



Faculdade de Ciências

Departamento de Física

Curso de Física - Ramo Educacional

Trabalho de Licenciatura

Uso do Recurso Multimídia em um Ambiente de Realidade Virtual CoSpaces.edu para a Aprendizagem de Circuitos Eléctricos Simples

Autor:

Gerson Ernesto Nhacundela



Faculdade de Ciências

Departamento de Física

Curso de Física Ramo Educacional

Trabalho de Licenciatura

Uso do Recurso Multimídia em um Ambiente de Realidade Virtual CoSpaces.edu para a Aprendizagem de Circuitos Eléctricos Simples

Autor:

Gerson Ernesto Nhacundela

Supervisores:

Mestre Dulcio Timóteo

Prof. Dr. Adriano Sacate

Maputo, Maio de 2024



Faculdade de Ciências

Departamento de Física _____

TERMO DE ENTREGA DE RELATÓRIO DO TRABALHO DE LICENCIATURA

Declaro que o estudante _____

Entregou no dia ____/____/20____ as ____ cópias do relatório do seu Trabalho de Licenciatura com a referência: _____ intitulado: _____

Maputo, ____ de _____ de 20 ____

A Chefe de Secretaria

Declaração de Honra

Declaro por minha honra que este trabalho de Licenciatura nunca foi apresentado, na sua essência, para a obtenção de qualquer grau e que ele constitui o resultado da minha investigação pessoal, estando no texto e na bibliografia as fontes utilizadas.

Maputo, Maio de 2024

O autor

(Gerson Ernesto Nhacundela)

Dedicatória

Dedico este trabalho aos meus pais, que de forma incondicional se empenharam por mim, visando a concretização deste nível.

Agradecimentos

Agradeço à Deus que me concedeu o dom da vida durante o percurso dos meus estudos.

A toda a minha família em especial foco aos meus pais Ernesto Nhacundela e Cacilda Nhanombe por todo o esforço depositado ao meu favor.

A minha noiva Rita Chaúque que dedicou parte do seu tempo para apoiar-me na organização deste trabalho.

Aos supervisores, técnicos do laboratório e a todos colegas e professores que tornaram possível a conclusão da minha formação.

Resumo

Este estudo apresenta os resultados de uma pesquisa sobre o impacto na aprendizagem dos estudantes no tema de circuitos eléctricos simples, utilizando um recurso multimídia de realidade virtual, embasado na teoria de aprendizagem de Richard Mayer. O recurso multimídia foi desenvolvido na plataforma CoSpaces.edu, uma ferramenta que possibilita a criação de conteúdos imersivos de realidade virtual ou de realidade aumentada. Participaram deste estudo 16 estudantes do primeiro ano do curso de Licenciatura em Medicina Veterinária, matriculados na disciplina de Física durante o ano lectivo de 2022. Para colectar dados, realizou-se uma revisão bibliográfica e aplicou-se um pré-teste e um pós-teste aos estudantes participantes por meio de um questionário, a fim de medir a evolução do conhecimento dos conteúdos abordados na prática pedagógica implementada com o auxílio do recurso multimídia proposto. Os resultados demonstraram que, embora a prática pedagógica não tenha contribuído significativamente para a evolução do conhecimento, conforme evidenciado pelo baixo ganho normalizado de aprendizagem encontrado ($g = 0.225$), o recurso proporcionou engajamento na aprendizagem e interacção colaborativa entre os estudantes, tanto entre si como com os professores.

Palavras chaves: Realidade virtual, Cospaces.edu, Aprendizagem significativa.

	Pág.
Índice	
Dedicatória	ii
Agradecimentos	iii
Resumo	iv
Índice de figuras	v
Índice de tabelas	vi
Capítulo 1: Introdução	1
1.1. Introdução	1
1.2. Objectivos	2
1.2.1. Geral	2
1.2.2. Específicos	2
1.3. Formulação do problema.....	2
1.4. Justificativa	3
Capítulo 2: Revisão Bibliográfica	4
2.1. Teoria da carga cognitiva da Aprendizagem multimídia	4
2.1.1. Três pressupostos da Teoria cognitiva da aprendizagem multimídia.....	4
2.1.1.1. Pressuposto dos canais duplos.....	4
2.1.1.2. Pressuposto da capacidade limitada	5
2.1.1.3. Pressuposto do processamento activo	6
2.1.2. Três tipos de memória na aprendizagem multimídia	6
2.2. Aprendizagem multimídia.....	8
2.2.1. Princípio da contiguidade espacial	8
2.2.2. Princípio da contiguidade temporal.....	8
2.2.4. Princípio da sinalização.....	9
2.2.5. Princípio da modalidade.....	9
2.2.6. Princípio da redundância	9
2.2.7. Princípio da personalização.....	9
2.2.8. Princípio da voz.....	9
2.2.9. Princípio da imagem.....	9
2.3. Conceitos da realidade virtual	10
2.3.1. Tipos de Sistemas de realidade virtual	11
2.3.2. Realidade virtual na educação.....	11

2.3.2.1. Vantagens da realidade virtual na educação.....	13
2.4. Plataformas de realidade virtual	13
2.4.1. Mozilla hubs.....	13
2.4.2. Frame.....	14
2.4.3. Spatial.....	15
2.4.4. Pluto	16
2.4.5. Cospace.edu.....	17
2.5. Simulador Phet.....	19
Capítulo 3: Material e Métodos.....	21
3.1. População e amostra.....	21
3.2. Instrumentos de colecta de dados.....	21
3.3. Técnicas de análise de dados.....	22
3.4. Detalhes do desenvolvimento do recurso instrucional	22
3.4.1. Criação de Vídeos e Imagens Audiovisuais para o processo de ensino e aprendizagem dos circuitos eléctricos simples (DC)	23
3.4.2. Detalhes do desenvolvimento do simulador Phet no ensino de circuitos eléctricos simples	24
3.4.2.1. Acesso a Simulação de Circuitos Eléctricos Simples no Phet	24
3.4.3. Detalhe do desenvolvimento da plataforma Cospaces.edu para o processo do ensino-aprendizagem de circuitos eléctricos simples (DC)	25
3.4.3.1. Registo na página web.....	25
3.4.3.2. Abrir o ambiente interno da realidade virtual Cospaces.edu.....	26
3.4.3.3. Escolha do cenário	27
3.4.3.5. Selecção de objectos 3D.....	28
3.4.3.6. Upload de arquivos externos	29
3.4.4. Detalhes do procedimento didáctico com o uso da realidade virtual Cospaces.edu	29
Capítulo 4: Resultados/Discussão	32
4.1. Resultados do pré e pós testes	32
4.2. Comparação dos resultados pré-teste e pós-teste	40
4.3. Ganho de aprendizagem de Hake.....	41
4.4. Resultados da observação do pesquisador.....	41
Capítulo 5: Considerações Finais.....	43
Referências	44
Anexos.....	49

Índice de figuras

Figura 1: Teoria cognitiva de aprendizagem multimídia.....	7
Figura 2: Ambiente Virtual no Mozilla hubbs.....	14
Figura 3: Ambiente Virtual no Frame.....	15
Figura 4: Ambiente Virtual no Spatial.....	16
Figura 5: Ambiente Virtual Pluto.....	17
Figura 6: Realidade Virtual no Cospaces.edu.....	17
Figura 7: Simulador Phet.....	20
Figura 8: Imagens Representativas das Sequencias dos Vídeos.....	24
Figura 9: Circuito Eléctrico Simples Com Uma Lâmpada; Uma Lâmpada e Resistência; Série e Paralelo [a), b), c), d)].....	25
Figura 10: Processo de criação da página web Cospaces.edu.....	26
Figura 11: Criação de um Cospaces.edu.....	26
Figura 12: Cenário vazio (ambiente 3D)	27
Figura 13: Selecção do ambiente.....	28
Figura 14: Pesquisar na Biblioteca.....	28
Figura 15: Opção de Carregar.....	29
Figura 16: Ambiente externo da feira de electricidade no Cospaces.edu.....	30
Figura 17: Ambiente interno da feira de electricidade no Cospaces.edu.....	30
Figura 18: Registo dos comandos pré-definidos no Cospaces.edu e o momento em que estudantes passam pelas telas com apresentações de vídeos e imagens audiovisuais de circuitos eléctricos simples (DC).....	31

Índice de tabelas

Tabela 1: Cinco processos cognitivos da teoria cognitiva da aprendizagem multimídia.....	7
Tabela 2: Plataformas <i>web</i> da realidade virtual.....	18
Tabela 3: Resultados do pré e pós testes da questão 1.....	33
Tabela 4: Resultados do pré e pós testes da questão 2.....	34
Tabela 5: Resultados do pré e pós testes da questão 3.....	35
Tabela 6: Resultados do pré e pós testes da questão 4.....	35
Tabela 7: Resultados do pré e pós testes da questão 5.....	36
Tabela 8: Resultados do pré e pós testes da questão 6.....	37
Tabela 9: Resultados do pré e pós testes da questão 7.....	38
Tabela 10: Resultados do pré e pós testes da questão 8.....	39
Tabela 11: Resultados do pré e pós testes da questão 9.....	40

Índice de Gráficos

Gráfico 1: Descrição gráfica dos resultados gerais das duas avaliações.....	40
--	----

Capítulo 1: Introdução

O capítulo 1 de introdução e objectivos é dedicado à introdução, objectivos, formulação do problema de pesquisa e a justificativa.

1.1. Introdução

A Física é uma ciência experimental portanto, o seu ensino não deve prender-se apenas em apresentar textos em PowerPoints, vídeos e *rabiscar o quadro*, é necessário haver o devido preparo e a devida instrução para o exercício da sua prática pedagógica na sala de aulas (Mayer, 2001).

Ainda Mayer (2001), realça que as aulas quando ministradas de forma expositiva, utilizando computador, quadro e giz, não garantem um melhor aprendizado, nem tão pouco a qualidade das aulas. Desta forma, os alunos aprendem melhor quando as informações são apresentadas por meio de palavras e imagens do que só por palavras. Durante milhares de anos, as palavras constituíram o principal formato de ensino, por sua vez, os avanços tecnológicos tornaram as formas pictóricas de ensino mais acessíveis, nomeadamente através das extraordinárias capacidades gráficas dos smartphones e computadores. No entanto, o simples facto de adicionar imagens as palavras não garante uma melhor aprendizagem, isto é, nem todas as apresentações multimídia são igualmente eficazes. Uma hipótese fundamental aos estudos sobre a aprendizagem multimídia é a de que as mensagens educacionais multimídias, concebidas a partir da forma como a mente humana funciona, ou seja, respeitando os processos cognitivos tem mais probabilidade de levar a uma aprendizagem significativa.

A aprendizagem pode ser medida por meio de testes de retenção “recordar a informação apresentada” e testes de transferências “conseguir utilizar a informação para resolver novos problemas”. Os testes de transferência podem ajudar-nos a aferir em que medida as pessoas compreendem aquilo que aprenderam, por isso esta pesquisa vai centrar-se mais na transferência uma vez que se esta interessado na forma como as imagens e palavras podem ser usados na facilitação da compreensão.

Para aplicação do método de ensino-aprendizagem, foram avaliadas as plataformas que implementam a tecnologia RV, *Muzilla hubs*, *Frame*, *Spatial*, *Pluto* e o *Cospace.edu*. Foi escolhida como ferramenta base o *CoSpaces.edu*, uma vez que esta tecnologia é fundamentada em modelos cognitivos tendo em atenção o modo como a informação é processada pelo aprendiz estimula processos activos de aprendizagem (Delightex, 2022). E é a única plataforma com foco educacional, projetada para o uso de professores e estudantes de qualquer nível de ensino ou disciplina curricular e que permite a

programação dos ambientes. Assim, a possibilidade de codificação permite experiências mais complexas (Vidottoetal., 2022). Além disso, pode-se utilizar a tecnologia realidade virtual de forma integrada a partir de um dispositivo móvel (*Tablet* ou *Smartphone*) com o *App CoSpaces.edu* instalado.

Diante do exposto, esse trabalho focaliza em apresentar aos estudantes um método de ensino dos circuitos eléctricos simples utilizando os processos cognitivos de aprendizagem multimídia em uma realidade virtual *Cospaces.edu*. Para isso, propõe-se aplicar em 3 etapas, na primeira etapa é disponibilizado um questionário digital elaborado no *Google Forms* para obter informações sobre o conhecimento prévio do aluno em relação ao tema, na segunda etapa é apresentado o conteúdo no ambiente proposto, por fim, na ultima etapa é disponibilizado o questionário final que visa avaliar a proposta de ensino. A partir do questionário final foi possível aferir as percepções dos estudantes em relação a aplicação do método de ensino. Em todas as etapas do método foram aplicadas actividades práticas para aferir o desempenho dos estudantes.

1.2. Objectivos

1.2.1. Geral

- ✓ Examinar o impacto do uso do recurso multimídia na aprendizagem de circuitos eléctricos simples em um ambiente de realidade virtual na plataforma *CoSpaces.edu*.

1.2.2. Específicos

- ✓ Desenvolver um ambiente de realidade virtual na plataforma *Cospaces.edu* para o processo ensino- aprendizagem dos circuitos eléctricos simples;
- ✓ Implementar o ensino dos conceitos fundamentais dos circuitos eléctricos simples através do ambiente de realidade virtual criado na plataforma *Cospaces.edu*;
- ✓ Avaliar o progresso de aprendizagem dos estudantes em relação aos circuitos eléctricos simples, utilizando o ganho de Hake como métrica para identificar avanços significativos.

1.3. Formulação do problema

Alguns conceitos de electricidade, por serem relativamente abstractos exigem maior esforço do aluno para serem entendidos quando combinados com a forma tradicional de exposição por meio do uso do quadro ou projecção de figuras estáticas, o que faz muitas vezes que o aluno tenha que ficar tentando imaginar muito do que esta sendo explicado (Donzelli, 2005). Além disso, a Física é uma ciência experimental e muitas vezes os professores se deparam sem espaços e materiais adequados para a

demonstração de alguns fenómenos físicos, o que pode promover aos alunos um baixo aproveitamento nos testes, maior número de reprovações, dificuldades em explicar os fenómenos ou transformações físicas. Com a intenção de se oferecer uma forma alternativa que dê maior clareza e interactividade no processo de ensino-aprendizagem foi elaborado a seguinte pergunta de pesquisa:

O uso da teoria cognitiva de aprendizagem multimídia em uma realidade virtual Cospaces.Edu oferece potencialidades para ser um recurso de ensino-aprendizagem dos circuitos eléctricos simples?

1.4. Justificativa

A escolha desse tema justifica-se, devido às dificuldades apresentada pelos estudantes em conceitos relacionados a Electricidade. Outro facto levado em conta nessa escolha baseou-se nas implicações apresentadas pelo Richard Mayer ao afirmar que o uso das mensagens educacionais a partir da teoria cognitiva de aprendizagem multimídia tem maior probabilidade de levar a uma aprendizagem significativa do que as que não são (Mayer, 2001).

Foi preferido o uso da realidade virtual Cospaces.edu uma vez que esta tecnologia permite a integração multimídia, programação dos ambientes e especificamente por ser uma plataforma com foco educacional, projectada para o uso de professores e estudantes de qualquer nível de ensino ou disciplina curricular.

Capítulo 2: Revisão Bibliográfica

O capítulo 2 aborda sobre a Teoria da Carga Cognitiva da Aprendizagem e os Princípios de Richard Mayer associados; Realidade Virtual (Conceitos, Vantagens, Plataformas) e Aumentada; e o simulador Phet.

2.1. Teoria da carga cognitiva da Aprendizagem multimídia

Cognição é aquisição de um conhecimento por meio da percepção (Camilos e Medeiros, 2018).

Um elemento importante na teoria da aprendizagem multimídia é o conceito da carga cognitiva. Segundo Sweller (2005), a carga cognitiva inclui a complexidade do conteúdo a ser estudado, as atividades de ensino e aspectos irrelevantes. Estes últimos precisam ser eliminados, a fim de não criar uma sobrecarga cognitiva durante o processamento da informação na memória. Apenas um número limitado de informações pode ser processado pelo sistema cognitivo humano, sem gerar sobrecarga cognitiva. Desta forma, a diminuição da sobrecarga cognitiva favorece a aprendizagem de conteúdos. Segundo Souza, Yonezawa e Silva (2007) citado em Silva & Montané (2017), evidenciam que a contribuição das tecnologias no desempenho escolar está associada à qualidade de seu uso. Desta forma, o aprimoramento é essencial para a melhoria da qualidade dos OA (Souza, Yonezawa e Silva, 2007).

2.1.1. Três pressupostos da Teoria cognitiva da aprendizagem multimídia

A teoria baseia-se em três pressupostos: dos canais duplos, da capacidade limitada e do processamento activo.

2.1.1.1. Pressuposto dos canais duplos

O primeiro pressuposto estabelece que os seres humanos têm canais distintos para o processamento de informações visuais e auditivas. Este pressuposto postula que o sistema de processamento de informação dos seres humanos tem um canal auditivo/verbal e um canal visual/pictórico (imagens). Ou seja, quando a informação é apresentada aos olhos ela é processada inicialmente no canal visual e quando é apresentada aos ouvidos é processada no canal auditivo. Apesar da informação entrar no sistema de informação humano através de um canal específico, é possível que a representação possa ser convertida de tal forma que possa ser processada no outro canal, processo denominado de

representações cruzadas. Por exemplo, a narração de um evento associado a imagens da natureza pode ser processada inicialmente no canal auditivo, mas o aluno pode formar uma imagem mental que é processada no canal visual (Mayer, 2009; Mayer, 2005).

2.1.1.2. Pressuposto da capacidade limitada

O pressuposto da capacidade limitada implica que os seres humanos possuem uma limitação quanto a quantidade de informações que podem ser processadas simultaneamente em cada canal. Quando é apresentado ao aprendiz uma ilustração ou animação, ele só consegue reter na memória de trabalho algumas imagens a cada momento, correspondentes a partes do material apresentado e não a uma cópia exacta do mesmo. Por exemplo, perante uma ilustração ou animação de uma bomba de encher pneus, o aprendiz pode concentrar-se na construção de imagens mentais do manípulo a descer, a válvula de entrada do ar a abrir-se e o ar a deslocar-se para o interior do cilindro. Quando é apresentado uma narração, o aprendiz só consegue reter simultaneamente algumas palavras na memória do trabalho. Essas palavras são apenas partes do texto apresentado e não uma reprodução exacta.

Se partirmos do princípio que cada canal tem uma capacidade de processamento limitado, é importante saber qual a quantidade de informação que pode ser processada por cada canal. A forma clássica de medir a capacidade cognitiva de uma pessoa é através de um teste de amplitude da memória. Por exemplo, num teste com dígitos, posso ler uma lista de dígitos ao ritmo de um dígito por segundo (8 – 7 – 5 – 3 – 9 – 6 – 4) e pedir-lhe que repita pela ordem. O maior número de dígitos que conseguir reproduzir sem cometer nenhum erro será a amplitude da sua memória para dígitos. Em alternativa posso mostrar-lhe uma série de desenhos também ao ritmo de um segundo (lua – lápis – pente – cadeira – livro – porco) e pedir que os repita pela mesma ordem. A maior lista que conseguir enumerar sem se enganar será amplitude da sua memória para imagens. Embora haja diferenças individuais, em média a amplitude da memória é bastante pequena – aproximadamente de cinco a sete unidades de informação. Com a prática, as pessoas podem obviamente aprender técnicas de ordenação dos elementos como, por exemplo, dividir os sete dígitos (8 – 7 – 5 – 3 – 9 – 6 – 4) em três grupos (875 – 39 – 64) ou seja (“oito sete cinco” *pausa* “ três nove” *pausa* “seis quatro”). Desta forma, a capacidade cognitiva é a mesma de cinco a sete grupos, mais consegue-se reproduzir mais elementos em cada um dos grupos. As restrições da capacidade processamento humano obrigam a tomar decisões sobre quais informação recebida deve-se prestar atenção, quais ligações estabelecer entre as informações seleccionadas e os conhecimentos prévios (Mayer, 2001, Mayer 2009).

2.1.1.3. Pressuposto do processamento activo

O processamento activo, por sua vez, está relacionado a participação activa das pessoas no processamento cognitivo para construir uma representação mental coerente das suas experiências. A aprendizagem activa ocorre quando o aprendiz aplica processos cognitivos às informações que recebe. O resultado do processamento cognitivo activo é a representação mental coerente, o que permite ver a aprendizagem como um processo de construção de modelos. Há três processos essenciais associados a aprendizagem activa: selecção do material relevante, organização do material seleccionado e integração dos materiais seleccionados com os conhecimentos existentes. Em outras palavras, as pessoas prestam atenção a informações relevantes, organizam a informação seleccionada em representações mentais coerentes na memória de trabalho e integram as representações mentais com outros conhecimentos existentes na memória de longo prazo (Mayer, 2009; Mayer, 2005).

2.1.2. Três tipos de memória na aprendizagem multimídia

Os três tipos de memória associados a aprendizagem multimídia são: memória sensorial, memória de trabalho e a memória de longo prazo. Conforme pode ser observado na Figura 1, as imagens e palavras chegam do mundo exterior sob a forma de uma apresentação multimídia e entram na memória sensorial através dos olhos e ouvidos. A memória sensorial retém, por um breve período, imagens e texto impresso recebido pelos olhos sob a forma de imagens visuais, assim como palavras e outros sons recebidos pelos ouvidos sob a forma de imagens auditivas. A seta que liga as imagens aos olhos corresponde ao registo de uma imagem pelos olhos, a seta entre palavras e ouvidos corresponde ao registo do texto oral pelos ouvidos, e a seta entre palavras e olhos corresponde ao registo do texto impresso pelos olhos.

A memória de trabalho por sua vez, caracteriza-se por uma capacidade limitada e possui uma tarefa central na aprendizagem multimídia, de reter temporariamente os conhecimentos e manipulá-los na memória activa. O lado esquerdo da memória de trabalho representa a forma como os materiais entram na memória de trabalho. A seta entre sons e imagens representa a conversão mental de um som numa imagem, ou seja, quando por exemplo, ouve-se a palavra “gato”, pode-se formar também uma imagem mental de um gato. A seta que liga imagens a sons representa a conversão mental de uma imagem visual num som, por exemplo, ouvimos mentalmente a palavra “gato” quando vemos a sua imagem. O principal processamento cognitivo necessário à aprendizagem multimídia é representado pelas setas

com as etiquetas *selecção de imagens*, *selecção de palavras*, *organização de imagens*, *organização de palavras* e *integração*, que será descrito na tabela 1.

A memória de longo prazo corresponde ao local onde se encontram armazenados os conhecimentos do aprendiz. Ao contrário da memória de trabalho, a memória de longo prazo consegue reter grandes quantidades de conhecimentos por longos períodos. Porém, para utilizar tais conhecimentos acumulados é necessário trazê-los para a memória de trabalho, o que ocorre por meio da integração dos conhecimentos armazenados na memória de longo prazo aos novos conhecimentos presentes na memória de trabalho (Mayer, 2009; Mayer, 2005).

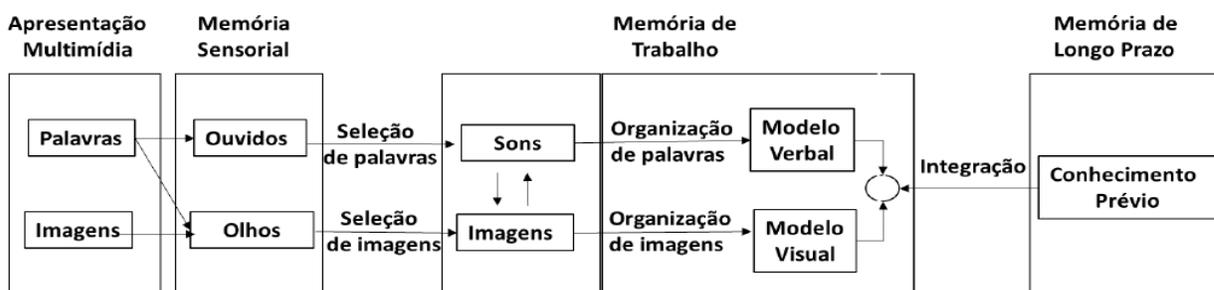


Figura 1: Teoria cognitiva de aprendizagem multimídia. **Fonte:** Adaptado de Mayer (2005, p. 37).

Tabela 1: Cinco Processos Cognitivos da Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia

Processo	Descrição
Seleção de palavras	O aprendiz presta atenção a palavras relevantes de uma mensagem multimídia para criar sons na memória de trabalho
Seleção de imagens	O aprendiz presta atenção a imagens relevantes de uma mensagem multimídia para criar imagens na memória de trabalho
Organização de palavras	O aprendiz estabelece ligações entre as palavras seleccionadas para criar um modelo verbal coerente na memória de trabalho
Organização de imagens	O aprendiz estabelece ligações entre as imagens seleccionadas para criar um modelo pictórico coerente na memória de trabalho
Integração	O aprendiz estabelece ligações entre os modelos verbal e pictórico e os conhecimentos pré-existentes

2.2. Aprendizagem multimídia

Segundo Mayer (2001), afirma que, a aprendizagem é melhor quando se combina palavras e imagens do que apenas palavras. As palavras podem ser impressas ou ditas (por exemplo, numa narração); as imagens podem ser estáticas (fotografias ou ilustrações) ou dinâmicas (animação ou videoclip).

A seguir Mayer (2001), apresenta os nove (9) princípios da aprendizagem multimídia. O termo multimídia é a comunicação com a utilização de múltiplos meios, como sons, imagens, textos, vídeos e animações.

2.2.1. Princípio da contiguidade espacial

O princípio da contiguidade espacial afirma que os alunos aprendem melhor quando as palavras e imagens correspondentes estão mais próximas do que distanciadas, por exemplo, na mesma tela Mayer, (2001). Este princípio auxilia na elaboração de ambientes virtuais, quando são trabalhadas actividades que possuem multimídias na mesma tela e não em telas diferentes. Esse facto permite o aluno não se desviar do foco da actividade. Não se deve abrir outras telas, permitindo que o aluno faça seu estudo no ambiente. Neste caso, “o leitor não tem que usar seus recursos cognitivos para busca visual na página ou em páginas distantes, facilitando o armazenamento de informações na memória operacional” (Mayer, 2001, p. 81).

2.2.2. Princípio da contiguidade temporal

Os alunos aprendem melhor quando palavras e imagens são apresentadas simultaneamente ao invés de sucessivamente, é o que afirma Mayer (2001) sobre o princípio da contiguidade temporal. Segundo Mayer, quando narração e animação são apresentadas de forma separada pelo tempo, o aluno possui menos probabilidade de ser capaz de construir conexões mentais entre as representações verbais e visuais.

2.2.3. Princípio da coerência

Sobre o princípio da coerência, Mayer (2001) afirma que os alunos aprendem melhor quando palavras, imagens ou sons não relevantes ao assunto são excluídos, por exemplo, é necessário evitar colocar no ambiente informação desnecessária, de acúmulo. Tudo deve estar de acordo com o foco em sala de aula.

2.2.4. Princípio da sinalização

Segundo Mayer (2001), no princípio de sinalização os alunos aprendem mais quando as informações importantes dos conteúdos são destacadas e quando a multimídia apresentada possui uma estrutura organizada com os elementos mais relevantes.

2.2.5. Princípio da modalidade

O princípio da modalidade, segundo Mayer (2001), afirma que os alunos aprendem melhor quando se utiliza animação e narração e não animação, narração e texto na tela, isto é, aprendem melhor quando palavras na mensagem multimídia são apresentadas como texto falado ao invés de texto impresso.

2.2.6. Princípio da redundância

No princípio da redundância os alunos aprendem melhor quando se utiliza animação e narração ao invés de animação, narração e texto (Mayer, 2001). Por exemplo, na utilização de vídeos devem-se evitar legendas, pois o acúmulo de informações faz com que o aluno perca a vontade de aprender.

2.2.7. Princípio da personalização

Os alunos aprendem melhor a partir de aulas multimídia quando as palavras são no estilo de conversação em vez de estilo formal (Mayer, 1999b). O estilo de conversação permite que o aluno sinta um contacto com a realidade, além de tornar o assunto mais interactivo e dinâmico, permitindo que ele tenha um maior empenho na realização das actividades. Por muitas vezes, até a lembrança de um personagem permite a memorização do conteúdo de maneira mais consistente.

2.2.8. Princípio da voz

Os alunos aprendem melhor quando a narração em aulas multimídia é falada em voz humana amigável em vez de voz máquina (Mayer, 1999b). É o fato das apresentações estarem mais ligada a realidade do aluno, do que uma realidade fictícia. A voz humana se torna mais convidativa a aprendizagem.

2.2.9. Princípio da imagem

Este princípio diz que não necessariamente o aluno aprende melhor a partir de uma aula multimídia, deve-se colocar a imagem do orador adicionado à tela (Mayer, 1999b).

2.3. Conceitos da realidade virtual

Conforme Fialho (2018), a Realidade Virtual é baseada na formação de ambientes virtuais interactivos, os quais são criados no intuito que os usuários não consigam diferenciar o real do virtual. É uma interface avançada para aplicações computacionais, que permite ao usuário a movimentação (navegação) e interacção em tempo real, em um ambiente tridimensional, podendo fazer uso de dispositivos multissensoriais, para actuação ou *feedback* (Torietal.2006, p. 7).

Para Kirner e Siscoutto (2007), a RV é uma espécie de interface avançada por meio da qual o usuário consegue ter uma aproximação das funções executadas por um computador, proporcionando a visão, manipulação e o contacto com uma atmosfera tridimensional feita por computação gráfica. Esses ambientes tridimensionais oriundos de aplicações da RV são utilizados para potencializar a experiência com o usuário. Dessa maneira, projectando as possibilidades de criação de vários cenários de campos e aplicações diferentes, gerando para o usuário uma ampla participação e efectividade (Kirner & Siscoutto, 2007).

A modelagem dos ambientes virtuais, usando linguagens como VRML (Virtual Reality Modeling Language) permite que o usuário visualize ambientes, manipule objectos e outros elementos do cenário virtual, além de se movimentar dentro do espaço tridimensional. Alguns objectos virtuais podem ser animados e possuem comportamentos autónomos ou disparados por eventos. A geração de imagens, pelo computador, a partir de determinados pontos de vista fixos ou variáveis, permite a visualização do mundo virtual pelo usuário. Assim, no contexto da realidade virtual, o ambiente tridimensional é gerado pelo computador, a partir da descrição do usuário, podendo ser visualizado de qualquer posição de sua escolha (Tori, Kirner & Siscoutto, 2006).

Mais tarde, Azuma faz a distinção entre Realidade Virtual (RV) e RA, sendo esta última uma variação de ambientes virtuais, como é mais comumente chamada. Nas tecnologias de RV, os utilizadores estão completamente imersos dentro de um ambiente sintético. Enquanto está imerso, o utilizador não consegue ver o real mundo ao seu redor. Em contraste, RA permite que o utilizador veja o mundo real, com objectos virtuais sobrepostos ou compostos com o mundo real. Portanto, a RA complementa a realidade, em vez de substituí-la completamente (Azuma, 1997). Este mesmo autor, sublinha que existem muitas noções a ter em atenção, mas este conceito terá de abranger essencialmente três aspectos: combinar o mundo real e o virtual, ser interactivo em tempo real e registado em 3D.

Para aceder a aplicações de RA pode-se utilizar vários dispositivos móveis como telemóveis, tablets ou outros, podendo esta ser baseada na simples projecção, em marcadores, QR Codes ou na localização do utilizador. Sublinhando um pouco mais a diferença entre RA e RV, nesta última, podem ser usados outros objectos, como óculos que permitem a imersão do utilizador, no ambiente virtual referido, pois o seu campo de visão fica totalmente envolto e absorvido do mundo real.

2.3.1. Tipos de Sistemas de realidade virtual

A Realidade Virtual pode ser classificada, em função do senso de presença do usuário, em imersiva ou não-imersiva.

- A realidade virtual é imersiva, quando o usuário é transportado predominantemente para o domínio da aplicação, através de dispositivos multissensoriais, que capturam seus movimentos e comportamento e reagem a eles (capacete, caverna e seus dispositivos, por exemplo), provocando uma sensação de presença dentro do mundo virtual.
- A realidade virtual é categorizada como não imersiva, quando o usuário é transportado parcialmente ao mundo virtual, através de uma janela (monitor ou projecção, por exemplo), mas continua a sentir-se predominantemente no mundo real.

Ao contrário da realidade virtual imersiva, o utilizador não se sente como parte do ambiente criado, contudo as imagens são visualizadas em um sistema tridimensional feita através de um monitor e a interação do utilizador com os elementos do ambiente virtual é feita através de dispositivos como o *joystick*, o teclado e o mouse (Silva, 2022).

Apesar da tecnologia em RV não imersiva explorar principalmente os sentidos da audição e da visão, o que limita uma imersão total, os autores argumentam que mesmo assim “é possível atingir um nível interessante de sentido de presença, o que poderia ser útil para fins educacionais” (Cortiz & Silva, 2017).

2.3.2. Realidade virtual na educação

A educação pode ser definida como a formação de mudanças comportamentais permanentes de um indivíduo por meio de suas próprias experiências (Piaget, 2013). A aprendizagem, por sua vez, é um processo cognitivo que requer participação activa do indivíduo (Kaya & Akdemir, 2016).

Estudos recentes comprovam que o uso da RV aplicada a iniciativas educacionais pode melhorar o processo de aprendizagem e também representar uma inovação em termos de prática educacional (Silva, *et al.*, 2017).

No campo educativo a riqueza das sensações é frequentemente negligenciada de forma voluntária ou involuntária. Por vezes, criam-se imagens mentais incorrectas pela ausência e impossibilidades de visualizar os objectos reais. Nisto, afirmam Silva & Cecílio (2007):

Aprender a conhecer e aprender a fazer é, em larga medida, indissociáveis. Mas a segunda aprendizagem está estreitamente ligada à questão da formação profissional: como estimular o aluno a pôr em prática os seus conhecimentos e, também, como adaptar a educação ao trabalho futuro. (Silva & Cecílio, 2007, p.7).

Segundo Braga (2001), a realidade virtual na educação possibilita aprender, conhecer, explorar lugares que não pensaríamos visitar em aulas. A autora defendeu que a realidade virtual é um poderoso instrumento de aprendizagem por diversas razões: motivação, oportunidades a novas experiências. Corrêa et al. (2011) confirmaram estas informações ao afirmarem que com a realidade virtual é possível explorar lugares muito pequenos, ou muito grandes na vida real, lugares distantes, ou, até mesmo, tempos passados, pode ainda imitar o modo como os humanos aprenderam a interagir com o mundo físico, diminuindo a necessidade de aprendizagem de conceitos abstractos (Byrne, 1993).

Uma alternativa para construir modelos que simulem situações mais próximas da realidade seria o uso da modelagem em 3D, com o emprego de programas de realidade virtual (RV) para a criação de mundos virtuais com finalidade educacional. O uso da Realidade Virtual tem um potencial enorme para fins educacionais (Vernieri, 2003). Barnett, MaKinster & Hansen (2001) afirmam que o uso de software de modelagem 3D em classes de ensino fundamental fornece oportunidades aos estudantes para se envolverem com a investigação científica.

A realidade não imersiva facilita a formação de modelos conceptuais correctos e a própria aprendizagem. O aluno adquire a capacidade de experimentar novas vivencias em ambiente que resultam de cálculos computacionais complexos. Por exemplo, a aproximação e o afastamento a um corpo podem ser feitos de forma mais arbitrária num ambiente virtual. Assim, quando nos aproximamos de um objecto, podemos gradualmente aperceber-nos dos seus detalhes, até “visualizar” num átomo, interferir com a distribuição dos electrões, etc. por outro lado, podemos gradualmente

afastar-se de um corpo, uma mesa por exemplo, saindo da casa, da cidade, do país, da terra, do sistema solar, etc. (Trindade & Fiolhais, 1996).

No caso particular das aulas laboratoriais de física onde se envolve a execução de experiências a manipulação de objectos é fundamental. Sem ela, os estudantes dificilmente compreendem o conteúdo, significado ou mesmo os conceitos que lhe estão subjacentes. No caso em que a manipulação de certos objectos é difícil, perigosa ou dispendiosa, eles poderão ser substituídos por objectos virtuais.

2.3.2.1. Vantagens da realidade virtual na educação

Para Afonso *et al.*, (2020); Cardoso *et al.*, (2017); Kavanagh *et al.*, (2017) & Lee *et al.*, (2021) Muitas vantagens são apontadas no uso da RV na educação, dentre elas:

- A experimentação virtual pode substituir ou reduzir a necessidade de laboratórios físicos, especialmente em situações que apresentam riscos à saúde ou segurança do aprendiz, ou demandam deslocamentos espaço temporais;
- A manipulação (redução, rotação, ampliação) de objectos em 3D possibilita a visualização em múltiplas escalas, desde universos a estruturas microscópicas;
- A possibilidade de proporcionar experiências activas de aprendizagem;
- O favorecimento à aproximação entre estudantes de diferentes culturas pela facilidade de comunicação a partir de representações (imagens, sons, vídeos etc);
- O desenvolvimento do pensamento computacional e domínio de periféricos;
- A possibilidade de ilustração de características e processos sem a exigência de grandes arquivos;
- A elaboração de actividades de autoria individuais ou colaborativas, por professores e estudantes;

De acordo com Herpich e Tarouco (2016), o uso de Ambientes Virtuais proporciona que professor e aluno desenvolvam um processo de ensino-aprendizagem mais abrangente, tendo em vista a possibilidade de interacção e construção de conhecimento que é oferecido pela ferramenta diante da representação de situações do mundo real ou imaginárias.

2.4. Plataformas de realidade virtual

2.4.1. Mozilla hubs

Mozilla hubs (2022) é uma plataforma de colaboração virtual que possibilita criar espaços autorais 3D de forma intuitiva e com acesso gratuito. Ela é open source e personalizável, permite organizar conferências, dar aulas, apresentar artes ou reunir estudantes. É possível utilizar ou criar avatares para representá-lo no ambiente virtual, tornando a comunicação entre os usuários mais interactiva por meio de bate-papo por voz e texto, em tempo real. Na Mozilla hubs é possível compartilhar conteúdos, arrastando e soltando fotos, vídeos, PDFs, links e modelos 3D, tornando o ambiente colaborativa. A plataforma disponibiliza um editor de ambientes 3D e integração de mídia. O acesso aos ambientes virtuais pode ser realizado utilizando o navegador de Internet do computador, tablets e/ou celulares.

Com relação ao acesso às plataformas, a Mozilla Hubs é a única totalmente gratuita, enquanto as demais apresentam planos gratuitos com algumas restrições se comparadas aos planos pagos.

Apesar de não ter foco educacional, ela pode ser utilizada por professores e alunos possibilitando a aprendizagem dos conteúdos curriculares (Mozilla hubs, 2022).

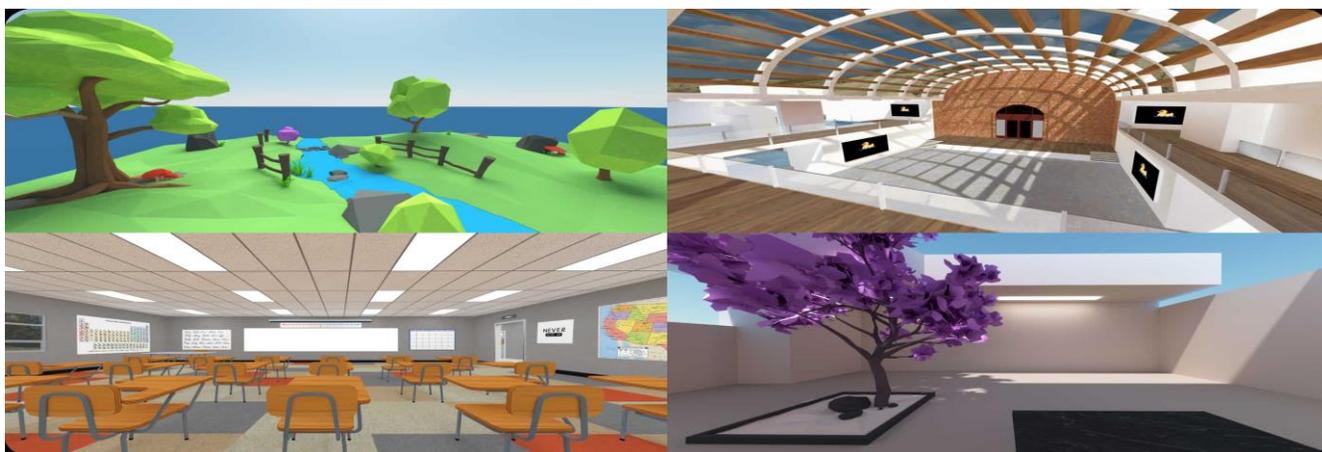


Figura 2: Ambiente Virtual no Mozilla hubs

Disponível em: <https://hubs.mozilla.com/demo>

2.4.2. Frame

Frame (2022) é uma ferramenta de colaboração e criação 3D que permite que usuários se reúnam em um espaço criado por eles utilizando apresentações espaciais e locais, por meio de imagens, vídeos, áudios, imagens 360°, vídeos 360°, modelos 3D, PDFs, sons ambientes, quadros brancos, telas de *streaming* para *webcam* e compartilhamento de tela e caneta/apontador. A Frame funciona a partir do cadastro de uma conta gratuita em um navegador de Internet no computador, dispositivo móvel ou

HMD. É possível criar reuniões com apresentações *on-line* e encontrar com outros usuários por meio de um *link*. Nesta plataforma, são utilizados avatares personalizáveis para realizar passeios virtuais, observar modelos 3D, narrar histórias, além de interagir com actividades virtuais compartilhadas. Ela permite a importação de modelos 3D directamente do *Sketchfab* ou a importação de modelos da sua biblioteca. A comunicação entre os usuários pode ser realizada por meio de texto, voz (áudio para todo o ambiente ou em conversas individuais), *emojis* ou *links*. As actividades podem ser associadas com redes sociais como o *Twitter* e o *Discord* (Frame VR, 2022).



Figura 3: Ambiente Virtual no Frame

Disponível em: <https://learn.framevr.io/>.

2.4.3. Spatial

Spatial (2022) é uma plataforma que permite a exploração de espaços comunitários com contas gratuitas ou pagas. É possível criar um avatar realístico, a partir de uma fotografia *selfie* que interage conforme o usuário se movimenta ou fala, e também pela utilização do *mouse*, além de possibilitar a manifestação de emoções pelo próprio avatar, tais como aplausos, concordância ou discordância, e não na forma de *emojis*, como ocorre nas demais plataformas. Permite acesso por aplicativo móvel e a interacção com outros usuários por meio de áudio e vídeo. É possível a integração de páginas *web*, notas adesivas e recursos multimídia (imagens, vídeos, modelos 3D, arquivos de texto e PDFs, planilhas electrónicas e apresentações) de diversas extensões. Também é possível salvar um ambiente como *template* (modelo) para reutilizá-lo posteriormente. Possui biblioteca de cenários e permite a criação de portais para a navegação entre cenas (Spatial, 2022).



Figura 4: Ambiente Virtual Spatial.

Disponível em: <https://theindexproject.org/post/spatial>

2.4.4. Pluto

Pluto (2022) é uma plataforma virtual de eventos interactivos, em que é possível organizar espaços de exposição e actividades onde os participantes comunicam-se por texto, áudio e/ou vídeo. Um recurso de áudio espacial ambiente permite que os participantes socializem somente com pessoas próximas a si. Pluto também disponibiliza *emojis* e um mapa do ambiente que auxilia no deslocamento dos usuários. Administradores podem compartilhar a tela e vídeos do *YouTube* ou *Twitch*, bem como arquivos de imagem. Arquivos PDF e de áudio não são permitidos. É bem mais limitada que as plataformas apresentadas anteriormente: não apresenta foco educacional, nem criação de tarefas, recursos de gamificação, biblioteca de conteúdos, modelagem 3D e remixagem de projectos. Também não possui acesso por aplicativo móvel, customização de avatares (os usuários são representados somente pela imagem de sua câmara compartilhada) e a conexão com rede social (Moonwalk holdings, 2022). Apesar da plataforma ser totalmente baseada na *web*, Pluto apresenta problemas de usabilidade, tais como travamento e dificuldade de navegação no ambiente isto ocorre mesmo com o uso de *notebooks* com configurações computacionais intermediárias (processadores i5 e i7, com velocidades acima de 2.50GHz, 8GB de memória RAM e sistema operacional de 64 bits) (Vidotto et al., 2022).

Após analisar estes trabalhos e as suas limitações foi proposto o uso da realidade virtual não imersiva no Cospaces.edu, uma ferramenta que oferece ao usuário uma estrutura pedagógica que dê suporte a aprendizagem de circuitos eléctricos simples utilizando um ambiente 3D.



Figura 5: Ambiente Virtual Pluto.

Disponível em: <https://www.vrnerds.de/pluto-moechte-discord-fuer-virtual-reality-werden/>

2.4.5. Cospace.edu

O CoSpaces.edu é um aplicativo web: <https://cospaces.io> que permite construir conteúdos em ambientes 3D de Realidade Virtual (RV) e Realidade Aumentada (RA), nele é possível inserir todo tipo de elementos e objectos em 3D (pessoas, animais, edifícios, mobília urbana, vegetação, objectos, paisagens, etc) Moreno, López& Leiva(2018). Este aplicativo foi projectado com foco educacional para o uso de professores e estudantes de qualquer nível de ensino ou disciplina curricular. Com planos gratuitos ou pagos, ela vem sendo utilizada em mais de 150 países. Entre as vantagens, permite aos professores e alunos criarem/recriarem eventos históricos, modelos científicos, exposições de arte, jogos simples, interpretações de literatura, e outras actividades curriculares (Borges, 2020) e gerenciar aulas em que os alunos colaboram e actuam em seus trabalhos de forma activa e em tempo real, acessando por meio de diferentes dispositivos, como computadores, tablets e celulares (Delightex, 2022).



Figura 6: Realidade Virtual no Cospaces.edu.

Disponível em: <https://jjajinhaneduc362blog.wordpress.com/2020/04/26/virtual-reality-and-cospaces/>

Vidottoetal., (2022) realizou uma avaliação das plataformas selecionadas com base nos vinte critérios citados no quadro abaixo. Para verificar as funcionalidades, características de acesso e outros requisitos. A cada característica encontrada foi atribuído o valor um (1), caso não encontrado foi atribuído o valor zero(0). Por fim, realizou-se o somatório, resultando em uma pontuação final.

Tabela 2 - Plataformas Web de Realidade Virtual.

Plataformas web	Cospaces.edu	Mozilla hubs	Frame	Spatial	Pluto
Interacção Social					
Conexão com rede social	0	1	1	0	0
Interacção social (texto, vídeo, voz)	0	1	1	1	1
Uso e customização de avatar	0	1	1	1	0
Colaboração entre usuários	1	1	1	1	0
Compartilhamento de Tela e webcam	0	1	1	1	1
Manifestação de emoções	0	1	1	1	1
Subtotal de categorias	1	6	6	5	3
Conteúdos e mídias					
Criação de cenários	1	1	1	1	1
Foco Educacional	1	0	0	0	0
Integração multimídia	1	1	1	1	1
Interoperabilidade	1	1	1	1	0
Modelagem 3D	1	1	1	0	0
Remixagem de projectos	1	0	0	0	0
Biblioteca de conteúdos	1	1	0	0	0
Criação de tarefas	1	0	0	0	0
Subtotal de categorias	8	5	4	3	2
Recursos adicionais					
Acesso por aplicativo móvel	1	1	1	1	0
Possui caneta/apontador	0	1	1	0	0
Realidade aumentada integrada	1	0	0	1	0
Recursos de gamificação integrados	0	0	0	0	0
Versão em português	1	0	0	0	0
Programação dos ambientes	1	0	0	0	0
Subtotal de categorias	4	2	2	2	0
Total	13	13	12	10	5

As plataformas CoSpaces.edu e Mozilla hubs(2022) foram as que alcançaram maior pontuação de acordo com os critérios mencionados na tabela. Há, entretanto, diferenças significativas entre elas.CoSpaces.Edu é a única plataforma com foco educacional, projetada para o uso de professores e estudantes de qualquer nível de ensino ou disciplina curricular e também, se destaca, por ser a única que permite a programação dos ambientes. Assim, a possibilidade de codificação permite experiências mais complexas(Vidottoetal., 2022).

Apesar de atingir pontuação máxima na categoria conteúdos e mídias, e expressiva pontuação na categoria de Recursos Adicionais, na categoria Interação Social pontuou apenas no critério colaboração entre usuários. A pouca possibilidade de interação social entre os usuários e a impossibilidade de uso ou criação de avatares é uma limitação da CoSpaces Edu. Todas as demais plataformas *web* apresentaram pontuação superior nesta categoria, proporcionando melhores condições de comunicação entre os usuários.

2.5. Simulador Phet

O PhET (Tecnologia Educacional em Física) é um programa da Universidade do Colorado Fundado em 2002 pelo Premio Nobel Carl Wieman, que pesquisa e desenvolve simulações interactivas na área de ensino de Ciências. Essas simulações são disponibilizadas no portal <http://phet.colorado.edu>. Através do site, as simulações podem ser usadas on-line ou baixadas gratuitamente pelos usuários que podem ser alunos, professores ou mesmo curiosos.

Essas simulações podem também ser utilizadas em sala de aula, auxiliando o professor na discussão dos conteúdos relacionados com os conteúdos das simulações, facilitando a compreensão dos alunos e contribuindo para o processo de ensino e aprendizagem. Por sua vez, não requer um computador potente, como geralmente é um simulador online, não se faz necessário baixar e é totalmente gratuito.

As simulações são agrupadas em seções específicas de cada área como Física, Química, Ciências da terra e Matemática. Todas as simulações são classificadas de acordo com o nível de ensino. Em Física, as simulações são agrupadas em sete categorias: Movimento; Trabalho, Energia e Potência; Som e Ondas; Calor e Termodinâmica; Electricidade, Magnetismo e Circuitos eléctricos; Luz e Radiação; e Fenómenos Quânticos.

Um aspecto que merece destaque trata da facilidade de acesso e a possibilidade de rodar a simulação em qualquer equipamento sem a necessidade de recursos altamente específicos. Todas as simulações podem ser usadas directamente na página principal, mas também é permitido o download.

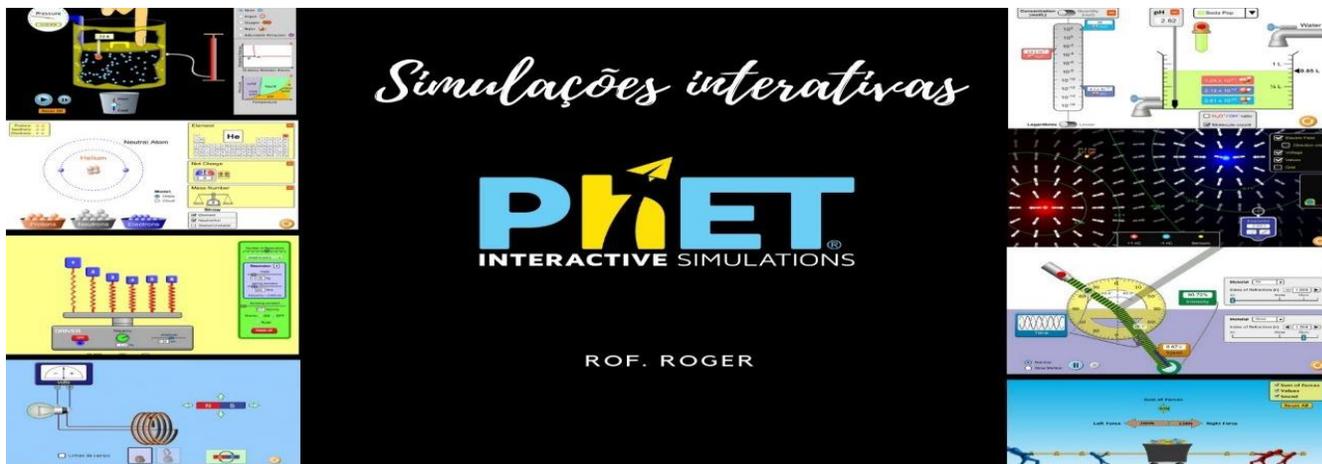


Figura 7: Simulador Phet.

Fonte: Adaptado do <https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=z4cibcLgyOo>

Uma das desvantagens do simulador Phet é forte dependência do conhecimento prévio sobre o assunto a abordar, a estrutura pedagógica desta ferramenta não permite ao usuário gerenciar e organizar a informação em busca da compreensão dos conceitos e de suas definições relacionadas ao fenómeno.

Importa referir que existem dois tipos de simuladores os estáticos e os dinâmicos, esta plataforma é dinâmica, pois permite que o usuário possa interagir com a simulação. Esses simuladores facilitam a compreensão do aluno, não causando nenhuma situação de risco, podendo voltar e repetir a acção Leal (Silva & Menezes 2020).

Capítulo 3: Material e Métodos

Neste capítulo são apresentados os procedimentos metodológicos utilizados para aplicação do recurso virtual de ensino e aprendizagem Cospaces.Edu, nomeadamente, população e amostra, instrumentos de colecta de dados, técnicas de análise de dados e a caracterização da dinâmica da pesquisa.

3.1. População e amostra

Inicialmente, um total de 26 alunos matriculados na disciplina de Física no primeiro ano do Curso de Licenciatura em Medicina Veterinária da UEM participaram do estudo, inscritos na disciplina de Biofísica no ano de 2022. No entanto, apenas 16 estudantes participaram de todas as actividades propostas, sendo considerados como a amostra deste estudo.

Os estudantes em questão são da Faculdade de Veterinária da Universidade Eduardo Mondlane (UEM), localizada na Av. de Moçambique – Km 1.5, Bairro Luís Cabral (Junta). Esta instituição é uma universidade pública de ensino superior, cujo propósito é fornecer educação veterinária em nível de graduação e formação profissional contínua nas áreas de saúde animal, produção animal e tecnologia de alimentos. Sua fundação ocorreu em 24 de julho de 1964, sendo a segunda faculdade de veterinária mais antiga da África Austral.

3.2. Instrumentos de colecta de dados

Para a colecta de dados, inicialmente realizou-se um levantamento bibliográfico em busca de informações relevantes sobre a teoria de aprendizagem multimídia, bem como outros textos pertinentes à pesquisa. Foram empregados dois questionários, um pré e um pós-teste, compostos por perguntas de múltipla escolha. É importante ressaltar que os questionários foram elaborados no Google Formulários, um aplicativo de gerenciamento de pesquisas lançado pelo Google. Esse recurso permite aos usuários conduzir pesquisas e colectar informações de forma eficiente. As respostas dos participantes são automaticamente registadas em um banco de dados, e o Google Formulários também oferece recursos de colaboração e compartilhamento, permitindo a participação de vários usuários na elaboração e análise dos questionários

3.3. Técnicas de análise de dados

Para a análise de dados, foi utilizado o pré-teste como base, o qual permitiu avaliar os conhecimentos prévios dos estudantes antes da aplicação do recurso de realidade virtual. Em seguida, empregou-se a técnica de observação para vivenciar como os estudantes estavam assimilando o novo conteúdo e avaliar a aplicação proposta. Conforme Severino (2007, p. 125) citado por da Silva (2012), a observação é uma etapa essencial em qualquer tipo ou modalidade de pesquisa, pois permite o acesso aos fenómenos estudados antes de iniciar qualquer acção.

Além disso, foram utilizados os resultados do pós-teste com o objectivo de avaliar a progressão dos estudantes e calcular o ganho de Hake, comparando os resultados do pré e pós-teste. Optou-se por empregar tanto métodos qualitativos quanto quantitativos na análise dos dados, visando uma compreensão abrangente e aprofundada dos efeitos do recurso de realidade virtual no processo de aprendizagem dos alunos

3.4. Detalhes do desenvolvimento do recurso instrucional

O recurso instrucional utilizado para esta pesquisa foi desenvolvido no ambiente do "CoSpaces.edu" em três etapas distintas:

- a) Na primeira etapa, foram criados vídeos e imagens que abordavam diversos aspectos, tais como instrumentos de medição, elementos fundamentais de um circuito eléctrico e o funcionamento de cada elemento. Além disso, foram apresentados circuitos em série e em paralelo.
- b) Na segunda etapa, ocorreu a integração dos vídeos, imagens e o simulador Phet sobre circuitos eléctricos simples.
- c) Por fim, na terceira etapa, foi realizada a programação e desenvolvimento do cenário da sala de electricidade e dos objectos no ambiente de realidade virtual do CoSpaces.edu.

3.4.1. Criação de Vídeos e Imagens Audiovisuais para o processo de ensino e aprendizagem dos circuitos eléctricos simples (DC)

Para o ensino de circuitos eléctricos simples foram criados vídeos com duração média de 2 a 7 min cada. Estes vídeos foram registados através de um telefone de marca Iphone 7 e finalizados com o editor de vídeos “Canva”. Com o uso da sala de electricidade situado no departamento de física do Campus da UEM, foi possível elencar os elementos e instrumentos necessários para a construção de um circuito eléctrico simples.

Por sua vez, a captura de vídeos e imagens compreendeu os seguintes passos:

- 1) Explicar as funcionalidades de cada elemento (fonte de tensão, resistência, lâmpada, fio condutor e o interruptor) do circuito eléctrico simples DC;
- 2) Explicar as funcionalidades de cada instrumento (amperímetro e voltímetro) de um circuito eléctrico simples DC;
- 3) Montagem de um circuito eléctrico simples, com o uso de uma fonte de tensão DC (14V), uma lâmpada (12V) e um interruptor. A actividade foi finalizada com o uso de instrumentos (amperímetro e voltímetro) de medição para aferir os valores correspondentes da tensão em cada elemento e a corrente eléctrica que passa pelos condutores;
- 4) Montagem de um circuito eléctrico simples, com o uso de uma fonte de tensão DC (14V), uma lâmpada (12V), um interruptor e uma resistência (10 Ω). A actividade foi finalizada com o uso de instrumentos (amperímetro e voltímetro) de medição para aferir os valores correspondentes da tensão em cada elemento e a corrente eléctrica que passa pelos condutores;
- 5) Montagem de um circuito eléctrico em série, com o uso de uma fonte de tensão DC (14V), duas lâmpadas (12V), um interruptor e uma resistência (10 Ω). A actividade foi finalizada com o uso de instrumentos (amperímetro e voltímetro) de medição para aferir os valores correspondentes da tensão em cada elemento e a corrente eléctrica que passa pelos condutores;
- 6) Montagem de um circuito eléctrico paralelo, com o uso de uma fonte de tensão DC (14V), três lâmpadas (12V), um interruptor e uma resistência (10 Ω). A actividade foi finalizada com o uso de instrumentos (amperímetro e voltímetro) de medição para aferir os valores correspondentes da tensão em cada elemento e a corrente eléctrica que passa pelos condutores;

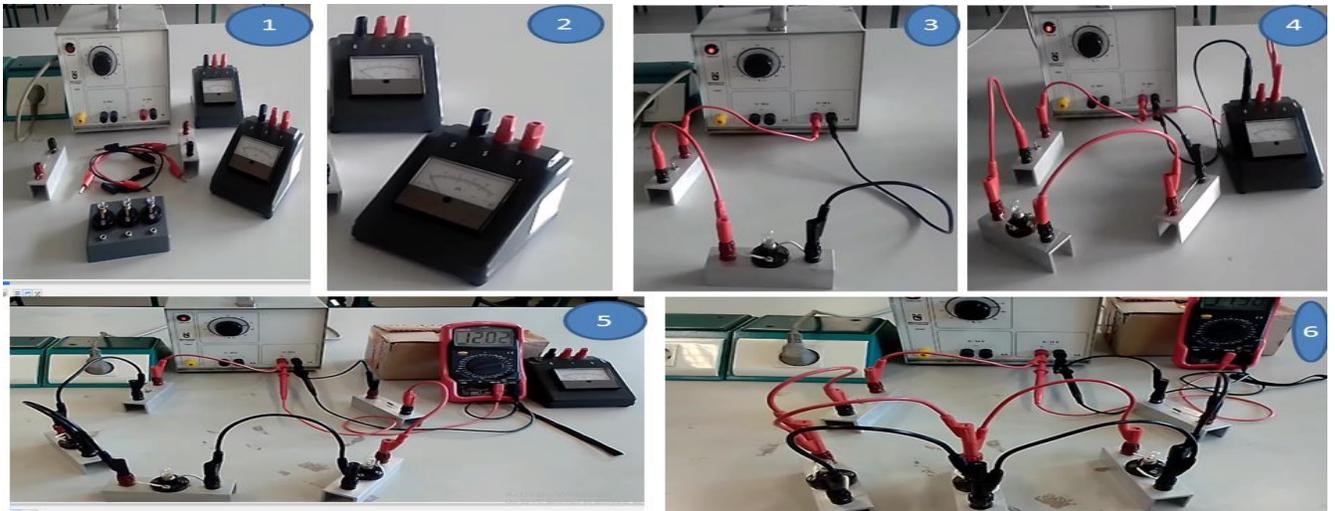


Figura 8:Imagens representativas das sequências dos vídeos.

Fonte: autor

3.4.2. Detalhes do desenvolvimento do simulador Phet no ensino de circuitos eléctricos simples

Esta parte do trabalho, explica os procedimentos feitos para a cessar a simulação do conteúdo circuitos eléctricos simples (D.C) na plataforma Phet.

3.4.2.1. Acesso a Simulação de Circuitos Eléctricos Simples no Phet

Para a simulação de circuitos eléctricos simples foram realizados os seguintes procedimentos:

1. Acedeu-se o link directo através da plataforma Cospaces.edu do simulador Phet sobre circuitos eléctricos simples.

https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-ac-virtual-lab/latest/circuit-construction-kit-ac-virtual-lab_pt_BR.html

2. a) Construção de um circuito (DC) com uma lâmpada, uma fonte de tensão, fios condutores e um interruptor; b) circuito (DC) com uma lâmpada, uma fonte de tensão, fios condutores, um interruptor e uma resistência; c) circuito (DC) em série; d) e um circuito (DC) em paralelo.

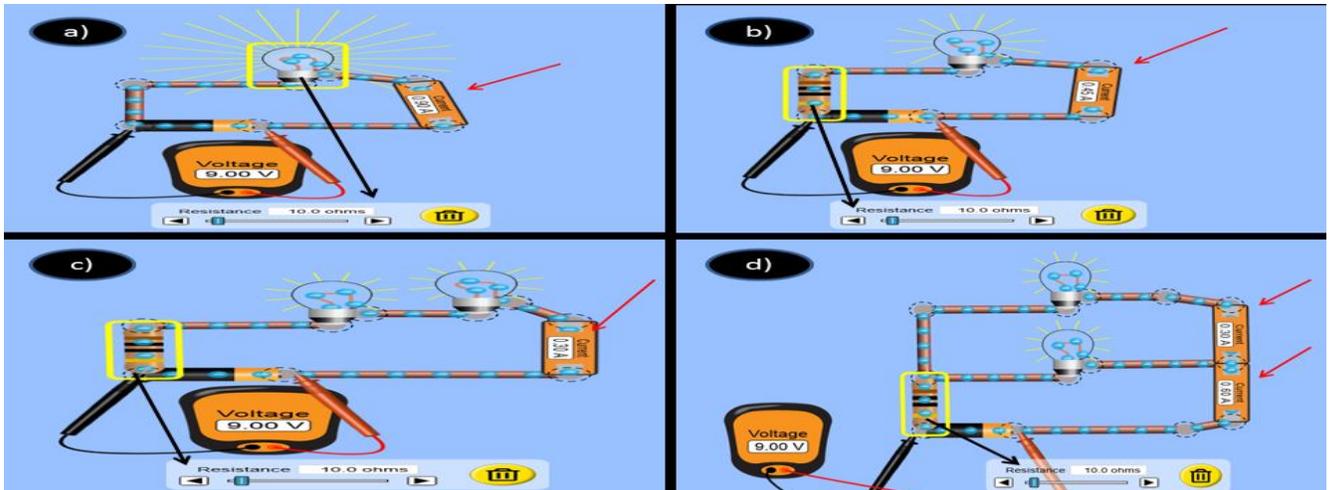


Figura 9: a) circuito eléctrico simples com uma lâmpada; b) circuito eléctrico simples com uma lâmpada e resistência; c) associação série; d) Associação em paralelo.

Fonte: Adaptado do site <https://phet.colorado.edu/en/simulations/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab>

3.4.3. Detalhe do desenvolvimento da plataforma Cospaces.edu para o processo do ensino-aprendizagem de circuitos eléctricos simples (DC)

3.4.3.1. Registo na página web

Para a utilização da plataforma web Cospaces.edu foi visitado o site <http://www.Cospaces.io/edu/>, onde o utilizador cadastrou-se através da criação de conta na plataforma. O processo de criação de conta na plataforma Cospaces.edu seguiu os seguintes passos:

Primeiramente, sendo o Cospaces.edu uma plataforma criado/desenhado exclusivamente para o ensino e aprendizagem, oferece ao utilizador duas opções para a criação de conta. A primeira opção compreende criar a conta como um professor, para tal é necessário ter uma idade igual ou superior aos 18 anos conforme apresentado no quadril 2 da figura (7) e a segunda opção compreendia criar a conta como estudante. O utilizador criou a conta como professor, visto que usaria a plataforma com a finalidade de ensinar.

Após o cadastro como professor, foram preenchidos os campos em branco através das credenciais exigidas no quadril 3 da figura abaixo, seguido de uma confirmação no e-mail do utilizador.



Figura 10: Processo de criação da página web Cospaces.edu.

Fonte: <https://edu.cospaces.io/Auth/Signup/Teacher>

3.4.3.2. Abrir o ambiente interno da realidade virtual Cospaces.edu

Com o objectivo de criar um ambiente virtual no CoSpaces.edu, o utilizador clicou na opção “CoSpace.edu” apresentado na grelha a esquerda. Seguidamente, foi explorado a secção “Welcome to CoSpace.Edu” para se familiarizar com o básico.

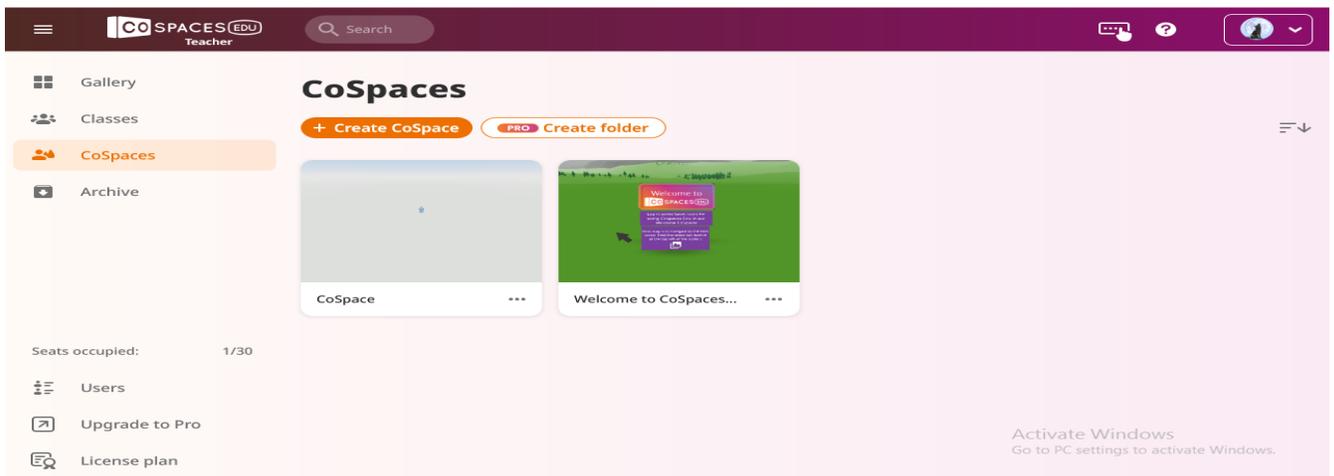


Figura 11: Criação de um Cospaces.edu

Fonte: <https://edu.cospaces.io/Studio/Spaces>

Com o objectivo de criar ambientes 3D foi clicado o painel “Cospaces.Edu” que se encontra a esquerda do painel “Welcome to Cospaces.edu”. Após o clique foi apresentado um cenário vazio, onde é possível construir um ambiente de realidade virtual a escolha do utilizador.

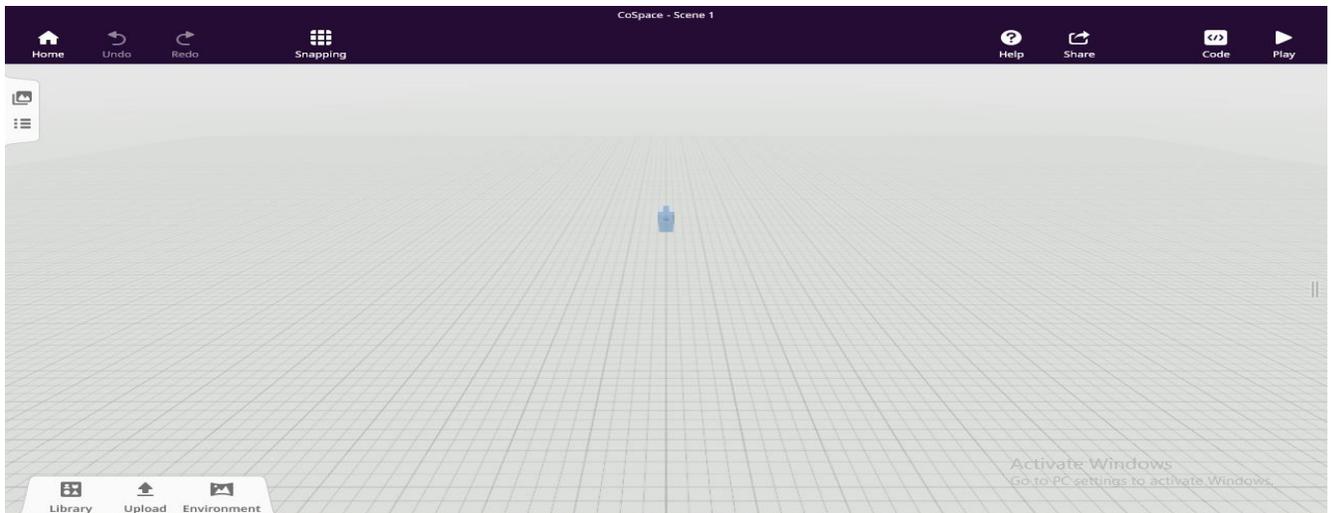


Figura 12: Cenário vazio (ambiente 3D)

Fonte: <https://edu.cospaces.io/Studio/Space/LEv4XZ8QgldlUbme>

3.4.3.3. Escolha do cenário

O segundo passo compreendeu a escolha da cena para construir. As opções são:

- **Environment 3D:** permite a construção de um ambiente 3D e a sua posterior visualização em Realidade Virtual.
- **360-degree images:** permite criar uma imagem de 360 graus capaz de ser visualizado em Realidade Virtual.
- **Merge Cube** (somente usuários Pro): permite construir criações para o cubo de mesclagem, isto é, pode-se colocar o conteúdo em qualquer lugar, dentro e ao redor de um cubo virtual para criar seu próprio holograma.
- **Tour** (somente conta Pro): permite criar um passeio virtual com suas próprias imagens em 360 graus.

Com o pacote gratuito, os usuários podem criar ambientes e imagens do zero. Os usuários Pro têm acesso a vários modelos.

Ao começar com uma cena vazia em um ambiente 3D, constrói-se do zero em uma grande tela com uma grade. De seguida foi-se ao guia “Environment” no canto inferior esquerdo e escolheu-se um dos ambientes 3D disponível. Esse ambiente pode ser visualizado em Realidade Virtual (RV) e em Realidade Aumentada (RA).

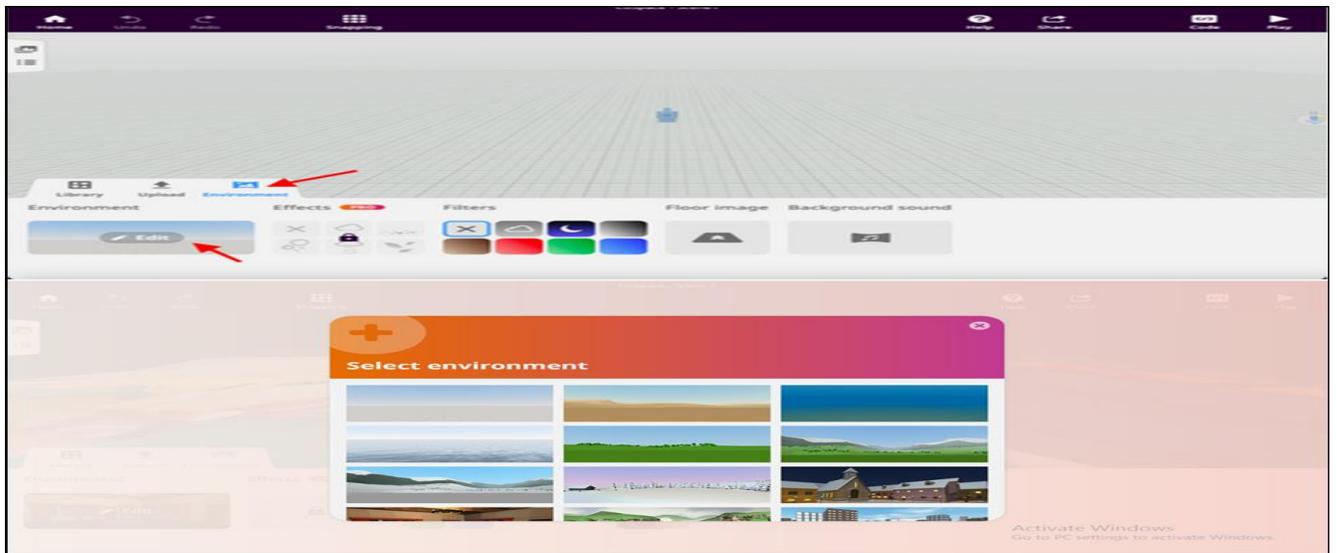


Figura 13:Seleção do ambiente.

Fonte: Autor.

3.4.3.5. Seleção de objectos 3D

Depois de configurar o ambiente, clicou-se em “Library” para navegar pelas categorias (Personagens, Animais, Habitação, Natureza, Transporte, Itens, Construção, Especial). Ao encontrar um objecto 3D desejado, basta arrastá-lo e soltá-lo em sua cena. Alguns objectos estão disponíveis como parte da conta gratuita. Outros exigem uma licença profissional.



Figura 14: Pesquisar na Biblioteca.

Fonte: <https://edu.cospaces.io/Studio/Space/LEv4XZ8QgldlUbme>

3.4.3.6. Upload de arquivos externos

Na guia Upload, pode-se pesquisar e fazer upload vários arquivos externos para o CoSpaces.edu, como modelos 3D, imagens, GIFs, vídeos e sons.

- Imagens (formatos .jpg, .png, .gif, .svg, .bmp)
- Modelos 3D (formatos .obj, .mtl, .fbx, .zip)
- Vídeos (formato .mp4)
- Som (formatos .mp3, .wav, .aac, .m4a), incluindo um recurso para gravar um novo arquivo de som em seu CoSpaces.edu

Todos os arquivos que você enviar para o seu CoSpace.Edu podem ser encontrados em “all files”. Usuários gratuitos podem fazer upload de até dez arquivos externos no total.



Figura 15: Opção de carregar

Fonte: <https://edu.cospaces.io/Studio/Space/LEv4XZ8QgldlUbme>

3.4.4. Detalhes do procedimento didático com o uso da realidade virtual Cospaces.edu

O processo didático envolveu em três etapas a interação com o ambiente de realidade virtual Cospaces.edu no processo de ensino-aprendizagem de circuitos elétricos simples.

Primeiramente foi apresentado o ambiente externo da realidade virtual não imersiva Cospaces.edu representado por uma feira de Electricidade, esta por sua vez, possui duas entradas principais que dão acesso a parte central da sala. O processo para a abertura dos portões é controlado por meio de comandos pré estabelecidos no Cospaces.edu (figura 16 b). Estes comandos podem estar representados na forma escrita ou voz.



Figura 16: Ambiente externo da feira de electricidade no Cospaces.edu

Fonte: Autor

A seguir, na parte interna da feira os estudantes tem o seu primeiro encontro com uma recepcionista responsável pelo atendimento e orientação dos estudantes as “telas” que contém vídeos e imagens audiovisuais sobre a aprendizagem de circuitos simples (DC). O processo de interacção entre os estudantes e a recepcionista é apresentado por meio de palavras escritas ou através da voz (figura 17).



Figura 17: Ambiente interno da feira de electricidade no Cospaces.edu

Fonte: Autor.

A deslocação para as diferentes telas é realizada por meio de comando pré estabelecidos no Cospaces.edu (figura 18). Os vídeos sobre a aprendizagem dos circuitos eléctricos simples foram dispostos em duas partes. A primeira parte ocupou-se em a demonstrar e explicar o funcionamento dos

elementos (resistor, lâmpada, condutor eléctrico, fonte de tensão e o interruptor) e instrumentos (voltímetro e amperímetro) num dado circuito eléctrico simples (DC) (figura 17) e a segunda parte compreende o ensino sobre as associações em série e paralelo, para tal, foi explicado como construir um circuito em série e paralelo através da ligação dos elementos do circuito eléctrico simples e também, como usar os instrumentos (amperímetro, voltímetro e multímetro) para fazer as medições da corrente que passa pelos fios condutores e a tensão eléctrica ou queda de tensão em cada um dos dispositivos. Com os aparelhos de medição foi possível verificar que em um circuito série ou paralelo a corrente é medida por um amperímetro ou multímetro (com a movimentação do cursor para a faixa DCA-10A) através de uma interrupção no fio condutor onde é substituído/fechado a interrupção pelos canais “positivo e negativo” do amperímetro ou multímetro, e a queda de tensão é medida por um voltímetro ou multímetro (com a movimentação do cursor para a faixa DCV-20V) através da ligação paralela dos canais “positivo e negativo” do multímetro ou voltímetro em relação aos elementos do circuito.

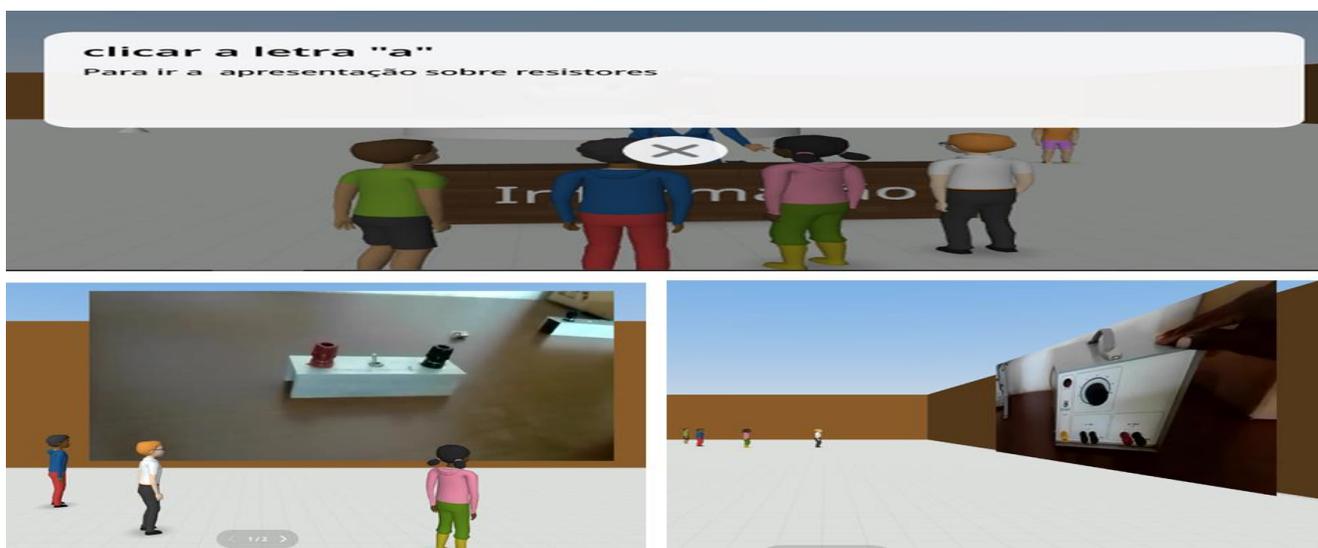


Figura 18: Registo dos comandos pré definidos no Cospaces.edu e o momento em que estudantes passam pelas telas com apresentações de vídeos e imagens audiovisuais de circuitos eléctricos simples (DC). **Fonte:** Autor.

A actividade foi finalizada com uma simulação feita pelos estudantes sobre as associações série e paralelo no simulador Phet conforme representado na figura 1 em anexos, um relatório escrito sobre o que os estudantes acharam ao interagir com o ambiente de realidade virtual não imersiva representado na figura 2 em anexos e um pós teste representado na figura 3 em anexos.

Capítulo 4: Resultados/Discussão

No capítulo 4 é analisado o processo da evolução do conhecimento dos estudantes antes e depois da implementação da prática pedagógica por meio de tabelas e gráfico de barras, demonstrando aumento ou diminuição na assimilação dos conceitos e conteúdos estudados.

4.1. Resultados do pré e pós testes

Os dados foram analisados através da comparação entre os resultados obtidos na aplicação do pré teste e pós teste idênticos. As questões foram de natureza fechada e abordaram os conteúdos sobre os elementos, instrumentos, a identificação série, paralelo e misto dos circuitos eléctricos simples; a última tarefa compreendeu a execução no simulador Phet, onde os estudantes em pares fizeram uma montagem de um circuito eléctrico simples (série ou paralelo), a leitura em amperes (A) da intensidade da corrente, e em volts (V) a tensão eléctrica e em ohm (Ω) a resistência. As tabelas foram desenhadas sob forma que apresentem os resultados do pré e pós-testes. Onde (Q.O.E) representa as quantidades das opções escolhidas (Q.O.E) e a sua respectiva percentagem.

Tabela 3: Resultados do pré teste e pós teste da questão 1.

Questão 1	Quais das opções abaixo, representa elementos de um circuito eléctrico simples?			
	Pré teste		Pós teste	
	Q.Q.E	%	Q.Q.E	%
a. Resistência eléctrica, dinamómetro e lâmpadas.	1	6	0	0
b. Fonte de tensão, fios condutores e amperímetro.	2	12	5	31
c. Lâmpadas, fonte de tensão e o interruptor.	11	70	9	57
d. Resistência eléctrica, bancada e o multímetro.	2	12	2	12
e. Resistência eléctrica, voltímetro, lâmpadas.	0	0	0	0

Para a primeira questão o resultado de pré-teste, mostra que 11 estudantes, correspondente a 70% assinalou acertadamente a alternativa (c). E os restantes 30% assinalaram erradamente, destes, 6% optou pela opção (a), 12% opção (b), outros 12% opção (d) e 0% a opção (e).

Por sua vez, no pós-teste, 9 estudantes correspondentes a 57% assinalou acertadamente a alternativa (c), este resultado indica uma diminuição de 13% de estudantes com relação aos anteriores 70% de acertos no pré-teste. Os restantes 43% assinalaram erradamente, destes, 0% opção (a), 31% opção (b), 12% opção (d) e 0% opção (e).

Tabela 4: Resultado do pré teste e pós teste da questão 2.

Questão 2	Que instrumento abaixo é usado para medir a intensidade da corrente eléctrica num circuito eléctrico simples?			
Opção	Q.Q.E	%	Q.Q.E	%
a. Voltímetro	1	6	2	12
b. Ohmímetro	0	0	0	0
c. Potenciómetro	0	0	0	0
d. Amperímetro	15	94	14	88
e. Indutor Magnético	0	0	0	0

Para a segunda questão o resultado do pré-teste, mostra que 15 estudantes, correspondente a 94% dos participantes da pesquisa assinalou a alternativa correcta (opção d). E apenas 6% assinalou erradamente opção (a). Esses resultados evidenciam que quase 100% dos estudantes possuíam conhecimentos sobre os elementos constituintes de um circuito eléctrico.

No pós-teste, 14 estudantes correspondentes a 88% assinalou acertadamente a alternativa (c), este resultado indica uma diminuição de 6% de estudantes com relação aos anteriores 94% de acertos no pré-teste. Desta forma, 12% assinalaram erradamente a opção (a), e as opções (b, c e d) – 0%.

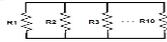
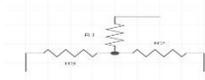
Tabela 5: Resultado do pré teste e pós teste da questão 3.

Questão 3	Que instrumento abaixo é usado para medir a tensão eléctrica num circuito eléctrico simples?			
Opção	Q.Q.E	%	Q.Q.E	%
a. Voltímetro	15	94	15	94
b. Ohmímetro	0	0	0	0
c. Potenciómetro	0	0	0	0
d. Amperímetro	1	6	1	6
e. Indutor Magnético	0	0	0	0

Para a terceira questão, 15 estudantes correspondente a 94% dos participantes assinalaram a alternativa correcta (opção a). E apenas 1 estudante o correspondente a 6% assinalou a resposta errada (opção d).

No pós-teste o resultado alcançado foi o mesmo relativamente ao pré-teste. Este resultado evidencia que quase 100% dos estudantes possuíam conhecimentos sobre o instrumento voltímetro.

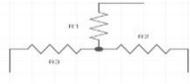
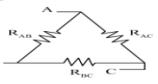
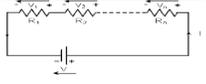
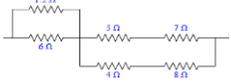
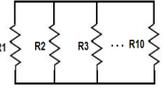
Tabela 6: Resultados do pré e pós testes da questão 4.

Questão 4	Nas figuras abaixo qual deles melhor representa um circuito em série?			
Opção	Q.Q.E	%	Q.Q.E	%
a. 	1	6	0	0
b. 	0	0	0	0
c. 	13	82	14	88
d. 	1	6	2	12
e. 	1	6	0	0

Para a quarta questão o resultado de pré teste mostra que 13 estudantes, correspondente a 82% dos participantes assinalou a resposta correcta (opção c). Os restantes 18% assinalaram a alternativa errada, onde 6% optou pela opção (a), 6% opção (d) e outros 6% opção (e).

Para o pós-teste, 14 estudantes correspondentes a 88% assinalou acertadamente a alternativa (c), este resultado indica um aumento de 6% de estudantes com relação aos anteriores 82% de acertos no pré-teste. Os restantes 12% assinalaram erradamente a opção (d), destes, 0% opção (a, b & e).

Tabela 7: Resultado do pré teste e pós teste da questão 5.

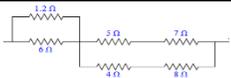
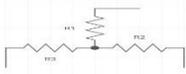
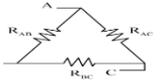
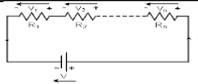
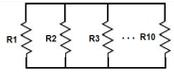
Questão 5	Nas figuras abaixo, qual deles melhor representa um circuito em paralelo?			
Opção	Q.Q.E	%	Q.Q.E	%
a. 	4	25	2	12
b. 	2	12	1	6
c. 	0	0	2	12
d. 	0	0	0	0
e. 	10	63	11	70

Para a quinta questão o resultado de pré-teste, mostra que 10 estudantes o correspondente a 63% dos participantes da pesquisa assinalou a alternativa correcta (opção e). E os restantes 37% assinalaram erradamente, destes, 25% optaram pela opção (a), 12% opção (b) e 0% opções (c & d).

No pós-teste, 11 estudantes correspondentes a 70% assinalou acertadamente a alternativa (e), este resultado indica um aumento de 7% de estudantes com relação aos anteriores 63% de acertos no pré-

teste. Os restantes 30% assinalaram erradamente, destes, 12% opções (a & c), 6% opção (b), e 0% opção (d).

Tabela 8: Resultado do pré teste e pós teste da questão 6.

Questão 6	Nas figuras abaixo, qual deles melhor representa um circuito em misto?			
Opção	Q.E	%	Q.E	%
<p>a.</p> 	5	31	8	50
<p>b.</p> 	9	57	6	38
<p>c.</p> 	1	6	0	0
<p>d.</p> 	1	6	1	6
<p>e.</p> 	0	0	1	6

Para a sexta questão 5 estudantes o correspondente a 31% dos estudantes assinalou a alternativa correcta (opção a). E os restantes 69% assinalaram respostas erradas, destes, 57% optaram pela opção (b), 6% opções (c & d).

No pós-teste, 8 estudantes correspondentes a 50% assinalou acertadamente a alternativa (a), este resultado indica um aumento de 19% de estudantes com relação aos antigos 31% de acertos no pré-teste. Os restantes 50% assinalaram erradamente, destes, 38% opção (b), 0% opção (c) e 6% opções (d & e).

Tabela 9: Resultado do pré teste e pós teste da questão 7.

Opção	Q.E	%	Q.E	%
a. 1-e	9	57	10	63
b. 2-c	8	50	14	88
c.; d.; e.	Anulado	-	Anulado	-

Questão 7 **Faça a correspondência dos elementos do grupo A com os símbolos eléctricos do grupo B.**

Grupo A

1. Interruptor
2. Lâmpada
3. Fonte de corrente
4. Fio condutor
5. Fonte de tensão

Grupo B

- a. 
- b. 
- c. 
- d. 
- e. 

I. Primeira correspondência

Para a sétima questão, 9 estudantes o equivalente a 57% dos estudantes fez a correspondência correcta do elemento interruptor e o seu símbolo (1-e). E os restantes 43% dos estudantes erraram nas suas correspondências, destes, 12% correspondência (1-e), 6% correspondência (1-a) & (1-c), e os restantes 19% não fizeram qualquer correspondência.

No pós-teste, 11 estudantes correspondentes 63% fizeram a correspondência correcta (2-c), este resultado indica um aumento de 6% de estudantes com relação aos anteriores 57% de acertos no pré-teste. Os restantes 37% erraram nas suas correspondências, destes, 19% fizeram a correspondência (2-b), 12% correspondência (2-d). E os restantes 6% não fizeram qualquer correspondência.

II. Segunda correspondência

Na mesma questão o resultado do pré-teste, mostra que 8 estudantes o correspondente a 50% dos estudantes da pesquisa fizeram a correspondência correcta do elemento lâmpada e o seu respectivo símbolo (2-c). E os restantes 50% erraram nas suas correspondências, destes, 19% optaram pela

correspondência (2-b) e 12% correspondência (2-d). Os restantes 19% não fizeram qualquer correspondência.

No pós-teste, 14 estudantes o correspondente a 88% dos estudantes fizeram a correspondência correcta, este resultado indica um aumento significativo de 38% com relação aos anteriores 50% de acertos no pré-teste. Os restantes 12% erraram nas suas correspondências, destes, 6% fizeram a correspondência (2-a). E os restantes 6% não fizeram qualquer correspondência.

As três últimas correspondências foram anuladas, uma vez que não se tratou sobre o assunto na segunda aula.

Tabela 10: Resultado do pré teste e pós teste da questão 8

Questão 8	Faça a correspondência dos elementos do grupo A com as figuras eléctricas do grupo B.					
	<p style="text-align: center;">8. Faça a correspondência dos elementos do grupo A com os símbolos eléctricos do grupo B *</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <p style="text-align: center;">Grupo A</p> <p>Interruptor</p> <p>Resistores</p> <p>Fonte de tensão</p> <p>Voltímetro</p> <p>Amp. esímetro</p> </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <p style="text-align: center;">Grupo B</p> <p>a. </p> <p>b. </p> <p>c. </p> <p>d. </p> <p>e. </p> </td> </tr> </table>				<p style="text-align: center;">Grupo A</p> <p>Interruptor</p> <p>Resistores</p> <p>Fonte de tensão</p> <p>Voltímetro</p> <p>Amp. esímetro</p>	<p style="text-align: center;">Grupo B</p> <p>a. </p> <p>b. </p> <p>c. </p> <p>d. </p> <p>e. </p>
<p style="text-align: center;">Grupo A</p> <p>Interruptor</p> <p>Resistores</p> <p>Fonte de tensão</p> <p>Voltímetro</p> <p>Amp. esímetro</p>	<p style="text-align: center;">Grupo B</p> <p>a. </p> <p>b. </p> <p>c. </p> <p>d. </p> <p>e. </p>					
Opção	Q.E	%	Q.E	%		
a. 1-c	12	75	12	75		
b. 2-d	11	69	11	69		
c. 3-b	10	63	10	63		
d. 4-e	12	75	13	82		
e. 5-A	14	88	14	88		

Nas primeiras três correspondências (I, II e III) da nona questão, verificou-se que os estudantes obtiveram o mesmo nível de respostas no pré teste e pós teste, este resultado, indica que a implementação do recurso proposto não permitiu o aumento significativo da aprendizagem.

IV. Quarta correspondência

Para esta correspondência da oitava questão o resultado do pré-teste, mostra que 12 estudantes o correspondente a 75% dos participantes da pesquisa fez a correspondência correcta do instrumento voltímetro e a sua respectiva imagem representativa (4-e). Os restantes 25% erraram nas suas correspondências, destes, 19% erraram na correspondência (4-d). E 6% não fez qualquer correspondência.

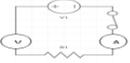
No pós-teste 13 estudantes correspondentes 82% dos participantes fizeram a correspondência correcta, este resultado indica um aumento significativo de 7% com relação aos anteriores 75% de acertos no pré-teste. E os restantes 24% erraram nas suas correspondências, destes, 12% optaram pela correspondência (2-d) e 6% não fizeram qualquer correspondência.

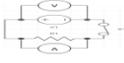
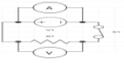
V. Quinta correspondência

Para esta correspondência da oitava questão o resultado do pré-teste mostra que 14 estudantes, correspondente a 88% dos participantes da pesquisa fez a correspondência correcta do instrumento amperímetro e a sua respectiva imagem representativa (5-e). Os restantes 12% erraram ao optar pela correspondência (5-b).

No pós-teste, permaneceu o mesmo número de acertos em relação ao pré-teste. Contudo, 6% escolheu uma correspondência errada (5-d) em relação a anterior do pré-teste e os restantes 6% não fizeram qualquer correspondência.

Tabela 11: Resultado do pré teste e pós teste da questão 9

Questão 9	Qual dos esquemas abaixo melhor representa a montagem de um circuito eléctrico simples?			
Opção	Q.E	%	Q.E	%
a. 	7	44	7	44

b.		6	37	0	0
c.		0	0	2	12
d.		0	0	0	0
e.		3	19	7	44

Para a nona questão o resultado de pré-teste, mostra que 3 estudantes, correspondente a 19% dos estudantes assinalou a alternativa correcta (opção e). E os restantes 81% assinalaram erradamente, destes, 44% optaram pela opção (a), 37% opção (b) e 0% opção (c & d).

No pós-teste, 7 estudantes correspondente a 44% assinalou a alternativa correcta, este resultado indica um aumento de 25% em relação aos anteriores 19% de acertos no pré-teste. Os restantes 56% escolheram erradamente, destes, 44% optaram pela opção (a), 0% opção (b & d) e 12% opção (c).

4.2. Comparação dos resultados pré-teste e pós-teste

Neste subcapítulo são apresentados os resultados quantitativos do pré teste e pós teste na forma de gráfico de barras obtido através da comparação de acertos entre os resultados do pré e pós teste.

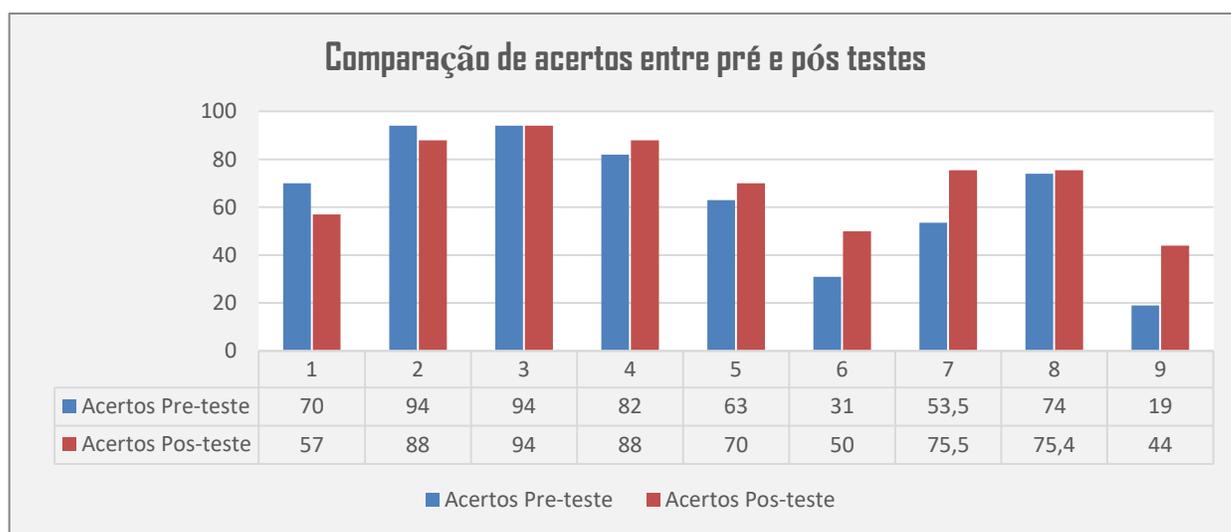


Gráfico 1: Descrição gráfica dos resultados do pré e pós teste.

4.3. Ganho de aprendizagem de Hake

Para medir o ganho percentual normalizado de aprendizagem dos estudantes do primeiro ano do curso de veterinária foi determinado o Ganho de Hake ($\langle g \rangle$), também denominado como Ganho Normalizado como:

$$\langle g \rangle = \frac{G}{100\% - S_{pré}} = \frac{S_{pós} - S_{pré}}{100\% - S_{pré}} \quad (1)$$

Onde:

- $\langle g \rangle$ - Representa o ganho conceitual normalizado;
- G - Representa o ganho conceitual simples;
- $S_{pós}$ e $S_{pré}$ - Representa soma de percentagem de acertos.

Os valores de $S_{pós}$ e $S_{pré}$ são apresentados em percentagem de acertos nas respectivas aplicações do questionário.

- “Alto ganho”, para turmas com $\langle g \rangle \geq 0,7$;

- “Médio ganho”, para turmas com $0,7 > \langle g \rangle \geq 0,3$;

- “Baixo ganho”, para turmas com $\langle g \rangle < 0,3$.

$$\langle g \rangle = \frac{72.0625 - 63.9375}{100 - 63.9375} \quad (2)$$

$$\langle g \rangle = \frac{8.125}{36.0625} \cong 0.225 \quad (3)$$

4.4. Resultados da observação do pesquisador

Os resultados indicaram que alguns estudantes ainda encontravam dificuldades na montagem de circuitos eléctricos simples com lógica, focando principalmente em acender a lâmpada. Embora mais da metade dos estudantes demonstrasse compreender a identificação e função dos instrumentos de medição, como o amperímetro e o voltímetro, em um circuito eléctrico simples, nem todos conseguiram utilizá-los adequadamente para medir a tensão e a corrente eléctrica. Contudo, após a introdução do uso do ambiente virtual, observou-se um baixo ganho de Hake nos resultados. Inicialmente, havia esperança em relação ao argumento a favor da imersão, que sugere que ambientes virtuais imersivos proporcionam uma maior sensação de presença e excitação emocional nos alunos, incentivando-os a se dedicarem mais e alcançarem melhores resultados de aprendizagem. No entanto, os resultados

mostraram o contrário, alinhando-se ao argumento contra a imersão, que afirma que tais ambientes podem criar maior distração sensorial e motora para os alunos, desviando sua capacidade de processamento do material académico essencial da aula. Os achados deste estudo corroboram a hipótese de distração, indicando que a apresentação de ambientes de alta imersão pode resultar em um desempenho pior em termos de aprendizagem. Vale ressaltar que, mesmo que o recurso apresentado não seja de alta imersão, a falta de familiaridade dos alunos com o ambiente proposto pode tê-los imerso de forma a causar distração.

Na avaliação da aceitabilidade do ambiente apresentado, foi examinado o feedback dos usuários, e constatou-se que aproximadamente cem por cento (100%) dos entrevistados responderam de forma positiva, afirmando que o uso da plataforma estimula o aprendizado ao promover interactividade entre o estudante e o objecto de estudo, além de facilitar a compreensão de conceitos relacionados (consulte os Anexos para mais detalhes).

Capítulo 5: Considerações Finais

O capítulo 5, é dedicado a descrição das conclusões obtidas ao longo do desenvolvimento desta pesquisa e as recomendações.

5.1. Considerações finais

Para obter resultados mais confiáveis e conclusões mais gerais, é fundamental realizar estudos futuros com um número maior de participantes. No presente estudo, apenas 16 alunos foram incluídos, o que pode ser considerado um tamanho amostral pequeno. Ampliar o tamanho da amostra permitiria uma análise mais robusta e representativa dos efeitos do uso do ambiente virtual na aprendizagem dos alunos. Além disso, investigações adicionais poderiam explorar diferentes contextos educacionais e amostras mais diversificadas, o que possibilitaria generalizar os resultados para uma variedade de cenários de ensino e aprendizagem, isso proporcionaria uma base mais sólida para tirar conclusões sobre os benefícios e desafios do uso de ambientes virtuais na educação.

Referências

- Afonso, G. B.; Martins, C. C.; Katerberg, L. P.; Becker, T. M.; Santos, V. C. dos; Afonso, Y. B. (2020) *Potencialidades e fragilidades da realidade virtual imersiva na educação*. Revista Intersaberes, v. 15, n. 34. Disponível em: <http://www.revistasuninter.com/intersaberes/index.php/revista/article/view/1800>. Acesso em: 12 Jun. 2023.
- Azuma, R. T. (1997). *A Survey of Augmented Reality*. (pp.355-385). Disponível em: <https://www.cs.unc.edu/~azuma/ARpresence.pdf>. Acesso em: 04/03/2024.
- Barnett, M., Makinster, J.G., Hansen, J.A. (2001) *Exploring Elementary Students' Learning of Astronomy Through Model Building* In Annual Meeting of the American Educational Research Association. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/2399319_Exploring_Elementary_Students%27_Learning_of_Astronomy_Through_Model_Building_Michael_Barnett. Acesso em: 22 Mai. 2023.
- Borges, E. R. (23 de Março de 2020). Formação: *Realidade na educação com Cospaces*. Anpri. Disponível em: <https://www.anpri.pt/mod/forum/discuss.php?d=12740>. Acesso em: 21 Mai. 2023.
- Braga, M. (2001) *Realidade Virtual e Educação*. Revista de Biologia e Ciências da Terra, v.1, n.1. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/500/50010104.pdf>. Acesso em: 27 Nov. 2022.
- Brito, L. M. de et al. *Ambientes virtuais de aprendizagem como ferramentas de apoio em cursos presenciais e a distância*. Renote - Revista Novas Tecnologias na Educação, v. 11, n. 1, p. 1-10, jul. 2013. Disponível em: <http://www.seer.ufrgs.br/renote/article/view/41630>. Acesso em: 21 Mai. 2023.
- Byrne, C. (1993) *Virtual Reality and Education*, HITL Report 93-6. Disponível em: <http://www.hitl.washington.edu/publications/r-93-6.html>. Acesso em: 16/06/2023.
- Camilo, Cíntia; Medeiros, Liziany M. (2018). *O cognitivismo e suas implicações pedagógicas. Teorias da Educação*. Maria, R. S: UFSM, NTE. p.75. Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/18360/Curso_Lic-Ed-Camp_Teorias-Educ.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 5 Dez. 2022.
- Cardoso, A.; Kirner, C.; Frango, I.; Tori, R. (2017) *O desafio de projetar recursos educacionais com uso de realidade virtual e aumentada*. In: Anais do VI Workshop de Desafios da Computação aplicada à Educação. SBC. Disponível em: <http://www.sol.sbc.org.br/index.php/desafie/article/view/3109>. Acesso em: 16 Jun. 2023.
- Corrêa, A. G. D., Monteiro, C. B. M., Silva, T. D. da., Lima-Alvarez, C. D. de., Ficheman, I. K., Tudella, E., Lopes, R. D. (2011) *Realidade virtual e jogos eletrônicos: uma proposta para deficientes*. São Paulo: Plêiade. p. 65-92. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/002283489>. Acesso em: 8 Jun. 2023

- Cortiz, D.; Silva, J. O. (2017) *Web and virtual reality as platforms to improve online education experiences*. In: 2017 10th International Conference on Human System Interactions (HSI). IEEE. p. 83-87. Disponível em: <http://www.ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8005003>. Acesso em: 13 Mai. 2023.
- Delightex G. M. B. H. (2022). *Cospaces Edu*. Disponível em: <http://www.cospaces.io/edu/>. Acesso em: 23 Mai. 2023.
- Donzelli, T. M. (2005). *A Utilização da Realidade Virtual no Ensino de Conceitos de Física*. Disponível em: <http://www.unimep.br/phpg/mostracademica/anais/4mostra/pdfs/434.pdf>. Acesso em: 25 mai. 2023.
- Feitosa, M. C., & Lavor, O. P. (2020). Ensino de circuitos elétricos com auxílio de um simulador do phet. *REAMEC-Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática*, 8(1), 125-138. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/reamec/article/view/9014>. Acesso em: 23 Mar. 2023.
- Fialho, A. B. (2018) *Realidade Virtual e Aumentada: Tecnologias para aplicações profissionais*. São Paulo: Saraiva. Disponível em: www.doceru.com/doc/nncvx518. Acesso em 17 Abr. 2023.
- Frame (2022) *Frame VR*, 2022. Disponível em: <https://framevr.io/>. Acesso em: 12 Jun 2023.
- Herpich, F., Nunes, F. B., Voss, G. B., Sindeauz, P., Tarouco, L., Lima, J. V. (2017) *Realidade Aumentada em Geografia: uma atividade de orientação no ensino fundamental*. *Revista Novas Tecnologias Na Educação*, v. 15, p. 1-10. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/322397502_Realidade_Aumentada_em_Geografia_uma_atividade_de_orientacao_no_ensino_fundamental. Acesso em: 12 Jun. 2023.
- Kavanagh, S.; Luxton R. A.; Wuensche, B.; Plimmer, B. (2017) *A systematic review of virtual reality in education*. *Themes in Science and Technology Education*, v. 10, n. 2, p. 85-119. Disponível em: <http://www.learntechlib.org/p/182115/>. Acesso em 22 Mai. 2023.
- Kaya, Z.; Akdemir, S. (2016) *Theories, Approaches and Models. Learning and Teaching*. p. 240. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/304119354_Learning_and_Teaching_Theories_Approaches_and_Models. Acesso em: 12 Jun. 2023
- Kirner, C.; Siscoutto, R. (2007) *Realidade virtual e aumentada: conceitos, projeto e aplicações*. In: Livro do IX Symposium on Virtual and Augmented Reality, Petrópolis (RJ), Porto Alegre: SBC. Disponível em: [www.http://de.ufpb.br/~labteve/publi/2007_svrps.pdf](http://de.ufpb.br/~labteve/publi/2007_svrps.pdf). Acesso em: 12 Jun. 2023.
- Kitchenham, B. (2004) *Procedures for performing Systematic Literature Reviews*. Keele University & Durham University, UK, p. 33. Disponível em: <http://www.inf.ufsc.br/~aldo.vw/kitchenham.pdf>. Acesso em: 12 Jun. 2023.
- Lee, M. J. W.; Georgieva, M.; Alexander, B.; Craig, E.; Richter, J. (2021) *State of XR & Immersive Learning Outlook Report*. Immersive Learning Research Network, Walnut. ISBN: 978-1-7348995-1-

1. Disponível em:
https://pure.bond.edu.au/ws/portalfiles/portal/83700909/State_of_XR_Outlook_Report_Final.pdf.
Acesso em: 8 Jun. 2023
- Leal, M. M., Silva, A. T. S., & Meneses, L. S. (2020). *A Utilização do Simulador Phet Como Ferramenta de Ensino Nas Aulas On-line de Ciências Em Uma Escola do Município de Água Branca – PI*. Disponível em: <http://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/67877>. Acesso em 12 Jun. 2023.
- Martins, V. F., & Guimarães, M. P. (2012) *Desafios para o uso de Realidade Virtual e Aumentada de maneira efetiva no ensino*. Ambientes de Realidade Virtual e Realidade Aumentada, pp. 101-107. Disponível em: http://www2.sbc.org.br/csbc2012/anais_csbc/eventos/desafie/artigos/desafie2012%20-%20Desafios%20para%20o%20uso%20de%20Realidade%20Virtual%20e%20Aumentada%20de%20maneira%20efetiva%20no%20ensino.pdf. Acesso em: 8 Jun. 2023.
- Mayer, R. E. (1999) *Research-based principles for the design of instructional messages: The case of multimedia explanations*. Document Design, 1, p. 7 –19. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5524787/mod_page/content/14/background_reading.pdf. Acesso em: 6 Set. 2022.
- Mayer, R. E. (2001) *Multimedia Learning*. Cambridge: Cambridge University Press. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/359588183_The_Cambridge_Handbook_of_Multimedia_Learning_3rd_ed. Acesso em: 6 Set. 2022.
- Mayer, R. E. (2005) *Cognitive theory of multimedia learning*. In: MAYER, Richard E. *Cognitive theory of multimedia learning*. The Cambridge handbook of multimedia learning, v. 3148. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/248528255_A_Cognitive_Theory_of_Multimedia_Learning_Implications_for_Design_Principles. Acesso em: 6 Set. 2022.
- Mayer, R. E. (2009) *Teoria cognitiva da aprendizagem multimídia*. Concepção de Conteúdos e Cursos Online. In: MIRANDA, Guilhermina Lobato et al. 1. ed. Lisboa: Relógio d'Água Editores. cap. 3, p. 207-237. Disponível em: https://www.academia.edu/1081743/Miranda_G_Org_2009_Ensino_online_e_aprendizagem_multim%C3%A9dia_Lisboa_Rel%C3%B3gio_d%C3%81gua_Editores. Acesso em: 6 Set. 2022
- Moonwalk holdings (2022) *Pluto*. Disponível em: <https://pluto.video/>. Acesso em: 12 Jun. 2023.
- Moreno, M. N. M., López, M. E., & Leiva, O. J. J. (2018). *El uso de lastecnologías emergentes como recursos didácticos en ámbitos educativos*. *International Studies on Law and Education*, 29(30), 131-146. Disponível em: http://www.hottopos.com/isle29_30/131-146Moreno.pdf. Acesso em 8 Jun. 2023
- Mozilla (2022) *Mozilla Hubs*. <https://hubs.mozilla.com/>. Acesso em: 12 Jun. 2022.
- Piaget, J. (2013) *Play, dreams and imitation in childhood* (Vol. 25) Routledge. Disponível em: [https://scholar.google.com/scholar?q=Piaget,+J.+\(2013\)+Play,+dreams+and+imitation+in+childhood+\(Vol.+25\)+Routledge.&hl=pt-PT&as_sdt=0&as_vis=1&oi=scholart](https://scholar.google.com/scholar?q=Piaget,+J.+(2013)+Play,+dreams+and+imitation+in+childhood+(Vol.+25)+Routledge.&hl=pt-PT&as_sdt=0&as_vis=1&oi=scholart). Acesso em 6 Jun. 2023.

Santos, A. V.; Santos, S. R.; Fraga, L. M. (2022). *Sistema de realidade virtual para simulação e visualização de cargas pontuais discretas e seu campo eléctrico*. Rev Bras Ens de Física, São Paulo, 24, n. 2, p. 185-195. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/8Xdzs7hN7pBvysh8bQW6tXy/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 8 Mai. 2023.

Santos, L. M. A., Flores, M. L. P., & Tarouco, L. M. R. (2007). Objecto de aprendizagem: *teoria instrutiva apoiada por computador*. Renote, 5(2). Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/renote/article/view/14250>. Acesso em: 12 Jun. 2023.

Severino, A. J. (1941). *Metodologia do trabalho científico*. Ed. Rev. e atual. – São Paulo. Disponível em: [https://www.ufrb.edu.br/ccaab/images/AEPE/Divulga%C3%A7%C3%A3o/LIVROS/Metodologia do Trabalho Cient%C3%ADfico - 1%C2%AA_Edi%C3%A7%C3%A3o - Antonio Joaquim Severino - 2014.pdf](https://www.ufrb.edu.br/ccaab/images/AEPE/Divulga%C3%A7%C3%A3o/LIVROS/Metodologia_do_Trabalho_Cient%C3%ADfico_-_1%C2%AA_Edi%C3%A7%C3%A3o_-_Antonio_Joaquim_Severino_-_2014.pdf). Acesso em: 27 Nov. 2022

Silva, F. (2022). *Realidade imersiva versus Realidade Não Imersiva*. Mediacommultiforms. Disponível em: www.https://mediacommultiforms.webnode.pt/l/realidade-imersiva-versus-realidade-nao-imersiva/. Acesso em: 8 Jun. 2023

Silva, L.; Cecílio, S. A. (2007). *Mudança no Modelo de Ensino e de Formação na Engenharia*. Scielo. Educação em revista, no. 45. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/edur/a/qbYWGSO6CpXCWqLs65Fvsvy/?lang=pt>. Acesso em: 28 Mai. 2023.

Silva, T. DE S. et al. (2017) *Motivational Impact of Virtual Reality on Game-Based Learning: Comparative Study of Immersive and Non-Immersive Approaches*. Symposium on virtual and augmented reality (SVR). Curitiba: IEEE, nov. 2017. Disponível em: <http://www.ieeexplore.ieee.org/document/8114432/>. Acesso em: 12 Jun. 2023.

Silva, A. M. dos S., Montané, F. A. T. (2017) *Objetos de Aprendizagem Baseados na Teoria da Aprendizagem Multimídia*. Disponível em: <http://www.seer.faccat.br/index.php/redin/article/view/616/47>.

Spatial (2022) *Spatial*. Disponível em: <https://spatial.io/>. Acesso em: 12 Jun. 2022.

Sweller, J. (2005). Implications of cognitive load theory for multimedia learning. In: Mayer, R. E. (Ed.). *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning*. 1. ed. New York/USA: Cambridge University Press. p. 19-30. Disponível em: <https://psycnet.apa.org/record/2006-00633-002>. Acesso em: 6 Set. 2022

Tori, R., Kirner, C., Siscoutto, R. A. (2006) *Fundamentos e tecnologia de realidade virtual e aumentada*. Porto Alegre: Editora SBC. (pp. 2-21). Porto Alegre: Editora SBC. Disponível em: [http://www.ckirner.com/download/capitulos/Fundamentos e Tecnologia de Realidade Virtual e Aumentada-v22-11-06.pdf](http://www.ckirner.com/download/capitulos/Fundamentos_e_Tecnologia_de_RealidadeVirtual_e_Aumentada-v22-11-06.pdf). Acesso em: 28 mai. 2011.

Trindade, J. A.; Fiolhais, C. (1996). *A Realidade Virtual no Ensino e Aprendizagem da Física e Química*. Aplicações da Realidade Virtual em Educação. v. 19, pp. 12-13. Disponível

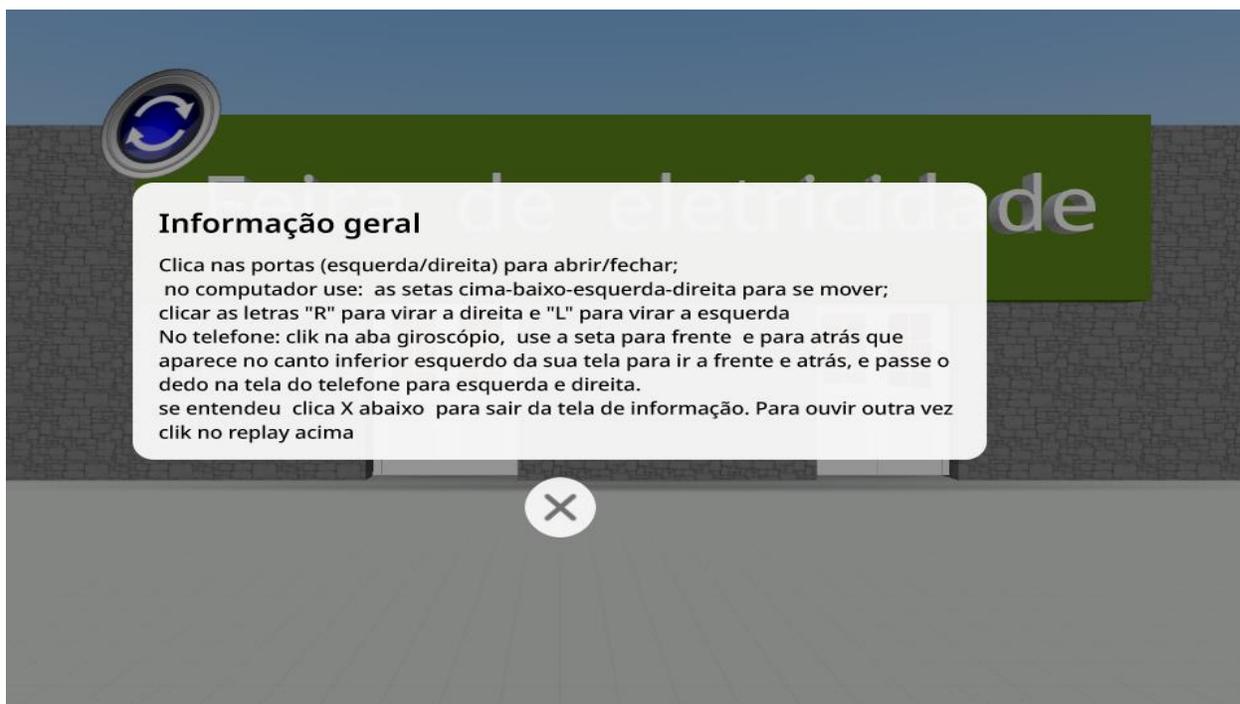
em:<http://www.revistascientificas.ifrj.edu.br/index.php/reci/article/view/1319/1153>. Acesso em: 10 Ago. 2022.

Vernieri, P.P. (2003) *Uso de VRML na Educação*. Disponível em: <http://www.alternet.com.br/canal/administracao/vrml.html>. Acesso em 16/06/2023.

Vidotto, K. N. S., Rocha, L. S., Krassmann, A. L., Tarouco, L. M. R. (2022) *Plataformas Web de Realidade Virtual: Possibilidades para a Educação*. Disponível em: <http://www.doi.org/10.22456/1679-1916.126681>. Acesso em: 8 Jun. 2023.

Anexos

Anexo 1: Comando para dar entrada a sala principal

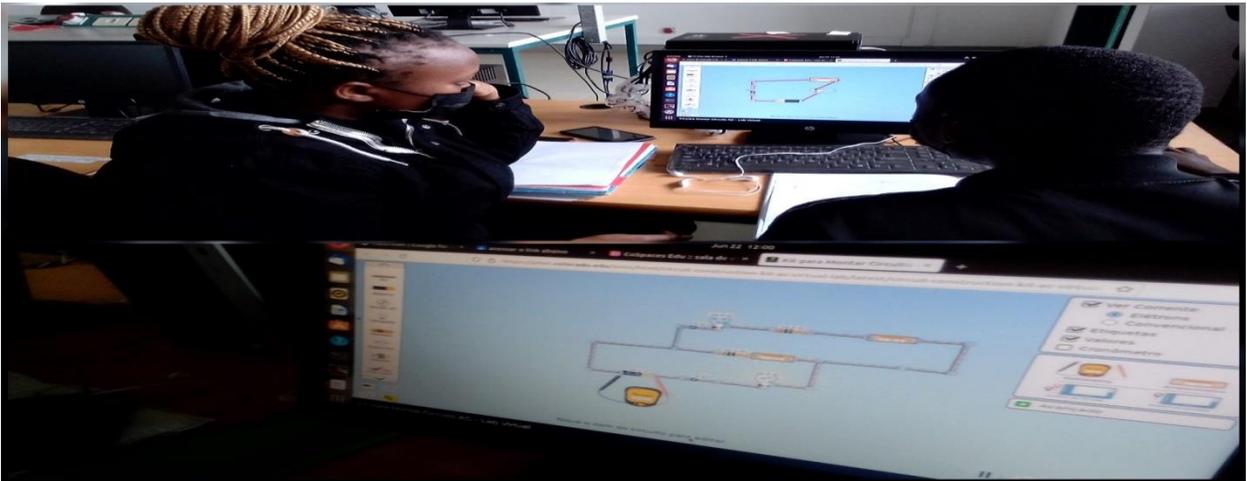


Anexo 1-1: Informação geral

Anexo 2: Estudantes na sala de máquinas



Anexo 2-1: Aprendizagem no ambiente de Realidade Virtual Cospaces



Anexo 2-2: Aula pratica no simulador Phet.

Anexo 3:Relatórios dos estudantes

Relatório da aula pratica de Física

Em relação aos metodos de aprendizagem usados pelo docente para nos ensinar acerca do Circuito achamos que é uma forma excelente para aquisição de Conhecimento, achamos que a aula de hoje realmente foi muito boa, muito inspiradora porque de alguma forma despertou um sentimento que estava oculto em nós que é esse de estudarmos ainda mais assuntos ligados aos Circuitos electricos.

Anexo 3-1:Relatório X

Hoje, presenciamos uma nova forma de aprendizagem no qual vimos e vivemos de forma mais realista, interativa e ilustrativa a aula.

Acreditamos nós que é uma boa forma de aprendizagem. Nop estimula mais no que concerne a pratica destas actividades (electricidade) e desta forma nop ajuda a perceber de maneira mais facil e dinamica.

Gostaríamos que a ideia fosse mais implementada e fosse também normal das actividades curriculares.

Anexo 3-2:Relatório Y.

Na aula de hoje aprendemos mais sobre os elementos de um circuito elétrico, onde nos dirigimos ao departamento de física e tivemos a oportunidade de montar de fonte e um computador, singulamente e construímos um circuito funcional que as lâmpadas acendem. Tivemos uma aula diferenciada inicialmente mas com a ajuda do docente a construção do circuito foi um pouco. Particularmente, gostamos e aprendemos muito a aula pois foi bastante interativa e construtiva, deu-nos uma visão mais ampla sobre os circuitos, e todo foi interessante e experimentamos ter umas aulas destas mais brevemente.

Anexo 3-3: Relatório Z.

Anexo 4: Questionário proposto no Google formulário

25/08/22, 11:54 Questionário sobre circuitos elétricos

Questionário sobre circuitos elétricos

Caros alunos o questionário abaixo serve para fazer levantamento dos conhecimentos relacionados com os circuitos elétricos, conteúdos que aprenderam durante as aulas do tema: Eletricidade, Leia com atenção e escolha a opção correta

Nome do aluno _____

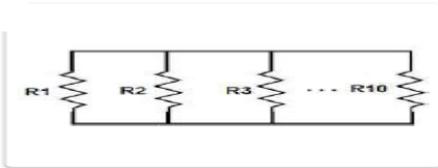
Curso _____



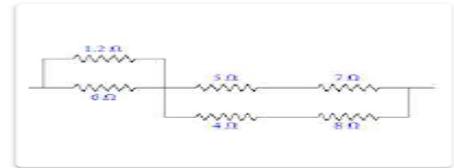
<https://docs.google.com/forms/d/1hSRQZQuw7RMqe-uCLfoIaPTHCKT4V3w6abunyy0/edit#responses> 17/1190

Anexo 4-1: Parte inicial da avaliação

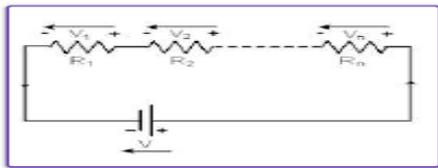
Nas figuras abaixo qual deles melhor representa um circuito em série? *



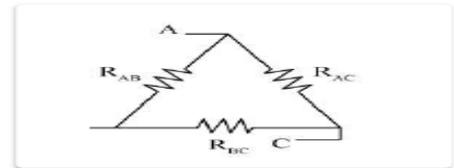
Opção 1



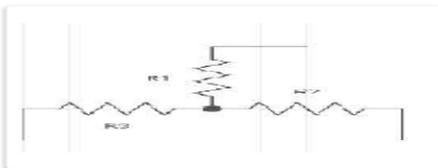
Opção 2



Opção 3



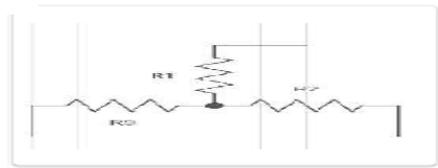
Opção 4



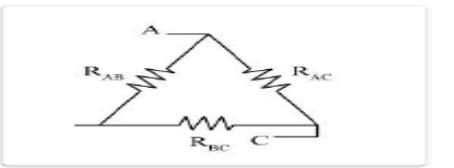
Opção 5

Anexo 4-2: Questão 1-a)

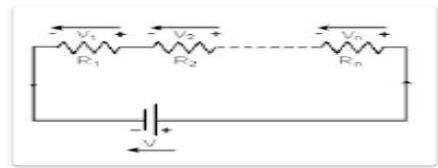
Nas figuras abaixo: qual melhor representa um circuito em paralelo? *



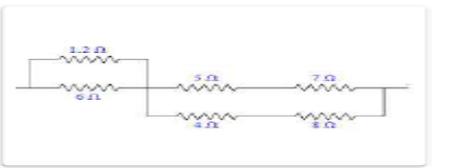
Opção 1



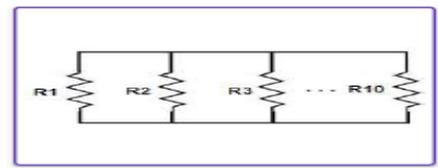
Opção 2



Opção 3



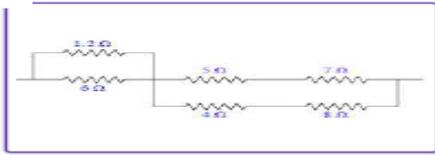
Opção 4



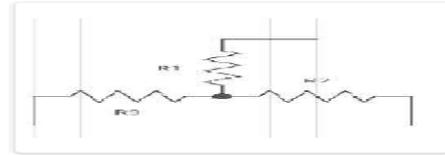
Opção 5

Anexo 4-3: Questão 1-b)

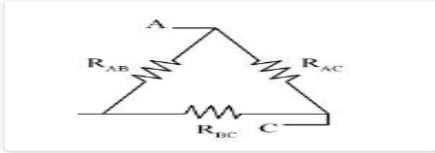
Nas figuras abaixo: qual melhor representa um circuito Misto? *



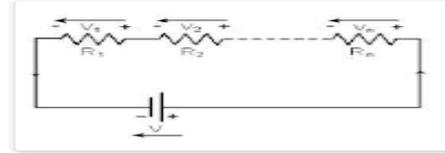
Opção 1



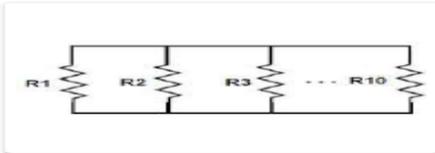
Opção 2



Opção 3



Opção 4



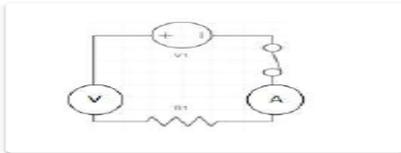
Opção 5

Anexo 4-4: Questão 1-c)

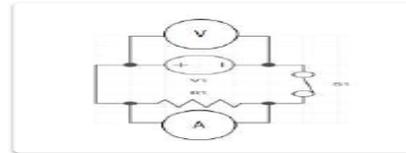
25/08/22, 11:54

Questionário sobre circuitos elétricos

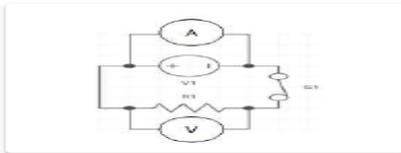
Qual dos esquemas abaixo melhor representa a montagem de um circuito elétrico simples? *



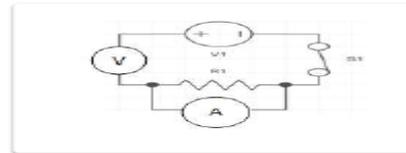
Opção 1



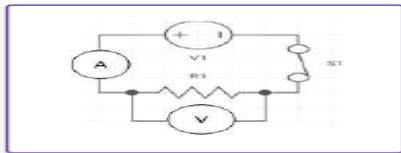
Opção 2



Opção 3



Opção 4



Opção 5

Outro:

Anexo 4-5: Questão 2.