.: Sim, sim, sim, claro, sim, portanto era dar-nos, digamos, que um procedimento não é dar-nos a ficha do procedimento, mas algumas questões, por acaso vamos responder.
64. Investigadora: Então já estavas habituado a esse tipo de...?
65. A.: Sim sim, já estava habituado a esse tipo de coisa.
66. Investigadora: Excelente. O tempo para utilizar, por exemplo, se fosse utilizado na escola, tu achas, que teria tempo suficiente para fazer a atividade física e também as atividades com os recursos? O que tu achas?
67. A.: É assim as 2 atividades, eu julgo que não teria tempo. Acho que não.
68. Investigadora: Mas se fosse dividido em duas aulas por exemplo?
69. A.: Ok. Tipo se um fizesse a parte física e outra parte, aí eu acho que já era mais possível.

70. Investigadora: Exato, porque tem momentos que vocês ficam parados, a esperar, porque vocês na escola não têm equipamento um para cada grupo.
71. A.: Claro, sim, sim, sim.
72. Investigadora: Então tu achas que se um grupo chegasse a fazer o físico e o outro tivesse a fazer tudo no computador? Achas que ser interessante?
73. A.: Sim, sim, se houvesse esse planeamento, eu acho que era possível isso acontecer. Era uma coisa. Que eu acho que tinha que ia requerer algum planeamento.
74. Investigadora: Sim sim, claro. A nível do *Tracker* . Já tinhas trabalhado com o *Tracker*?
75. A.: Um antes, não.
76. Investigadora: Não? E o que é que achaste? Porque as simulações, acaba que uma vez ou outra, tu consegues ver, mas já viste alguma vez na vida, mas outra que tu nunca tinhas trabalhado, que é que tu achaste dele qual foi o contributo dele para a tua aprendizagem mesmo? Para ensino de física, vamos dizer assim.
77. A.: Eu acho que o *Tracker* é um bom programa. Na minha opinião eu acho que eu tive uma um bom impacto na parte das experiências, portanto, na recolha de dados, fazer os gráficos essas coisas, eu acho.
78. Investigadora: Não era difícil de aprender? Acha que também os teus colegas aprenderiam de forma tranquila? Acha que eles gostariam de fazer assim?
79. A.: Se calhar nem todos os colegas faz...Quer dizer não é que eles não conseguiam porque a maioria das pessoas agora têm muita aptidão para as tecnologias. Eu acho que iam se safar, as pessoas, sim, sim, eu acho que sim.
80. Investigadora: Como tu disseste agora maioria das pessoas têm aptidão para as tecnologias e vocês costumam utilizar muitos recursos tecnológicos na escola?
81. A.: Na escola a nível de aulas, agora já se usa bem esses recursos tecnológicos.
82. Investigadora: Quais são quais os que usam mais assim?
83. A.: Costumamos às vezes ver vídeos ou então às vezes os exercícios são projetados, a matéria também é dada através de *PowerPoint*, mas se calhar podia haver mais tecnologia. Eu acho que sim.
84. Investigadora: OK mas, então é sempre assim, vocês têm a tecnologia, mas vocês são passivos, vocês não trabalham diretamente com ela, por exemplo. Vídeo, vocês assistem ao vídeo.
85. A.: Não. Assistimos, exato. Nós não trabalhamos fisicamente com a tecnologia.

86. Investigadora: Diferente do que aconteceu aqui, nós trabalhamos com tudo diretamente, com os recursos certos e foi muito difícil. Eu achas que não seria na boa trabalhar assim em sala de aula?
87. A.: Exatamente, sim. Trabalhar isso em sala de aula? Eu acho que tinha que haver mudanças de... mudar um pouco a mente de como é que funciona o ensino, não é, digamos.
88. Investigadora: E a nível básico que tu fizeste tudo no secundário, tu achas que seria válido utilizar esses recursos do ensino básico?
89. A.: Ensino básico? Eu acho que sim. Assim no 7º, 8º e 9º. Claro que não com essa complexidade como nós utilizamos. Mas, por exemplo, o vídeo do jeito que ele está ao invés de dar todos os detalhes, está prontinho, ter o vídeo assim para dar uma visão geral.
90. A.: Eu acho que sim. Eu acho que é que era bom. Era um pouco mais desafio, tipo. Agora sim, porque eu acho que agora, neste momento, há um problema. Já que o problema da escola é que é um bocadinho difícil captar a atenção, principalmente o 7º e o 8º ano por aí.
91. Investigadora: E tu escutas isso dos teus colegas ou dos professores?
92. A.: Acho que a nível de professor a gente consegue ver.
93. Investigadora: Os professores comentam muito?
94. A.: Sim que acham que alguns são um bocado mal-educados e por aí
95. Investigadora: Às vezes nem são mal-educados, às vezes eles só não estão atentos mesmo porque não conseguem.
96. A.: Sim, só não estão atentos à aula e em vez de estarem atentos estão a fazer outras coisas, não é?
97. Investigadora: E achas que esses recursos poderiam ajudar nisso, a captar esse interesse dos estudantes?
98. A.: Eu acho que sim.
99. Investigadora: E em questão do *Kahoot* que nós pegamos os elementos que são os games, não é? A gamificação, os elementos do jogo e trouxemos isso aqui para complementar esses recursos. E essas aulas. O que é que tu achas? Qual é a tua opinião sobre utilizar esses tipos de jogos?
100. A.: Eu acho que esses tipos de jogos podiam ser bons, mas não sei se... Eu acho que depende da maneira como seriam feitos, digamos, a nível de competitividade. Sim, porque eu acho que às vezes é um bocado complicado, porque pode haver com a competitividade saudável e a que não é saudável. E às vezes devia haver confusão entre essas 2 coisas.

101. Investigadora: OK, mas se fossem feitos, por exemplo, como nós fizemos a nível de teste, vamos dizer assim, para saber se tu tinhas visto, não tinhas visto como tinhas.
102. A.: A nível individual, mais?
103. Investigadora: Sim a nível também em grupo mais assim no sentido que eu digo numa forma de uma avaliação.
104. A.: Ai eu acho que aí já seria melhor.
105. Investigadora: Imagina vocês quando chegassem lá, tem uma avaliação. Ao invés avaliação da avaliação, vocês só no papel, a avaliação também tem esse carácter lúdico. Tu achas que seria mais válido? Ajuda a não ter aquela tensão de quando vocês têm uma avaliação, vocês ficam mais tensos. Achas que com esses jogos isso fica mais?
106. A.: Acho que isso não ia mudar muito isso. Eu acho que ia ficar na mesma. Pois neste momento, os testes são algo um bocado muito... dá-se muita importância a isso. Eu acho que neste momento o nível disso, eu acho que se devia dar um pouco menos de importância a isto.
107. Investigadora: O que realmente importa é a aprendizagem, não é?
108. A.: Exatamente, também já aprendizagem não é tanto... Há avaliação, há teste e depois os estudantes dizem, depois começa... É que os estudantes não vão estudando, quer dizer, há teste começa tudo a se passar “tem que estudar, tem que estudar”. Bem, e é mais isso que acontece.
109. Investigadora: E, talvez se a gente tivesse esse esse tipo de recursos, essas coisas. Porque tu acabaste por ver o mesmo fenómeno várias vezes, não é? Nós trabalhamos, por exemplo, a energia cinética. Trabalhaste lá na sala de aula, no equipamento físico, trabalhaste energia cinética numa simulação e trabalhaste a energia cinética no *Tracker*. Isso tu achas que é uma forma de estudar também? Contribui?
110. A.: Sim, sim, porque são diferentes maneiras de conseguir conhecimento e acaba, com a tecnologia, acaba por ser mais apelativa, não é? Porque como nós estamos habituados a usar, acho que é mais apelativo.
111. Investigadora: Ok e nível do próprio exame nacional. Tu achas que ajudou projeto? E o que tu achaste? Contribui?
112. A.: Ajudou! É uma maneira de nós sabermos um bocado mais a matéria que foi dada, é mais um... é um acrescento, digamos, é um reforço do que nós já estudamos.
113. Investigadora: E foi melhor do que ficar só a resolver exercícios?

114. A.: Sim, sim, sim, é melhor porque é outra coisa. Nós podemos estar ali a fazer experiência e estamos a mexer na coisa, não estamos só a fazer exercício, estamos a ver a experiência também.
115. Investigadora: Tu achas que isso se esse projeto fosse implementado em sala de aula, ele ajudaria na parte da inclusão?
116. A.: Sim. Eu acho que sim.
117. Investigadora: Tu sentes-te à vontade em utilizar esses recursos ou achas que foi difícil?
118. A.: Eu acho que não, acho que foi fácil de usar. No início sim. No início foi um bocadinho mais difícil, ficaram mais novidade. Depois de eu me habituar, não, não acho difícil.
119. Investigadora: E quais são as vantagens e as desvantagens do projeto?
120. A.: A nível de vantagens, eu acho que a inclusão é a maior vantagem do projeto. É um projeto bastante inclusivo. A nível de desvantagem, o que eu posso dizer? Não é a mesma coisa que nós mexemos fisicamente nas coisas, claro que não é igual. Portanto, uma coisa, nós estamos ali em um contexto laboratório, é diferente de estar à frente do computador. Claro que para nós aprendermos as coisas nós temos que mexer nas coisas e para ver bem, óbvio, a nível de observação não é tão fácil, digamos, não é a mesma coisa.
121. Investigadora: Mas se o computador fosse para dentro do laboratório?
122. A.: Sim, agora, se sim se houvesse a tal complementação das duas coisas que eu acho que sim, eu acho que é fundamental.
123. Investigadora: Assim achas que seria o ideal?
124. A.: Isso, eu acho que é sim.
125. Investigadora: Não utiliza só um nem só o outro, mas fazer mesmo de forma complementar.
126. A.: Sim, complementar ambos. Sim, acho que seria a melhor opção.
127. Investigadora: Gostava de acrescentar mais alguma coisa? De dizer a tua opinião, o que é que melhoravas no projeto?
128. A.: Bem, eu acrescentar alguma coisa? Não sei o que é que eu podia acrescentar. Eu acho que o texto tinha um bom tamanho. Eu acho que as coisas estão bem estruturadas.
129. Investigadora: Acho que isso foi uma vantagem e isso te ajudou?
130. A.: A trabalhar, ajudou sim, sim, sim.
131. Investigadora: Pronto, são essas as perguntas muito, muito, muito obrigada!

Apêndice 10: Grelha de análise de conteúdo das entrevistas com os estudantes (sem e com NEE)

Categorias	Subcategoria	Unidades de registo
Comportamento em relação à aprendizagem	Preparado(a)	“Sim, sim, sem dúvida, principalmente na fase do, por exemplo, do material, procedimento. E, acho que também me ajudou os detalhes a reter quando aparecia aqueles detalhes, acho que essa parte foi importante”. (parágrafo 8). “(...) quando eu chegava a aula, já tinha uma ideia, já tinha os detalhes a reter, já sabia o que fazer na experiência não estava a zeros, portanto, sim, ajudou” . (parágrafo 28). A.1. “(…) Os vídeos eram curtos, dá para entender bem e aí nós já chegamos na atividade preparados”. (para 14). “Então, eu pude chegar mais preparada às aulas. Pelo fato de já preparar a experiências antes. Acho que só foram vantagens. Era um tempo bem gasto”. (parágrafo 24). A.2. “As vantagens foram porque nos preparava para as aulas (...)”. (parágrafo 24) A.3. “(…) acho que estudando a fundo a experiência estava preparada para chegar à aula e tipo conseguia ter uma melhor noção do que estamos a fazer. E isso ajudava-me, como é óbvio”. (parágrafo 6) A.4.

	“(…) no fundo o fato de resolvermos e termos aquela ficha para nos guiarmos, para além da das simulações, não é? Acho que é a ficha nos ajudava mesmo a preparar para os testes. É que depois saía um grupo de atividade laboratorial. Tínhamos sempre aquilo preparado e era sempre mais fácil para depois estudarmos, organizarmos o nosso estudo posterior as atividades laboratoriais”. (parágrafo 20) A.5. “Sim, até porque muitas vezes, quando a professora falava pela primeira vez, eu não entendia, mas depois de ver os vídeos de pesquisar, conseguia logo ficar muito melhor, então sim”. (parágrafo 16) A.6. “ (….) Ajudou-me a preparar-me, por exemplo, nas atividades laboratoriais, não é? Antes de fazermos, consegui perceber melhor a matéria em si para fazer as atividades laboratoriais (...)”. (parágrafo 4) A.8. “ (….) estava mais preparado definitivamente”. (parágrafo 20) A.10. “ (….) acaba por assim simplificar. Por assim dizer, é o pré, a pré atividade, porque nós temos a possibilidade de visualizar o que é que vamos fazer no dia a seguir. Então retemos mais conhecimentos e vamos mais preparados para a atividade em si”. (parágrafo 6) A.11. “Sim, nós já sabíamos mais a preparação e tínhamos mais noção do decorrer da atividade”. (parágrafo 18) A.12.

		“Sim, era mais fácil de compreender na aula e assim”. (parágrafo 14) A.15. “(…) ajudou-me a entender melhor os assuntos dados na aula, entender melhor como é que se faz atividades laboratoriais”. (parágrafo 24) A.17. “Sim, pode-se dizer que sim. Sim, ajudava até”. (parágrafo 14) “(…) As atividades ajudaram muito, muito sim”. (parágrafo 16) A.18.
	Motivado(a)	“(…) A ter mais, se calhar mais uma maior motivação para interessar-me pelas experiências e compreendê-las. (parágrafo 30) A.4. “(…) porque nos obrigava a sermos nós a descobrir a matéria e a descobrir como é que as coisas que no fundo, se faziam e não ouvir só e fazer, por isso eu acho que sim”. (parágrafo 4) A.5. “Sim, de certa forma, sim, porque sempre ajudava a ter outras informações através do projeto, sim”. (parágrafo 24) A.7. “(…) Acho que ao perceber aquilo, acho que eu ficava mais interessada na matéria em si. Ajudava-me a compreender melhor, ou seja, ficar mais motivada para estudar”. (parágrafo 24) A.8. “Eu penso que sim, porque pronto quando a professora nos dava as fichas e assim, eu sentia que a partir desse trabalho, eu conseguia consolidar mais a matéria dada”.

		(parágrafo 4) A.9. “(…) acho que senti um pouco mais motivado porque, como disse, como era menos cansativo. Era motivado um pouco mais para estudar. (parágrafo 26) A.10. “Claro, claro, uma pessoa gosta de motivação”. (parágrafo 28) A.13. “(…) tinha certos assuntos que me puxavam um bocadinho mais e acabava por estudar mais”. (parágrafo 22) A.15. “(…) motivou, como já referi, ajudou-me a visualizar melhor, por isso, de certa forma, sim, motivou”. (parágrafo 15) A.16. “(…) as simulações ajudaram, porque motivou mais ainda por estarmos a ver ali os vídeos e o roteiro, então acho que motivou mais sim”. (parágrafo 4) A.18.
	Autônomo(a)	“(…) Assim a minha opinião, de forma geral, é que a nível de projeto em si, eu acho que é um bom projeto. O que é bom as pessoas poderem... haver assim a parte de inclusão, por exemplo, eu poder fazer as experiências de uma maneira muito parecida com os meus colegas (...)” (parágrafo 55) A. “(…) Fez com que nós trabalhássemos mais independentemente de estar a ir buscar simulações, recursos, isso ajudava-nos porque acabamos por descobrir todo um outro mundo para as atividades laboratoriais (...)”. (parágrafo 24) A.3.

		“(…) até porque eu tive de buscar mais (…)” (parágrafo 32) A.4. “(…) obrigou mesmo que fossemos nós, pelo menos eu falo por mim, que me obrigasse a procurar e descobrir a matéria por mim, e não ser o professor, no fundo, a dizer” (parágrafo 22). A.5. “(…) nos guiou para depois nós fazermos as nossas pesquisas e conseguimos também aprender mais”. (parágrafo 4). “(…) nós também não podemos ter sempre as coisas nos dadas de uma forma muito facilitada. Nós também temos que saber pesquisar e depois é olhar para outra ou para o manual e para os apontamentos, e depois fazemos o nosso próprio estudo (…).(parágrafo 30) A.6. “(…) também acho que tinha de pesquisar sempre além daquilo dos vídeos, para entender sempre melhor as coisas (…”. (parágrafo 6) “(…) eu acho que é uma vantagem eu ter que querer procurar mais para entender mais (…)” (parágrafo 10) A.7. “(…) acho que de forma autônoma, conseguimos compreender tudo o que está no projeto”. (parágrafo 10) A.11. “(…) ajudou-me bastante a entender e também trabalhar mais para as atividades. E acho que é isso ajudou-me a treinar mais e eu perceber

		melhor”. (parágrafo 28) A.14. “(…) Para, mesmo em casa, estando a estudar para os testes começarem atividades laboratoriais a ir rever isso, podermos ser nós a fazer e ter noção de como as coisas funcionam (…)” (parágrafo 30) A.15.
	Participativo(a)	“(…) porque gosto por chegar à aula... já tínhamos mais uma ideia. Sabíamos o que é que íamos fazer. Já tínhamos assim, mais ou menos uma ideia”. (parágrafo 20) A.3. “(…) se eu me sinto preparada, eu não tenho tanto problema em falar e em participar”. (parágrafo 28) A.7. “Há sem dúvida isso, sem dúvida. Através do projeto, consegui participar muito mais nas atividades do que se calhar sem ele”. (parágrafo 24) A.11. “(…) nós íamos fazendo as simulações e assim íamos participando”. (parágrafo 24) A.12. “(…) quando a professora perguntava quem queria responder, não é. Nós já vínhamos com o trabalho feito de casa e já tínhamos a ideia e isso, claro, uma pessoa sente mais confiante para a aula, até para depois querer subir a nota. Isso ajudava, claro, sempre”. (parágrafo 26) A.13. “(…) como já tinha uma noção das coisas sobre a atividade acaba por ter mais interesse em participar porque já sabia algumas coisas.”

		(parágrafo 26) A.15.
Recursos educativos digitais	Habituação	"(...) a maioria das pessoas agora têm muita aptidão para as tecnologias (...)". (parágrafo 79). "(...) acho que foi fácil de usar. No início sim. No início foi um bocadinho mais difícil, ficaram mais novidade. Depois de eu me habituar, não, não acho difícil". (parágrafo 118) A. "(...) acho que é fácil utilização e, portanto, acho e também ajudou bastante".(parágrafo 34). A.1. "No início, como a gente não conhece. E aí, depois de experimentar várias vezes, acho que foi mais fácil". (parágrafo 26). A.2. "As simulações eram mesmo boas. As simulações eram mais boas e nos vídeos eu precisava de um bocadinho de explicação". (parágrafo 22). A.3. "Estou mais adaptada ao vídeo, sim". (parágrafo 22). A.4. " (...) no começo é um bocado confuso, não é? Mas depois acabamos por estar já dentro do assunto, ganhamos a prática e acho que foi assim". (parágrafo 26). A.5. " (...) Ainda por cima, agora estamos sempre rodeados de tecnologia e, por exemplo, às vezes posso não estar em casa e não ter um manual ao meu lado. Mas se quiser estudar,

		tenho os vídeos, tenho os recursos da Internet e então estou sempre a par das coisas, mesmo que não esteja com os manuais ao meu lado”. (parágrafo 28). A.6. “Sim, era bastante prático”. (parágrafo 12). A.9. “(…) uma fácil compreensão e um fácil uso (…)” (parágrafo 34). A.10. “(…) Hoje em dia, os jovens não... é tudo aquilo de tecnologia. Isso nós temos esse dom para adaptarmos e foi uma transição bastante fácil. Achei, não achei nada complicado”. (parágrafo 20). A.13. “(…) através desse tipo de simulações e de vídeos, acho que é mais fácil de visualizar as coisas que se calhar não são nem sempre assim, muito óbvias, mas com isso acho que facilitou bastante”. (parágrafo 6). “(…) Acho que era fácil aceder. Não tínhamos de ter grandes programas nem nada. Conseguimos aceder a tudo facilmente”. (parágrafo 24) A.16. “(…) estava à vontade, até porque as coisas estão bem explícitas, simples, de fácil compreensão” (parágrafo 24) A.18.
	Formas de utilização	“Em casa sim para estudar as atividades”. (parágrafo 4) “Antes da atividade.” (parágrafo 6). A.1. “Acho que foi mais dentro da aula. Mais dentro

		da aula laboratorial”. (parágrafo 2) “Durante. Nós preparávamos antes, mas na aula que trabalhamos mais”. (parágrafo 12). A.2. “Depois, depois, depois de já temos a experiência. Era muito útil para estudar para os testes”. (parágrafo 4). A.3. “ (...) eu acho que eu usei mais fora do que dentro”. (parágrafo 8). A.5. “Fora, sim. Sim, porque se fosse preciso eu via várias vezes vídeos e assim sempre fora. Portanto, quando estava a estudar para os testes e atividades laboratoriais”. (parágrafo 8). A.6. “Fora, porque eu via em casa. Também um bocado na aula, mas eu em casa vi o vídeo, tentava tirar alguns apontamentos e pronto era a partir daí que me preparavam”. (parágrafo 12). A.7. “Mais fora. Em casa”. (parágrafo 6). A.8. “É, acho que foi mais fora da sala de aula”. (parágrafo 18). A.9. “Lembro-me de ter usado mais dentro do que fora da aula, mas também complementei com... Ajudou-me no estudo fora da sala aula, mas o usei maioritariamente dentro”. (parágrafo 6). A.10. “Usei mais antes, mais antes das atividades”. (parágrafo 8). A.11.

		“O vídeo de certo mais fora, mas as simulações mais na aula”. (parágrafo 8). A.12. “(…) eu usava mais fora, principalmente em casa. Um estudo para preparar as coisas para ir depois à aula. Era aí que eu havia bastante essas partes dos vídeos para perceber melhor”. (parágrafo 6) A.13. “Antes e durante. Depois das aulas, só via a minha resolução para estudar mais um pouco”. (parágrafo 6) A.14. “Mais fora, por causa do ensino online”. (parágrafo 6) A.17. “Dentro da sala de aula, foi”. (parágrafo 12) A.18.
	Diferenciação pedagógica	“(…) são diferentes maneiras de conseguir conhecimento e acaba, com a tecnologia, acaba por ser mais apelativa, não é? Porque como nós estamos habituados a usar, acho que é mais apelativo”. (parágrafo 110) “(…) sim se houvesse a tal complementação das duas coisas que eu acho que sim, eu acho que é fundamental”. (parágrafo 122) A. “(…) porque às vezes tipo tinha, no manual, as experiências, tipo as instruções, os passos, mas ver em vídeo acho que era melhor”. (parágrafo 20). “(…) o fato de me ter ajudado a perceber melhor as experiências, se calhar só

		em papel, não percebia, como eu já tinha dito (...). (parágrafo 30) A.4. “(...) acho que a maioria era mais esclarecedor do que aquilo que estava, por exemplo, no nosso livro (...).” (parágrafo 14). A.5. “(...) acho que é importante termos outros materiais para além do manual, principalmente as plataformas digitais (...). (parágrafo 28). A.6. “(...) foi fato conseguir consolidar mais a matéria e por vezes coisas que eu não entendia conseguia passar a entender depois de fazer as coisas”. (parágrafo 22). A.9. “(...) eu acho que o fato de ser um vídeo e não uma explicação torna menos cansativa e até atrai mais o olhar dos estudantes”. (parágrafo 22). A.10. “(...) ia mais preparado para as atividades e tinha mais conhecimento porque ao conciliar a atividade em si com os vídeos e simulações acabava por ter muito mais (...). (parágrafo 28). A.11. “(...) como agora estamos em contexto online, é mais fácil para ter uma noção daquilo que acontece realmente nas atividades experimentais quando não as podemos fazer”. (parágrafo 20). “(...) temos um exercício que é sobre a atividade laboratorial e não estamos a entender como é que é, vamos a

		simulação, podemos ter mais ou menos uma noção”. (parágrafo 30). A.15. “(…) Havia certos assuntos que se calhar eu se não visse os vídeos, a não conseguiria chegar... conseguíamos, acho que é uma perspectiva diferente. (parágrafo 10). A.16.
Formas de auxílio	Ajudou	“A trabalhar, ajudou sim, sim, sim”. (parágrafo 131). A. “(…) E, acho que também me ajudou os detalhes a reter quando aparecia aqueles detalhes, acho que essa parte foi importante (parágrafo 8) “(…) acho que é mais fácil fazer uma experiência depois de tu já a veres feita, então ajudou. Ajudou o vídeo de física, sim”. (parágrafo 28). A.1. “Sim ajuda sim. Ajudou a trabalhar melhor”.(parágrafo 10). “(…) lembrava alguma coisa do vídeo, aquilo ajudava de alguma forma, ajudava, visualização e ajuda muito” (parágrafo 20). A.2. “(…) o fato de me ter ajudado a perceber melhor as experiências (parágrafo 30). A.4. “(…) Até porque me obrigou a ter, ou seja, a ter um objetivo que tivesse com que cumprir, ou seja, ajudou a perceber melhor a matéria” (parágrafo 6). “(…) ajudou, sem dúvida, a preparar melhor para o teste e preparar melhor para quem vai a exame, porque acho que no fundo ajudou a consolidar bem as atividades

		materiais e, por conseguinte, a matéria (...)”. (parágrafo 28) A.5. “(…) eu acho que os vídeos ajudaram bastante” (parágrafo 4) “(…) acho que ajudaram a toda a turma, especialmente porque quando nós falávamos, acho que contribuiu” (parágrafo 6). “(…) porque tinha sempre os vídeos e pronto as plataformas da Internet para me ajudarem a estudar e a termos tudo (...)” (parágrafo 30) A.6. “(…) Eu acho que o projeto ajudou a que eu conseguisse entender melhor os conteúdos (...)” (parágrafo 4) “(…) eu acho que ajudaram a tinha sempre várias informações e depois fazer a ficha, pronto (...)”. (parágrafo 6) A.7. “(…) Ajudava-me a compreender melhor (...)” (parágrafo 24) A.8. “(…) Ajudou-me no estudo fora da sala aula (...)” (parágrafo 6) A.10. “(…) não fez diferença na minha motivação para estudar, mas a ajudou bastante”. (parágrafo 16) A.11. “(…) os vídeos só estão lá só para nos ajudar. E, como eram bastante esclarecedores, acabaram por ajudar bastante, imenso (...)” (parágrafo 32) A.13. “(…) ajudava bastante na preparação”.(parágrafo 16). “(…) Ajudou, mas não, não. Não foi algo que me motivou, que não

		é algo que eu gosto assim”(parágrafo 20). “(...) ajudou-me bastante a entender e também trabalhar mais para as atividade. E acho que é isso ajudou-me a treinar mais e eu perceber melhor. ” (parágrafo 28). A.14. “(...) acho que é uma perspectiva diferente. Acho que ajuda” (parágrafo 10). “(...) acho que eu gostei do projeto em si. Gostei. A mim ajudou-me bastante”. (parágrafo 26) A.16. “Motivar não seria a palavra certa, mas acho que ajudou a entender”. (parágrafo 18) “(...) as simulações ajudaram bastante”. (parágrafo 22). “(...) ajudou-me a entender melhor os assuntos dados na aula, entender melhor como é que se faz atividades laboratoriais” (parágrafo 24). A.17. “(...) porque também as simulações ajudaram (...)” (parágrafo 4). “(...) 16.As atividades ajudaram muito, muito sim” (parágrafo 16). A.18.
	Facilitou	“(...) Acho que me facilitou o estudo (...)” (parágrafo 4) A.13. “(...) Facilitou mais no estudo e na realização das atividades” (parágrafo 4) A.14. .