

**UNIVERSIDADE FEDERAL TECNOLÓGICA FEDERAL
TECNOLÓGICA DO PARANÁ**

Multicampus Cornélio Procópio e Londrina

Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências
Humana, Sociais e da Natureza

LARISSA FERNANDES

**REVISÃO SISTEMÁTICA SOBRE LABORATÓRIOS VIRTUAIS
PARA ENSINO DE MICROBIOLOGIA**

Londrina

2023

LARISSA FERNANDES

**REVISÃO SISTEMÁTICA SOBRE LABORATÓRIOS VIRTUAIS
PARA ENSINO DE MICROBIOLOGIA**

**SYSTEMATIC REVIEW OF VIRTUAL LABORATORIES FOR
TEACHING MICROBIOLOGY**

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências Humanas, Sociais e da Natureza, do Programa de Mestrado em Ensino, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Figueiras Damasceno

Londrina

2023



Esta licença permite que outros remixem, adaptem e criem a partir do trabalho para fins não comerciais, desde que atribuam o devido crédito e que licenciem as novas criações sob termos idênticos.

Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

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



**Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Londrina**



LARISSA FERNANDES

REVISÃO SISTEMÁTICA SOBRE LABORATÓRIOS VIRTUAIS PARA ENSINO DE MICROBIOLOGIA

Trabalho de pesquisa de mestrado apresentado como requisito para obtenção do título de Mestre Em Ensino De Ciências Humanas, Sociais E Da Natureza da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Área de concentração: Ensino, Ciências E Novas Tecnologias.

Data de aprovação: 31 de Março de 2023

Eduardo Filgueiras Damasceno, - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Armando Paulo Da Silva, - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dra. Luciana Fernandes De Oliveira, Doutorado - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná (Ifpr)

Sara Tatiana Moreira, - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Documento gerado pelo Sistema Acadêmico da UTFPR a partir dos dados da Ata de Defesa em 31/03/2023.

AGRADECIMENTOS

A Deus, à Mãe Rainha, meu anjo da guarda, e toda a celeste que me protegeu e me protege nesse longo caminho.

Agradeço ao Colégio Mãe de Deus de Londrina, onde me formei no ensino médio e pude construir amizades para vida, ao Instituto Federal do Paraná, onde fiz meu curso de graduação, e às amizades que ali criei.

Agradeço a minhas amigas do colégio, que no 3º ano do ensino médio me deram todo o suporte para conseguir entrar em uma universidade pública: Ana, Natalia, Yasmin, Joice e Carissa. Também às amigas da faculdade que me ajudaram nos estágios, trabalhos, ensinaram-me sobre o mundo, apoiaram-me quando minha mãe estava doente: Iza, Aline, Rubia e Mari. A todas vocês muito obrigada.

Agradeço ao professor Bruno, que esteve comigo no colégio, depois na faculdade e, até hoje, é uma inspiração profissional para mim. Além de me ensinar Biologia, ensinou-me sobre a alegria de ser professor. Serei eternamente grata por seu apoio e amizade.

Também devo lembrar das professoras queridas da faculdade: Luciana e Nádia. Professoras guerreiras e amigas, graças a vocês, segui meu sonho do mestrado e seguirei no doutorado. Sempre com uma palavra afável para nos ajudar, nunca negaram suporte — nem mesmo de sairmos juntas no fim de semana.

Ao professor Paulo da UTFPR, pois quando estava fazendo disciplinas como aluna externa do programa, chegava cansada na aula, desanimada e sem saber direito se queria continuar a fazer o mestrado, as suas aulas, debates e seu exemplo profissional me motivou a continuar com meu sonho.

Ao professor orientador Eduardo da UTFPR que resolveu orientar uma aluna que mora em outra cidade. Após eu pedir para trocar de orientador, deu-me todo suporte com o novo tema e conseguiu meu recurso. Sempre tem paciência e, ainda mais agora que trabalho, me deu tempo para conseguir estudar, perguntando-me sobre meus sentimentos e meu estado psicológico, preocupado comigo. Um exemplo de professor.

Por fim, mas não menos importante, aos meus pais e meu noivo. Meu pai, Aparecido, me ensinou pouco sobre o saber científico, porém compensou em

conhecimento do mundo, conselhos, broncas, orgulho, incentivo, dando-me todo o suporte de pai, companheiro e me ensinando que, com a fé na Mãe de Deus, tudo é possível. Nossa Senhora Aparecida passe à frente. Obrigado, meu pai.

À minha mãe, Marli, que usava todo seu salário de auxiliar de enfermagem para pagar o colégio e fazia o possível para eu ter um futuro melhor, que me acalma nos meus surtos, que me abraça forte, que me apoia nos meus sonhos mais utópicos e, mesmo quando estou a ponto de desistir de tudo, você, mãe, coloca-me nos eixos de novo e me faz lembrar que sou guerreira como você.

E meu noivo Jean, sempre me dando suporte, me apoiando em minhas decisões e principalmente no projeto do mestrado, se não fosse ele eu não teria conseguido fazer o guia didático, e nem teria chego até o fim dessa jornada.

E ao financiamento do Edital DIRPPG Nº 001/2020 de Apoio à Pesquisa Científica, Pós-Graduação, Direção-Geral (DIRGE-CP) e Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação (DIRPPG-CP) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) do Campus Cornélio Procópio.

FERNANDES, Larissa. **Revisão Sistemática Sobre Laboratórios Virtuais Para Ensino De Microbiologia**. 2023. 85f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Humanas, Sociais e da Natureza) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Multicampi Cornélio Procópio e Londrina, Cornélio Procópio/PR, 2023.

RESUMO

Esse trabalho apresenta a viabilidade, práxis e eficiência pedagógica de laboratórios virtuais para ensino de Microbiologia. Destaca-se que o ensino de Microbiologia possui algumas limitações relacionadas às características dos organismos, às estruturas celulares, ao mecanismo de sobrevivência e aos processos biológicos por serem conceitos abstratos. Além disso, a segurança biológica dos alunos frente aos experimentos é o fator mais importante. Diversas metodologias já foram experimentadas, tais como, as baseadas em jogos (analógicos, como de perguntas e respostas, de tabuleiro, didáticos, entre outros; digitais, como jogos online e outros recursos audiovisuais), as baseadas em uso de maquetes, as baseadas em experimentos práticos e outras abordagens tecnológicas como o de realidade aumentada. Em meio a elas, uma das mais relevantes formas de ensino, considerando também a segurança biológica, é o uso de laboratórios virtuais. Esses têm o propósito de criar ambientes tridimensionais nos quais os usuários podem explorar e interagir, sentindo-se imersos em simulações realistas que promovem a imersão. Foi construída uma Revisão Sistemática da Literatura que permitiu otimizar a busca de trabalhos relevantes para essa pesquisa. A pesquisa foi restrita dos anos de 2016 a 2022, e retornou um total de 1050 publicações, que depois foram submetidos ao processo de extração e categorização pelos softwares *Mendeley* e o *VOSviewer*, isso permitiu a identificação de 30 publicações. Como resultado observa-se que a práxis de laboratórios virtuais é identificada principalmente pela relação de biossegurança e pelo custo operacional de manutenção do laboratório. Com tudo isso corrobore-se que laboratórios de realidade virtual para o ensino de microbiologia possibilitam a exploração das estruturas dos microrganismos invisíveis a olho nu e a concretização desses conceitos abstratos.

PALAVRAS-CHAVES:

Ensino; Microbiologia; Realidade Virtual; Dispositivo de Baixo Custo; Laboratório.

FERNANDES, Larissa. **Systematic Review of Virtual Laboratories for Teaching Microbiology**. 2023. 85f. Dissertation (Professional Master's Degree in Teaching Human, Social and Natural Sciences) – Federal Technological University of Paraná – Multicampi Cornélio Procópio and Londrina, Cornélio Procópio/PR, 2023.

ABSTRACT

This work presents the feasibility, praxis and pedagogical efficiency of virtual laboratories for teaching Microbiology. It is noteworthy that the teaching of Microbiology has some limitations related to the characteristics of organisms, cellular structures, survival mechanisms and biological processes, as they are abstract concepts. In addition, the students' biological safety in the face of the experiments is the most important factor. Several methodologies have already been tried out, such as those based on games (analog, such as question and answer, board, didactic, among others; digital, such as online games and other audiovisual resources), those based on the use of models, those based in practical experiments and other technological approaches such as augmented reality. Among them, one of the most relevant forms of teaching, also considering biological safety, is the use of virtual laboratories. These are intended to create three-dimensional environments in which users can explore and interact, feeling immersed in realistic simulations that promote immersion. A Systematic Literature Review was built, which allowed optimizing the search for relevant works for this research. The search was restricted from the years 2016 to 2022, and returned a total of 1050 publications, which were then subjected to the extraction and categorization process by the *Mendeley* software and *VOSviewer*, which allowed the identification of 30 publications. As a result, it is observed that the practice of virtual laboratories is mainly identified by the biosafety relationship and the operational cost of maintaining the laboratory. With all this, it is confirmed that virtual reality laboratories for teaching microbiology make it possible to explore the structures of microorganisms invisible to the naked eye and to implement these abstract concepts.

KEYWORDS:

Teaching; Microbiology; Virtual reality; Low-Cost Device; Laboratory.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Foto dos óculos RV BOX e o controle Joystick.....	26
Figura 2: Foto dos óculos RV BOX e dos controles Joystick adquiridos para a pesquisa.....	27
Figura 3: Evolução das publicações de cada ano.....	32
Figura 4: Primeira nuvem de palavras, no total de 1050 artigos de todas as bases de dados.....	34
Figura 5: Última nuvem de palavras, aplicados aos critérios de exclusão do trabalho, com resultado da seleção dos 28 artigos.....	35
Figura 6: Gráfico demonstrativo dos artigos selecionados em cada base de dados.....	36
Figura 7: Evolução dos Trabalhos na Ciência.....	41
Figura 8: Word Cloud das palavras-chaves dos 28 artigos analisados no Mapeamento Sistemático da Literatura.....	41
Figura 9: Ambiente Virtual de Microbiologia.....	42
Figura 10: Ambiente em 3D de RV.....	43
Figura 11: Animação digital de RV.....	44
Figura 12: Microscopia em RV.....	46
Figura 13: Laboratório de RV.....	47
Figura 14: RV em microscópio óptico.....	48
Figura 15: Experiência de eletroforese e PCR em LV.....	50
Figura 16: RVI de uma célula.....	51
Figura 17: Simulações de um LV.....	52
Figura 18: Ambiente de RV.....	54
Figura 19: Resultados das análises das questões 1 e 2.....	60

Figura 20: Figura ilustrativa da análise do resultado das respostas da questão 3.....	61
Figura 21: Análises dos resultados das respostas das questões 4 a 10.....	62

LISTA DE QUADRO

Quadro 1: String de pesquisa com base na estratégia PICO.....	31
Quadro 2: Resultados preliminares da primeira String de Busca.....	31
Quadro 3: Critérios de Exclusão e Inclusão dos artigos das bases de dados...	32
Quadro 4: Processo de Seleção: Fases de Filtragem dos artigos das bases de dados.....	33
Quadro 5: Formulário para extração de dados dos 30 artigos selecionados ao final.....	36
Quadro 6: Características presentes nos trabalhos encontrados.....	56

LISTA ABREVEATURA E SIGLAS

ARVI: Ambiente de Realidade Virtual Imersiva

CRT: Cathode-ray Tube

FIES: Financiamento estudantil

HMD: Head-mounted display

IFPR: Instituto Federal do Paraná

KPC: Klebsiella pneumoniae carbapenemase

LCD: Liquid Crystal Display

LDB: Lei de Diretrizes e Bases

LV: Laboratório Virtual

PhET: Educação de Física Tecnologia

RA: Recurso de Audiovisual

RV: Realidade Virtual

RVI: Realidade Virtual Imersiva

Sisu: Sistema de Seleção Unificada

SE: *Software* Educacional

UTFPR: Universidade Tecnológica Federal do Paraná

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	14
1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	19
1.1 Ensinando Microbiologia.....	19
1.2 Tecnologia de Realidade Virtual	21
1.2.1 Realidade Virtual para o Ensino	22
1.2.2 Realidade Virtual na Educação	23
1.2.3 Dispositivos de RV para Educação	25
2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	28
2.1 Descrição dos Procedimentos Metodológicos.....	28
2.2 A construção do Estado da Arte -Revisão Sistemática da Literatura-	28
2.2.1 Objetivo e Questões de Pesquisa do Estado da Arte.....	28
2.2.2 Escopo de Pesquisa.....	29
2.2.3 Idioma De Pesquisa, Período e Escolhidos.	30
2.2.4 Métodos de Busca de Publicações	30
2.2.5 Procedimentos de Seleção e Critérios	32
2.2.6 Método de filtragem.....	34
3. RESULTADOS	35
3.1 Procedimentos para Extração de Dados	36
3.2 Análise dos trabalhos selecionados.....	41
3.2.1 Aspecto negativo do uso de uma RV no espaço educacional.....	58
4. O PRODUTO EDUCACIONAL.....	59
5. CONCLUSÃO.....	62
6. CONTRIBUIÇÕES DESSA DISSERTAÇÃO	64
REFERÊNCIAS.....	65
ANEXOS	78
ANEXO A- Plano De Aula Da Oficina.....	78
ANEXO B: O Guia-Didático- Produto Educacional.....	80

ANEXO C- Certificado Da Oficina	81
ANEXO D- Questionário Aplicado Na Oficina	82
ANEXO E-Termo De Consentimento Livre E Esclarecido (TCLE)	84

INTRODUÇÃO

Ensinar é uma forma sistêmica de transmitir o conhecimento para educar. O ensino pode ocorrer de várias formas, mas o local mais conhecido são as escolas. Nicolazzi (2019) comenta que a Educação é necessária em qualquer sociedade, ela é um direito social de todos, um dever do Estado e da família. O autor relata que no Brasil a Lei de Diretrizes e Bases (LDB) aprovada em 1996 ressalta a importância dos princípios de liberdade e ideais de solidariedade humana. Em outras palavras educar não é forçar o encaixe em linhas retas e bem definidas, pois socialmente estamos em um cubo ilimitado, compartilhando experiências.

O Ensino Superior no Brasil tem de início a percepção do grande território brasileiro comparado aos demais países com situação econômica similar quando se trata de acesso à educação superior. Visto que a uma grande desigualdade de oportunidades no país (HERINGER, 2018).

Para Heringer (2018) o sistema de educação básica brasileiro possui tanto escolas públicas quanto privadas, sendo que as privadas em geral possuem melhor qualidade. As escolas privadas são ocupadas principalmente por estudantes de classe média e alta, que podem custear as mensalidades. Normalmente eles concluem o ensino básico e são aprovados nas universidades públicas, que são as melhores do país. Já os estudantes de menor renda, que frequentaram escolas públicas de menor qualidade, tentam ingressar em instituições de educação superior privadas, que são pagas. Estas instituições em sua maioria são de menor qualidade se comparadas com as públicas.

Para diminuir essa desigualdade o governo brasileiro, a partir dos anos 2000, deu início a algumas políticas para ampliar o número de estudantes no ensino superior, como; a expansão do sistema universitário público, com a criação de 18 universidades federais entre 2003 e 2014; a criação em 2004 do ProUni, programa de bolsas do governo federal para estudantes em instituições privadas, ampliação do FIES (Financiamento estudantil); a expansão e criação de Institutos Federais de Educação Técnica e Tecnológica; a criação do Sistema

de Seleção Unificada (Sisu) como alternativa aos vestibulares realizados até então (HERINGER, 2018).

Em 2008 pela Lei nº 11.892, de 29 de dezembro, a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica, também conhecida por Rede Federal, foi criada com o propósito de ampliar, interiorizar e diversificar a educação profissional e tecnológica no país (BRASIL, 2008).

A disciplina de Microbiologia, no curso de Biologia, trata de modo aprofundado das características dos seres vivos microscópicos. É uma disciplina na qual os alunos apresentam algumas dificuldades na compreensão de seus diversos conteúdos como, por exemplo, estruturas celulares, patogenicidade, mecanismos de sobrevivência, processos metabólicos e características imperceptíveis. De modo geral, são conteúdos muito abstratos e, por isso, é relevante o docente incluir o uso de medidas metodológicas mais significativas para a reformulação da aprendizagem dessa disciplina pelos alunos. Outro desafio para os educadores é buscar meios para facilitar o ensino de Microbiologia, pois esse apresenta extensa nomenclatura científica em latim, termos técnicos e o nome de vidrarias específicas (BÔAS; JUNIOR; SOUZA MOREIRA, 2018; FARIAS DANTAS; RAMALHO. 2020).

Esses microrganismos são capazes de realizar diversas reações químicas e estão presentes em grande parte da biomassa terrestre. O ensino de Microbiologia tem uma peculiaridade ao tratar de um universo totalmente novo, o universo dos microrganismos, seus representantes as bactérias, os fungos, os protozoários, os vírus e as algas unicelulares (LUZ *et al.*, 2019; MADIGAN *et al.*, 2016).

A grande maioria dos microrganismos são benéficos e essenciais aos seres humanos e aos outros seres vivos, sendo que a minoria desses são patógenos. Além disso, são importantes para a indústria na produção de bebidas alcoólicas e bebidas lácteas, na fabricação de antibiótico e vacina, e muito presentes na indústria da biotecnologia (TORTORA; FUNKE; CASE, 2012).

No Brasil, temos como preferência o ensino tradicional como estratégia metodológica no ensino de Microbiologia. As escolas tradicionais são ancoradas em aspectos filosóficos de Rousseau, nos quais o professor é a figura central e

o aluno é passivo no processo de aprendizagem, tendo o propósito de aprender por meio da transmissão do conhecimento feita pelo docente. Ademais, em vista da negligência e do aparente desinteresse ao ensino de Microbiologia, faz-se necessário desenvolver estratégias de aprendizagem mais dinâmicas e atraentes da disciplina, a fim de torná-la acessível e inteligível aos discentes (CASSANTI *et al.*, 2008).

Um problema que podemos destacar no ensino tradicional de Microbiologia é a abstração dos organismos invisíveis a olho nu, que é um desafio para a compreensão dos alunos que possuem apenas o uso do livro didático e das informações teóricas apresentadas pelo docente. É marcante a presença de ilustração nos livros de Microbiologia, categorizando indiretamente que as imagens são capazes de promover a aprendizagem dos alunos (CABELLEIRA; CABELLEIRA; MARTINS, 2018).

Contudo, sabe-se que é confrontador para os docentes buscarem novos materiais e dinâmicas de ensino que possam reduzir o uso da apostila e/ou do livro didático, já que as ilustrações científicas dos livros didáticos aumentam a instabilidade no ensino de Biologia, sendo que possui uma qualidade de imagem limitada em 2D, o que pode piorar em especial no que diz respeito à Microbiologia (ALVES; SILVA; DOS REIS, 2020; BARBOSA; LIMA BARBOSA, 2010).

Barbosa e Oliveira (2015) evidenciam que os alunos são capazes de fortalecer o conhecimento científico quando possuem a oportunidade de tocar, ver, observar e acompanhar um processo que lhes foi apresentado teoricamente. Por isso, algumas estratégias já estão sendo utilizadas para redução dessas dificuldades no ensino de Microbiologia: aulas experimentais, jogos didáticos, desenvolvimento de maquete, paródias e uso de recuso audiovisual, por exemplo.

Como a RA, é proposto o uso da Realidade Virtual (RV), que pode ser definida como uma forma de simular ou representar um determinado ambiente, dando ao usuário a sensação de estar inserido em uma dada realidade onde pode assumir o controle e interagir com o meio virtual simulado em 3D. Tendo em vista a Microbiologia, a tecnologia mencionada possibilita ao aluno

desenvolver habilidades visuais, objetivando a apreensão dos conceitos abstratos.

Pesquisadores sugerem que a RV maximiza e enriquece a aprendizagem tendo em vista ser um ambiente que transporta o aluno para um espaço particular onde conceitos intangíveis se tornam visualizáveis (CELIK; GUVEN; CAKIR, 2020; KELLER; *et al.*, 2018; SARITAS, 2015, SCHWARZ; *et al.*, 2009).

O uso dessa tecnologia vem se popularizando nas diferentes áreas e ganhando cada vez mais espaço no ensino, pois consegue abarcar uma vasta quantidade de temas e conceitos. E, considerando que a RV está mais acessível ao usuário comum, é possível usá-la em sala de aula com maior naturalidade.

Com base no *Google CardBoard*, uma estratégia criativa para transformar o visor do smartphone em óculos de RV, o usuário consegue ver em 360° e passear no mundo virtual. Ademais, se possuir um *joystick bluetooth*, consegue interagir com os objetos em 3D nesse mundo virtual.

Todavia, a tecnologia aplicada no ensino deve possuir um caráter de formação pedagógica, não sendo apenas o atrativo, mas igualmente o impulsionador para o ensino e para a promoção do engajamento do aluno no conceito da aula. Para isso, o uso desse recurso deve vir acompanhado de uma estratégia de ensino que contemple tanto os fundamentos para o aprendizado quanto a utilização da ferramenta.

Assim, o eixo central do produto educacional, proposto no presente trabalho, é produzir um Guia-Didático, isso é um material capaz de auxiliar os educadores na criação de um Ambiente de Realidade Virtual Imersiva. O Guia-Didático no software OpenSpace3D, que é um programa de downloads gratuito o qual é instalado diretamente no computador. No software há diversas funções, como a criação de aplicativos de Realidade Aumentada, e Realidade Virtual, edição de cenas, de simulações físicas, aplicativo de ambientes imersivos em 3D com sons, e outros.

Destarte, este projeto tem como foco o uso de um ambiente de RV como auxílio no ensino de Microbiologia, analisando suas práticas pedagógicas no Ensino Superior, onde-se é mais presente o ensino, aprofundado, dos microrganismos.

Caracteriza-se como projeto alternativo a criação do produto Educacional (Guia-Didático) e a Revisão Sistemática da Literatura. Para tanto, estabelecemos os seguintes objetivos:

a) Objetivo Geral:

Analisar a viabilidade, práxis e eficiência pedagógica da tecnologia de Realidade virtual como uso de laboratórios virtuais para ensino de Microbiologia, por meio da Revisão Sistemática da Literatura.

b) Objetivos específicos:

- Contextualizar o ensino de Microbiologia com base no uso de Realidade Virtual para a educação.
- Executar uma Revisão Sistemática da Literatura sobre a Realidade Virtual em um laboratório.
- Identificar quais tecnologias digitais de educação são utilizadas para otimizar o Ensino de Microbiologia.
- Relatar os aspectos positivos e negativos do uso da Realidade virtual em laboratório de Microbiologia.
- Identificar quais estudos de Ambiente de Realidade Virtual Imersiva para o ensino de Microbiologia descrevem a tecnologia educacional.
- Apurar quais estudos de Ambiente de Realidade Virtual Imersiva sobre o ensino de Microbiologia aplicados são de baixo custo.
- Sumarizar os requisitos de um laboratório de Realidade Virtual para o ensino de Microbiologia considerando o mapeamento da literatura, necessário para a criação de um Software Educacional.
- Encontrar os elementos comuns que sustentam a caracterização para a criação de um Laboratório Virtual.
- Produzir um Guia Didático, como produto educacional, com o passo a passo do uso do programa OpenSpace3D.

A partir disso, encontramos o ponto focal deste trabalho, que apresenta como Problema de Pesquisa o questionamento abaixo:

“Existem laboratórios virtuais para o ensino de Microbiologia? ”

E, assim, também se postulam as hipóteses de trabalho:

H₁- Há laboratórios virtuais para o ensino de Microbiologia, prontos para serem usados indiscriminadamente.

H₂- Há necessidade de adaptação de um já existente ou construção de um laboratório específico para Microbiologia.

1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Como já destacado na introdução, o ensino superior no Brasil apresenta grande desigualdade, porém nos últimos anos o governo tem tomado medidas para reduzir esse desequilíbrio. A disciplina de Microbiologia, por sua vez, no Ensino Superior apresenta características tradicionais, um meio de romper com isso é o uso de Realidade Virtual (RV) para o ensino dessa disciplina (HERINGER, 2018).

1.1 Ensinando Microbiologia

Sabendo que há a prevalência do ensino tradicional, torna-se fundamental ao docente a busca por novas ações didáticas na área de Ciências Biológicas. A constância do uso da apostila/livro didático em sala de aula não supre a necessidade do aluno e deixa as aulas desestimulantes e pouco atrativas. Por isso, atualmente, na formação inicial e continuada de professores, é enfatizada a necessidade do uso de diversas metodologias de ensino (ALVES; DA SILVA; REIS, 2020; OLIVEIRA; MORBECK, 2019).

No ensino de Microbiologia, as atividades práticas são fundamentais, seja em meio laboratorial ou pela inserção de tecnologia em sala de aula. A experimentação no âmbito da Microbiologia solicita atividades práticas, fundadas na compreensão e interpretação a partir de novas descobertas, em que o aluno desenvolve a capacidade de observar, interpretar, inferir, formular hipóteses e fazer análise dos dados. Contudo, nos últimos anos, a vários aspectos que dificultam o ensino de Microbiologia, uma delas são os equipamentos de

laboratório mais custosos, o que, muitas vezes, impossibilita sua aquisição tanto pelo Estado quanto pelos estabelecimentos privados.

As instituições de ensino podem realizar adaptações de materiais alternativos na disciplina de Microbiologia para o desenvolvimento de atividades experimentais criativas, como, por exemplo, a utilização de meios de cultura alternativo como pão, frutas, legumes, caldo de carne e vegetais, que fornecem nutrientes indispensáveis ao crescimento dos microrganismos e substituem o meio de cultura sintético comercializado. Com relação ao cultivo de colônias de microrganismos, pode-se substituir uma estufa industrial por uma caseira fabricada com caixa de papelão, bacia de alumínio, termômetro, água e uma lâmpada de 15w (BARBOSA; DE LIMA BARBOSA, 2010, CASSANTI *et al*, 2008; STOPIGLIA *et al*, 2019).

Destaca-se também o vídeo didático para o ensino de Microbiologia. No trabalho de Barbosa e Oliveira (2015) ocorreu a criação de vídeo didático com roteiro e paródia para apresentação dos conceitos de assepsia, procariontes e unicelulares.

Outra atividade prática em Microbiologia na qual se dispensa o laboratório é a elaboração de uma cidade de feltro que demonstra o mecanismo de funcionamento dos microrganismos, conjuntamente com formulações de situações-problema. Esse exemplo de atividade promove intervenção interdisciplinar, ascensão da criatividade, imaginação e mediação entre o abstrato e o concreto (CABELLEIRA; CABELLEIRA; MARTINS, 2018).

Vê-se também a utilização de jogos didáticos como o jogo de tabuleiro, com perguntas e respostas, que se mostra um instrumento relevante para representar as patologias que configuram problema de saúde pública. Entretanto, o docente precisa pensar e planejar o jogo com o intuito de que a atividade não seja apenas recreação (BÔAS, JUNIOR E MOREIRA 2018; FARIAS DANTAS; RAMALHO, 2020; LUZ *et al.*, 2019; SILVA; COLOMBO, 2019; TORRES *et al.*, 2020).

Outra atividade para o ensino de Microbiologia é a produção de paródias, que demonstram garantir eficácia na aprendizagem e melhora na aquisição de conhecimento contextualizado, como a resistência bacteriana, a proliferação do

mosquito da dengue, e a descrição das características morfológico-bacterianas (PAIXÃO *et al.*, 2017).

Viu-se que a produção de maquetes também pode ser ferramenta didática para a visualização detalhada de estruturas microscópicas, pois o concreto e observado supera a abstração. Logo, foi feita a proposta os alunos construíram as maquetes concisamente aparados pela teoria e a ampla gama bibliográfica. Nesse feito, a utilização da metodologia ativa conseguiu promover a construção sólida e eficaz de alguns conceitos da Microbiologia (SILVA; DA COSTA GOMES; DE MATOS, 2018).

Não obstante, outra ferramenta para ser adicionada ao ensino da Microbiologia é a RVI. Essa foi observada nos estudos de Makransky, Thisgaard e Gadegaard (2016), Paxinou *et al.* (2018), Makransky, Terkildsen e Mayer (2019), Makransky *et al.* (2019), Wang *et al.* (2019) e Paxinou (2020) a partir do uso do ambiente virtual para criação de um laboratório de Microbiologia, o que significou menores custos que o laboratório físico, e, ainda, menos possíveis situações danosas aos alunos.

No ambiente remoto, o estudante consegue realizar experiências biológicas que aprimoraram seu conhecimento científico, possibilitam o manuseio virtual de objetos laboratoriais e desenvolvem habilidades investigativas. O Ambiente de RVI ainda consegue ampliar as formas e fenômenos microscópicos, invisíveis a olho nu.

1.2 Tecnologia de Realidade Virtual

A noção de Realidade Virtual (RV) surgiu de modo bem singelo na década de 1930. A partir de 2003, começou a ser amplamente utilizada na forma de Second Life, plataforma que contava com mais de 20 milhões de membros em 2010. A RV, mais recentemente, atingiu a maestria de estar presente em várias plataformas de jogo (BRICK; *et al.*, 2019).

O termo Realidade Virtual é creditado a Jaron Lanier, fundador da VPL Research Inc., que o cunhou no início dos anos 1980 para diferenciar as

simulações tradicionais feitas por computador de simulações envolvendo múltiplos usuários em um ambiente compartilhado. O termo RV é bastante abrangente, mas, de modo simplificado, é a forma mais avançada de interface do usuário com o computador. É uma interface que simula um espaço real onde é possibilitado às pessoas visualizarem, manipularem e interagirem com aquele ambiente.

A RV inclui objetos interativos tridimensionais (3D), permitindo que o usuário interaja com o ambiente computadorizado em tempo real com uma pequena ou nenhuma sensação de estar usando uma interface computadorizada (NETTO; MACHADO; OLIVEIRA, 2002).

Esse tipo de navegação exige interações complexas que envolvam o hardware e o *software*. O *software* atua na fase de execução tridimensional, já hardware permite ao usuário comunicar-se com a cidade virtual por meio dos movimentos: para frente/para trás, acima/abaixo, esquerda/direita, inclinação para cima/para baixo, angulação à esquerda/à direita e rotação à esquerda/à direita. A partir desse navegador (*hardware* e *software*), é possível gerar estímulos perceptivos sensoriais minuciosos, com alta precisão, promovendo a ilusão de uma realidade diferente da qual o usuário se encontra, isto é, a imersão (TORI; SILVA HOUNSELL, 2020).

1.2.1 Realidade Virtual para o Ensino

A incorporação da tecnologia de RV a linguagem de Ensino foi divulgada, primeiramente, por Godwin-Jones em 2004. Contudo, seu uso mantém-se à periferia comparado a outros produtos de RV de jogos comerciais — ou seja, um aplicativo educacional é mais caro do que um aplicativo exclusivo para entretenimentos (BRICK; *et al.*, 2019).

Uma variedade de estudos sobre as propriedades da RV, principalmente no que diz respeito à imersão, interação e engajamento, pode ser explorada no desenvolvimento de novas aplicações educacionais (HOWLAND; *et al.*, 2015).

A aprendizagem imersiva em RV é baseada em quatro componentes fundamentais: I) Universo virtual: o ambiente mostrado por um programa de simulação de computador, programado para imitar um lugar real, ou um ambiente criado; II) Imersão: sensação física e mental de estar no espaço virtual, obtida usando monitores tipo head-mounted ou ambientes, semelhantes a salas, cercados por imagens produzidas por computador; III) Feedback sensorial: elemento de RV imersivo que fornece feedback sensorial direto ao participante por meio de seu posicionamento físico, conhecido como tracking; e IV) Interatividade: o todo responde e reage ao comportamento pessoal (CHOI; *et al.*, 2015).

Essa tecnologia pode ser utilizada para promover a interação social, incentivando comportamentos ou apenas melhorando a percepção do local onde ocorre a aprendizagem. Estudos mostram que a imersão tem um efeito positivo no conhecimento adquirido e no contentamento do aluno diante de novos conhecimentos, visto que explora as informações visuais e sensoriais do ambiente que corroboram a interpretação dos conceitos apresentados (BAILENSEN; *et al.*, 2008; DE GAUQUIER; *et al.*, 2019).

1.2.2 Realidade Virtual na Educação

Educadores e educandos utilizam diferentes mídias para o processo de ensino-aprendizagem. Dentre elas, uma mídia sofisticada que vem sendo muito usada é a RV: uma ferramenta tecnológica que, com o ensino imersivo, pode modificar as abordagens pedagógicas tradicionais. Sua utilização provém de um recurso novo e de fácil acesso, que disponibiliza informação e desenvolve competências (LABOVITZ; HUBBARD, 2020; MAKHKAMOVA; *et al.*, 2020).

É uma mídia que oferece recursos que possibilitam uma melhor metodologia de aprendizagem, porém é a metodologia a responsável pela eficácia do aprender e não a tecnologia em si. A RV proporciona experiências que, em outro contexto, poderiam colocar o aprendiz ou usuário em risco, como, por exemplo, um treinamento de piloto (TORI; SILVA HOUNSELL, 2020).

O processo de aprendizagem de cada indivíduo é único, assim, um sistema de *Software* Educacional (SE), de forma geral, possui aspectos de imersão, interação e envolvimento que possibilitam uma maior aprendizagem no aspecto teórico-prático (BRAGA, 2001).

Segundo Forte e Kirner (2009), SE como aplicativos de RV podem ajudar de modo extensivo o sistema educacional, mas, em especial, os alunos. Esse tipo de sistema estimula a participação ativa dos estudantes, diminuindo a taxa de repetência. Determinadas aplicações, usando RV, promovem o aprendizado de resolução de problemas e a prática. Metodologias participativas que combinam fundamentos do construcionismo (PAPERT, 2008) e do interacionismo (VYGOTSKY, 1980) são muito bem explorados no enfoque educacional pois relacionam aprendizagem, tecnologia, cultura e comunicação.

Plataformas de RV promovem interação de habilidades, atitudes e conhecimentos referentes a diversas áreas. Nesse processo, os alunos podem ser levados à formação, discussão e reflexão de ideias junto ao processo de experimentação (AFONSO; *et al*, 2020; TORI; SILVA HOUNSELL, 2020).

Os ambientes de RVI possuem características únicas, como sua natureza de estimular diferentes órgãos sensoriais profundamente. São ambientes tridimensionais (3D) que favorecem a aprendizagem dos alunos ao promoverem um alto nível de realismo nas simulações e dramatizações que antes não estavam presentes em um ambiente educacional (BENNETT, 2008).

O ambiente de RV é uma plataforma onde as interações entre objetos virtuais são geradas por meio de recursos tridimensionais. Essa tecnologia fornece ambientes de aprendizagem que propiciam aos alunos a capacidade de desenvolver algumas habilidades especiais em um ambiente mais interativo. A interação da RV também redefine conceitos abstratos, visto que ocorre a conversão de conceitos subjetivos em conceitos concretos por meio de uma aprendizagem mais interessante, ativa e interativa (CELIK; GUVEN; CAKIR, 2020).

Existe um grande potencial ao incorporar RV no ambiente educacional. Porém, essa metodologia permanece distante devido à falta de sofisticação, de

mais jogos comerciais voltados para o ensino e, em especial, de plataformas mais baratas ao contexto do ensino superior (BRICK *et al.*, 2019). O autor continua dizendo que a RV, ainda que seja mais usual em consumidores privados e de entretenimento, vem se tornando, aos poucos, presente também em instituições públicas de ensino, o que corresponde a mais utilização do mundo virtual.

Mesmo com muita pesquisa científica sendo desenvolvida, ainda não existe uma que comprove a eficácia do efeito dos Ambientes de RV de Aprendizagem a longo prazo. As pesquisas mostram mais sobre a interação e motivação apresentadas pelos alunos com tal metodologia de ensino e em um curto período (KELLER *et al.*, 2018).

Estudos corroboram que a RV aplicada a uma didática metodológica promove a criatividade, a colaboração e a reflexão dos alunos. Outras análises concluem que os estudantes, ao praticarem o uso de uma mídia digital didática, conseguem refletir sobre o benefício dessa na dimensão de ensino e aprendizagem. Aplicativos de RV com perspectiva educacional impulsionam a realocação do ensino fora do centro educacional e levam o aluno para longe da realidade, em direção a cenários imersivos (LÓPEZ *et al.*, 2019).

Na prática, a RV se diferencia de outras tecnologias educacionais por possibilitar que o aluno percorra e visualize ambientes muito diferentes, como sítios geográficos e/ou históricos em um espaço tridimensional. Mas, assim como no cinema e em jogos, um ambiente virtual necessita ter um roteiro bem definido pelo professor, a fim de que o aluno não se perca dentro do sistema. Para isso, é preciso que o educador correlacione a tecnologia 3D de ambiente virtual com o currículo acadêmico (NACHIMUTHU; VIJAYAKUMARI, 2009).

1.2.3 Dispositivos de RV para Educação

Os recursos de RV contam com auxílio dos óculos de RV ou *head-mounted device* (figura 1). Esse tipo de recurso necessita apenas da presença de um *smartphone*, investimento financeiro mais barato, até 100 reais. Trata-se,

contudo, de processamentos de menor qualidade por não fazer uso de computadores de ponta (o que pode reter a experiência fotorrealista). Apesar disso, é a solução mais barata para uma experiência imersiva (FERNANDES, 2018).

Figura 1: Foto dos óculos RV BOX e o controle Joystick.



Fonte: Autores (2023).

Os primeiros óculos de RV foram “*Ultimate Display*”, desenvolvidos na década de 1960 (SUTHERLAND, 1968). Esse dispositivo, segundo o autor, encaixa-se na categoria do “*Head-mounted display-HMD*”. Shibata (2002) explica que os HMDs são dispositivos montados para serem colocados na cabeça com a finalidade de exibição de imagens. Podem conter telas de “*Cathode-ray Tube-CRT*” ou “*Liquid Crystal Display-LCD*”. CRT, em poucas palavras, são tubos de raios catódicos ou cinescópios, um tipo de válvula termiônica que contém um ou mais canhões de fluorescentes que, juntos, formam imagens. Já a LCD não utiliza mais canhões, e sim um painel eletrônico fino para formação de imagens.

Os óculos de RV dependem do campo de visão do usuário para uma melhor navegação, pois, a depender dela, o usuário irá enxergar o movimento virtual como se estivesse no mundo real ou se deparar com alterações constantes no campo de visão (FONSECA, 2019).

Com o desenvolvimento de smartphones, chips, sensores e apps, um novo segmento de HMD nasce. Lee *et al.* (2016) utilizam o termo “VR Headsets” e “mobile VR headsets” para modelos que usam recursos de um smartphone para funcionar, como por exemplo o *Cardboard*. Para Fernandes (2018), os óculos de RV são aparelhos que permitem a exibição virtual de uma maneira mais popular e tem o potencial de suportar uma experiência em um mundo virtual. Já conforme Bruder, Steinicke e Hinrichs (2010), os óculos de RV permitem que diferentes usuários, presentes em um mesmo ambiente, tenham uma perspectiva egocêntrica do espaço que exploram — isto é, uma perspectiva particular do usuário, do seu ponto de visão.

Ressalvo o financiamento do Edital DIRPPG N° 001/2020 de Apoio à Pesquisa Científica, Pós-Graduação, Direção-Geral (DIRGE-CP) e Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação (DIRPPG-CP) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) do Campus Cornélio Procópio para a compra dos dez óculos de RV e controles Joystick (figura 2).

Figura 2: Foto dos óculos RV BOX e dos controles Joystick adquiridos para a pesquisa.



Fonte: Autores (2023).

2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

2.1 Descrição dos Procedimentos Metodológicos

A Revisão Sistemática da Literatura é um tipo de investigação focada em questão direcionadas, com objetivo de selecionar, avaliar e sintetizar as evidências já existentes. É um estudo secundário que utiliza estudos primários dos artigos científicos. A revisão sistemática segue procedimentos homogêneos, no qual resultados são combinados, utilizando-se técnicas de metanálise (GALVÃO; PEREIRA, 2014).

Os métodos para revisões sistemáticas são: (1) elaboração da pergunta de pesquisa; (2) busca na literatura; (3) seleção dos artigos; (4) extração dos dados; (5) avaliação da qualidade metodológica; (6) síntese dos dados (metanálise); (7) avaliação da qualidade das evidências; e (8) redação e publicação dos resultados.

2.2 A construção do Estado da Arte -Revisão Sistemática da Literatura-

2.2.1 Objetivo e Questões de Pesquisa do Estado da Arte

Esta Revisão Sistemática da Literatura tem o objetivo de analisar publicações científicas com o propósito de identificar soluções da Realidade Virtual Imersiva (RVI) para o ensino de Microbiologia e categorizá-las com relação a tecnologias envolvidas, ambientes e recursos educacionais necessários para o uso em sala de aula pelos docentes do curso de Biologia.

Separamos algumas questões que são básicas e essenciais para iniciar nosso Mapeamento Sistemático da Literatura:

Q0– Quais as tecnologias digitais de apoio ao ensino de Microbiologia?

Q1– Quais dessas tecnologias possuem ou são aplicadas com Realidade Virtual?

Q2 – Quais dessas selecionadas são Ambientes Virtuais Imersivos?

Q2.1 - Quais dessas selecionadas são Ambientes Virtuais Imersivos do tipo de estudos descritos?

Q2.2 – Quais dessas selecionadas são Ambientes Virtuais Imersivos são de baixo custo?

2.2.2 Escopo de Pesquisa

A pesquisa foi conduzida em base de dados de publicações científicas que estão disponíveis para o pesquisador com acesso livre e que possuam um sistema eficiente que permita realizar a busca pela *string* definida e retorne um relevante número de resultados.

Fontes escolhidas:

1. BASE- <https://www.base-search.net/>
2. DIMENSIONS - <https://www.dimensions.ai/>
3. ERIC - <https://eric.ed.gov/>
4. GOOGLE SCHOLAR - <https://scholar.google.com.br/?hl=pt>
5. SCIENCE-
<https://www.scienceresearch.com/scienceresearch/desktop/en/search.html>

Os mecanismos de busca acima citados foram alinhados com o intuito de proporcionar à pesquisa uma cobertura com enfoque nas aplicações educacionais. A ERIC oferece consistência para revisão e seleção de fontes e itens de trabalho direcionados à área da Educação. Já a BASE é um mecanismo de busca volumoso, especializado em recursos acadêmicos da *web* e operado pela *Bielefeld University Library*. A plataforma DIMENSIONS reúne concessões, publicações, citações, métricas alternativas, ensaios clínicos, patentes e outros, dispondo de um sistema que permite aos usuários encontrar e acessar informações relevantes com rapidez e agilidade. Não bastando os mecanismos apontados, o famoso Google Acadêmico disponibiliza, de forma simplificada, um

dispositivo para pesquisar a amplitude da literatura acadêmica, o que torna prática a investigação de uma variedade de bibliografias (artigos, teses, livros, etc.). Por fim, a *Science Research* engloba publicações de cunho tecnológico e apresenta conhecimentos dessa esfera que servem como recurso funcional, cotidiano e facilitador.

2.2.3 Idioma De Pesquisa, Período e Escolhidos.

Foram aceitas publicações em inglês por se tratar do principal idioma internacional usado por pesquisadores e cientistas em conferências, periódicos e demais ambientes acadêmicos.

Somente trabalhos publicados na língua inglesa foram contados porque há uma escassez de pesquisas em português que tratam da RVI de Baixo Custo no ambiente escolar. Além disso, mesmo estudos de autores nacionais são publicados em revistas internacionais com tradução para o inglês.

Destacamos, também, a escolha do período de busca, a partir de 1 de janeiro de 2016 a dezembro de 2022, essa escolha se deve pelo fato de que os estudos mais recentes disponibilizam as tecnologias inovadoras mais atualizadas.

2.2.4 Métodos de Busca de Publicações

A *string* de busca a ser pesquisada em cada base de dados conterà os componentes *Population*, *Intervention*, *Control* e *Outcome*, da estratégia PICO (quadro 1), sendo uma técnica de pesquisa que visa encontrar estudos primários (*Population*) que passaram por uma intervenção de pesquisa (*Intervention*) e apresentaram tecnologias utilizadas no desenvolvimento da intervenção (*Outcome*). O controle não foi executado pois se endereçava encontrar o maior número de estudos (*Control*).

Quadro 1: String de pesquisa com base na estratégia PICO.

Population	<i>(Education OR Teaching OR Learning) AND (Microbiology) AND (Virtual Reality OR Virtual Environment OR Virtual World)</i>	AND
Intervention	<i>(Prototype OR Tool OR Methodology OR Approach OR Application OR Environment)</i>	AND
Outcome	<i>(Evaluation OR Immersive OR Teaching OR Learning)</i>	

Fonte: Autores (2023).

Nesse conjunto, foram usadas apenas palavras em inglês por dois motivos: (1) nos testes piloto, não houve retorno quando buscada a mesma estrutura por palavras traduzidas para o português; (2) algumas ferramentas impõem limites de quantidade de palavras usadas em uma *string* de pesquisa, portanto, ampliar a *string* com traduções ou muito sinônimos pode não trazer resultados em busca única, sendo essa “*(Education OR Teaching OR Learning) AND (Microbiology) AND (Virtual Reality OR Virtual Environment OR Virtual World)*” (quadro 2).

Quadro 2: Resultados preliminares da primeira String de Busca.

RESTRIÇÕES	BASE DE DADOS	ENCONTRADO
Acesso livre	BASE	557
Acesso livre	DIMENSIONS	326
Acesso livre	ERIC	9
Acesso livre	GOOGLE SCHOLAR	59
Acesso livre	SCIENCE	72
TOTAL		1050

Fonte: Autores (2023).

A seguir na figura 3, um gráfico com a quantidade de publicação de cada ano.

Figura 3: Evolução das publicações de cada ano.



Fonte: Autores (2023).

2.2.5 Procedimentos de Seleção e Critérios

Os seguintes critérios foram observados para incluir ou excluir publicações retornadas. Uma publicação excluída se corresponder a qualquer critério de exclusão e, do mesmo modo, incluída se corresponder a qualquer critério de inclusão (quadro 3).

Quadro 3: Critérios de Exclusão e Inclusão dos artigos das bases de dados.

Id	Critério	Ação
E1	Data de publicação antes de 01/01/2016.	Excluir
E2	A publicação não está disponível nos idiomas escolhidos.	Excluir
E3	A publicação não foi revisada por pares, isto é, não é um artigo publicado em periódico ou evento científico antecedido por revisão. Ex.: livro, capítulo de livro, nota ou publicação técnica, etc.	Excluir
E4	A publicação não é um artigo único, isto é, o resultado retornado pela ferramenta de busca é uma coleção de artigos ou outros tipos de publicações, como <i>proceedings</i> ou livros.	Excluir

E5	Não há acesso à versão completa.	Excluir
I1	A publicação contém tecnologias conhecidas que avaliam usabilidade ou experiência do usuário	Incluir
I2	A publicação descreve estudos empíricos de tecnologias ou abordagens que avaliam a usabilidade ou a experiência do usuário.	Incluir
I3	A publicação discute aspectos relacionados à usabilidade ou à experiência do usuário.	Incluir
E6	A publicação já foi incluída por outro repositório (fonte) de pesquisa, ou seja, é duplicada.	Excluir
E7	A publicação não se baseia em uma solução de holografia de baixo custo.	Excluir
E8	A publicação não possui qualquer critério de inclusão.	Excluir

Fonte: Autores (2023).

O processo de seleção e aplicação de critérios teve, portanto, três fases, isso é os filtros (quadro 4).

Quadro 4: Processo de Seleção: Fases de Filtragem dos artigos das bases de dados.

Fase	Descrição
1	Foram aplicados os filtros disponíveis nas próprias ferramentas de pesquisa e somente os resultados que passaram pelos filtros foram exportados e formatados em quadro para análise na fase seguinte; neste passo, o foco nos filtros de exclusão E1, E2, E3, E4 e E5. Alternativamente, pode-se submeter a <i>string</i> de busca sem usar filtros das ferramentas, realizando a filtragem após a exportação e tabulação dos resultados, manualmente, a partir da fase 2 (descrita a seguir).
2	Os critérios foram aplicados sobre a quadro de dados exportadas; neste passo, e aplicados nos critérios de exclusão E1, E2, E3, E4 e E5 que não estiveram disponíveis na interface (passo 1) e, com base a leitura de título e <i>abstract</i> , tentar-se-á aplicar os critérios de exclusão E6 e E7 e todos os critérios de inclusão.
3	O filtro foi aplicado por meio de <i>scanning</i> ou leitura do artigo completo, mas apenas sobre as publicações não excluídas na fase 1 e 2; neste

último passo, o foco foi, principalmente, na aplicação de todos os critérios de inclusão e dos critérios de exclusão E7 e E8.

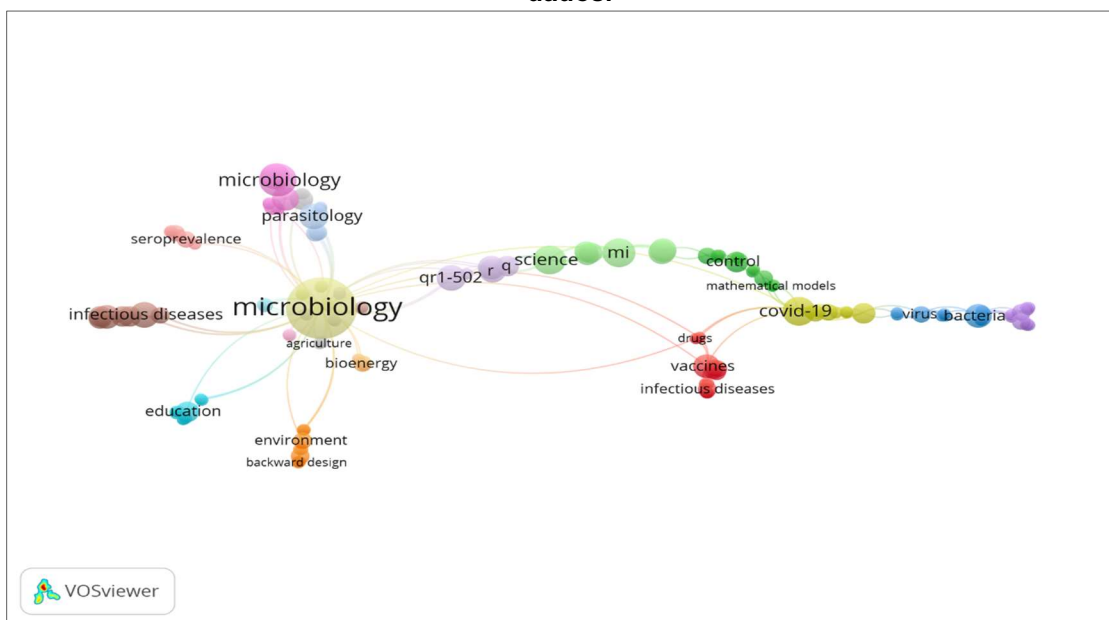
Fonte: Autores (2023).

2.2.6 Método de filtragem

A partir da utilização do *String* foi encontrado um total de 1050 artigos nas 5 bases de dados selecionadas. Para facilitar o rastreamento dos trabalhos, foram feitas exportações das citações dos artigos para o programa do *Mendeley*, que é um gerenciador de referências.

No *Mendeley*, foi feita a seleção dos 1050 artigos e a sua exportação para o programa *VOSviewer*, um *software* que constrói redes bibliométricas e identifica as características dos textos que são previamente selecionados para a criação de mapas que podem ser baseados em ano de publicação, citações, edição, cocitação e outros. Com a exportação dos 1050 artigos, verificamos a nuvem de palavras da figura 4 a seguir:

Figura 4: Primeira nuvem de palavras, no total de 1050 artigos de todas as bases de dados.



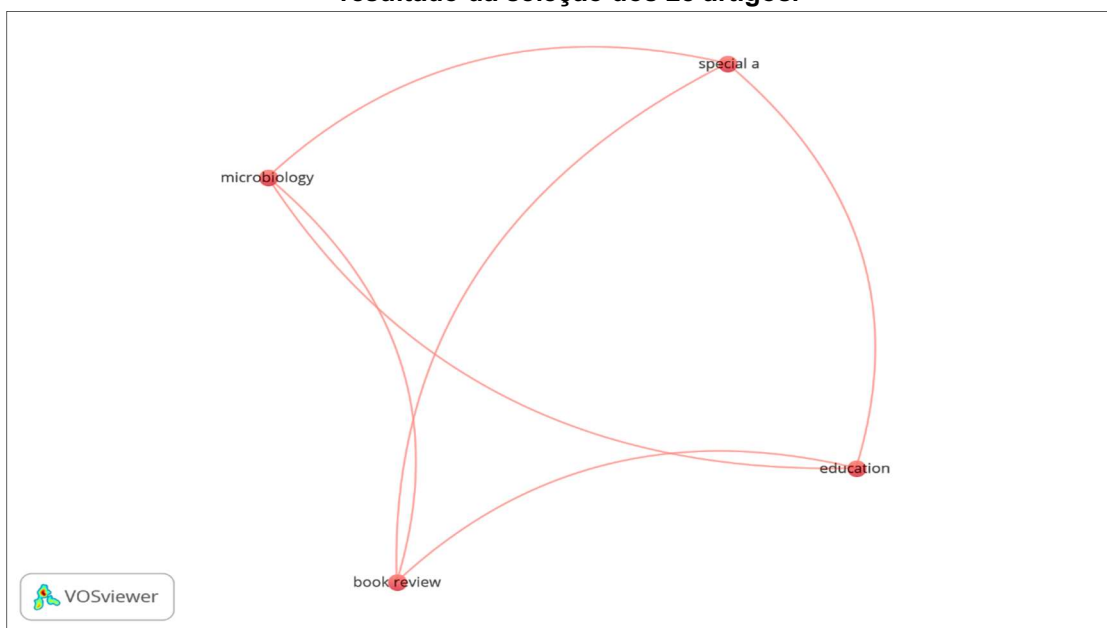
Fonte: Autores (2023).

Voltando-se para *Mendeley*, foram excluídos artigos que tratavam sobre assuntos que destoavam do foco da pesquisa. Para facilitar essa remoção, foram selecionados e excluídos todos os artigos que discutiam os seguintes assuntos:

Classificação dos seres vivos e taxonomia; Drogas e antibióticos; Espécies de fungos, vírus, parasitas e bactérias; Coronavírus e Covid-19; Biofilme; Infecções sistêmicas e infecções hospitalares; Bioenergia; Ecologia; Bioensaio; Metacognitivo; Agronomia; Imunologia; Parasitologia; Vacina; Gastrointestinal; Controle de pragas; Epidemia e pandemia; Proteínas qr1-502 e rc109-216; Amazônia; Toxoplasmose; HIV; Microbiota; Tratamento para tuberculose; UTI; DST; SARS-Cov2; Deficiência cognitiva; Estágio clínico, Câncer; Nanomedicamento; Prevenção; Trabalhos de congressos e anais;

Após a sequência de várias exclusões, o conjunto final de artigos resultou em um total de 28. Assim, a última nuvem de palavras, criada no programa VOSviewer, foi a seguinte (figura 5):

Figura 5: Última nuvem de palavras, aplicados aos critérios de exclusão do trabalho, com resultado da seleção dos 28 artigos.



Fonte: Autores (2023).

3. RESULTADOS

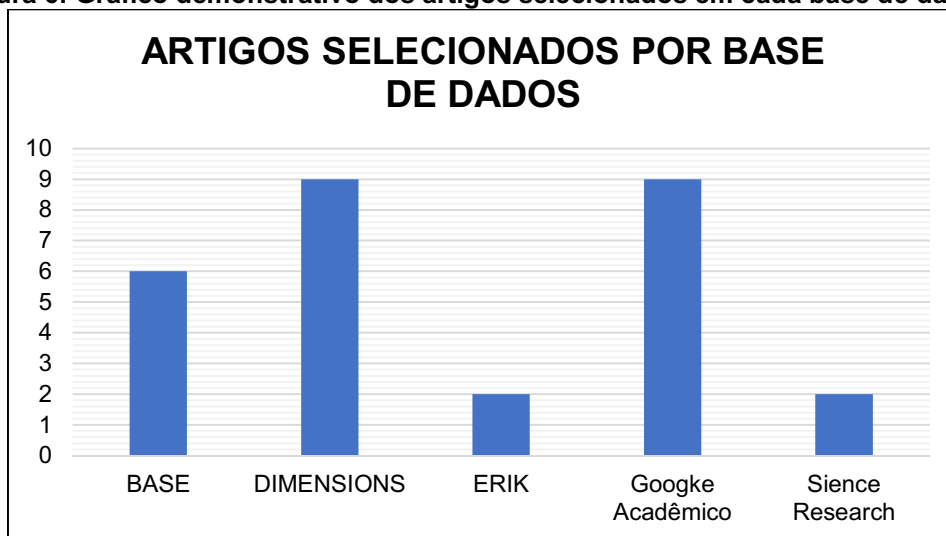
Apesar da prevalência do ensino tradicional, é fundamental a busca por novas metodologias, em especial, na disciplina de Microbiologia.

Uma alternativa é o uso de Realidade Virtual (RV) para o ensino de Microbiologia, na qual é mais barata e possibilita a imersão em fenômenos microscópios e invisíveis a olho nu.

3.1 Procedimentos para Extração de Dados

Após as publicações que passarem pelos três filtros, extraímos as informações necessárias, com o intuito de categorizá-las, para tentar responder os objetivos de pesquisa. Em seguida, temos a exposição da Figura 6, na qual consta a quantidade de artigos selecionados pelas bases de dados ao final das fases de filtragem.

Figura 6: Gráfico demonstrativo dos artigos selecionados em cada base de dados.



Fonte: Autores (2023).

Após esse processo, tem-se 28 trabalhos que foram avaliados da seguinte forma (quadro 5).

Quadro 5: Formulário para extração de dados dos 28 artigos selecionados ao final.

Item	Artigos
Quais as tecnologias digitais de apoio ao ensino de Microbiologia? (Q0)	1. Virtual Simulations as Preparation for Lab Exercises: Assessing Learning of Key Laboratory Skills in Microbiology and Improvement of Essential Non-Cognitive Skills (MAKRANSKY; THISGAARD; GADEGAARD, 2016)

	<ol style="list-style-type: none"> 2. Iterative user and expert feedback in the design of an educational virtual reality biology game (WANG <i>et al.</i>, 2019) 3. Equivalence of using a desktop virtual reality science simulation at home and in class (MAKRANSKY <i>et al.</i>, 2019) 4. Animation + Agricultural Microbiology Interdisciplinary VR Curriculum Development in the Background of Industry Academia Collaborative Education (TU; XIN; ZHANG, 2020) 5. Development of gamified, interactive, low-cost, flexible virtual microbiology labs that promote higher-order thinking during pandemic instruction. (DUSTMAN; KING-KELLER; MARQUEZ, 2021)
<p>Quais dessas tecnologias possuem ou são aplicadas com Realidade Virtual? (Q1)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 6. Evaluation of quality and personalization of VR/AR/MR learning systems (KURILOVAS, 2016) 7. Virtual Learning Simulations in High School: Effects on Cognitive and Non-cognitive Outcomes and Implications on the Development of STEM Academic and Career Choice (THISGAARD; MAKRANSKY, 2017) 8. How virtual reality affects perceived learning effectiveness: a task–technology fit perspective (ZHANG <i>et al.</i>, 2017) 9. A 3D Virtual Reality Laboratory as a Supplementary Educational Preparation Tool for a Biology Course (PAXINOUS <i>et al.</i>, 2018)

	<p>10. Virtual Learning through PhET Interactive Simulation: A Proactive Approach in Improving Students' Academic Achievement in Science (POTANE; BAYETA, 2018)</p> <p>11. A Virtual Tour of the Cell: Impact of Virtual Reality on Student Learning and Engagement in the STEM Classroom (BENNETT; SAUNDERS, 2019)</p> <p>12. Developing a Virtual Lab to Teach Essential Biology Laboratory Techniques (MIYAMOTO <i>et al.</i>, 2019)</p> <p>13. Implementation and Evaluation of a Three- Dimensional Virtual Reality Biology Lab versus Conventional Didactic Practices in Lab Experimenting with the Photonic Microscope (PAXINOU <i>et al.</i>, 2020)</p> <p>14. Achieving educational goals in microscopy education by adopting virtual reality labs on top of face-to-face tutorials (PAXINOU <i>et al.</i>, 2020)</p> <p>15. Implementing a Virtual Midterm to Identify Unknown Bacteria in a Microbiology Lab Course (TAWDE; MCLAUGHLIN, 2021)</p> <p>16. An Analysis of Health Science Students' Preparedness and Perception of Interactive Virtual Laboratory Simulation (KOK; ER; NADARAJAH, 2021)</p> <p>17. Customized Virtual Simulations Provide an Interactive Lab Experience (SWEENEY <i>et al.</i>, 2022)</p>
--	---

<p>Quais dessas selecionadas são Ambiente Realidade Virtual Imersivo? (Q2)</p>	<p>18. Journey to the centre of the cell: Virtual reality immersion into scientific data (JOHNSTON <i>et al.</i>, 2018)</p> <p>19. Virtual reality in the HE classroom: feasibility, and the potential to embed in the curriculum (DETYNA; KADIRI, 2020)</p> <p>20. The effect of virtual laboratory simulations on medical laboratory techniques students' knowledge and vocational laboratory education (KELEŞ <i>et al.</i>, 2022)</p> <p>21. Developing student codesigned immersive virtual reality simulations for teaching of challenging concepts in molecular and cellular biology (REEN <i>et al.</i>, 2022)</p>
<p>Quais dessas selecionadas são Ambiente Realidade Virtual Imersivo do tipo de estudos descritos? (Q2.1)</p>	<p>22. Storytelling with virtual reality in 360-degrees: a new screen grammar (DOOLEY, 2017)</p> <p>23. Development and validation of the Multimodal Presence Scale for virtual reality environments: A confirmatory factor analysis and item response theory approach (MAKRANSKY; LILLEHOLT; AABY, 2017)</p> <p>24. Adding immersive virtual reality to a science lab simulation causes more presence but less learning (MAKRANSKY; TERKILDSEN; MAYER, 2019)</p> <p>25. Virtual Reality in Biology: Can We Become Virtual Naturalists? (MORIMOTO; PONTON, 2020)</p> <p>26. Perception of online and face to face microbiology laboratory sessions among medical students and faculty</p>

	at Arabian Gulf University. (JOJI <i>et al.</i> ,2022)
Quais dessas selecionadas são Ambiente Realidade Virtual Imersivo são de baixo custo? (Q.2.2)	<p>27. Comparing Physical, Virtual, and Hybrid Flipped Labs for General Education Biology (SON, 2016)</p> <p>3. Equivalence of using a desktop virtual reality science simulation at home and in class (MAKRANSKY <i>et al.</i>, 2019)</p> <p>24. Adding immersive virtual reality to a science lab simulation causes more presence but less learning (MAKRANSKY; TERKILDSEN; MAYER, 2019)</p> <p>28. Can a virtual microbiology simulation be as effective as the traditional Wetlab for pharmacy student education? (BAUMANN-BIRKBECK, L. <i>et al.</i> 2021)</p>

Fonte: Autores (2023).

A seguir temos a figura 7 que traz a quantidade de trabalho relevantes selecionado em cada ano. No conjunto de 28 artigos, 2 foram publicados em 2016, 4 em 2017, 4 em 2018, 6 em 2019, 4 em 2020, 4 em 2021 e 4 em 2022.

Figura 7: Evolução dos Trabalhos na Ciência.



Fonte: Autores (2023).

Após a extração dos artigos criamos uma nuvem de palavras com as palavras chaves dos resumos dos artigos selecionados, apresentadas na figura 8.

Figura 8: *Word Cloud* das palavras-chaves dos 28 artigos analisados no Mapeamento Sistemático da Literatura.



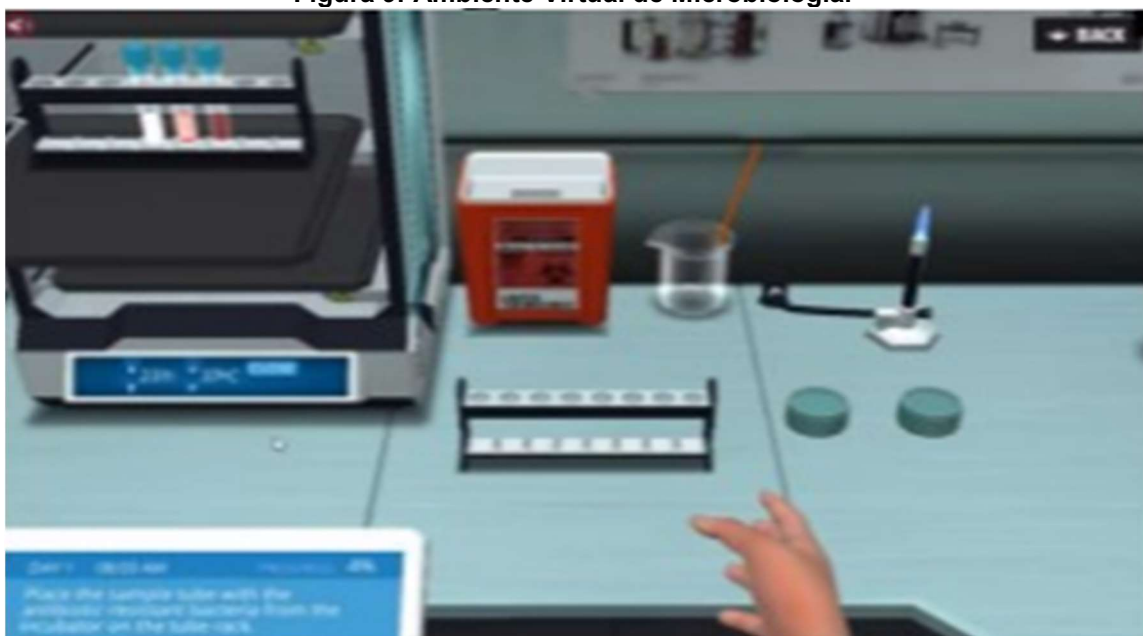
Fonte: Autores (2023).

3.2 Análise dos trabalhos selecionados

A partir da extração dos dados, foi feita a síntese das análises dos artigos para facilitar sua narrativa, sendo expostos na sequência dos itens do quadro superior, em ordem numérica.

No trabalho de Makransky, Thisgaard e Gadegaard (2016) [#1] observou-se a aplicação do ambiente virtual. A ferramenta foi direcionada para uma atividade de aprendizagem a partir de uma prática laboratorial associada ao ensino de Microbiologia (figura 9). O estudo mostrou-se relevante e acessível, visto que 95 alunos utilizaram o material de Microbiologia de RV e, ao final da atividade, concluiu-se um aumento significativo na aprendizagem e na motivação dos estudantes. Tal análise foi decorrente do uso do laboratório de RV.

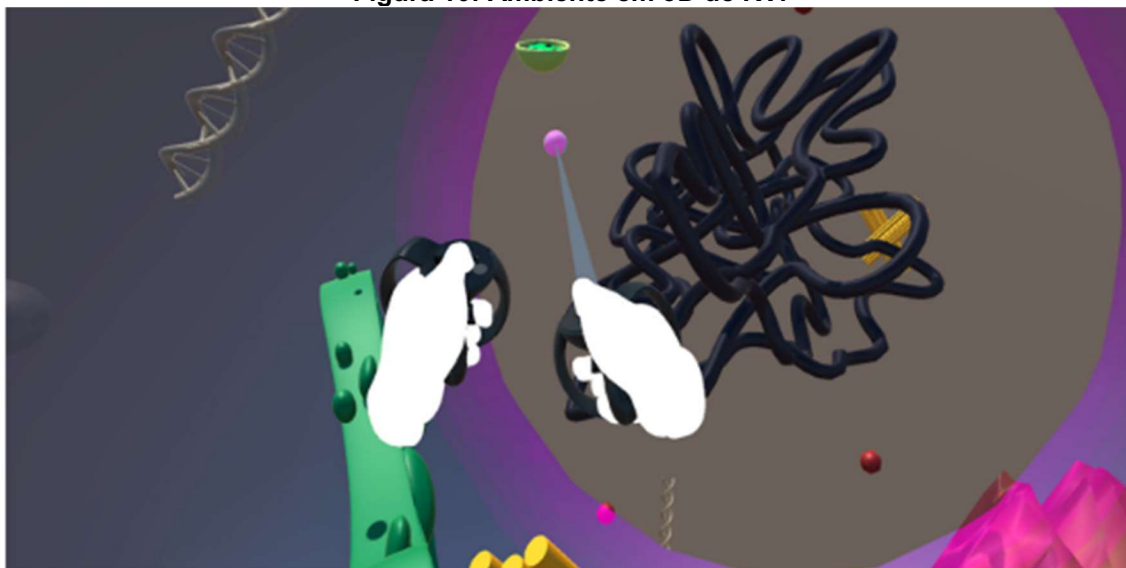
Figura 9: Ambiente Virtual de Microbiologia.



Fonte: Makransky; Thisgaard; Gadegaard (2016).

Segundo Wang *et al.* (2019) [#2], designers e especialistas da área de Microbiologia realizaram um projeto de pesquisa no qual foi criado um ambiente em 3D de RVI para otimizar a compreensão dos alunos (figura 10). A pesquisa propôs uma melhor visualização das organizações celulares com o intuito de minimizar a sua abstração e a análise do estudo demonstrou que os modelos 3D oportunizaram a melhor compreensão das organelas, para o ensino dos estudantes.

Figura 10: Ambiente em 3D de RV.

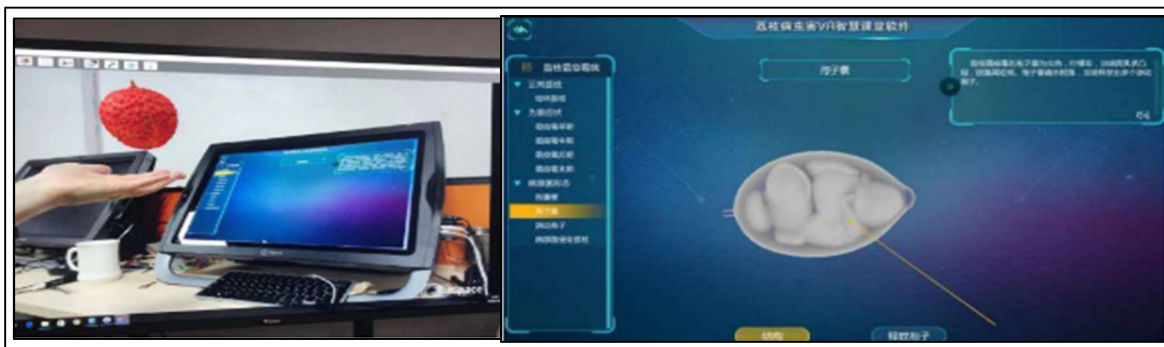


Fonte: Wang *et al.* (2019).

Já em Makransky *et al.* (2019) [#3], foi criado um laboratório de RV de custo acessível com os alunos do curso de Biologia da *University of Glasgow's College of Medical, Veterinary and Life Sciences*. O método desenvolvido permitiu aos alunos efetuarem, devido ao uso do laboratório virtual imersivo (LV). As atividades contemplaram técnicas como a estéril, a de isolamento de colônia e de isolamento de cepa de bactéria resistente, por exemplo, técnicas associadas ao ensino de Microbiologia.

Tu, Xin e Zhang (2020) [#4] buscaram desenvolver um estudo que integrasse o ensino de Microbiologia com a animação digital de RV. A pesquisa utilizou a animação de RV interativa (figura 11). Nesse caso, a animação foi aplicada para promover a capacitação dos alunos por meio da interatividade com o conteúdo. Ao final do estudo, concluiu-se que os alunos se interessaram bastante em estudar a evolução da contaminação dos fungos. Um fator relevante é que, com essa metodologia de ensino, não há risco de contaminação do ambiente a partir do contato. E, embora a interação seja virtual, os professores puderam contribuir com a proposta real do aprendizado.

Figura 11: Animação digital de RV.



Fonte: Tu, Xin e Zhang (2020).

O artigo de Dustman, King-Keller e Marquez, (2021) [#5] descreve que com a Covid-19 foi preciso, o ensino, se adaptar ao modelo online (e-learning) e com isso intensificou a necessidade de ambientes virtuais de aprendizagem. Assim o LV se tornou uma técnica valiosa durante a pandemia, pois as atividades de laboratório são indispensáveis para o processo de aprendizagem.

O estudo promoveu a criação de um laboratório gameficado, aplicado a alunos do curso de Biotecnologia. Nesse novo modelo de laboratório, associado ao ensino de Microbiologia, os educandos tiveram controle de suas ações e suas consequências. Assim dentro desse novo modelo de laboratório os estudantes realizaram desafios constantemente com feedback, com o intuito da verificação do processo de aprendizagem. Com o feedback permanente do *software*, ao verificar um erro por parte do estudante o sistema o fazia treinar a prática novamente até conseguir completar o desafio.

Kurilovas (2016) [#6] enfatiza que o sistema de RVI promove o crescimento cognitivo dos alunos e uma aprendizagem mais satisfatória. Sua análise constatou que o ambiente de RV tem benefícios na área da Educação por aproximar múltiplas representações de espaço e tempo. Além disso, Kurilovas (2016) avalia a importância da abrangência dos conceitos abstratos e não táteis, e como essas ferramentas atuam no direcionamento da atenção do aluno.

Outro estudo que merece destaque é a pesquisa de Thisgaard e Makransky (2017) [#7]. Nela, alunos do ensino médio foram induzidos a realizar uma simulação virtual sobre conteúdos específicos da disciplina de Biologia e

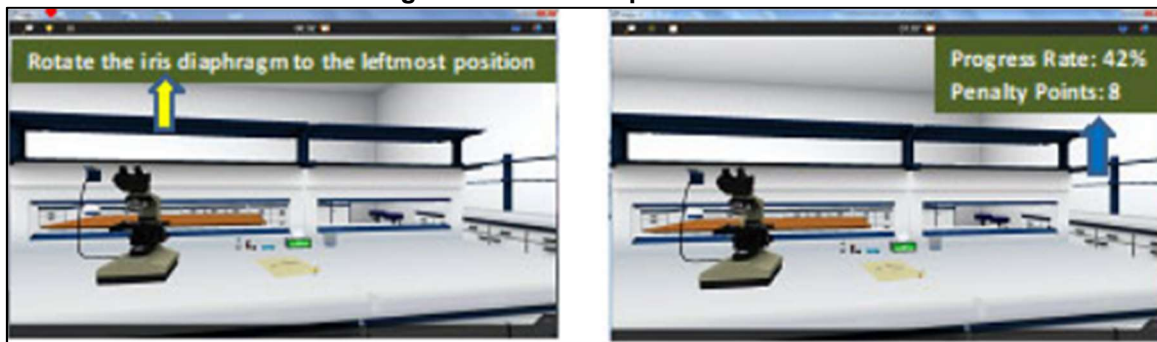
relataram se sentirem mais confortáveis, motivados e com maior interesse pela matéria. Os autores salientam que a aprendizagem por simulação virtual é inovadora e facilita a compreensão de novos conceitos. Ademais, após análises dos testes, o estudo constata que simulações virtuais são relativamente superiores ao ensino tradicional, uma vez que despertam o interesse do alunos para o que está sendo ensinado.

Em Zhang *et al.* (2017) [#8] foi observado que a RV melhora a aprendizagem percebida e os autores ressaltam que é necessário refletir acerca dos fatores de acessibilidade dos usuários em atividades relacionadas à tecnologia. Trata-se de uma interessante análise, pois busca alertar os professores e profissionais de ensino sobre a acessibilidade do usuário no tocante às ferramentas, assim como para a facilidade do seu uso.

Nesse sentido, a pesquisa chama a atenção para o ambiente de aprendizagem de RV que possui alto grau de controle, porque exige do aluno um maior nível de compreensão do conteúdo. E, a partir disso, nota-se que a RV tende a aprimorar o pensamento crítico-reflexivo que induz à aprendizagem. Porém, é importante que o docente ofereça apoio necessário aos alunos, para que eles não percam o interesse no modelo de ensino proposto.

No artigo de Paxinou *et al.* (2018) [#9] pode-se ver que um laboratório de RV foi utilizado para desenvolver técnicas e protocolos de microscopia. Após a experiência proposta, os alunos tiveram que realizar um procedimento completo de microscopia usando um microscópio real como método avaliativo (figura 12). É possível perceber a relevância do estudo na questão de que houve um aumento significativo no nível de aprendizagem dos alunos sobre a microscopia óptica, um equipamento que esta relacionado ao ensino de Microbiologia, mas abrange outras áreas como a Citologia.

Figura 12: Microscopia em RV.



Fonte: Paxinou *et al.*, (2018).

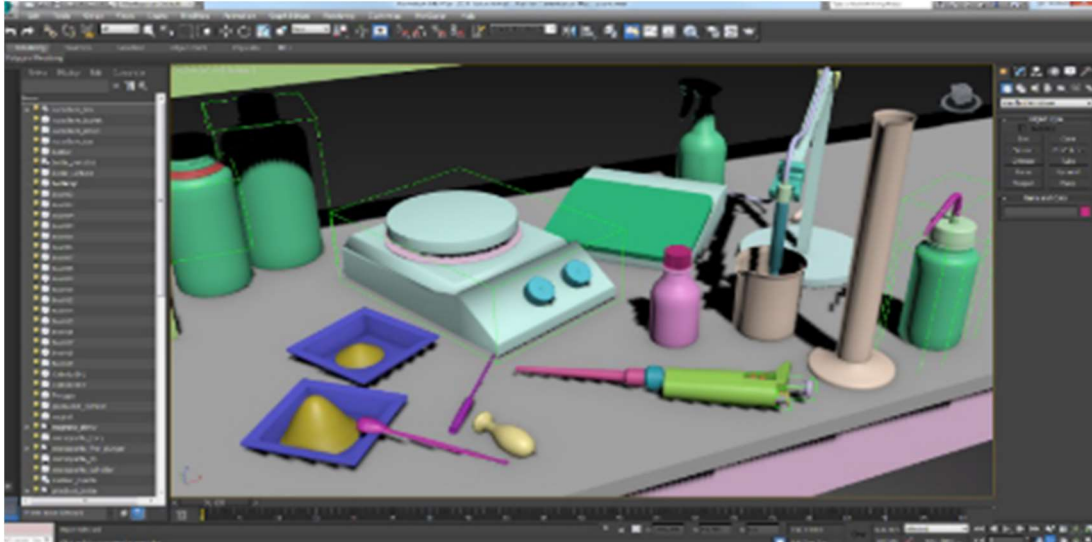
Em Potane e Bayeta (2018) [#10], foi observado que o uso da RV é uma ferramenta educacional que explora diversos ambientes. O procedimento foi realizado com finalidade de promover a interpretação dos alunos sobre a Educação de Física Tecnologia (PhET). A partir do conhecimento prévio dos alunos, o laboratório abordou conteúdos relacionados às Ciências da Terra, Biologia, Química, Física e Matemática. Tendo isso como base, a pesquisa comprova que a simulação em LV promove a interdisciplinaridade e a compreensão dos conhecimentos científicos de modo geral.

No artigo de Bennett e Saunders (2019) [#11] foi feita a análise sobre a aplicação da RV no ensino de Biologia. A atividade tinha como título “A Viagem ao Centro da Célula”. Nesse caso, os alunos conseguiram visualizar virtualmente as organelas celulares. O estudo avaliou o impacto da aprendizagem experimental a partir do ensino de Biologia Celular e concluiu, apoiado na experiência de RV proposta, que 93,55% dos alunos ficaram mais engajados com relação ao conteúdo apresentado, é um método que também pode estar associado ao ensino de Microbiologia.

Já em Miyamoto *et al.* (2019) [#12], pôde-se avaliar como a experiência do LV incita o aluno a criar uma forte conexão entre o conhecimento científico e a experiência vivenciada e, por esse motivo, o laboratório de RV pode ser a chave para aprimorar a compreensão dos alunos, as habilidades práticas, a metodologia investigativa e o raciocínio lógico (figura 13). O estudo demonstra que a vivência no LV desperta o interesse dos estudantes para as atividades recomendadas pelo professor e eles se sentem seguros para preparar a balança, fazer a pesagem do reagente e da solução, ajustar o pH e realizar a

micropipetagem, por exemplo, práticas laboratoriais associadas ao ensino de Microbiologia O LV promoveu aprendizagem ativa em cinco fatores: atividade guiada, reflexão, *feedback* controle e pré-treinamento para o laboratório real. Fundamentado nisso, observamos a significância da pesquisa.

Figura 13: Laboratório de RV.

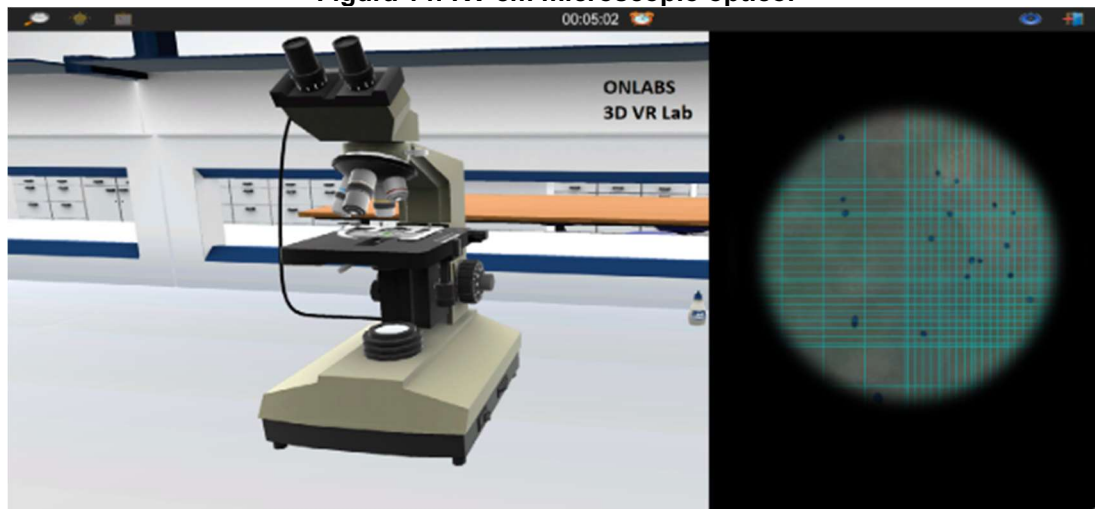


Fonte: Miyamoto *et al.*, (2019).

No artigo de Paxinou *et al.* (2020) [#13] é possível perceber que o laboratório de RV se mostrou com potencial para contribuir com a aprendizagem, e estar interligada a Microbiologia (figura 14). A análise se baseou na observação do auxílio da RV em procedimentos como microscópio óptico, por exemplo.

A pesquisa foi realizada com três grupos de estudantes, sendo eles: o grupo do laboratório convencional; o de instruções de vídeo; e o do uso da RV. Os três grupos foram submetidos a um pré-teste e a um pós-teste. Assim, a pesquisa se propôs a constatar que os alunos que utilizaram o laboratório convencional precisaram de mais apoio em comparação aos alunos que participaram da RV. Isso porque os alunos que se relacionaram com a RV necessitaram de menos auxílio para conseguir desenvolver a operação de modo correto.

Figura 14: RV em microscópio óptico.



Fonte: Paxinou *et al.*, (2020).

A análise de Paxinou *et al.* (2020) [#14] mostra que, com a utilização do laboratório de RV, os estudantes têm melhores chances de explorar conceitos científicos específicos e potencializar a construção do conhecimento. Além disso, o autor revela que são procedimentos mais seguros e de menor custo. Os alunos foram separados em dois grupos para realizar o pré-teste e o pós-teste: o grupo controle recebeu instruções seguindo o modelo de ensino tradicional e o grupo experimental usou a metodologia de RV.

A partir da avaliação das experiências, a pesquisa observou que os alunos que utilizaram do laboratório de RV tiveram maior segurança com relação aos procedimentos e ao conhecimento adquirido. A magnitude do estudo consistiu em avaliar que os estudantes que realizaram a experiência no LV pediram ajuda duas vezes menos que os que receberam as instruções e seguiram o modelo de ensino tradicional.

O artigo ainda destaca que, para a implementação de uma RVI em uma escola, faz-se necessário um trabalho multidisciplinar. Isso exprime o quanto a participação conjunta de professores, familiares e alunos contribuem para o aprendizado consistente.

Na pesquisa de Tawde e Mclaughlin (2021) [#15] foi trabalhado a identificação de bactérias Gram-positivas e Gram-negativas, dentro da disciplina de Microbiologia. Os estudantes, do curso de Ensino Superior, foram separados em dois grupos. Um grupo realizou experiências de práticas laboratoriais, por

meio de um LV no qual realizaram procedimentos equivalente dos alunos que estavam no laboratório físico tradicional, ambos os grupos executaram a prática de identificação de bactérias (Gram-positivas ou Gram-negativas). Esta prática ocorreu no segundo semestre de 2020.

Os alunos que realizaram a prática no LV tiveram algumas perdas como manuseio e cultivo de bactérias, porém ficaram ansiosos com a nova prática online, mais moderna. Para que a prática e aprendizagem online ocorresse de maneira eficaz os alunos foram instruídos de como ocorre uma prática dentro de uma simulação de LV, com o intuito de reduzir as distrações durante a simulação. Por fim ficou claro o ganho da aprendizagem dos estudantes por meio da nova prática inovadora.

O estudo de Kok, Er e Nadarajah (2021) [#16] relata que o LV interativo possibilita a aprendizagem individual ativa dos educandos, relacionado ao ensino de Microbiologia (figura 15). Esse tipo de laboratório normalmente é classificado como um ambiente de aprendizagem construtivista. Assim foi feita a análise quantitativa e qualitativa.

A pesquisa foi realizada com estudantes de cursos da área de Ciências Biológicas, cerca de 87 estudantes realizaram experiências do LV com uma prática de eletroforese em gel de DNA e de PCR (reação em cadeia da polimerase), práticas que podem estar interligadas a Microbiologia. A maior parte dos estudantes concordam que simulação era de fácil uso, eles se sentiram confortáveis em cometer erros durante a simulação, conseguiram se envolver nas atividades e concordo que a simulação promoveu o feedback mais rápido quando os cometiam algum erro. Já no questionário qualitativo a maioria dos estudantes concordam que o LV interativo promoveu a preparação para o laboratório físico, que as etapas das simulações estavam claras e bem definidas, oferecendo um ambiente de aprendizagem autêntico.

Figura 15: Experiência de eletroforese e PCR em LV.



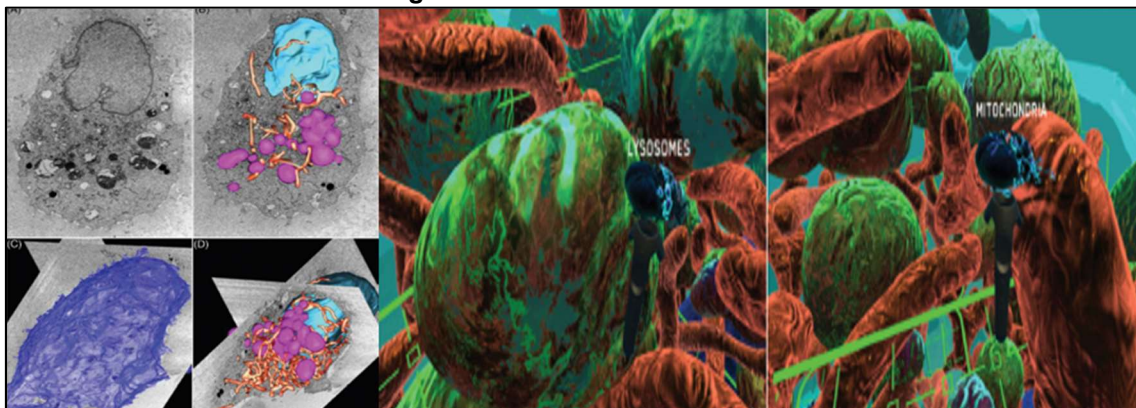
Fonte: Kok, Er e Nadarajah (2021).

O estudo de Sweeney *et al.* (2022) [#17], descreve que os laboratórios virtuais foram essenciais na pandemia de COVID-19, porém uma desvantagem para os alunos com relação ao uso destes Laboratórios é o descompasso na continuidade dos conteúdos. Assim, para melhor atender essa dificuldade dos alunos foi utilizado a plataforma STORYLINE360 que fornece ferramentas capazes para ajudar na tomada de decisões dos alunos, no processo de aprendizagem, e também permite evitar erros comuns no LV como a pipetagem incorreta na caixa de gel de DNA. Foi criado 12 simulações no STORYLINE360, com as configurações necessárias para atender as necessidades dos alunos, pesquisa destaque de cada curso pode fazer na sua própria configuração na plataforma, conforme a dificuldade dos estudantes.

O estudo de Johnston *et al.* (2018) [#18] revela que a visualização de múltiplas dimensões pode ser, ainda hoje, algo limitado a uma fotografia no livro didático. Sendo assim, sua análise concentra-se na aplicação de RVI, que deve buscar meios de tornar mais acessível a visualização 3D (figura 16).

A pesquisa descreve um ambiente de RV imersivo onde o usuário — nesse caso, o aluno — interage de modo intuitivo com o mundo virtual. O trabalho ainda aborda questões pertinentes como o necessário cuidado dos professores em criar ambientes que evitem a náusea e o enjoo. Por esse motivo, os dois ambientes criados no estudo possuem plano de fundo que possibilita o usuário rastrear a sua posição na RV sem sentir esses efeitos.

Figura 16: RVI de uma célula.



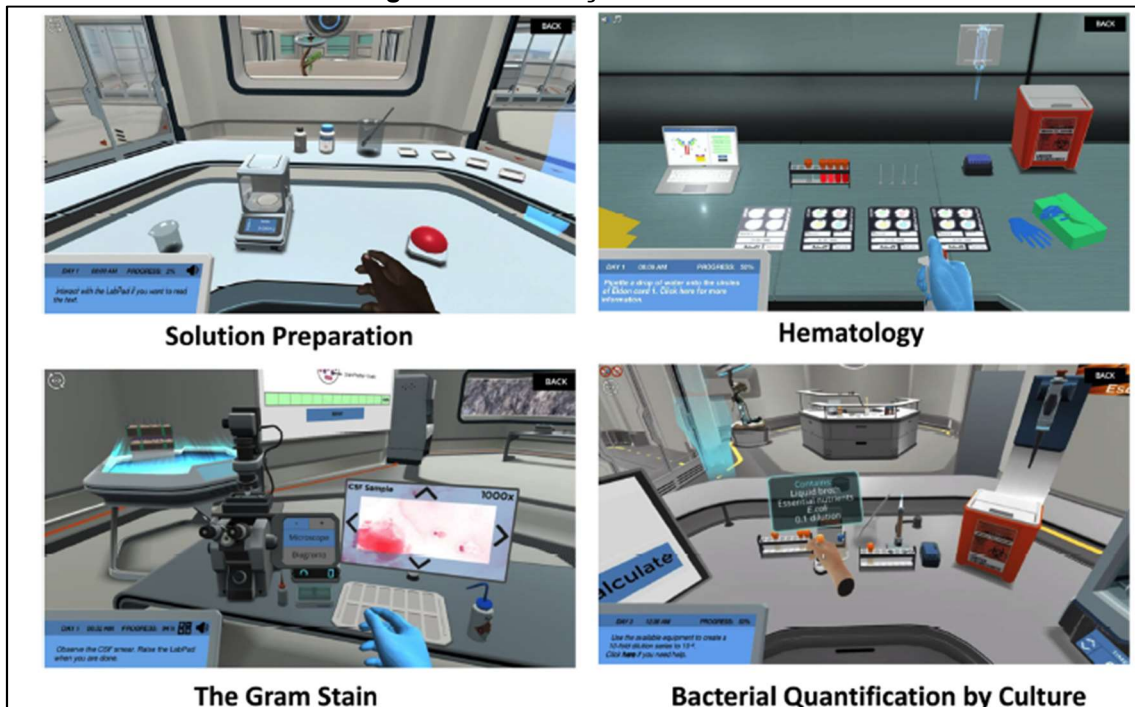
Fonte: Johnston *et al.*, (2018).

Na análise Detyna e Kadiri (2020) [#19], podemos observar que a RVI tem sido também aplicada no ensino superior. O estudo avalia que os alunos desse nível escolar que utilizam a RVI no processo de aprendizagem se tornam mais autônomos e responsáveis em suas atividades. A pesquisa notou que o uso dessas tecnologias permite que os estudantes adquiram maior envolvimento com o conteúdo e, conseqüentemente, desenvolvam melhor a aprendizagem de conceitos essenciais.

O estudo de Keleş *et al.* (2022) [#20], relata que os laboratórios médico tem grande importância na área de microbiologia, bioquímica e genética molecular, porém muitos laboratórios não apresentam as estruturas adequadas por questões financeiras, além dos estudantes, manusearem materiais perigosos (biológicos, químicos e físicos). Simuladores de Laboratórios Virtuais (VLSs) são utilizadas para dar apoio a especialistas e pesquisadores, esses são

mais baratos, o tempo de uso é limitado, além da aprendizagem não ter perigo prático. Deste modo foi realizado um estudo na Escola Profissional dos Serviços de Saúde, com 32 alunos. Foram feitos quatro tipos de simulações; preparação de solução; hematologia, Coloração de Gram; quantificação de bactéria por cultura (figura 17). Avaliação das simulado foi composta por questões com pré/pós-teste.

Figura 17: Simulações de um LV.



Fonte: Keleş *et al.* (2022)

Após a análise dos dados verificou-se que os estudantes do grupo experimental (14 no total), tiveram um aumento significativo no conhecimento sobre laboratório, na conexão do prático com teórico e na autoaprendizagem.

A pesquisa de Reen *et al.* (2022) [#21], expõe que é um desafio para os alunos a compreensão de conceitos moleculares celulares em imagem 2D nos livros-didáticos. O uso de RV permite a união da teoria com a prática, fazendo com que os estudantes adquiram habilidades visuais e melhorem a compreensão dos conceitos biológicos. A RV foi aplicada ao curso de microbiologia com 22 alunos. Na coleta de dados, narrado pelos alunos, teve em relatos positivos sobre o uso da RV como repetição dos conceitos e a melhor visualização de conteúdos abstratos, no entanto como aspecto negativo relatam

a dificuldade da tecnologia. Dos 22 alunos, 7 realizaram a imersão total, esses realizaram as configurações das simulações no seu próprio ritmo, novamente eles destacam alguns aspectos positivos e negativos. Como aspectos positivos temos a aprendizagem no seu próprio ritmo, a interatividade e a melhor visualização de estruturas abstratas.

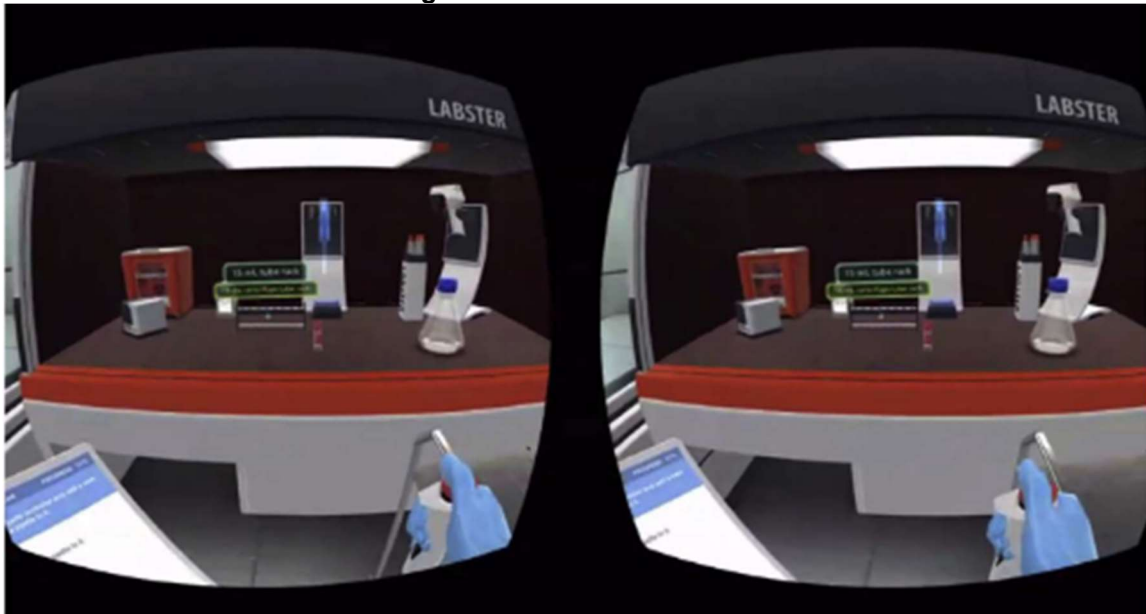
O artigo Dooley (2017) [#22], de caráter descritivo, concentra-se no fato de que a realidade virtual envolve o usuário em 360° graus e, por isso, dentre alguns aspectos que mostraram-se bem relevantes à análise está a estrutura básica de um mundo virtual e como ela deve ser direcionada, fazer-se evidente e autoexplicativa. Uma simulação de RV em 360° graus cria um ambiente que envolve várias sensações motoras e que precisa ser pensado de modo a que o usuário não se sinta perdido nele. O criador também deve fazer um roteiro do passeio virtual a fim de facilitar a movimentação nesse meio.

A pesquisa de Makransky, Lilleholt e Aaby (2017) [#23] certifica que aspectos da presença física na RV influenciam a sensação do usuário. Os autores classificam esses aspectos da seguinte forma: Realismo físico, Controlar do ambiente virtual e Sensação de estar no ambiente virtual. Ademais, os pesquisadores revelam que aspectos sociais (ou seja, o sentido de Coexistência, o Realismo humano e a Não ciência da artificialidade da interação social) também influenciam o usuário. Existem, ainda, as questões da própria consciência, isto é, o Senso de conectividade corporal, o Sentido de extensão corporal, a Conectividade emocional e a Sensação de estar no ambiente virtual. O estudo corrobora que o estado psicológico influencia na sensação da experiência de um ambiente real ou não real de RV.

Já em Makransky ; Terkildsen; Mayer, (2019) [#24], a RV deve possuir uma modelagem 3D, entre outras ferramentas específicas que ampliem a visualização e a manipulação dos objetos para o usuário (figura 18). Com a RV, o aluno consegue observar e ampliar fenômenos e formas não visíveis a olho nu. A partir disso, o artigo sugere pensarmos melhorias nesse modelo de aprendizagem. Para os autores, a transferência de conceitos espontâneos para o conhecimento científico eleva o engajamento e induz à motivação e ao

processamento cognitivo por meio do uso do ambiente da RV, que está relacionado às experiências de como os alunos aprendem.

Figura 18: Ambiente de RV.



Fonte: Makransky *et al.*, (2019).

O estudo Morimoto e Ponton (2020) [#25] aborda a existência de alguns materiais de RVI que auxiliam na explicação do ensino de Biologia. Os autores trazem como exemplo a visualização da estrutura celular, a orientação e formação da visão animal, a geometria das proteínas, a simulação de paisagens naturais como o deserto, a floresta amazônica, etc. Divulga, ainda, que há uma plataforma de RV chamada "*BioVR*" que simula um mundo autossustentável (onde é possível ensinar o processo da evolução do planeta e dos seres vivos, por exemplo).

No estudo de Joji *et al.* (2022) [#26], aponta que a pandemia de COVID-19 prejudicou o treinamento tradicional dos laboratórios de Microbiologia. Os laboratórios presenciais oferecem aos alunos a oportunidade de trabalhar e aprender ao lado de colegas e instrutores, em contrapartida, as sessões de laboratório online possuem melhor custo-benefício.

A pesquisa em questão envolveu estudantes de medicina do terceiro e quarto anos e professores. A seleção dos alunos do terceiro e quarto anos de graduação em medicina, se teve pela experiência em sessões de laboratório de microbiologia de presencial e online (plataforma ZOOM). Assim, os estudantes

e os professores foram questionados sobre suas preferências de laboratórios com relação ao processo de aprendizagem.

Tanto o corpo docente quanto os alunos sustentam a preferência pelo laboratório presencial, pois este é indispensável para transferências de habilidades e conhecimentos. O corpo docente ainda sustenta que com o ensino presencial é possível adaptar o método de ensino específico para cada aluno. Toda via, os dados da pesquisa indicam uma tendência mínima em que os alunos (30,4%) preferem o aprendizado online como formato ideal para laboratórios de microbiologia, já entre os professores, nenhum optou por laboratórios de microbiologia online, exceto para fornecer conhecimento baseado em teoria.

A pesquisa de Son (2016) [#27] avalia um dos temas de interesse do presente estudo: o fato de que o uso do LV pode direcionar e influenciar positivamente a aprendizagem do aluno por meio de uma experiência inovadora. A pesquisa de Son (2016) utilizou como base de sua análise a vivência com dois grupos de alunos: um realizou atividades no laboratório presencial enquanto o outro grupo realizou-as no LV. Com a comparação dos resultados adquiridos por questionários aplicados, o autor avaliou que o grupo de alunos do LV tiveram 95% de acertos das respostas, enquanto os alunos do laboratório presencial tiveram 92% dos acertos das respostas. Também foi elaborada a análise dos custos dos laboratórios, verificando que o LV é 29% mais barato do que o laboratório físico tradicional.

O objetivo do estudo de Baumann-Birkbeck *et al.* (2021) [#28] foi verificar o impacto de uma simulação de Microbiologia em diversas competências incluindo a Coloração de Gram. O estudo foi feito com o uso do *software* VUMIE™, sendo que 124 estudantes concordaram com a coleta de dados.

Após a intervenção com a simulação do laboratório de Microbiologia virtual, foi feita a análise dos dados, verificando que mais da metade dos estudantes tiveram alta pontuação sobre os domínios analisados, que foram, os conhecimentos, as habilidades e a confiança dos educandos. Isso sugere que o *software* VUMIE™ pode promover aprendizagem correspondente ao laboratório tradicional.

Outras vantagens observadas é que o laboratório de Microbiologia virtual é o custo mais barato, o feedback imediato dos estudantes e sua possibilidade de acesso em qualquer lugar a qualquer hora.

Desse modo, após análise minuciosa dos 28 artigos, constatamos que é necessário a presença de 13 características bem relevantes presentes nos ambientes virtuais educacionais para que os estudantes consigam interagir com o AVI, o que é indispensável para o processor de aprendizagem. São elas: 1-Assimilação de conceitos complexos; 2-Aprendizagem de conhecimentos de Microbiologia; 3-Presença de sumário; 4-Elementos fixos na tela; 5-Ícones de fácil visualização; 6-Aprendizagem exploratória; 7-Feedback imediato do aluno (+ ou -); 8-Atividade Educacional após aplicação da RV; 9-Tutorial antes da imersão; 10-Tutorial promove interesse mesmo antes da imerso; 11-Ícone para voltar ao menu principal; 12-Aprendizagem multissensorial efetiva; 13-Usuário escolhe e controla o ambiente. Nem todos os artigos contém todas as 13 características, quadro a seguir (quadro 6) indicamos as características presentes em cada artigo.

Quadro 6: Características presentes nos trabalhos encontrados.

Caracterís ticas que estão no nosso ARVI de baixo custo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
#1	•	•				•		•				•	•
#2	•	•						•					
#3	•	•			•	•		•				•	
#4	•	•										•	
#5	•					•	•	•				•	
#6						•		•				•	
#7	•		•	•		•		•			•		•
#8	•			•		•	•	•				•	•

#9	•					•		•				•	
#10	•	•				•	•		•			•	•
#11	•				•	•		•				•	•
#12				•	•	•		•				•	•
#13	•		•				•	•	•			•	•
#14	•		•		•	•	•	•			•	•	
#15	•		•	•	•	•	•	•	•			•	•
#16	•	•		•		•		•			•	•	•
#17	•	•		•		•		•		•		•	
#18	•	•			•	•		•				•	
#19	•			•		•	•					•	•
#20				•		•						•	•
#21	•	•		•	•	•	•	•			•	•	•
#22	•	•				•							
#23			•		•	•	•				•	•	•
#24			•	•	•	•	•				•	•	•
#25	•			•	•	•	•					•	•
#26			•	•	•							•	•
#27	•	•	•			•							
#28	•			•	•	•	•	•				•	•
#29	•	•		•	•		•					•	

Fonte: Autores (2023).

A divulgação desse trabalho pretende romper o paradigma de que para realizar a aplicação da RVI em sala de aula é necessário custo monetário elevado. A RVI pode ser de baixo custo e promover maior aprendizagem científica, porém é uma ferramenta pedagógica ainda pouco utilizada. Os relatos dos alunos que já utilizam a ferramenta é de que eles se sentem mais capacitados e orientados sobre os novos conceitos após manipular uma RV.

No caso das Ciências Biológicas, os conteúdos exigem dos alunos a habilidade de visualização tridimensional, mas, no ensino tradicional, essa

observação é mais ineficaz se comparada a da utilização da ferramenta de RVI. Essa favorece de modo significativo a visualização de múltiplas dimensões.

A RVI para o ensino de Microbiologia ainda é capaz de facilitar o entendimento das reações bioquímicas que esses organismos realizam e potencializar o entendimento dos alunos sobre o método científico investigativo.

Assim, a RVI no Ensino da Biologia, como um todo, favorece as habilidades cognitivas e espaciais, motiva os alunos a obterem um maior desempenho na disciplina e solidifica o saber de conteúdos abstratos.

3.2.1 Aspecto negativo do uso de uma RV no espaço educacional

Como sabemos, à RV vem sendo cada vez mais aplicada e aprimorada na área de educação. Os recursos digitais, no ensino, trazem resultados de grande aprendizagem desde que os alunos consigam explorar essa nova tecnologia (HOLDER; BETHEA-HAMPTON, 2019).

Ao fazer uso de um novo método educacional, os professores devem adequar esse material para tal fim, permitindo que os alunos aprendam os novos conhecimentos com uma tecnologia de fácil uso. A aplicação de um recurso tecnológico educacional vai muito além do funcionamento da caneta e papel, ao qual os alunos estão familiarizados desde infância. É preciso entender o manuseio do *software*, como estão distribuídos os ícones da tela, para que serve cada um deles e outras funcionalidades intrínsecas que podem dificultar o desenvolvimento da aprendizagem dos alunos (SHIH, 2019).

Estudos recentes apontam que a sobrecarga carga cognitiva foi identificada como um fator limitante do uso da RV para fins educacionais. Segundo a teoria da sobrecarga cognitiva descreve que no momento de aprendizagem há uma distribuição da memória cerebral. Assim a complexidade das informações, dentro de um SE, contribui para a sobrecarga carga cognitiva intrínseca, isto é, existem informações além do conhecimento, como, por exemplo, o layout de uma página de website. Deste modo, são necessárias habilidades que precisam ser aprendidas ou lembradas (ESSMILLER, 2020).

Existem algumas tecnologias computacionais que, devido às suas peculiaridades, como a RV, acabam sendo restritas a apenas poucas instituições de ensino, uma vez que o uso adequado dessas tecnologias educacionais demanda tempo de amadurecimento que promova fácil manipulação da ferramenta e custo acessível.

É cada vez mais comum o desenvolvimento de aplicativos de RV para diversos campos da Educação, como a própria Engenharia e Medicina. Esses são comumente elaborados por especialistas da área da computação que, em muitos casos, desenvolvem protótipos que nem sempre chegam aos usuários finais (professores e alunos). Tampouco esses materiais são aplicações dirigidas ao público apropriado. O uso eficaz dessas tecnologias depende de um completo e coerente levantamento dos requisitos para a elaboração do aplicativo de RV (MARTINS; PAIVA GUIMARÃES, 2012).

Estudos como o de Alcantara *et al.* (2011) relatam que, mesmo após o levantamento dos requisitos para melhor eficiência do *software*, esse não é utilizado da maneira correta: a pesquisa dos requisitos foca no desenvolvedor, não envolvendo os potenciais do aplicativo necessários aos usuários finais e à realidade das escolas que poderiam utilizá-lo.

4. O PRODUTO EDUCACIONAL

Após a criação e montagem do Guia-Didático, aplicou-se, esse na oficina, na XI Semana de Integração do IFPR- campus Londrina, como o título, “Criando um aplicativo de Realidade Virtual para Biologia”, para apresentar o programa OpenSpace3D e capacitar os discentes do curso de Ciências Biológicas, a criarem ambientes de ensino virtual de maneira gratuita e de baixo custo. Assim para aplicar esta oficina produzimos um plano de aula (ANEXO A), essa teve o intuito de unir o Ensino de Biologia com a Realidade Virtual, sendo esta, um recurso didático inovador.

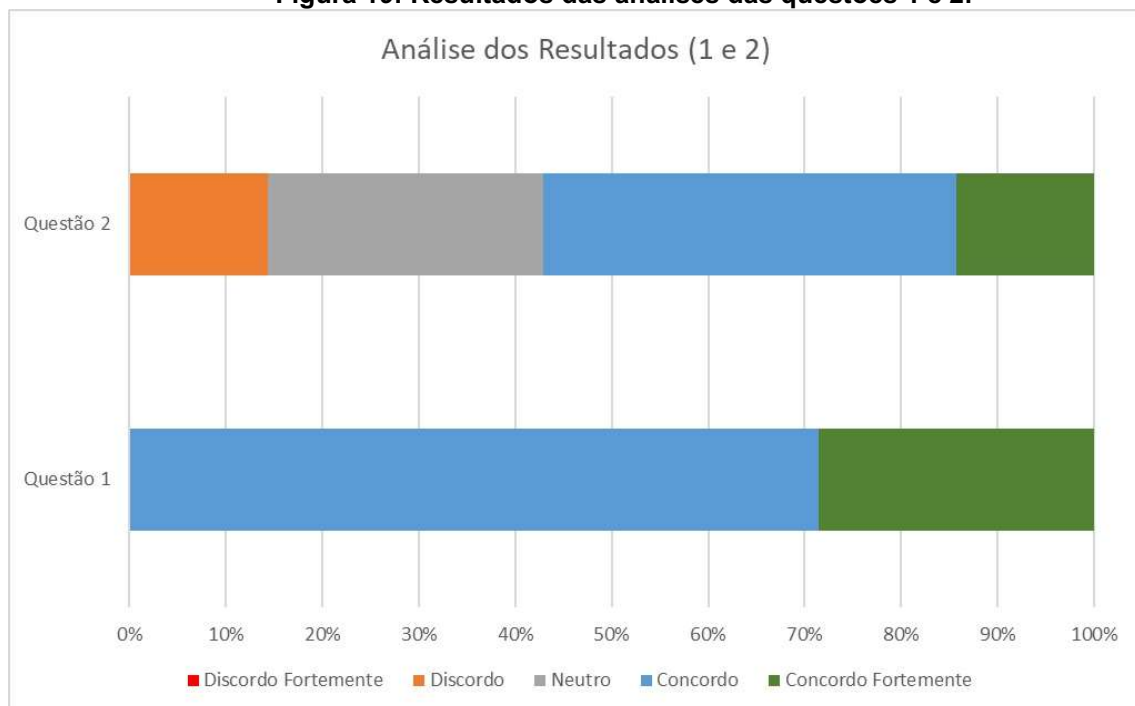
Nesta oficina apresentamos o layout do programa OpenSpace3D para os alunos, expusemos, o produto educacional, isso é, o passo a passo do guia-didático (ANEXO B). Com auxílio do guia-didático, instruímos as operações a

serem realizadas para criação de um Ambiente Virtual de Microbiologia no programa OpenSpace3D como recurso didático. Relembramos que o OpenSpace3D é um programa de download gratuito. Em anexo C apresentamos a certificado da realização da oficina.

Nessa mesma oficina, também, obtivemos uma coleta de dados, com o questionário que está no anexo D. Os estudantes responderam 10 questões, as questões de 1 a 3 eram questões abertas, já as questões de 4 a 10, utilizavam a Escala de Likert. Vale ressaltar que os estudantes realizaram este questionário e antes de respondê-lo, leram e assinaram o Termos de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (ANEXO E) para que esses resultados pudessem utilizados.

Nas respostas das questões 1 e 2 (figura 19), a maioria dos estudantes afirmam que o Guia didático auxilia a compreensão na programação do Ambiente Virtual no OpenSpace3D, e é bem explicativo.

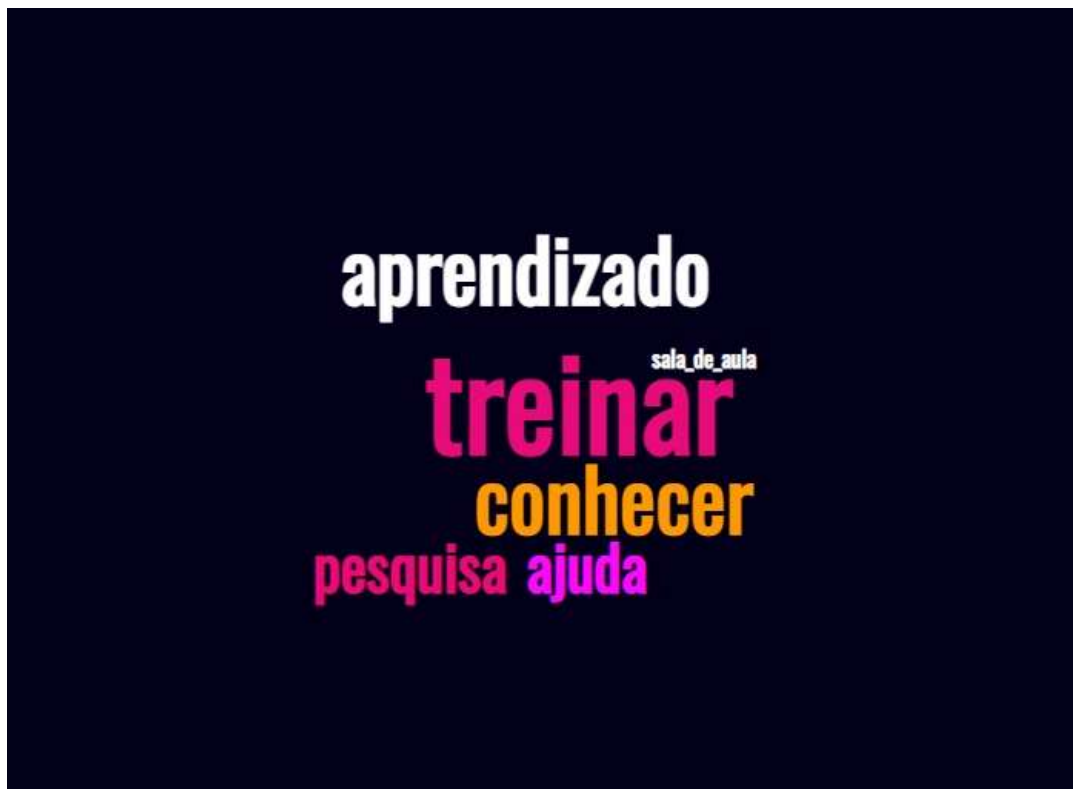
Figura 19: Resultados das análises das questões 1 e 2.



Fonte: Autores (2023).

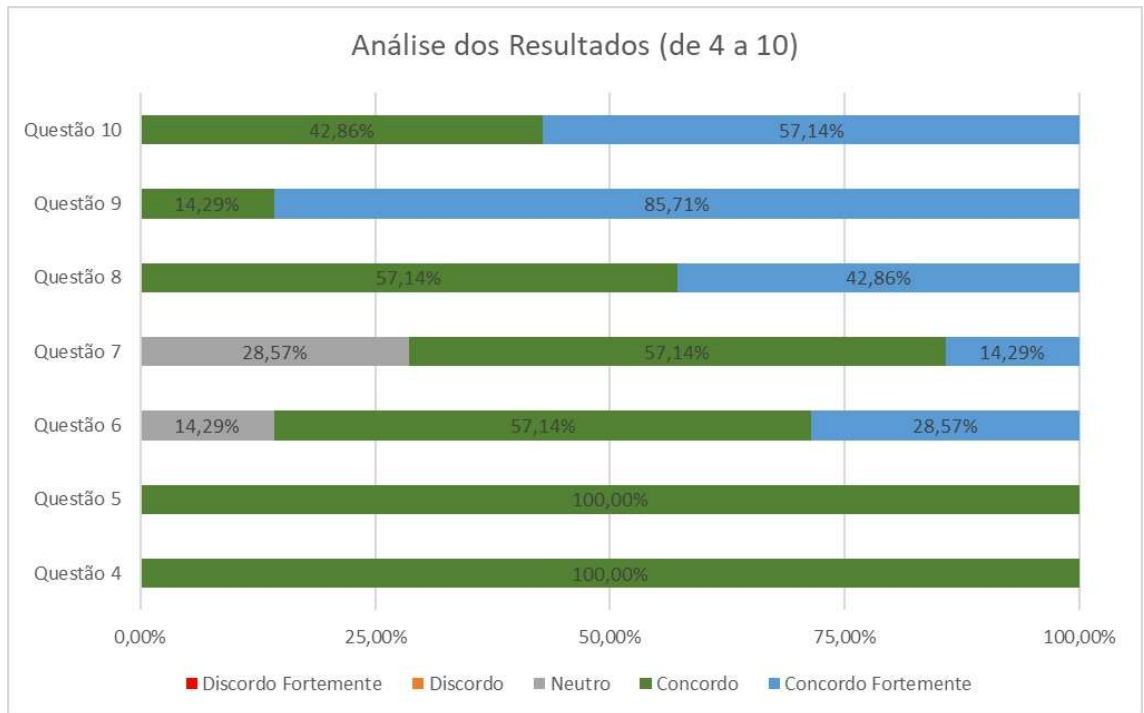
Na questão 3 (figura 20), sobre a apropriação da plataforma OpenSpace3D, os estudantes acreditam que precisariam de mais tempo manuseando o programa para poderem levar esse material para sala de aula.

Figura 20: Figura ilustrativa da análise do resultado das respostas da questão 3.



Fonte: Autores (2023).

A figura 21, a seguir, mostra os resultados das questões de 4 a 10, sendo que na questão 4 e 5, 100% dos estudantes concordam que a plataforma OpenSpace3D é de fácil navegação, e que seus ícones de funções são bem representativos. Na questão 6 e 7, mais de 50% dos estudantes concordam que ocorreu boas instruções na instalação e manuseio do programa. Já na questão 8, os licenciando concordam que se sentiram encorajado e empolgados em criar novos ambientes em RV. Nas questões 9 e 10, mais de 50% dos estudantes concordam fortemente que o tutorial facilitou a exploração do novo ambiente de aprendizagem.

Figura 21: Análises dos resultados das respostas das questões 4 a 10.

Fonte: Autores (2023).

5. CONCLUSÃO

Tendo em vista que o objetivo deste trabalho que foi analisar a viabilidade da Realidade Virtual, como o uso de laboratórios virtuais para ensino de Microbiologia, construiu-se a Revisão de Sistemática da Literatura a partir da análise dos 30 artigos selecionados. Foi possível comprovar que o uso de Laboratórios Virtuais promove aprendizagem significativa para os estudantes, além de ter um custo menor quando comparado a um laboratório físico.

Durante a revisão sistemática da literatura, foi possível averiguar os objetivos específicos. Verificou-se que uso da Realidade Virtual para a criação de Laboratórios Virtuais com foco no ensino de Microbiologia é mais recorrente do que a exploração dos microrganismos, e alguns desses Laboratórios já existem e são utilizados por diversas universidades. Além disso, os Laboratórios de RV trazem inúmeros benefícios, como a ressignificação de conceitos abstratos, a ativação motora dos alunos e a autonomia de aprendizagem dos estudantes, com isso, os usuários conseguem realizar a exploração do ambiente virtual sem risco de contaminação biológica. Destaca-se, também, alguns aspectos

negativos como, a falta de compreensão - por parte dos discentes - de uma nova tecnologia, o aumento da carga cognitiva de aprendizagem e o uso incorreto do ambiente virtual.

Com relação ao problema de pesquisa, foi possível verificar a existência de Laboratórios Virtuais com foco no ensino de Microbiologia, como, por exemplo, a Coloração de Gram. Esse tipo de laboratório favorece a aprendizagem efetiva dos estudantes, contudo, ainda não há documentos que relatam como adaptar tais Laboratórios a determinada função de manuseio dos microrganismos, por exemplo, ou qualquer outra instrução para executar essa adaptação, e se seria possível sua execução por uma pessoa leiga da programação.

Foi criado um guia-didático com o passo a passo de como iniciar a construção de um ambiente de realidade virtual para o ensino de Microbiologia, no programa OpenSpace3D, que foi aplicado em uma oficina. Nesta oficina foi realizada uma coleta de dados, no qual, por meio da análise dos dados, verificamos que houve uma boa recepção dos alunos com relação ao guia-didático.

Os resultados mostraram que, a RV Imersiva aplicada ao ensino de Microbiologia é um recurso inovador que promove a aprendizagem de conceitos abstratos com auxílio das figuras 3D, facilitando a conversão de conceitos subjetivos para conceitos concretos. Nos Laboratórios de realidade virtual, por exemplo, a imersão efetiva pode possibilitar a compreensão dos diferentes microrganismos como fungos e bactérias. Tais laboratórios se tornaram uma peça fundamental durante a pandemia, pois com este recurso os estudantes puderam realizar suas práticas laboratoriais no espaço virtual.

Pretende-se dar continuidade ao projeto e criar, nosso SE, um Laboratório de RV para o ensino de Microbiologia, permitindo que os estudantes façam a exploração dos microrganismos, possibilitando até mesmo que eles percorram as estruturas de vírus, algo que, para ser realizado em um laboratório físico, tem o custo maior, e necessita de um alto nível de biossegurança, podendo chegar ao ND-4.

6. CONTRIBUIÇÕES DESSA DISSERTAÇÃO

Como contribuições temos o resultado do Mapeamento Sistemático, no qual foi possível filtrar 30 artigos que respondiam nossas perguntas sobre a RV no ensino de Microbiologia e como esse recurso pode ser utilizado em sala de aula.

Tivemos a produção do Guia didático, que estará disponível no site: http://labvisual.cp.utfpr.edu.br/manuais/guia_didatico_openspace3d.pdf esse é único, pois traz como realizar os primeiros passos na programação no OpenSpace3D, em português.

Temos, também, publicações, recentes, que corroboram com nosso projeto que enfatizam o benefício e avanço da Ciência com uso de Laboratórios Virtuais para o Ensino de Microbiologia. São eles:

- “A Proposal Tool for Immersive MicroBiology Teaching Tool”, publicado no Workshop De Teses E Dissertações: Anais Estendidos Do XXIII Simpósio De Realidade Virtual E Aumentada, 2021, disponível em: https://sol.sbc.org.br/index.php/svr_estendido/article/view/17651
- A Low-Cost Vr Imersive Learning Tool For Microbiology, publicado na Trilha De Educação – Artigos Curtos: Anais Estendidos Do XX Simpósio Brasileiro De Jogos E Entretenimento Digital, 2021, disponível para download: https://sol.sbc.org.br/index.php/sbgames_estendido/article/download/19700/19528/
- A Brief Review of Immersive Virtual Environments for Teaching Microbiology, publicado na XVI Conferência Latino-Americana sobre Tecnologias de Aprendizagem (LACLO), 2021, disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9725231>

E uma publicação na revista Iberoamericana de Tcnologias Educacionais, que tem como título: “A Systematic Mapping Study on Low Cost Immersive Virtual Reality for Microbiology”, disponível em <https://ieeexplore.ieee.org/document/10056280>.

REFERÊNCIAS

AFONSO, G. B. et al. Potencialidades e fragilidades da realidade virtual imersiva na educação. **Revista Intersaberes**, v. 15, n. 34, 2020.

ALCANTARA, N. et al (2011) “Um Laboratório Virtual De Física Baseado Em Realidade Aumentada: Uma Alternativa Para O Ensino De Eletricidade”. In: ICECE 2011 VII International Conference on Engineering and Computer Education, 2011, Guimarães. **Anais do ICECE 2011 VII International Conference on Engineering and Computer Education**.

ALVES, J. F.; DA SILVA, L. B.; DOS REIS, D. A. Reflexões sobre metodologias do ensino de Biologia. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 8, p. e850985951-e850985951, 2020.

ALVES. M.C Teste t Student. **Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” Seção Técnica de Informática**. Piracicaba, 2017. Disponível em: <http://cmq.esalq.usp.br/wiki/lib/exe/fetch.php?media=publico:syllabvs:lcf5759a:teste_t.pdf> . Acesso em: 28 fev. 2023.

ALVIM, A.; COUTO, B. R. G. M.; GAZZINELLI, A. Risk factors for Healthcare-Associated Infections caused by KPC-producing Enterobacteriaceae: a case-control study. **Enfermería Global**, v. 19, n. 2, p. 257-286, 2020.

ARNOLD, R. S. et al. Emergence of bacteria producing Klebsiella pneumoniae carbapenemase (KPC). **Southern medical journal**, v. 104, n. 1, p. 40, 2011.

AUSBURN, L. J.; AUSBURN, F. B. Desktop virtual reality: A powerful new technology for teaching and research in industrial teacher education. **Journal of Industrial Teacher Education**, v. 41, n. 4, p. 1-16, 2004.

BAILENSEN, J. N.; et al. The use of immersive virtual reality in the learning sciences: Digital transformations of teachers, students, and social context. **The Journal of the Learning Sciences**, v. 17, n. 1, p. 102-141, 2008.

BARBOSA, F. H. F.; DE LIMA BARBOSA, L P. J. Alternativas metodológicas em Microbiologia-viabilizando atividades práticas. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 10, n. 2, p. 134-143, 2010.

BARBOSA, F.G.; OLIVEIRA, N.C. Estratégias para o Ensino de Microbiologia: uma Experiência com Alunos do Ensino Fundamental em uma Escola de Anápolis-GO. **Revista de Ensino, Educação e Ciências Humanas**, Londrina – PR, v. 16, n. 1, p. 5-13, jan. 2015.

BAUMANN-BIRKBECK, L. et al. Can a virtual microbiology simulation be as effective as the traditional Wetlab for pharmacy student education?. **BMC medical education**, v. 21, n. 1, p. 1-10, 2021.

BENNETT, L. A.
The potential and uniqueness of virtual environments for education. **New Horizons in Adult Education and Human Resource Development**, v. 22, n. 3-4, p. 53-59, 2008.

BENNETT, J. A.; SAUNDERS, C. P. A virtual tour of the cell: Impact of virtual reality on student learning and engagement in the STEM classroom. **Journal of microbiology & biology education**, v. 20, n. 2, 2019.

BRAGA, M. Realidade virtual e educação. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 1, n. 1, 2001.

BRASIL. **Lei nº 11.892 de 29 de dezembro de 2008**. Institui a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica, cria os Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia, e dá outras providências. Diário Oficial da república Federativa do Brasil. Brasília, DF, 30/12/2008, P. 1.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Superior. **Parecer CNE/CES 1.301/2001. Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Ciências Biológicas.** Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES1301.pdf>>. Acesso em: 26/01/2021

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Superior. **Resolução CNE/CES de 7, de 11 de março de 2002. Estabelece as Diretrizes Curriculares para os cursos de Ciências Biológicas.** Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES07-2002.pdf>>. Acesso em: 26 jan. 2021

BRASIL. Ministério da Educação. Instituto Federal do Paraná. **Resolução Nº 26, de 23 de outubro de 2014. Autoriza a criação do Curso Superior de Licenciatura em Ciências Biológicas, no Câmpus Londrina, do IFPR.** Disponível em: <<https://reitoria.ifpr.edu.br/resolucao-262014/>>. Acesso em: 26 jan. 2021

BRASIL. Ministério da Educação. Instituto Federal do Paraná. **Resolução Nº 19 de 24 de março de 2017. Estabelece a Política Institucional de formação de profissionais do magistério da Educação Básica no IFPR e aprova o Regulamento para Projeto Pedagógico de Curso de Licenciatura no IFPR.** Disponível em: <<http://reitoria.ifpr.edu.br/resolucao-192017/>>. Acesso em: 26 jan. 2021

BRASIL. Ministério da Educação. **Rede Federal**, 2018. Disponível em <<http://portal.mec.gov.br/rede-federal-inicial/>>. Acesso em: 27 fev. 2022

BRICK, B. et al. Multilingual immersive communication technology: repurposing virtual reality for Italian teaching. **New educational landscapes: innovative perspectives in language learning and technology**, v. 5, 2019.

BRUDER, G.; STEINICKE, F.; HINRICHS, K. Estimation of virtual interpupillary distances for immersive head-mounted displays. In: **Proceedings of the 7th Symposium on Applied Perception in Graphics and Visualization**. 2010. p. 168-168.

BÔAS, R. C. V.; JUNIOR, A. F. N.; MOREIRA, F. M. S. Utilização de recursos audiovisuais como estratégia de ensino de Microbiologia do Solo nos ensinos fundamental II e Médio. **Revista Práxis**, v. 10, n. 19, 2018.

CABELLEIRA, P.; CABELLEIRA, P. A.; MARTINS, M. A. R. A Construção De Um Dispositivo Complexo De Aprendizagem Para O Ensino Da Microbiologia. **Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão**, v. 10, n. 1, 2018.

CAMERON, I. et al. Development and Deployment of a Library of Industrially Focused Advanced Immersive VR Learning Environments. **Advances in Engineering Education**, v. 1, n. 2, p. n2, 2008.

CASTANHO, V. A. P. et al. **Surtos epidémicos: a evolução da comunicação ao longo dos tempos**. 2018. Dissertação – Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias. Lisboa. 2018

CASSANTI, A. C. et al. Microbiologia democrática: estratégias de ensino-aprendizagem e formação de professores. **Enciclopédia Biosfera**, v. 8, p. 1-23, 2008.

CELIK, C.; GUVEN, G.; CAKIR, N. K. Integration of mobile augmented reality (MAR) applications into biology laboratory: Anatomic structure of the heart. **Research in Learning Technology**, v. 28, 2020.

CHOI, Kup-Sze et al. A virtual reality based simulator for learning nasogastric tube placement. **Computers in Biology and Medicine**, v. 57, p. 103-115, 2015.

COXON, M. et al. Realidade virtual imersiva na sala de aula de psicologia: que finalidade ela poderia servir?. **Revista de Ensino de Psicologia**, v. 19, n. 1, 2013.

DE GAUQUIER, L.; et al. Leveraging advertising to a higher dimension: experimental research on the impact of virtual reality on brand personality impressions. **Virtual Reality**, v. 23, n.6 3, p. 235-253, 2019.

DETYNA, M.; KADIRI, M. Virtual reality in the HE classroom: feasibility, and the potential to embed in the curriculum. **Journal of Geography in Higher Education**, v. 44, n. 3, p. 474-485, 2020.

DEMO, P. Pesquisa qualitativa: busca de equilíbrio entre forma e conteúdo. **Revista Latino-americana de enfermagem**, v. 6, p. 89-104, 1998.

DOOLEY, K. Storytelling with virtual reality in 360-degrees: a new screen grammar. **Studies in Australasian Cinema**, v. 11, n. 3, p. 161-171, 2017.

DUSTMAN, W. A.; KING-KELLER, S.; MARQUEZ, R. J. Development of gamified, interactive, low-cost, flexible virtual microbiology labs that promote higher-order thinking during pandemic instruction. **Journal of microbiology & biology education**, v. 22, n. 1, p. ev22i1. 2439, 2021.

ESSMILLER, K. et al. Exploring mixed reality based on self-efficacy and motivation of users. **Research in Learning Technology**, v. 28, 2020.

FARIAS DANTAS, É.; RAMALHO, D. F. O uso de diferentes metodologias no ensino de Microbiologia: Uma revisão sistemática de literatura. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 8. 2020.

FERREIRA, E. A. G. **Postura e controle postural**: desenvolvimento e aplicação de método quantitativo de avaliação postural. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, v. 144, 2005.

FERNANDES, R. B. **Realidade virtual em Arquitetura**: alternativa de baixo custo. 2018. 136 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) — Universidade de Brasília, Brasília, 2018.

FIGUEIRAL, A. C. D.; FARIA, M. G. I. Klebsiella pneumoniae Carbapenemase: um problema sem solução. **Brazilian Journal of Surgery and Clinical Research**, v. 9, n. 1, p. 45-48, 2015.

FREIRE, F. M. P.; PRADO, M. E. B. B. Projeto Pedagógico: Pano de fundo para escolha de um software educacional. **O computador na sociedade do conhecimento**, v. 1, 1999.

FONSECA, L. M. **Análise de interação em um jogo educacional de simulação com óculos de realidade virtual de baixo custo**. 2019. 132 f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2019.

FORTE, C. E.; KIRNER, C. Usando realidade aumentada no desenvolvimento de ferramenta para aprendizagem de física e matemática. In: 6º Workshop de Realidade Virtual e Aumentada, **Anais...** Santos-SP: UNISANTA. 2009. P. 1-6.

GALVAO, T.F.; PEREIRA, M.G. Revisões sistemáticas da literatura: passos para sua elaboração. **Epidemiol. Serv. Saúde**, Brasília , v. 23, n. 1, p. 183-184, mar. 2014 . Disponível em <http://scielo.iec.gov.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1679-49742014000100018&lng=pt&nrm=iso>. Acesso: 21 abr. 2022

GODOY, A. S. Pesquisa qualitativa: tipos fundamentais. **Revista de Administração de empresas**, v. 35, n. 3, p. 20-29, 1995.

HERINGER, R. Democratização da educação superior no Brasil: das metas de inclusão ao sucesso acadêmico. **Revista Brasileira de Orientação Profissional**, v. 19, n. 1, p. 7-17, 2018.

HOLDER, A.; BETHEA-HAMPTON, T. The Results of Using Open Educational Resources and Virtual Reality in Higher Education. **Association Supporting Computer Users in Education**, 2019.

HOWLAND, A. C. et al. Desenvolvendo um centro de avaliação virtual. **Consulting Psychology Journal: Practice and Research**, v. 67, n. 2, p. 110, 2015.

JOHNSTON, A. P.R. et al. Journey to the centre of the cell: Virtual reality immersion into scientific data. **Traffic**, v. 19, n. 2, p. 105-110, 2018.

JOJI, R. M. et al. Perception of online and face to face microbiology laboratory sessions among medical students and faculty at Arabian Gulf University: a mixed method study. **BMC Medical Education**, v. 22, n. 1, p. 1-12, 2022.

KELEŞ, D. et al. The effect of virtual laboratory simulations on medical laboratory techniques students' knowledge and vocational laboratory education. **Turkish Journal of Biochemistry**, v. 47, n. 4, p. 529-537, 2022.

KELLER, T. et al. Virtual Reality at Secondary School--First Results. **International Association for Development of the Information Society**, 2018.

KOK, Yih-Yih; ER, Hui-Meng; NADARAJAH, V. D. An Analysis of Health Science Students' Preparedness and Perception of Interactive Virtual Laboratory Simulation. **Medical Science Educator**, v. 31, n. 6, p. 1919-1929, 2021.

KURILOVAS, E. Evaluation of quality and personalisation of VR/AR/MR learning systems. **Behaviour & Information Technology**, v. 35, n. 11, p. 998-1007, 2016.

KURODA, M. et al. Identification of genes stimulated by interferon that attenuate Ebola virus infection. **Nature Communications**, v. 11, n. 1, p. 1-14, 2020.

LABOVITZ, J.; HUBBARD, C. The Use of Virtual Reality in Podiatric Medical Education. **Clinics in podiatric medicine and surgery**, v. 37, n. 2, p. 409-420, 2020.

LIN, Y. H.; DE OLIVEIRA, M. C. Avaliação de Software utilizando MAEP: Uma Análise do Protótipo de um Simulador Imersivo de Realidade Virtual. **Anais SULCOMP**, v. 9, 2018.

LEE, J. et al. Exploring the front touch interface for virtual reality headsets. In: **Proceedings of the 2016 chi conference extended abstracts on human factors in computing systems**. 2016. p. 2585-2591.

LÓPEZ, J. M. S. et al. Application of the ubiquitous game with augmented reality in Primary Education. Comunicar. **Media Education Research Journal**, v. 27, n. 2, 2019.

LUZ, P. M. et al. **Biological Sciences Foundations**, Ponta Grossa. Atena, 2019. cap 7, p. 61-72.

MADIGAN, M. T. et al. **Microbiologia de Brock-14ª Edição**. Artmed Editora, 2016.

MAKHKAMOVA, A. et al. Towards a taxonomy of virtual reality usage in education: a systematic review. **Augmented reality and virtual reality**, p. 283-296, 2020.

MAKRANSKY, G. et al. Equivalence of using a desktop virtual reality science simulation at home and in class. **Plos one**, v. 14, n. 4, p. e0214944, 2019.

MAKRANSKY, G.; LILLEHOLT, L.; AABY, A. Development and validation of the Multimodal Presence Scale for virtual reality environments: A confirmatory factor analysis and item response theory approach. **Computers in Human Behavior**, v. 72, p. 276-285, 2017.

MAKRANSKY, G.; TERKILDSEN, T. S.; MAYER, R. E. Adding immersive virtual reality to a science lab simulation causes more presence but less learning. **Learning and Instruction**, v. 60, p. 225-236, 2019.

MAKRANSKY, G.; THISGAARD, M. W.; GADEGAARD, H. Virtual simulations as preparation for lab exercises: Assessing learning of key laboratory skills in microbiology and improvement of essential non-cognitive skills. **PloS one**, v. 11, n. 6, p. e0155895, 2016.

MARÔCO, J. Análise Estatística com o SPSS Statistics.: 7ª ed°. **ReportNumber**, Lda, 2018.pg,412.

MARTINS, V. F; DE PAIVA GUIMARÃES, M. Desafios para o uso de Realidade Virtual e Aumentada de maneira efetiva no ensino. In: **Anais do Workshop de Desafios da Computação Aplicada à Educação**. 2012. p. 100-109.

MIYAMOTO, M. et al. Developing a Virtual Lab to Teach Essential Biology Laboratory Techniques. **Journal of Biocommunication**, v. 43, n. 1, 2019.

MORIMOTO, J.; PONTON, F. Virtual Reality in Biology: Can We Become Virtual Naturalists? **Preprints.org**. 2020.

NACHIMUTHU, K.; VIJAYAKUMARI, G. Virtual Reality Enhanced Instructional Learning. **Journal of Educational Technology**, v. 6, n. 1, p. 1-5, 2009.

NETTO, A. V.; MACHADO, L. S.; OLIVEIRA, M. C. F. Realidade virtual- definições, dispositivos e aplicações. **Revista Eletrônica de Iniciação Científica-REIC. Ano II**, v. 2, p. 34, 2002.

NICOLAZZI, F. F. A educação no Brasil hoje: o fundamental e o fundamentalismo. **Direitos humanos em debate: educação e marcadores sociais da diferença**. Porto Alegre: CirKula, 2019. p. 73-75, 2019.

NORDMANN, P.; CUZON, G.; NAAS, T. The real threat of *Klebsiella pneumoniae* carbapenemase-producing bacteria. **The Lancet infectious diseases**, v. 9, n. 4, p. 228-236, 2009.

OLIVEIRA, P. B. L.; MORBECK, L. L. B. Contextualizando o ensino de Microbiologia na Educação Básica e suas contribuições no processo de Ensino-Aprendizagem/Contextualizing the Teaching of Microbiology in Basic Education and its Contributions in the Teaching-Learning Process. **ID on line REVISTA DE PSICOLOGIA**, v. 13, n. 45, p. 450-461, 2019.

PAIXÃO, G. C. et al. Paródias no ensino de Microbiologia: a música como ferramenta pedagógica. **Revista Eletrônica de Comunicação, Informação e Inovação em Saúde**, v. 11, n. 1, 2017.

PAPERT, S. Máquina das Crianças: Repensando a Escola na Era da Informática. **Revista entreideias: educação, cultura e sociedade**, v. 2, n. 12, 2008.

PAXINOU, E. et al. A 3D virtual reality laboratory as a supplementary educational preparation tool for a biology course. **European Journal of Open, Distance and E-learning**, v. 21, n. 2, 2018.

PAXINOU, E. et al. Achieving educational goals in microscopy education by adopting virtual reality labs on top of face-to-face tutorials. **Research in Science & Technological Education**, p. 1-20, 2020.

PAXINOU, E. et al. Implementation and Evaluation of a Three-Dimensional Virtual Reality Biology Lab versus Conventional Didactic Practices in Lab Experimenting with the Photonic Microscope. **Biochemistry and Molecular Biology Education**, v. 48, n. 1, p. 21-27, 2020.

POTANE, J.; BAYETA JR, R. Virtual Learning through PhET Interactive Simulation: A Proactive Approach in Improving Students' Academic Achievement in Science. **Available at SSRN 3166565**, 2018.

REEN, F. J et al. Developing Student Co-Designed Immersive Virtual Reality Simulations for Teaching of Challenging Concepts in Molecular and Cellular Biology. **FEMS Microbiology Letters**, 2022.

ROGERS, K. J. et al. Acute Plasmodium Infection Promotes Interferon-Gamma-Dependent Resistance to Ebola Virus Infection. **Cell reports**, v. 30, n. 12, p. 4041-4051, 2020.

RUBIO, K. A. J.; SEIXAS, F. A. V. Bactérias Produtoras De Carbapenemazes E Sua Importância Para A Saúde Pública. **Revista de Ciência Veterinária e Saúde Pública**, v. 4, p. 122-125, 2017.

SANKAR, M.; JEYACHANDRAN, S.; PANDI, B. Screening of inhibitors as potential remedial against Ebolavirus infection: pharmacophore-based approach. **Journal of Biomolecular Structure and Dynamics**, p. 1-14, 2020.

SARITAS, M. T. Chemistry Teacher Candidates' Acceptance and Opinions about Virtual Reality Technology for Molecular Geometry. **Educational Research and Reviews**, v. 10, n. 20, p. 2745-2757, 2015.

SHIBATA, T. Head mounted display. **Displays**, v. 23, n. 1-2, p. 57-64, 2002.

SHIH, Syuan-Lan et al. The difficulties and countermeasures of applying virtual reality to industrial design education. In: **Proceedings of the 2019 3rd International Conference on Education and Multimedia Technology**. 2019. p. 269-272.

SILVA, C.R.O. MAEP. **Um Método Ergopedagógico Interativo De Avaliação Para Produtos Educacionais Informatizados**. Florianópolis, 2002. 224 f. Tese de Doutorado. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) -Universidade Federal de Santa Catarina.

SILVA, S. F.; COLOMBO, A. V. Jogos: Uma Proposta Pedagógica no ensino da Microbiologia para o Ensino Superior/Games: A Pedagogical Proposal on

Microbiology Education for Higher Education. **ID on line REVISTA DE PSICOLOGIA**, v. 13, n. 45, p. 110-123, 2019.

SILVA, M. J. R. B.; DA COSTA GOMES, L. C. P.; DE MATOS, E. C. O. Maquetes para educação interativa em Microbiologia no estudo da morfologia de microrganismos. **Revista Brasileira de Educação e Saúde**, v. 8, n. 3, p. 62-66, 2018.

SIMÕES, C. M. S. B. **Infeções hospitalares bacterianas no século XXI**. Tese (Doutorado em Ciências farmacêuticas) - Universidade Fernando Pessoa Faculdade de Ciências da Saúde. Porto. 2016

SCHWARZ, C. V. et al. Developing a learning progression for scientific modeling: Making scientific modeling accessible and meaningful for learners. **Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching**, v. 46, n. 6, p. 632-654, 2009.

SON, J. Y. Comparing physical, virtual, and hybrid flipped labs for general education biology. **Online Learning**, v. 20, n. 3, p. 228-243, 2016.

STOPIGLIA, C. D. O. et al. **Microbiologia Vai À Escola–Atividades Práticas De Ensino**. 2019.

SUTHERLAND, I. E. A head-mounted three-dimensional display. In: **Proceedings of the December 9-11, 1968, fall joint computer conference, part I**. 1968. p. 757-764.

SWEENEY, Meredith O. et al. Customized virtual simulations provide an interactive lab experience. **Journal of microbiology & biology education**, v. 23, n. 1, p. e00331-21, 2022.

TAWDE, M.; MCLAUGHLIN, S. Implementing a Virtual Midterm to Identify Unknown Bacteria in a Microbiology Lab Course. **Journal of Microbiology & Biology Education**, v. 22, n. 1, p. ev2211. 2579, 2021.

THISGAARD, M.; MAKRANSKY, G. Virtual learning simulations in high school: Effects on cognitive and non-cognitive outcomes and implications on the development of STEM academic and career choice. **Frontiers in Psychology**, v. 8, p. 805, 2017.

TORI, R.; DA SILVA HOUNSELL, M. Introdução a realidade virtual e aumentada. **Interação**, v. 7, p. 11, 2020.

TORRES, B. B. et al. Um jogo didático para o ensino de Microbiologia. **Experiências em ensino de ciências**, v. 15, n. 1, p. 1-23, 2020.

TORTORA, G. J.; CASE, C. L.; FUNKE, B. R. **Microbiologia-12ª Edição**. Artmed Editora, 2016.

TU, X.; XIN, J.; ZHANG, R. Animação + Microbiologia Agrícola Desenvolvimento Curricular Interdisciplinar em RV no Contexto da Educação Colaborativa Indústria – Academia. In: **E3S Web of Conferences**. EDP Sciences, 2020. p. 01001.

VYGOTSKY, Lev Semenovich. **Mind in society: The development of higher psychological processes**. Harvard university press, 1980.

WANG, A. et al. Iterative user and expert feedback in the design of na ducational virtual reality biology game. **Interactive Learning Environments**, p. 1-18, 2019.

ZHANG, X. et al. How virtual reality affects perceived learning effectiveness: a task–technology fit perspective. **Behaviour & Information Technology**, v. 36, n. 5, p. 548-556, 2017.

ANEXOS

ANEXO A- Plano De Aula Da Oficina

PLANO DE AULA

Docente: Larissa Fernandes

Público: Curso: Lic. Biologia

Tempo: 150 min.

CONTEÚDOS: Programação na plataforma OpenSpace3D

OBJETIVOS:

- Compreender o layout do programa OpenSpace3D.
- Apresentar o passo a passo do guia-didático.
- Instruir, com auxílio do guia-didático, as operações a serem realizadas para criação de um Ambiente Virtual.
- Instigar os futuros docentes uso do programa OpenSpace3D como recurso didático.

PROCEDIMENTOS

- Explicar o funcionamento do Programação OpenSpace3D.
- Apresentar o guia-didático e esclarecer que o guia será disponibilizado para que os docentes possam fazer uso destes, em seus projetos individuais.
- Realizar um tutorial no programa OpenSpace3D de como criar do ambiente de RV.
- Apurar a interação dos alunos com Ambiente Virtual por eles.
- Aplicar um Teste com o questionário sobre o produto educacional, o uso do programa OpenSpace3D e o Ambiente Virtual.

DESENVOLVIMENTO DA AULA

No laboratório de informática instruiu os alunos a abrirem, no computador, o programa OpenSpace3D, apresentar seu layout e suas principais funções. Apresentar o guia-didático aos estudantes e disponibilizar a eles, para poderem seguir as instruções corretamente.

Com o auxílio do guia-didático realizaram um tutorial passo a passo de como criar um Ambiente de Realidade Virtual para o ensino de Microbiologia.

Aplicar o questionário de modo a verificar o que pode ser melhorado, as dificuldades dos alunos com relação ao programa OpenSpace3D e se ao explorar o Ambiente Virtual eles conseguem entender os conceitos abstratos da microbiologia.

MATERIAL: computadores e o programa OpenSpace3D.

ANEXO B: O Guia-Didático- Produto Educacional

O Guia-didático, como produto educacional está disponível no link http://labvisual.cp.utfpr.edu.br/manuais/guia_didatico_openspace3d.pdf e em um documento separado, deva a sua extensão.

ANEXO C- Certificado Da Oficina

Verifique o código de autenticidade 9193148.3633197.A.S.51957890951470 em <https://www.e-vev3.com.br/i/documents>

• Certificado

REPUBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO



INSTITUTO FEDERAL
Paraná



Certificamos que **Larissa Fernandes** participou da Oficina Pedagógica "Aplicativos de Realidade Virtual para Biologia" na XI Semana de Integração e Mostra de Trabalhos de Ensino, Pesquisa, Extensão, Inovação e Cultura do Campus Londrina/Astorga/Arapongas como **Palestrante**, evento realizado no período de 21 a 25/11/2022, contabilizando carga horária total de 02 horas.

Londrina, 31 de janeiro de 2023.


Kátia Socorro Bertolazi
Coordenadora de Pesquisa e Extensão
Matrícula SIAPE 2190469


Paulo Antonio Cyrano Pereira
Diretor de Ensino, Pesquisa e Extensão
Matrícula SIAPE 1760188



ANEXO D- Questionário Aplicado Na Oficina

1. Você, como futuro docente, acha possível que conseguiria desenvolver um programa de RV com o auxílio do Guia didático apresentado?
2. Você acha que o Guia didático é de fácil compreensão?
3. Você acha que conseguiria se apropriar da plataforma OpenSpace3D?

Nas perguntas a seguir faça a seguinte classificação:

discordo totalmente = 1

discordo = 2

não concordo nem discordo= 3

concordo = 4

concordo totalmente = 5

Com relação a programação na plataforma:

4. A interface da plataforma OpenSpace3D é de fácil navegação?
5. Os ícones da plataforma OpenSpace3D são legíveis e representam suas funções?
6. Na instalação do um programa, teve conselhos que orientam na instalação?
7. O programa acompanha um manual de instruções?
8. Você se sentia encorajado/ empolgado para criar novos ambiente de RV?

Com relação do Ambiente de realidade Virtual?

9. Antes da imersão na Realidade Virtual ocorreu algum tipo de tutorial para facilitar a exploração do ambiente?

10. O cenário pedagógico e os conteúdos do programa favoreceram o processo ativo e interno de assimilação e acomodação de novos conhecimentos para de sua aprendizagem?

ANEXO E-Termo De Consentimento Livre E Esclarecido (TCLE)**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)**

Você está sendo convidado(a) para participar, como voluntário(a), em uma pesquisa científica. Caso você não queira participar, não há problema algum. Você tem todo o direito de não querer participar do estudo, basta selecionar a opção correspondente no final desta página. Para confirmar sua participação você precisará ler todo este documento e depois selecionar a opção correspondente no final dele. Este documento se chama TCLE (Termo de Consentimento livre e esclarecido). Nele estão contidas as principais informações sobre o estudo, objetivo e benefícios.

Este TCLE se refere ao projeto de pesquisa “Revisão Sistemática sobre laboratórios virtuais para ensino de Microbiologia”, cujo objetivo é “Analisar a viabilidade, práxis e eficiência pedagógica da tecnologia de Realidade Virtual com dispositivo de baixo custo no ensino de Microbiologia”, esta pesquisa se faz necessária para verificar a utilização do novo recurso educacional. A pesquisa é constituída por “10” perguntas. A precisão de suas respostas é determinante para a qualidade da pesquisa. Você não será remunerado, visto que sua participação nesta pesquisa é de caráter voluntária.

Os pesquisadores garantem e se comprometem com o sigilo e a confidencialidade de todas as informações fornecidas por você para este estudo. Da mesma forma, o tratamento dos dados coletados seguirá as determinações da Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD – Lei 13.709/18).

Dados dos Pesquisadores:

Larissa Fernandes, (43) 998640478, larissa.1997@alunos.utfpr.edu.br

Eduardo Damasceno, (43) 999091783, damascno@utfpr.edu.br

CONSENTIMENTO DE PARTICIPAÇÃO

Eu, concordo em participar voluntariamente do presente estudo como participante. O pesquisador me informou sobre tudo o que vai acontecer na pesquisa, o que terei que fazer. O pesquisador me garantiu que eu poderei sair da pesquisa a qualquer momento, sem dar nenhuma explicação, e que esta

decisão não me trará nenhum tipo de penalidade ou interrupção de meu tratamento.

ACEITO PARTICIPAR ()

NÃO ACEITO PARTICIPAR ()

Assinatura: _____

O TCLE, assinado pelos alunos está em um documento separado.