

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO
DESIGN DE INTERAÇÃO

EDUARDO HIDEAKI NAKA AOKI
FERNANDA MAKI UCHIDA
JULIANA AYUMI KOGA
KATHLEEN YUMI SHIGENO

O IMPACTO DO DESIGN MULTISSENSORIAL NA EDUCAÇÃO IMERSIVA

SÃO PAULO
2021

EDUARDO HIDEAKI NAKA AOKI
FERNANDA MAKI UCHIDA
JULIANA AYUMI KOGA
KATHLEEN YUMI SHIGENO

O IMPACTO DO DESIGN MULTISSENSORIAL NA EDUCAÇÃO IMERSIVA

Trabalho apresentado à banca examinadora da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, como requisito para a obtenção do título de bacharel do curso de Design de Interação.

Orientadores: Prof. Dr. Newton Juniano Calegari e Prof. Dr. Diogo Cortiz da Silva

SÃO PAULO
2021

EDUARDO HIDEAKI NAKA AOKI
FERNANDA MAKI UCHIDA
JULIANA AYUMI KOGA
KATHLEEN YUMI SHIGENO

O IMPACTO DO DESIGN MULTISSENSORIAL NA EDUCAÇÃO IMERSIVA

Trabalho apresentado à banca examinadora da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, como requisito para a obtenção do título de bacharel do curso de Design de Interação.

Aprovado em: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Componente da Banca Examinadora – Afiliações

Componente da Banca Examinadora – Afiliações

Componente da Banca Examinadora – Afiliações

AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de agradecer a todos que, de forma direta ou indireta, nos ajudaram a tornar este projeto possível.

Aos nossos professores e orientadores Newton Calegari e Diogo Cortiz, que nos apresentaram caminhos a serem tomados durante a realização do projeto e estiveram sempre disponíveis para esclarecer dúvidas.

Ao professor Alexandre Vieira, que nos ajudou com a parte prática do projeto, auxiliando com dúvidas e problemas que tivemos com Softwares.

A Fabiana Raulino, que nos auxiliou com referências para a nossa pesquisa.

Aos professores entrevistados, que tomaram parte de seu tempo para nos auxiliarem com informações muito valiosas para a realização da pesquisa.

Ao Leonardo Yoniyama, que realizou a dublagem do personagem astronauta. Aos respondentes dos formulários, que nos ajudaram a averiguar algumas hipóteses ao responder o formulário.

As pessoas que realizaram o teste de usabilidade, que nos ajudaram a encontrar oportunidades de melhoria na aplicação desenvolvida no projeto.

A família e amigos, que a todo momento estiveram ao nosso lado nos dando suporte.

RESUMO

O design multissensorial é o ato de projetar experiências que envolvam os sentidos além da visão, envolvendo questões como a percepção de movimentos e propriedades físicas de objetos, assim como a resposta emocional associada aos mesmos. Dessa forma, é evidente a importância do design multissensorial ao projetar aplicações em realidade virtual, devido à sua natureza imersiva. A realidade virtual, por sua vez, é um meio que pode ser adaptado a diferentes estilos de aprendizagem e, portanto, é um tipo de tecnologia que tem potencial para ser explorada no meio educacional. Assim, este trabalho tem como principal objetivo validar a eficácia do uso do design multissensorial, através da realidade virtual, como ferramenta para o método de ensino não tradicional ao auxiliar no ensino de Astronomia para crianças do ensino fundamental, principalmente aquelas que apresentam Transtorno de Déficit de Atenção com Hiperatividade (TDAH). O estudo foi feito através de pesquisas bibliográficas, estudos de caso, entrevistas, testes de usabilidade com um protótipo de baixa fidelidade, que culminou na construção de uma aplicação em realidade virtual. Através disso, foi possível notar que, a implementação do design multissensorial tem potencial para se tornar uma ferramenta que traz benefícios à sala de aula.

Palavras-chave: Design multissensorial. Realidade virtual. Usabilidade. TDAH.

ABSTRACT

Multisensory design is to project experiences that involve senses beyond sight, such as motion perception and objects' physical properties, as well as people's emotional responses regarding those. Therefore, multisensory design is clearly important when projecting virtual reality applications, due to its immersive nature. virtual reality, in turn, is a resource that can be adapted to many teaching styles, thus being a technology with a potential yet to be explored. Accordingly, this work's primary objective is to validate the effectiveness of multisensory design through virtual reality in an educational scenario when teaching children about Astronomy, focusing on those who have presented Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD). The research went through bibliographic research, case study, interviews and usability tests with a low fidelity prototype, which finally ended in a virtual reality application. Through that, it was possible to note that the implementation of multisensory design in education has potential to become a valuable tool inside the classroom.

Keywords: Multisensory Design. Virtual Reality. Usability. ADHD.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Representação da regra da mão direita	24
Figura 2 – Interface de desktop da plataforma, que permite professores ou alunos criarem desafios para outros participantes.....	31
Figura 3 – Estudantes japoneses executam a ação solicitada em um cenário de uma cozinha virtual para revelar a palavra em inglês, completar o desafio e avançar para a próxima fase.....	31
Figura 4 – Gráfico das palavras lembradas pelos participantes após e uma semana depois do teste	32
Figura 5 – Gráfico da porcentagem de palavras esquecidas de cada grupo, no período entre os testes.....	32
Figura 6 – Avatares infantis do projeto Inner Child.....	33
Figura 7 – Localização dos sensores do HTC Vive distribuídos pelo corpo.....	34
Figura 8 – Gráfico das palavras lembradas pelos participantes imediatamente, uma semana depois e duas semanas depois nos três grupos.....	35
Figura 9 – Quadro conceitual dos principais sistemas sensoriais envolvidos nos processos de aprendizagem, feito pela pesquisadora Daniela Marçal.....	36
Figura 10 – Imagem 1 entregue aos grupos para realização da primeira dinâmica de interpretação	36
Figura 11 – Imagem 2 entregue aos grupos para realização da primeira dinâmica da interpretação	37
Figura 12 – Protótipo de sequência de números, desenvolvido com baixa tecnologia	38
Figura 13 – Controle com sensores, colocado no braço do participante	40
Figura 14 – Controlador de objetos virtuais.....	40
Figura 15 – Participante cumprindo o desafio do movimento circular	41
Figura 16 – Gráfico em Pizza	47
Figura 17 – Gráfico em Pizza	48
Figura 18 – Gráfico em Pizza	48
Figura 19 – Gráfico em Barra	48
Figura 20 – Gráfico em Pizza	49
Figura 21 – Gráfico em Barra	49

Figura 22 – Imagem que demonstra o momento de uso da aplicação no processo de aprendizagem e o fluxo de telas da mesma.....	51
Figura 23 – Imagem do modelo 3D de Naiá visto de frente	52
Figura 24 – Imagem do modelo 3D de Naiá visto de costas	53
Figura 25 – Imagem do logo e suas variações.....	53
Figura 26 – Gráfico em Barra Imagem da paleta de cores.....	54
Figura 27 – Imagem das fontes.....	54
Figura 28 – Imagem dos elementos gráficos.....	55
Figura 29 – Imagem do storyboard	57
Figura 30 – Imagem da tela de início	58
Figura 31 – Imagem da tela de explicação geral.....	58
Figura 32 – Imagem da tela de explicação da interação	59
Figura 33 – Imagem da tela de explicação da Lua Cheia	59
Figura 34 – Imagem da tela de explicação da Lua Crescente.....	60
Figura 35 – Imagem da tela de explicação da Lua Nova	60
Figura 36 – Imagem da tela de explicação da Lua Minguante	61
Figura 37 – Respostas individuais.....	61
Figura 38 – Respostas individuais.....	62
Figura 39 – Gráfico em pizza	62
Figura 40 – Gráfico em Barra	62
Figura 41 – Gráfico em Barra	63
Figura 42 – Gráfico em Barra	63
Figura 43 – Gráfico em Barra	63
Figura 44 – Gráfico em Barra	64
Figura 45 – Respostas individuais.....	64
Figura 46 – Respostas individuais.....	64
Figura 47 – Respostas individuais.....	65
Figura 48 – Imagem da tela de início	66
Figura 49 – Imagem do primeiro ambiente.....	67
Figura 50 – Imagem do segundo ambiente	67
Figura 51 – Imagem do segundo ambiente	68
Figura 52 – Imagem do segundo ambiente, na parte interativa	68
Figura 53 – Imagem do segundo ambiente, na parte interativa explicando sobre a Lua Nova.....	69

Figura 54 – Imagem do segundo ambiente, na parte interativa explicando sobre a Lua Crescente.....	70
Figura 55 – Imagem do segundo ambiente, na parte interativa explicando sobre a Lua Cheia.....	70
Figura 56 – Imagem do segundo ambiente, na parte interativa explicando sobre a Lua Minguante.....	71

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Roteiro para estruturação do conteúdo	55
--------------------------------------------------------	----

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

RV/VR	-	Realidade Virtual/ <i>Virtual Reality</i>
TDAH/ADHD	-	Transtorno de Déficit de Atenção com Hiperatividade/ Attention Deficit Hyperactivity Disorder
RA/AR	-	Realidade Aumentada/ <i>Augmented Reality</i>
RM/MR	-	Realidade Mista/ <i>Mixed Reality</i>
LINC	-	Laboratório de Linguagem, Interação e Construção de Sentidos
DUA	-	Desenho Universal para Aprendizagem
MIT	-	Massachusetts Institute of Technology

Sumário

1	Introdução	13
1.1	Contextualização	13
1.2	Pergunta de pesquisa	14
1.3	Hipóteses	14
1.4	Objetivos	14
1.5	Metodologia	15
1.6	Justificativa	15
1.7	Resultados esperados	16
2	Fundamentação Teórica	17
2.1	Cenário da Educação	17
2.1.1	Metodologias não tradicionais	17
2.1.2	O contexto da educação na pandemia	19
2.1.3	O contexto de transição pós-pandemia	19
2.1.4	Crianças Neurodivergentes	20
2.2	Realidade Virtual	21
2.2.1	Realidade Virtual na Educação	22
2.2.2	Desafios	24
2.2.3	Realidade Aumentada	25
2.2.4	Realidade Mista	26
2.3	Percepção Multissensorial	26
2.3.1	Design Multissensorial	27
2.4	Interatividade	28
2.5	Integração do Design Multissensorial e a Imersão	29
3	Trabalhos relacionados	30
3.1	Kinesthetic Language Learning in Virtual Reality	30

3.2	Segundo Projeto - Design e educação: interfaces possíveis em situações de inclusão	35
3.3	Terceiro Projeto - Mathland Constructionist Mathematical Learning in the Real World Using Immersive Mixed Reality	38
4	Metodologia.....	42
4.1	Teoria Fundamentada nos Dados	42
4.1.1	Coleta de Dados	42
4.1.2	Codificação e categorização	43
4.1.3	Redação dos memorandos	44
4.1.4	Criação das teorias	44
4.2	Pesquisa Quantitativa	45
4.3	Testes de Usabilidade	45
5	Resultados e discussão	46
5.1	Resultados da Pesquisa Qualitativa	46
5.2	Análise da Pesquisa Quantitativa	47
5.3	Navegando no Espaço – Uma aplicação em VR para o aprendizado de astronomia	50
5.3.1	Identidade Visual e Personagem	51
5.3.2	Roteiro e Storyboard	55
5.3.3	Protótipo de Baixa Fidelidade e Teste de Usabilidade	58
5.3.4	Aplicação	65
6	Conclusões	72
7	Referências bibliográficas	73

1 Introdução

1.1 Contextualização

O seguinte documento tem como objetivo realizar um estudo sobre a relação do design multissensorial com a realidade virtual e como elas podem auxiliar no processo de aprendizado de crianças com ênfase em Transtorno de Déficit de Atenção com Hiperatividade (TDAH).

A ideia surgiu no contexto da pandemia do SARS-CoV-2, refletindo na dificuldade que as crianças podem ter em relação às aulas remotas. Até mesmo jovens estudantes são suscetíveis a desmotivação devido ao ensino à distância, com pouco contato social, por não estarem em um ambiente dedicado ao ensino ou pela exaustão, uma vez que o ambiente domiciliar acaba se tornando, também, o local de estudo. A necessidade apresentada por essa situação remete à mudança nos métodos tradicionais de ensino e uma possível aplicação de métodos alternativos como os propostos acima.

A volta às aulas presenciais no cenário do pós-pandemia trará com ela mais alguns desafios. A exclusão digital, ainda mais evidenciada na pandemia, é um deles. Isso somado a dependência de meios informáticos corroborou para um impacto negativo no processo de aprendizagem de diversos estudantes Brasil à fora.

O design multissensorial é projetar experiências que envolvam os sentidos além da visão. Isso inclui a percepção dos movimentos envolvidos na interação, nas propriedades físicas desses objetos, nos sentidos atribuídos a estes e na resposta estética e emocional da pessoa (HEKKERT e SCHIFFERSTEIN, 2008). Como resultado disso, o usuário experimenta diversas sensações sinestésicas, que gera uma maior imersão na experiência proposta pelo designer. Isso pode ser integrado com a realidade virtual, onde a imersão é primordial. A realidade virtual pode trazer diversos benefícios para o aprendizado infantil. É possível realizar viagens virtuais para diversos pontos interessantes, dando um sentimento de presença, desenvolver as soft skills com o contato com diferentes culturas, dentre muitos outros (GAROFALO, 2019).

1.2 Pergunta de pesquisa

O design multissensorial através da realidade virtual (RV) pode trazer benefícios ao processo de aprendizagem das crianças, em especial as com Transtorno de Déficit de Atenção com Hiperatividade (TDAH)?

1.3 Hipóteses

- É possível aplicar interfaces imersivas no aprendizado.
- Crianças com TDAH se beneficiam mais de métodos de ensino não tradicionais ligados à aplicação da realidade virtual.
- Foco no design multissensorial ajuda a viabilizar o uso de VR na educação.
- O uso de tecnologias imersivas torna o aprendizado mais intuitivo.
- Professores não precisarão de conhecimentos específicos para sua aplicação e também se beneficiarão de sua implementação.

1.4 Objetivos

Objetivo Geral

Analisar a eficácia do uso de realidade virtual aliada ao design multissensorial na educação, através de testes com um protótipo de uma aplicação.

Objetivos Específicos

- Analisar a aceitação do uso da realidade virtual e do design sensorial no aprendizado de crianças com TDAH.
- Mapear quais aspectos da realidade virtual são benéficos para a educação.
- Explorar o uso da multissensorialidade e realidade virtual na educação.

1.5 Metodologia

Pesquisa Bibliográfica

Será realizada uma revisão bibliográfica (GIL, 1999), a fim de estudar as pesquisas já realizadas nas áreas correspondentes e trazer informações teóricas relevantes.

Estudo de Caso

Com base nas informações obtidas, será feita uma análise do estado da arte e 3 estudos de caso (YIN, 2002).

Entrevistas e Teoria Fundamentalada

Será feita uma pesquisa qualitativa na forma de entrevista em profundidade com roteiro semiestruturado (SELLITZ, 1987). Com base nos resultados, faremos a análise dos dados coletados usando a Teoria Fundamentalada (CHARMAZ, 2009).

Teste de usabilidade

Para validar o funcionamento da interface pensada para a aplicação desenvolvida, serão realizados testes de usabilidade com pessoas das idades do nosso público-alvo.

1.6 Justificativa

Acreditamos que a realidade virtual permite que o aluno receba mais estímulos no processo de aprendizado. Segundo Lee e Wong (2014), a RV estimula a construção colaborativa do conhecimento, pois as informações ficam menos abstratas e mais contextualizadas. Além disso, o processo de aprendizado fica mais interativo e motivador para as crianças.

Mariluci Braga (2001) diz que a realidade virtual pode ser adaptada para os diferentes estilos de aprendizagem de todos. Isso permite que cada um possa estudar da maneira mais eficaz para si.

Quando crianças, os seres humanos aprendem usando os cinco sentidos. Tentam encostar em objetos diferentes ou sentir o gosto de tudo, por exemplo. Através desses testes empíricos que nós temos o primeiro contato com o mundo. Isso mostra que o aprendizado multissensorial é inato ao ser humano, uma vez que até na fase adulta, somos constantemente expostos a diversos estímulos.

O design sensorial, assim como a realidade virtual, permite que a criança aprenda, de maneira dinâmica, interativa e descomplicada, através dos sentidos além da visão, a colocando como protagonista na aquisição de seus conhecimentos. Isso contribui na formação de pessoas mais independentes (BRAGA, Mariluci 2001; AGLIARDI, Vinícius 2019).

1.7 Resultados esperados

A partir da pesquisa realizada, pretendemos elaborar uma aplicação que faça uso da tecnologia de realidade virtual ou realidade aumentada, para uso no campo da educação. A ideia é que o design multissensorial seja um dos pilares centrais para a construção do mesmo. A nossa premissa é que a combinação desses dois pode culminar numa solução que auxilie no processo de aprendizado das crianças, especialmente as com TDAH.

Testes com o protótipo serão realizados para averiguar se o que pensamos atende às necessidades das crianças em fase de aprendizado e também para entendermos a relevância e o impacto do design multissensorial nesse contexto.

2 Fundamentação Teórica

2.1 Cenário da Educação

Hoje em dia, com as tecnologias, o acesso à informação está mais fácil do que nunca. Porém, há alguns problemas com os métodos de ensino tradicionais usados atualmente.

Um desses problemas, é a dificuldade na compreensão dessas informações. Segundo Rossetti e Morales (2007), há um desacordo em como utilizar essas tecnologias de forma eficaz, para garantir a aprendizagem. A grande quantidade de informação pode sobrecarregar o aluno, gerando desânimo e desinteresse. Tendo em vista esta linha de pensamento, Meira e Pinheiro (2013) afirmam: “há escassez de propostas metodológicas capazes de promover um espaço de aprendizado condizente com o atual cenário tecnológico”.

2.1.1 Metodologias não tradicionais

Para falarmos das metodologias de ensino não tradicionais, precisamos, primeiro, entender como funciona a convencional. Seu surgimento se deu a partir do advento dos sistemas nacionais de ensino, mas que teve potência apenas no final do século XX (PATTO, 1990), tendo como a educação um direito de todos e dever do Estado.

A organização da metodologia tradicional surgida a séculos atrás, carrega grandes pontos que são encontrados na educação atual. O educador apresentava as lições aos alunos e os mesmos deveriam realizar com muita atenção e disciplina (SAVIANI, 1991).

De acordo com Mizukami (1986), a escola convencional consiste no caráter cumulativo que deve ser adquirido pelo aluno de forma passiva, como memorizar leis, definições, enunciados e resumos que são expostos ao indivíduo durante o processo de educação. De forma geral, o aluno absorvia os conteúdos, pois carregava uma inteligência inata ou sua aprendizagem estava diretamente associada à quantidade ou qualidade. No conceito tradicional de educação, a metodologia de ensino é

compreendida como um padrão de procedimentos propostos a conduzir todo conhecimento universal e sistematizado (MANFREDI, 1993).

Um dos problemas básicos desta metodologia é a baixa ou nula interação entre o educador, educando e objeto, tanto na interação objetiva, quanto subjetiva, trazendo um alto risco de não aprendizagem. A metodologia tradicional é a que a grande maioria das escolas segue atualmente. Eventualmente, não pela vontade dos educadores, mas por não saberem efetuar uma prática diferente (VASCONCELLOS, 1992).

Com isso, há cada vez mais estudos buscando inovar e criando novas metodologias que implementam as tecnologias disponíveis. No entanto, pouco se tem visto uma eficácia, pois existe uma ausência na comunicação entre o campo da informática que atua no desenvolvimento dos softwares com uma base pedagógica, tornando mais um adestramento do que um ambiente de aprendizagem (ARANHA, 2006).

O método de aprendizado deixa de ser inalterável e começa a ter uma nova interpretação, cabendo ao educador não ter mais a função de replicador de conteúdo, mas de facilitar o processo de aprendizado, fazendo com que o indivíduo adquira conhecimento e também estabeleça uma formação social, cultural e política (PINTO, 2001).

Moacir Gadotti complementa:

“Ensinar não é transferir conhecimentos, é criar as possibilidades para a sua produção, para a sua construção.” (MOACIR GADOTTI, 2000)

A partir dos anos sessenta surge uma tendência chamada “tecnologia educacional”, trazendo um planejamento racional e hábil. O contexto econômico do taylorismo é replicado na educação, mantendo os princípios da eficiência e eficácia dos meios. Com isso, a metodologia de ensino sofre uma modernização tecnológica com esses princípios em mente (MANFREDI, 1993).

Segundo José Morán (2015) as deficiências no método tradicional de educação estão fazendo com que os setores público e privado da educação busquem por alternativas. Isso estaria acontecendo, pois as crianças não estão mais aceitando o sistema vertical da passagem de informação.

Essa mudança ocorre de duas maneiras. Algumas instituições estão optando por um método mais suave, com mudanças graduais, como por exemplo, as metodologias ativas. Outras estão propondo alterações mais radicais, com modelos inovadores, como a escola Ad Astra de Elon Musk.

2.1.2 O contexto da educação na pandemia

Com o surgimento da pandemia, causada pelo Coronavírus (COVID-19), o ensino teve que se adaptar ao mundo atual, passando de aulas presenciais para a distância, através da internet e de ferramentas como computador e celular. Entretanto, novas formas de aprendizado neste novo formato não foram adaptadas de uma maneira que incentive os alunos de forma “criativa”, tornando o ensino cada vez mais sugestionado (SANTOS, 2020).

De acordo com José António Marques Moreira (2020), Susana Henriques (2020) e Daniela Barros (2020), com a chegada do vírus de forma repentina que confrontou o país inteiro, educadores e alunos tiveram a necessidade de se adequar ao ambiente online com uma necessidade imediata, adotando práticas distintas a uma educação a distância de qualidade. Com isso, as plataformas e tecnologias utilizadas para ensino, continuam sendo manuseadas mais como uma rede de transmissão de conteúdo, conseqüentemente, ocorrendo uma redução de metodologias e práticas. Assim, para que a educação a distância seja mais eficiente, é necessário novos formatos de aprendizagem online para que este meio se torne colaborativo e benéfico (MONTEIRO; MOREIRA; ALMEIDA, 2012; MOREIRA, 2012; MOREIRA, 2018).

2.1.3 O contexto de transição pós-pandemia

Se em março de 2020 se discutiam os desafios de adaptar o processo educacional às ferramentas do ensino remoto, agora, que seguimos em direção ao fim do ano de 2021, as discussões são em relação ao gradual retorno à dita realidade “normal”.

Segundo um relatório divulgado em setembro pela Organização das Nações Unidas (ONU) e Organização Pan-Americana da Saúde OPAS, uma das medidas

sugeridas para que o Brasil se recupere da pandemia causada pelo COVID-19 é a priorização da reabertura das escolas em segurança (CNN, 2021).

Porém, de acordo com dados divulgados pelo Governo do Estado de São Paulo, estima-se que o nível de desempenho dos alunos regrediu e está similar ao de 16 anos atrás (G1, 2021). Isso mostra que apesar de alguns alunos terem desenvolvido certa autonomia, outros se isolaram. Grande parte disso pode ser atribuída à dependência de meios informáticos que a educação criou durante a pandemia, juntamente à exclusão digital que ainda é realidade enfrentada por parte da população brasileira (Fadanelli e Porto, 2020). No total, foram afetados cerca de 52,898,349 estudantes no Brasil (UNESCO, 2021).

Assim, a retomada das aulas presenciais no cenário pós-pandemia traz algumas aversões. Segundo uma pesquisa realizada pelo Zoom Video Communications, cerca de 65% dos participantes pretendem mesclar o meio virtual na área da educação (Exame, 2021). Isso dificulta ainda mais a amenização da desigualdade social citada anteriormente.

Além disso, segundo Silva (2020), há um ponto negativo nessa retomada para os professores também. Segundo o autor, há um risco de precarização do trabalho do docente. Silva explica que as responsabilidades que as aulas remotas criaram para os professores podem se somar às antigas responsabilidades das aulas presenciais, gerando um excesso de encargos com um salário desproporcional.

2.1.4 Crianças Neurodivergentes

O movimento da neurodiversidade, segundo Judy Singer (1999), cientista social que cunhou esse termo, é resultado das fragmentações pós-modernas e influenciada pelo movimento feminista. A neurodiversidade, implica que as divergências neurológicas não poderiam ser tratadas como doença, e sim como uma diferença que deve ser respeitada.

Traços do Transtorno de Déficit de Atenção com Hiperatividade (TDAH), segundo Caliman (2018), podem ser difíceis de identificar, pois quando são apresentados de forma sutil, tendem a ser confundidos com traços comuns do ser humano. Este transtorno tem como principal ponto, o desenvolvimento do autocontrole e entre os sintomas mais comuns estão a desatenção, impulsividade e hiperatividade,

afetando de forma direta no aprendizado do estudante, causando grandes dificuldades no controle do comportamento e das emoções (BARKLEY R, 2002; SILVA ABB, 2003).

De acordo com a Associação Psiquiátrica Americana (APA, 2014), cerca de 5% das crianças de todas as culturas apresentam sinais de TDAH. Segundo o IBGE (2017) cerca de 10,4 milhões de crianças brasileiras apresentam traços desse transtorno.

O Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorder (DSM-5) diz que as atividades mais afetadas pelo TDAH estão ligadas às áreas acadêmica, social e profissional. Segundo Atila Iamarino (2016), quando indícios do Transtorno se manifestam em alunos, o processo de aprendizado pode ser prejudicado. Iamarino ainda complementa dizendo que o aprendizado da disciplina de história é o mais dificultado, ainda mais em salas de aula, onde os alunos precisam estar sentados, em silêncio e concentrados.

No Brasil, existe o projeto de lei nº 70811 que estabelece que:

“As escolas de educação básica devem assegurar às crianças com TDAH o acesso a recursos didáticos adequados ao desenvolvimento de sua aprendizagem e que os sistemas de ensino garantam aos professores formação própria sobre a identificação e abordagem pedagógica”

Os profissionais da educação e o acolhimento das escolas possuem uma função de apoio de extrema importância para os alunos com TDAH e usufruindo de diferentes métodos de ensino, novas estratégias e conhecimentos, auxiliarão no aprendizado, no aumento da autoestima, na satisfação das próprias realizações dos alunos e também, em um ensino de qualidade de forma inclusiva (MOURA L, SILVA K, SILVA K, 2019).

2.2 Realidade Virtual

A realidade virtual (RV) permite que o usuário interaja com um mundo virtual 3D gerado por um computador. De acordo com Bricken (1991), Byrne (1996), Zeltzer (1992) e Winn (1997), alguns recursos são:

Presença: usuários imersos em um sistema de realidade virtual tem a sensação de que estão realmente no ambiente simulado

Navegação: existem várias maneiras de se navegar em um ambiente virtual. O usuário pode ser um espectador imóvel, pode se locomover de diversas maneiras como andar, pular ou correr; ou interagir com objetos do mundo simulado que os levam para diferentes lugares.

Ponto de vista: é possível que o usuário passe seu ponto de vista para diferentes objetos do mundo virtual, não ficando preso a perspectiva em primeira pessoa de seu avatar.

Autonomia: o ambiente virtual é autônomo e dinâmico e capaz de executar ações independente da interação dos usuários.

2.2.1 Realidade Virtual na Educação

A teoria do construtivismo de Jean Piaget (1896), propõe que os seres humanos aprendam através de experiências, interações e vivências. Assim, a realidade virtual pode ser usada para replicar essas experiências e estímulos, através dos mundos virtuais, auxiliando no processo de aprendizagem.

Um aspecto importante para que a realidade virtual funcione como instrumento de aprendizagem é a interatividade. Veraszto, Barreto e Amaral (2013) descrevem:

“Destaca-se também a importância de que esse conjunto tecnológico seja interativo, tendo em vista que a hoje a sociedade cria, consome e demanda por informações, sistemas e processos que, em essência, permitem a interação do indivíduo com o ambiente, com outros indivíduos e com a informação e o conhecimento de maneira generalizada.” (OEA, 2005; VERASZTO, BARRETO, & AMARAL, 2013)

Portanto, segundo Mariluci Braga (2001), a realidade virtual tem o potencial para ser usada como um poderoso instrumento de exploração e desenvolvimento do conhecimento, cujos métodos tradicionais não conseguem propor.

Quanto aos estudos realizados sobre o uso da realidade virtual, na década de 90, Youngblut (1998) realizou uma pesquisa extensiva acerca do tema e notou que o emprego dessa tecnologia no processo educacional envolve, na maioria das vezes,

aspectos do ensino construtivista, além de ter o potencial para trazer mais efetividade no ensino de crianças com dificuldades de aprendizagem.

Salzman, Dede, Loftin e Chen (1999) desenvolveram um modelo que ajudou a identificar os benefícios do uso de RV no aprendizado de conceitos complexos. Chen (2006), com os resultados de sua pesquisa, chegou a uma possibilidade de framework para o design instrucional, assim como um framework para o desenvolvimento de ambientes educacionais baseados em RV.

Outros estudos também foram feitos abordando o tema com foco em crianças, analisando sua interação com ambientes digitais imersivos, que é o caso da pesquisa feita utilizando o sistema CAVE (ROUSSOS, JOHNSON, MOHER, LEIGH, VASILAKIS & BARNES, 1999) e o Virtual Playground (ROUSSOU, OLIVER & SLATER, 2006).

A realidade virtual tem o potencial de trazer diversos benefícios para a sala de aula. Nick Babich (2019), editor chefe do site Uxplanet, diz que a educação através da RV pode transformar o meio pelo qual a informação é entregue aos alunos.

Complementando esse ponto, Babich ainda aponta diversos benefícios que essa tecnologia imersiva traz à educação como um todo. É possível ter uma melhor noção de espaço, pois somos transportados para mundos virtuais que simulam fielmente o mundo real, auxiliar na educação a distância através de salas de aula virtuais ou até facilitar a formação de memórias através da vivência.

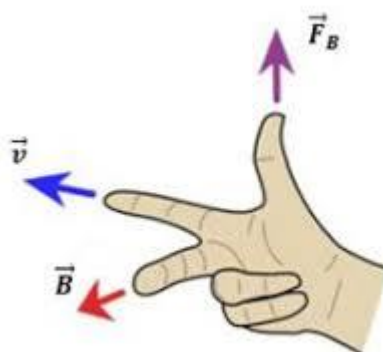
Antigamente, era preciso tecnologia de ponta, pouco acessível, para entrar em um mundo virtual. Pimentel (1995) e Latta (1994) definiram a RV como alta tecnologia e uma interface avançada que simulam mundos fiéis à realidade. Hoje, é possível ter um par de óculos de realidade virtual montado apenas com o celular, papelão e um par de lentes. Empresas como a Google, por exemplo, dão suporte a essa tecnologia. O Google cardboard é um bom exemplo disso.

O pesquisador do Massachusetts Institute of Technology (MIT) Christian Machado (2018) define o *embodied cognition* como um segmento da ciência cognitiva que propõe que o jeito que entendemos as experiências são compreendidas pelo corpo humano inteiro, não apenas pelo cérebro. O autor cita duas modalidades: o *explicit embodied learning* e o *implicit embodied learning*. Nessa pesquisa, iremos focar mais especificamente no conceito de *explicit embodied learning*, no qual se faz uso do corpo como uma ferramenta de aprendizagem. Um subconjunto do *explicit embodied learning* é o aprendizado cinestésico, que consiste na retenção do

conhecimento através de conceitos, associações e experiências que envolvam o movimento e o tato.

Machado (2018) cita um exemplo de aprendizado cinestésico bastante famoso. Popularmente conhecido como regra da mão direita, faz o uso do corpo como representação de vetores físicos para o entendimento de um novo conceito.

Figura 1 - Representação da regra da mão direita.



Fonte - Página do Responde Ai

Disponível em: <https://www.respondeai.com.br/conteudo/fisica/magnetismo/formulas/regra-da-mao-direita-forca-magnetica>

Ainda segundo a pesquisa feita por Machado (2018), a capacidade de colocar alunos em locais contextualmente relevantes para o material que estão aprendendo pode complementar o *embodied learning*, aumentando a concordância entre o real e o teórico. Realizar ações para aprender um conceito pode fortalecer a ação no contexto em que ela é executada, reforçando-o.

Com isso, conclui-se que a realidade virtual é uma grande aliada ao *embodied learning*, devido a sua natureza imersiva. A realidade virtual possui diversos aspectos que beneficiam o aprendizado cinestésico. Machado (2018) cita alguns deles: rastreamento corporal preciso, afinidade à aprendizagem contextual e a possibilidade de executar ações impossíveis na vida real.

2.2.2 Desafios

Entre os principais desafios para a implementação de realidade virtual na educação, estão: possíveis custos, o tempo necessário para eventual treinamento

antes do uso, de hardwares e softwares utilizados; a possibilidade de efeitos colaterais; e a resistência que pode haver ao se tentar introduzir novas tecnologias no método de ensino num currículo tradicional (PANTELIDIS, 2009).

Chris Christou (2015) apresenta o realismo como possível desafio para as tecnologias RV, uma vez que é necessário grande poder de processamento gráfico para a renderização para a construção de cenários virtuais. Christou também diz que os desenvolvedores favoreciam a interatividade em detrimento do realismo.

De acordo com as pesquisas sobre sintomas causados por RV, realizadas por Cobb et al. (1999), o enjoo é outro ponto prejudicial. A falta de sincronização dos movimentos do usuário com o que é apresentado no *display*, pode causar um enjoo de movimento, náusea, desorientação e fadiga, também conhecido como *Simulation Sickness*.

2.2.3 Realidade Aumentada

Define-se a realidade aumentada (RA) como um conceito que traz a convergência entre um ambiente físico, com objetos virtuais, tudo em tempo real (Azuma, 1997; Bajura, 1995; Kirner, 2004).

A primeira aparição da realidade aumentada na história é datada na década de 1950, quando Morton Heilig via o cinema como uma atividade imersiva, que teria a habilidade de atrair o espectador para a atividade da tela, captando todos os seus sentidos. Em 1962, o cinegrafista transformou sua hipótese em um protótipo físico, que ele descreveu como “O Cinema do Futuro”, batizado de “Sensorama”, feito que antecedeu a computação digital.

Ao contrário da realidade virtual, a realidade aumentada mantém o senso de presença do usuário em seu espaço físico e transfere o mundo virtual para esse ambiente real, assim amplificando a realidade, permitindo a interação mais orgânica possível. Recursos como rastreamento óptico, projeções e interações multimodais estão cada vez mais presentes para auxiliar as aplicações de realidade aumentada, enquanto a realidade virtual usa um maior número de dispositivos especiais para equipar os usuários com recursos multissensoriais.

2.2.4 Realidade Mista

Diferentemente do conceito de realidade virtual, a definição de realidade mista não é tão bem delimitada (Speicher et al., 2019).

No entanto, dentre as teorias mais conhecidas, está o que é chamado de *Reality–Virtuality Continuum*, proposto por Milgram e Kishino (1994). De acordo com esses autores, existem dois extremos: o ambiente real (realidade física como conhecemos) e o ambiente virtual (caracterizado pela realidade virtual). E, tudo que está entre esses dois extremos caracteriza a realidade mista, separado em dois graus: realidade aumentada e virtualidade aumentada. De acordo com essa definição, a realidade aumentada é uma subcategoria da realidade mista, e leva em conta, principalmente, os aspectos visuais destes tipos de tecnologias para sua classificação.

Quanto às aplicações da realidade mista, observa-se um uso desta tecnologia, sobretudo, na área de educação e treinamento de profissionais (Hughes et al., 2005), e um dos equipamentos que podem ser utilizados é o Microsoft HoloLens (Microsoft, 2021).

2.3 Percepção Multissensorial

Logo no início de nossas vidas, ainda quando somos crianças, nosso processo de aprendizagem ocorre através de nossa interação com o ambiente à nossa volta. Com pouco controle de nossos movimentos, somos capazes de processar o que acontece em nossa volta e processar essas informações, explorando a atmosfera com o toque, cheiro, observando o seu redor e sentindo gostos variados ao se alimentar. Mesmo após crescermos, a percepção e aprendizado ativo ainda são cruciais para nos desenvolvermos. Sabendo dessas informações, se introduz um breve contexto sobre nossa percepção multissensorial e como ela pode ser explorada e benéfica à interação com a realidade virtual e a educação.

O corpo humano apresenta cinco sentidos principais que, individualmente, fornecem diferentes interpretações e informações, com propósitos distintos. São elas a visão, audição, olfato, tato e paladar. Para o nosso cenário, podemos focar apenas em três:

Visão: de todas, a visão é o sentido mais versátil, nos permitindo coletar uma vasta gama de informação, sendo capaz de ser um meio comunicativo, usado para reconhecimento e identificação. Ela nos fornece a capacidade de navegar, explorar e entender melhor o mundo à nossa volta através da percepção de profundidade, perspectiva e sombra (GREGORY, 1974).

Audição: também pode ser usado para percepção espacial, identificação e comunicação, com a diferença de que esses aspectos são identificados através da mudança de volume, tom e vibrações. É possível diferenciar a localização das fontes sonoras, ganhando noção de distância e ambientação.

Tato: importante para detectar a presença de obstáculos, o formato de objetos, assim como seus materiais e texturas. Por conta da assimilação cutânea e receptores localizados na superfície da pele, através do toque também somos capazes de captar sensações de temperatura, dor, pressão e até movimento.

2.3.1 Design Multissensorial

Dispositivos multissensoriais são aqueles que são desenvolvidos com o propósito de serem utilizados a partir do uso dos diferentes sentidos humanos. Um exemplo disso seria uma aplicação que dispõem as informações de forma visual e auditiva, e traz *feedbacks* táteis. O design multissensorial traz consigo uma complexidade, afinal, deve-se levar em consideração a capacidade perceptiva humana (CHANG & NESBITT, 2006).

O design multissensorial tem sido muito explorado nas áreas de embalagens de produtos e *branding*, onde os designers utilizam de técnicas de pesquisa tradicionalmente relacionadas às áreas de psicologia e neurociência cognitiva (SPENCE, 2016).

Ademais, um dos conceitos que também é estudado, quando se trata de design multissensorial, é o da sinestesia. A sinestesia se trata de uma condição neurológica na qual um indivíduo recebe um estímulo sensorial que causa diferentes experiências físicas ao mesmo tempo por associar este mesmo estímulo a diferentes sentidos humanos, o que ocorre de forma involuntária. (HARRISON & BARON-COHEN, 1996; CYTOWIC, 2002) De acordo com Riccò (2002), o designer pode atuar como uma forma de “orquestrador sinestésico” a partir do momento em que passa a utilizar de

diversos estímulos sensoriais que conversem entre si a fim de construir uma interação concisa. Para Wang et al. (2012), a sinestesia tem o potencial de ser explorada para uso como um método de design multissensorial.

Quanto à aplicação do design multissensorial na educação, segundo Wolf (2007), a maioria das crianças neurodivergentes costumam ter maior dificuldade em reter informações na memória de curto prazo. Miller (2001), propõem que esse problema pode ser contornado ao “enganarmos” o cérebro através do ensino multissensorial, onde a criança recebe a informação de formas diferentes. Além disso, o ato de apresentar as informações através do estímulo de diferentes sentidos é benéfico também para estudantes que não são neurodivergentes, pois estes também têm suas individualidades e diferentes aptidões. Dessa forma, um maior número de pessoas, com diferentes estilos de aprendizado, é beneficiado (BAINES, 2008).

2.4 Interatividade

Ruschel (1996, p. 154) fala sobre a definição de interatividade no campo da informática, “[...] interatividade significa principalmente liberdade e poder de decisão para escolher o que, quando e como a informação, serviço ou entretenimento vão ser acessados”.

Para falarmos de interatividade devemos iniciar pelos seus princípios. Datado na década de 1960, esse tema surgiu no momento em que estudiosos da Informática careciam por um novo significado para a comunicação homem-máquina, visando enfatizar as qualidades em meio a essa relação, a agilidade, praticidade, facilidade e inúmeras possibilidades de comunicação (FRAGOSO, 2001).

Segundo Bonilla (2002), a interatividade é sinônimo de troca e imergiu no início da década de 1970, época na qual começaram a surgir críticas aos meios e tecnologias de comunicação.

Destaca-se a importância da interatividade no contexto que está sendo apresentado, levando em consideração que a nossa sociedade hoje em dia demanda processos que permitam sua interação com o ambiente, com outros indivíduos ou com qualquer tipo de informação fornecida, tendo em vista que é através da mesma que relações sociais são criadas e desenvolvidas (OEA, 2005; VERASZTO, BARRETO, & AMARAL, 2013).

A interatividade é uma “ação entre”, um “estar em comum”, “[...] então há de se pressupor que esta representa uma relação entre, no mínimo, dois agentes; uma ação mútua.” (MORAES, 1998). Para se construir algum tipo de sentido é necessário que haja um veículo que transmita imagem e som para que a construção de sentido e as mensagens sejam entregues de forma clara (THOMPSON, 1998).

Tendo em vista essa conjuntura, Veraszto fala sobre como o meio virtual precisa se portar, acompanhado da interatividade:

“Assim, a interatividade precisa que o sistema virtual seja dinâmico, forneça possibilidades variadas de escolha e feedbacks, com auxílio de animações, filmes, músicas, hipertextos, jogos, simulações, holografias e verossimilhança com o meio real e permita com que usuário tenha capacidade de imersão no meio virtual de passiva ou ativa, individual ou coletiva, com opções de transformar o ambiente virtual de forma livre e de acordo com sua vontade e suas preferências, crenças e valores.” (VERASZTO et al, 2009, 2011).

2.5 Integração do Design Multissensorial e a Imersão

A multissensorialidade tem o potencial de ser aplicada em projetos de realidade virtual através do fornecimento de *feedbacks* que aprimoram a experiência de um usuário imerso. Segundo Cooper, Milella, Pinto, Cant, White e Meyer (2018), os seres humanos têm a tendência a utilizar mais a visão ao interagir com um ambiente. Assim, podemos dar *feedbacks* através da multissensorialidade usando os outros sentidos, para melhorar a identificação de informações importantes nesses ambientes.

Witmer e Singer (1994), dizem que a presença em ambientes virtuais acontece através da mudança da atenção do usuário, que sai do mundo real e parte para a simulação. E complementam dizendo que a imersão é resultado da possibilidade de interação com esses ambientes.

Um estudo feito por Feng, Dey e Lindeman (2016) mostra que a presença de vibração nos pés quando um usuário está andando em uma simulação feita por realidade virtual apresentou efeitos positivos no desempenho dos usuários ao realizar tarefas propostas pelos pesquisadores.

3 Trabalhos relacionados

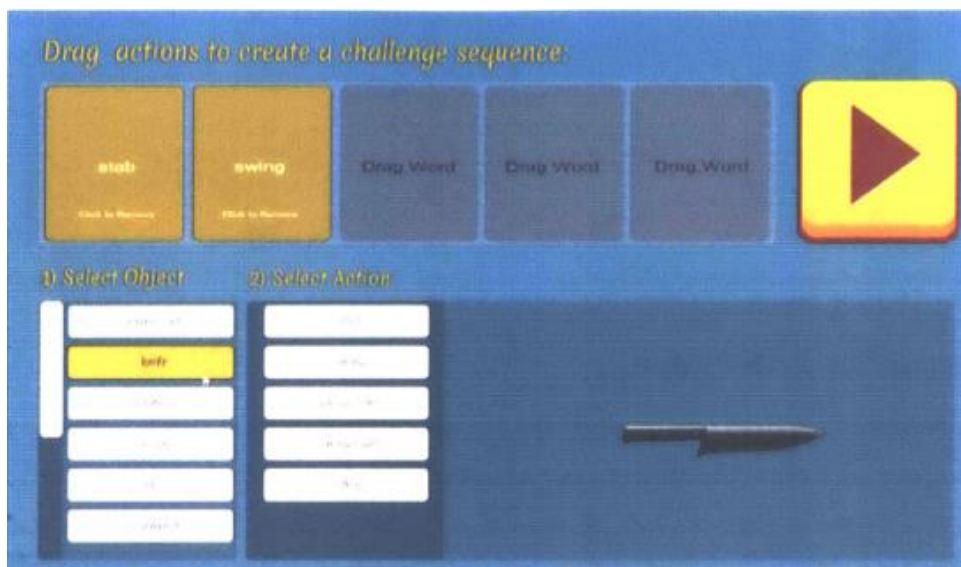
3.1 Kinesthetic Language Learning in Virtual Reality

Em 2018, Christian David Vázquez Machado, fez uma pesquisa para o Massachusetts Institute of Technology (MIT) sobre *embodied learning*, que consiste no uso físico do corpo como ferramenta no processo de aprendizagem. Nesse estudo, ele focou no aprendizado de linguagens.

Para a aplicação da pesquisa, foi desenvolvida a plataforma Words in Motion, para o HTC Vive. Nela, os participantes podem realizar ações no mundo virtual, em primeira pessoa, e o nome dessa ação aparece em sua frente. A aprendizagem tem como objetivo a utilização do corpo como uma ferramenta para melhorar o estudo do aluno. Professores também podem entrar no mundo virtual e criar novas ações, aprimorando a inteligência artificial da plataforma para reconhecer novos pares ação-palavra realizando a mesma ação diversas vezes para que o *software* reconheça o *input*.

Também é possível criar desafios para os participantes, que consistem em uma sequência de ações no mundo virtual que devem ser executadas em ordem. Esses desafios aparecem de uma forma gamificada e os estudantes são capazes de acionar um objeto e uma ação, desafiando seus colegas, que precisam performar com sucesso para completar o desafio.

Figura 2 - Interface de *desktop* da plataforma, que permite professores ou alunos criarem desafios para outros participantes.



Fonte - Words in Motion

Disponível em: <https://dspace.mit.edu/handle/1721.1/119088>

Figura 3 - Estudantes japoneses executam a ação solicitada em um cenário de uma cozinha virtual para revelar a palavra em inglês, completar o desafio e avançar para a próxima fase.



Fonte - Words in Motion

Disponível em: <https://dspace.mit.edu/handle/1721.1/119088>

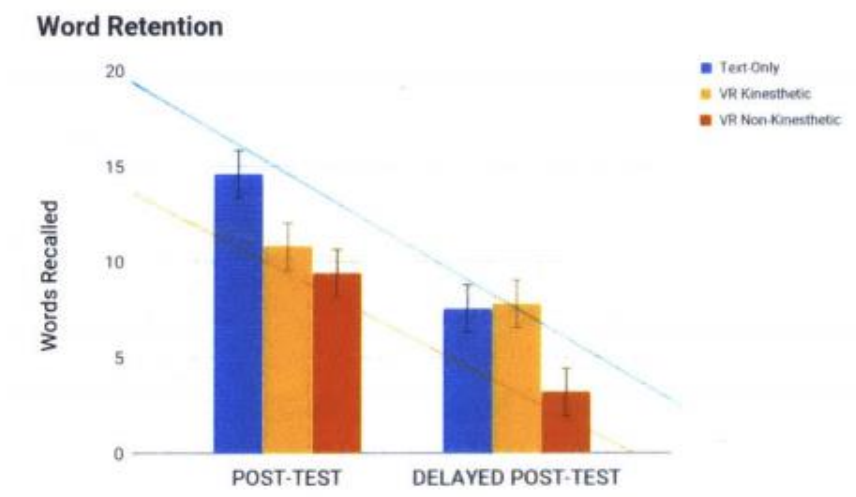
Os pesquisadores fizeram testes com 60 participantes cuja língua materna é o inglês para analisar a retenção de vocabulário em idiomas diferentes. Foram selecionados 20 verbos transitivos em espanhol que não são comumente usados.

Os participantes foram divididos em 3 grupos: o primeiro grupo seria exposto as palavras apenas por texto, fora de um ambiente virtual; o segundo grupo seria exposto à realidade virtual, mas sem realizar ações; o terceiro grupo também seria exposto à realidade virtual, mas com aprendizado cinestésico.

Todos os grupos foram submetidos a um teste imediatamente depois das sessões e 1 semana depois das sessões. Inicialmente, o grupo que fez a sessão apenas com texto se saiu melhor no teste, seguido do grupo exposto ao aprendizado cinestésico e

por último o que apenas observou palavras em realidade virtual. No entanto, no teste após uma semana, o grupo que fez o uso da realidade virtual de forma cinestésica se saiu melhor que o grupo de texto.

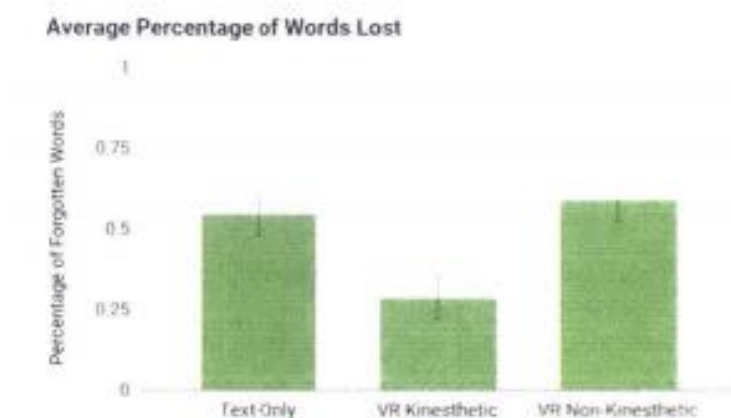
Figura 4 - Gráfico das palavras lembradas pelos participantes após e uma semana depois do teste.



Fonte - Words in Motion

Disponível em: <https://dspace.mit.edu/handle/1721.1/119088>

Figura 5 - Gráfico da porcentagem de palavras esquecidas de cada grupo, no período entre os testes.



Fonte - Words in Motion

Disponível em: <https://dspace.mit.edu/handle/1721.1/119088>

Isso mostra que o grupo que fez o uso do Words in Motion teve uma maior retenção de palavras a longo tempo em comparação aos dois outros grupos.

A segunda aplicação desenvolvida por Machado (2018) foi a Inner Child, também para o HTC Vive. Seu objetivo é fazer com que o participante se sinta como uma criança, a fim de que possam abordar o aprendizado de um ponto de vista diferente, aplicando o conceito de *implicit embodied learning*.

A concepção por trás desse projeto é a de que adultos tendem a ter mais dificuldade em aprender novas línguas do que crianças. Segundo Machado (2018), os adultos ficam receosos de fazer sons estranhos, ou envergonhados em errar alguma palavra.

Para que a ilusão de estar em um corpo de uma criança ocorra com sucesso, Machado cita 4 fatores importantes. A sincronia visual-motora alinha os movimentos do usuário com o avatar e provê *feedbacks*; O ambiente, com aspectos correspondentes a determinada época da vida de uma pessoa, afetam sua percepção de idade; A voz, com sua discrepância com o corpo pode afetar a imersão; para complementar a sincronia visual-motora, a escala dos objetos ao redor do avatar deve ser ajustada para criar a ilusão.

Figura 6 - Avatares infantis do projeto Inner Child.

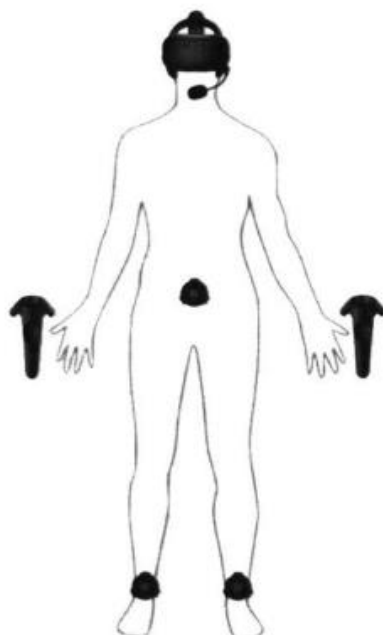


Fonte - Words in Motion

Disponível em: <https://dspace.mit.edu/handle/1721.1/119088>

O sistema do Inner Child consiste em 3 etapas: calibração, condicionamento e persistência. A calibração ajusta o avatar ao corpo do participante. O condicionamento estabelece a sincronia visual-motora e cria a ilusão para o usuário e a persistência consiste em reafirmar, através de pistas, que a ilusão está acontecendo.

Figura 7 - Localização dos sensores do HTC Vive distribuídos pelo corpo.



Fonte - Words in Motion

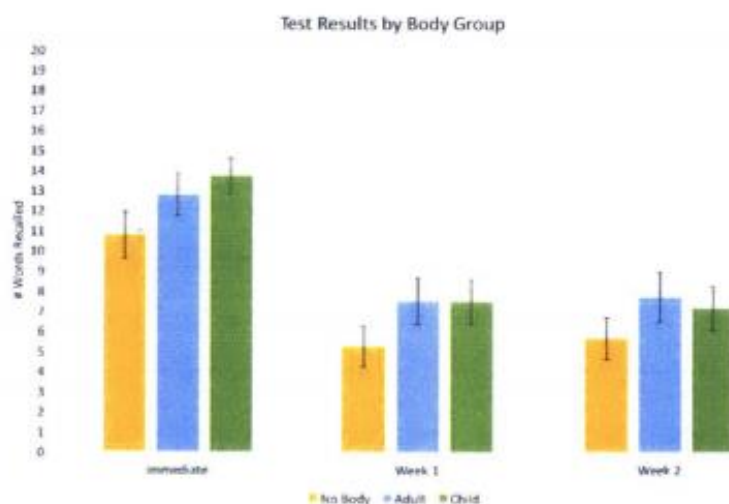
Disponível em: <https://dspace.mit.edu/handle/1721.1/119088>

O experimento para comprovar a eficácia do Inner Child foi feito com participantes divididos em 3 grupos. Um grupo sem avatar virtual, outro com avatar de adulto e finalmente um terceiro grupo com o avatar de criança utilizando o Inner Child.

Similarmente ao Words in Motion, os participantes foram apresentados a 20 palavras em espanhol no ambiente virtual, e fizeram testes imediatamente após a simulação, uma semana após e outro duas semanas depois da simulação.

O grupo que fez o teste em avatar de criança apresentou imediatamente resultados melhores que os outros dois grupos, mas a diferença não provou ser significativa.

Figura 8 - Gráfico das palavras lembradas pelos participantes imediatamente, uma semana depois e duas semanas depois nos três grupos.



Fonte - Words in Motion

Disponível em: <https://dspace.mit.edu/handle/1721.1/119088>

3.2 Segundo Projeto - Design e educação: interfaces possíveis em situações de inclusão

Em 2017, Mariana Salles, Daniela Marçal e Jackeline Lima realizaram o workshop Mão na Massa: construção de recursos inclusivos de ensino-aprendizagem durante o VI Simpósio Educação Especial e Inclusiva, em Hortolândia - SP, através do Laboratório de Linguagem, Interação e Construção de Sentidos PUC - Rio (LINC PUC-Rio), que teve como tema o questionamento “Como o design pode contribuir na prática do profissional da educação e saúde para uma educação inclusiva? “.

O objetivo desse *workshop* foi, através da apresentação de duas metodologias, o Desenho Universal para Aprendizagem (DUA) e o design participativo, conscientizar educadores e pessoas relacionadas a área da educação sobre ensino-aprendizagem com práticas inclusivas.

Com o foco na inclusão de crianças com dificuldades na retenção de conhecimento, as pesquisadoras também apresentaram um quadro conceitual dos sentidos que estão envolvidos na aprendizagem.

Figura 9 - Quadro conceitual dos principais sistemas sensoriais envolvidos nos processos de aprendizagem, feito pela pesquisadora Daniela Marçal.

VISUAL	As ideias, conceitos e informações são processadas e associadas através de imagens e modelos visuais.
AUDITIVO	As ideias, conceitos e informações são processadas e associadas através da audição como fala, música, ritmos...
TÁTIL	As ideias, conceitos e informações são processadas e associadas através de toques e manipulação de objetos.
CINESTÉSICO	As ideias, conceitos e informações são processadas e associadas através de atividades corporais/espaciais.

Fonte - Design e educação: interfaces possíveis em situações de inclusão

Disponível em: <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/27402>

O Desenho Universal para Aprendizagem (DUA), com base no estudo das redes neurais das pessoas, busca fazer com que alunos com diferentes necessidades possam fazer parte de um mesmo ambiente de ensino.

Já o design participativo traz a inclusão tentando entender a necessidade individual de cada aluno, além de desenvolver um método educativo em parceria com o aluno.

O *workshop* foi dividido em dois momentos. Na primeira dinâmica, foram formados grupos de 3 a 4 pessoas. Duas imagens contendo textos em outra língua foram distribuídas entre os grupos, para que realizassem uma interpretação do que se tratava.

Figura 10 - Imagem 1 entregue aos grupos para realização da primeira dinâmica de interpretação.



Fonte - Kompetencehuset Heckmann

Disponível em: "[Kløften](https://www.kompetencehusetheckmann.dk/vare/kloeften-a1-plakat/1)", [Ahttps://www.kompetencehusetheckmann.dk/vare/kloeften-a1-plakat/1](https://www.kompetencehusetheckmann.dk/vare/kloeften-a1-plakat/1)
 Plakat - Kompetencehuset Heckmann

Figura 11 - Imagem 2 entregue aos grupos para realização da primeira dinâmica de interpretação.



Fonte - Kompetencehuset Heckmann

Disponível em: "[Kløften](https://www.kompetencehusetheckmann.dk/vare/kloeften-a1-plakat/1)", [Ahttps://www.kompetencehusetheckmann.dk/vare/kloeften-a1-plakat/1](https://www.kompetencehusetheckmann.dk/vare/kloeften-a1-plakat/1)
 Plakat - Kompetencehuset Heckmann

O objetivo dessa dinâmica de sensibilização era, através da interpretação das imagens e discussão em grupo, fazer com que os participantes percebessem como cada pessoa processa as informações de maneira diferente.

Ao analisar os termos mais utilizados nas interpretações dos grupos, as pesquisadoras concluíram que os elementos verbais e visuais foram os que mais contribuíram para a compreensão da imagem. Com isso, elas afirmam que os princípios do design, como equilíbrio e hierarquia fazem parte da interação com imagens.

A segunda dinâmica teve caráter prático, e o intuito da atividade era a criação de um protótipo pedagógico, para que os educadores pudessem aplicar e expandir as diversas possibilidades de criação de recursos multissensoriais, através de materiais com baixo custo.

Figura 12 - Protótipo de sequência de números, desenvolvido com baixa tecnologia.



Fonte - Design e educação: interfaces possíveis em situações de inclusão

Disponível em: <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/27402>

Os grupos escolheram protótipos, com base em suas próprias experiências em sala de aula. O objetivo dessa dinâmica era fazer com que os participantes percebessem a aplicabilidade desses projetos em um contexto real.

Com base nesse exercício, as pesquisadoras puderam concluir que os projetos baseados nas necessidades das educadoras apresentaram soluções que fazem uso do conceito da multissensorialidade.

Com isso, Salles, Marçal e Farbiarz concluem que o uso de metodologias como o Desenho Universal para Aprendizagem (DUA) e o design em parceria mostraram-se importantes para que as demandas individuais de cada aluno sejam atendidas tornando o aprendizado mais inclusivo.

3.3 Terceiro Projeto - Mathland Constructionist Mathematical Learning in the Real World Using Immersive Mixed Reality

O Mathland é um projeto desenvolvido em 2018 por Mina Khan, Fernando Trujano e Pattie Maes, no MIT Media Lab, que visa tornar o ensino de matemática num processo mais natural, uma vez que essa disciplina é comumente ensinada somente através de livros e com o uso de símbolos abstratos, sem significado para os estudantes. Isso pode resultar num fenômeno conhecido como “ansiedade matemática”, no qual um indivíduo sente desconforto nas situações em que deve resolver problemas matemáticos. (GUILHERME, 1983) Um dos objetivos do projeto é

usar os métodos tradicionais de ensino como experiências lúdicas, e transformar a jornada de estudo de conceitos numa experiência mais exploratória de aprendizado.

Tendo esses problemas em vista, o grupo resolveu seguir uma abordagem baseada no ensino construcionista, *situated learning* e *embodied cognition*, a fim de tornar conceitos matemáticos em algo mais concreto e mostrando suas aplicações no mundo real através da realidade mista (RM). O *situated learning* é embasado na ideia de que maior parte do que um indivíduo é relacionado à situação na qual ele aprende. Tanto o *situated learning* quanto o *embodied cognition* têm se mostrado benéficos quando utilizados no ensino da matemática (Anderson et al, 1996), sendo que o segundo é importante pelo fato de que aprendizado de conceitos matemáticos podem estar relacionados a movimentos do corpo. (LAKOFF et al, 2000; GOLDIN-MEADOW, 2009)

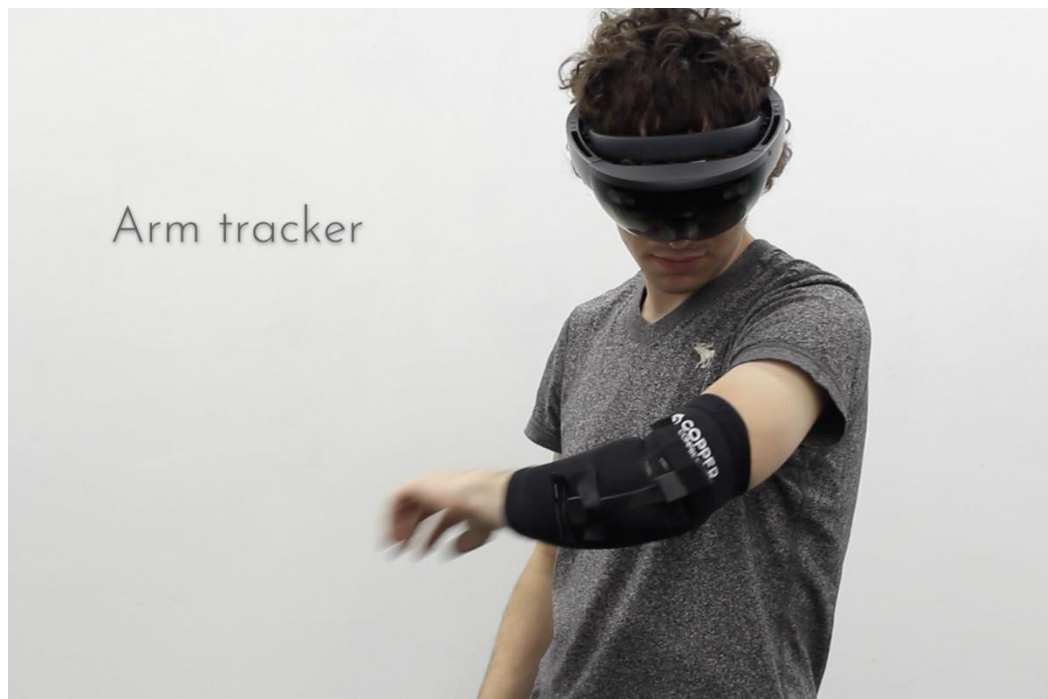
Assim, a abordagem desse projeto se baseia nas mecânicas newtonianas, já que são experienciadas frequentemente no cotidiano das pessoas, permitindo criar um mundo onde os alunos pudessem visualizar e brincar com a matemática de seus objetos cotidianos e, por exemplo, visualizar a velocidade e a trajetória de uma bola enquanto eles jogam a bola com seus amigos. O experimento Mathland permite que os alunos modifiquem as leis físicas e explorem diferentes possibilidades da Física em RM.

De acordo com os autores do experimento, o uso da percepção física para objetos virtuais promove uma melhor aprendizagem da matemática com auxílio do *situated learning*, que traz um entendimento do mundo real. Nesse contexto, o *embodied cognition* é benéfico por proporcionar interações com objetos físicos.

Dentre os benefícios do uso da percepção física para objetos virtuais, pode-se citar: 1. objetos virtuais não precisam obedecer às leis da Física; 2. objetos virtuais podem ser aumentados e diminuídos e movimentos podem ser repetidos; 3. não tem limitações quanto ao número ou tipo de objetos que podem ser criados.

Pensando em facilitar a percepção física, os criadores do Mathland implementaram o projeto com três aspectos: uso de mapeamento espacial para interações com o mundo real, controles nos braços com sensores para possibilitar interações feitas com movimento do corpo, e, controladores de objetos que funcionam como controles físicos para que o usuário possa manipular os objetos virtuais como se estivesse mexendo em algo na vida real. A tecnologia utilizada para viabilizar o uso de RM foi o Microsoft HoloLens.

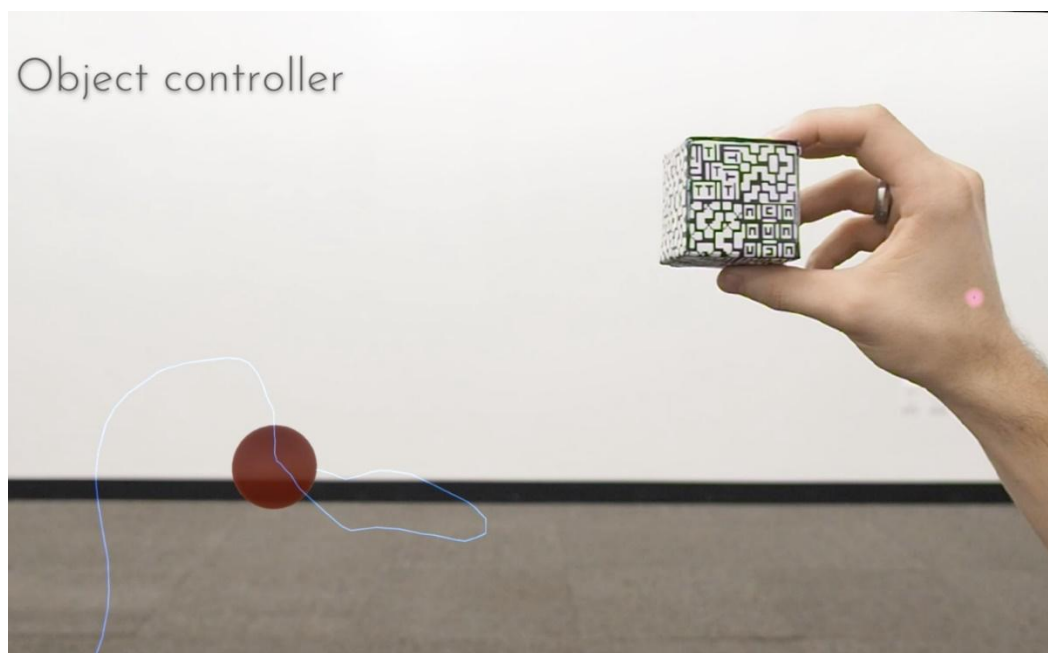
Figura 13 - Controle com sensores, colocado no braço do participante.



Fonte - Mathland: Play with math in mixed reality

Disponível em: <https://www.media.mit.edu/projects/mathland/overview/>

Figura 14 - Controlador de objetos virtuais.

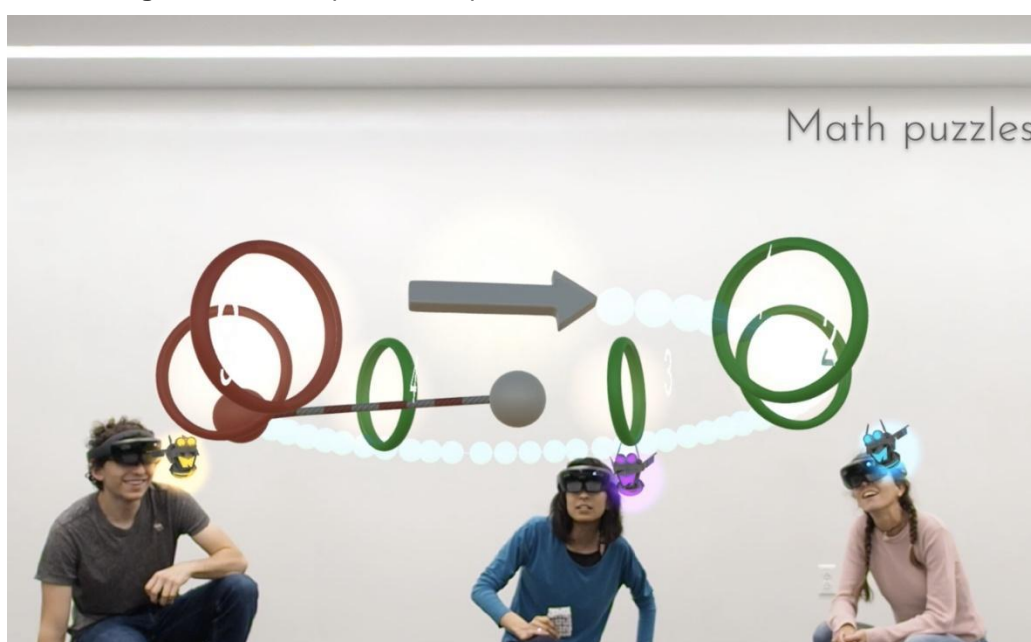


Fonte - Mathland: Play with math in mixed reality

Disponível em: <https://www.media.mit.edu/projects/mathland/overview/>

Os criadores do Mathland realizaram um experimento com o objetivo de validar o aprendizado construcionista com a imersão proposta pelo projeto, com foco em avaliar o uso da criatividade para aprender e de resolução de problemas dos usuários. Foram aplicados 3 desafios com base em movimentos básicos que são ensinados ao estudar a Física Newtoniana: movimento retilíneo, circular e projétil. Os participantes foram separados em pares, e cada par recebeu um controlador de objeto a fim de incentivar a interação e a colaboração.

Figura 15 - Participantes cumprindo o desafio do movimento circular.



Fonte - Mathland: Play with math in mixed reality

Disponível em: <https://www.media.mit.edu/projects/mathland/overview/>

Com 30 participantes no total, os resultados mostraram interesse no Mathland e cerca de 93% disseram que usariam a aplicação com outras pessoas que conhecem, e, 90% deles consideraram que os desafios são bons para o aprendizado dos conceitos apresentados. Todos os participantes foram capazes de resolver os desafios e por volta de 96% concordaram que o Mathland pode tornar o processo de resolução de problemas divertido. Ademais, os pesquisadores observaram colaboração entre os participantes para resolver os desafios e, dos 28 que o fizeram em duplas, 92.8% afirmaram que ter um parceiro tornou a experiência do Mathland mais agradável. Os questionários aplicados para obtenção desses resultados foram baseados na escala Likert de 1 a 5.

4 Metodologia

4.1 Teoria Fundamentada nos Dados

O termo *Grounded Theory*, ou Teoria Fundamentada em Dados, foi cunhado em 1967, por Barney G. Glaser e Anselm L. Strauss. Consiste em uma série de instruções que servem para orientar a coleta e análise de dados quantitativos para assim, a partir deles, criar uma Teoria Fundamentada.

Segundo Charmaz (2009), a *Grounded Theory* deve ser usada nos primeiros estágios de uma pesquisa.

A *Grounded Theory* é dividida em 4 etapas, sendo elas:

- Coleta de dados
- Codificação e Categorização
- Redação dos memorandos
- Criação da Teoria

Para esta pesquisa, foram entrevistados, no total, 7 professores com experiência prévia ou atual com crianças do ensino fundamental I e II, que deram ou dão aulas tanto da rede privada quanto pública.

4.1.1 Coleta de Dados

Segundo Charmaz (2009), Teorias Fundamentadas podem ser criadas a partir de diversos tipos de dados. Ela cita entrevistas, informações em registros e relatórios como exemplos. Ainda segundo ela, pesquisas qualitativas são melhores em relação às quantitativas, pois há maior flexibilidade na análise dos dados e há a possibilidade de gerar *insights* durante e após a coleta dos dados.

Com isso em mente, para a nossa pesquisa, decidimos usar a entrevista em profundidade com roteiro semiestruturado, formato no qual são utilizadas tanto perguntas abertas quanto fechadas, e também permite uma certa liberdade ao entrevistador de adicionar novas perguntas ao decorrer da entrevista, caso haja momentos que considere oportunos para obter mais informações relevantes. De

acordo com Selltiz (1987), as entrevistas semiestruturadas são um dos tipos que, quase sempre produzem melhores amostras de dados.

O roteiro utilizado para as entrevistas foi o seguinte:

1 - Qual área você atua ou já atuou?

2 - Você trabalhou em escolas públicas ou particulares? Ou ambas?

2.1 - Notou alguma diferença marcante entre esses dois tipos de instituições?

3 - Com qual faixa etária você já trabalhou? Se mais de uma, com qual tem mais experiência?

3.1 - Como foi o processo educacional?

3.2 - Qual era a maior facilidade e a maior dificuldade, no geral, das crianças dessa faixa etária?

3.3 - Qual era a maior facilidade e a maior dificuldade das crianças dessa faixa etária em relação à matéria que você leciona?

4 - Já trabalhou com crianças com TDAH?

4.1 - Como foi a experiência?

4.2 - Você notou alguma diferença no processo de aprendizado dessas crianças? Quais?

5 - Na pandemia, como foi se adaptar ao ensino remoto?

5.1 - Quais foram os benefícios e os desafios?

6 - Conhece algum método de ensino não tradicional? Já usou em sala de aula?

6.1 - Qual? Como foi a experiência? Foi difícil aplicar?

6.2 - Foi difícil receber a aprovação da diretoria?

6.3 - Qual foi o feedback dos alunos?

7- Já usou algum aparelho de realidade virtual? E em sala de aula?

7.1 - Já usou em sala de aula? Se sim, por quê?

7.2 - Como foi a experiência?

4.1.2 Codificação e categorização

A etapa de codificação na Teoria Fundamentada é onde analisamos os dados coletados com a finalidade de aumentar nossa compreensão sobre o tema estudado,

além de orientar uma possível coleta de dados posteriormente. A etapa de codificação é dividida em duas partes. São elas:

“Codificação inicial e a codificação focalizada. Durante a codificação inicial, estudamos rigorosamente os fragmentos dos dados (palavras, linhas, segmentos e incidentes) devido à sua importância analítica. Às vezes, podemos reconhecer os termos narrativos dos nossos participantes como códigos in vivo. Ao empregarmos a codificação focalizada, selecionamos aquele material que pareça representar os códigos iniciais mais vantajosos e os testamos em contraste com os dados mais amplos.” (CHARMAZ, 2009).

4.1.3 Redação dos memorandos

Essa etapa é essencial para a Teoria Fundamentada, pois escrever os memorandos nos permite analisar e refletir sobre os resultados coletados nas etapas anteriores.

Durante a redação dos memorandos, ainda é possível que novos *insights* apareçam, além de consolidar conceitos criados anteriormente (CHARMAZ, 2009).

Com isso, a partir dos resultados anteriores, escrevemos breves textos resumindo as conclusões que tivemos ao ler os dados devidamente categorizados.

4.1.4 Criação das teorias

Segundo Charmaz (2009), nesta última etapa, a Teoria Fundamentada passa a ser construída a partir dos conhecimentos adquiridos ao longo do processo, ao invés de surgir apenas da pesquisa bibliográfica. A autora complementa: “As teorias fundamentadas exploram profundamente o empírico e constroem estruturas analíticas que alcançam o hipotético.”

4.2 Pesquisa Quantitativa

Segundo Boni e Quaresma (2005), a pesquisa quantitativa através de entrevistas estruturadas, feitas por meio de um questionário com perguntas formuladas com antecedência, têm como principal benefício, a possibilidade de comparação das respostas e perceber suas diferenças.

Outra vantagem desse tipo de pesquisa é que a presença do pesquisador enquanto o participante responde o formulário não se faz necessária. Isso faz com que o questionário alcance um número maior de pessoas com menos esforço.

No questionário aplicado foram utilizadas, em sua maior parte, perguntas fechadas, sendo apenas a última uma pergunta aberta. No total, recebemos 23 respostas.

4.3 Testes de Usabilidade

A fim de validarmos nossas hipóteses de facilidade de uso da aplicação, que será detalhada mais à frente, realizamos testes de usabilidade remotos sem moderação (UNMODERATED, 2021). O protótipo foi feito no Adobe XD e enviado para os participantes através do Google Forms, com perguntas abertas e fechadas. As questões feitas foram as seguintes:

- Qual a sua idade?
- Que série/ano você está?
- Estuda em escola pública ou particular?
- Já foi diagnosticado com TDAH?
- Conseguiu chegar à Lua Nova?
- Conseguiu chegar à Lua Crescente?
- Conseguiu chegar à Lua Cheia?
- Conseguiu chegar à Lua Minguante?
- O que o Sol disse sobre a Lua Minguante?
- O que você acha que significa este símbolo vermelho na Terra?

- Qual a diferença você acha que tem entre a lua pequena e a que aparece maior na tela?

5 Resultados e discussão

5.1 Resultados da Pesquisa Qualitativa

Conforme citado anteriormente, analisamos as respostas das entrevistas usando a Teoria Fundamentada em Dados.

Para a etapa de codificação e categorização, analisamos e transcrevemos as respostas das entrevistas realizadas na etapa anterior e as separamos em 5 subcategorias: afirmações concretas, dores, alegrias, dúvidas e ideias. Após isso, criamos 7 categorias focalizadas: TDAH, pandemia, realidade virtual, tema, escolas públicas, escolas particulares e métodos de ensino.

Após isso, redigimos os seguintes memorandos:

- Crianças do ensino fundamental, tanto com TDAH como crianças sem diagnóstico tem dificuldade em aprender sobre fases da lua e percepção espacial do sistema solar;
- Crianças têm mais facilidade de entender a matéria quando os professores assimilam a teoria com situações do cotidiano, pois tudo que traz significado para a vida de uma criança, é guardado por mais tempo;
- Ao usar a realidade virtual, podemos dar um senso de espaço e escala não possível com maquetes ou o método tradicional, além de facilitar o ensino do ponto de vista do professor;
- O construtivismo e outras metodologias ativas (sala de aula invertida, protagonismo estudantil) são muito conhecidos por professores, e eles dizem que esses métodos trazem bons resultados;
- Em sala de aula, é comum que os professores façam uma avaliação da bagagem dos alunos e comparam esses resultados com as avaliações de conhecimento ao final dos módulos.

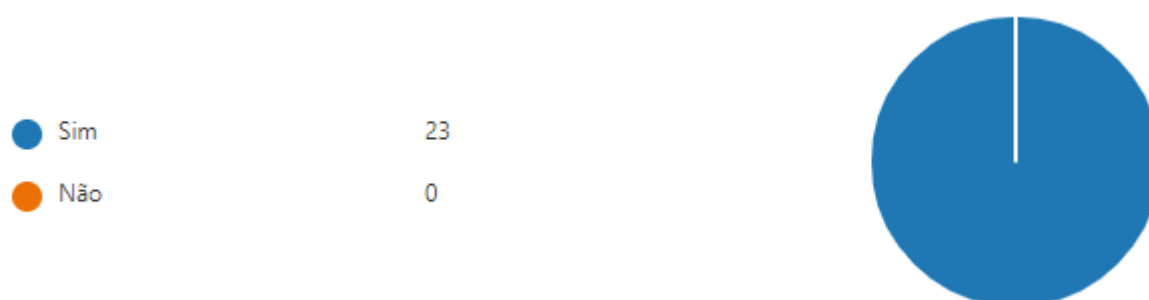
Com isso, chegamos à etapa de criação de teorias. A partir dos dados obtidos nas análises das entrevistas, supomos que o uso da realidade virtual pode auxiliar no ensino da astronomia, partindo da ideia que se trata de uma ferramenta útil para resolver uma das dores mais comuns no ensino da matéria: a falta de visualização e do senso espacial dos alunos. Complementarmente, com base nas respostas dos professores entrevistados, onde foram citadas as metodologias ativas, pensamos que uma aplicação em RV pode ser uma boa alternativa para a fase de apresentação dos conceitos às crianças, uma vez que este tipo de tecnologia possui o fator de agência do usuário, o que também pode auxiliar no processo de aprendizagem tanto de crianças com TDAH quanto aquelas que não o possui.

5.2 Análise da Pesquisa Quantitativa

Aplicamos um questionário estruturado a fim de explorar os métodos de avaliação mais utilizados por professores do ensino fundamental II no ensino de fases da Lua, sendo que apenas a última pergunta era do tipo aberta. Abaixo apresentamos o roteiro e os respectivos resultados obtidos:

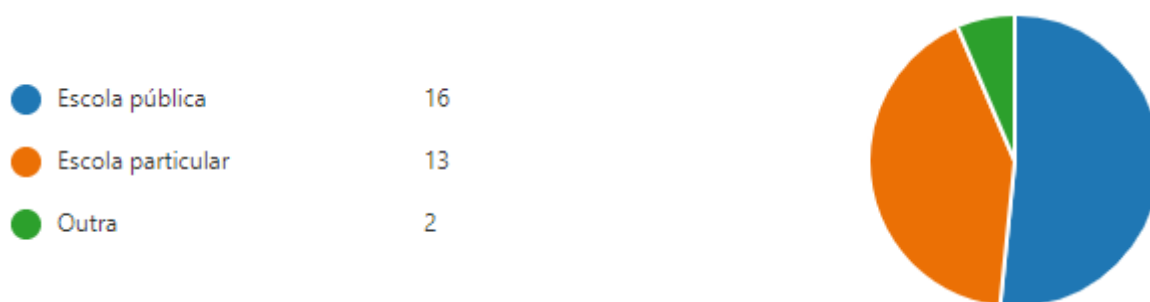
1. Concordo e aceito participar dessa pesquisa

Figura 16 - Gráfico em pizza



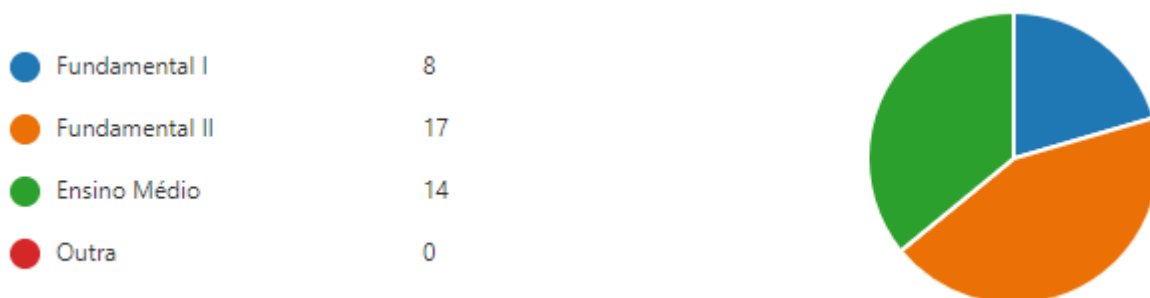
Fonte – Autoria própria. Obtido através do Microsoft Forms.

2. Você leciona ou lecionou em quais desses tipos de instituição?

Figura 17 - Gráfico em pizza

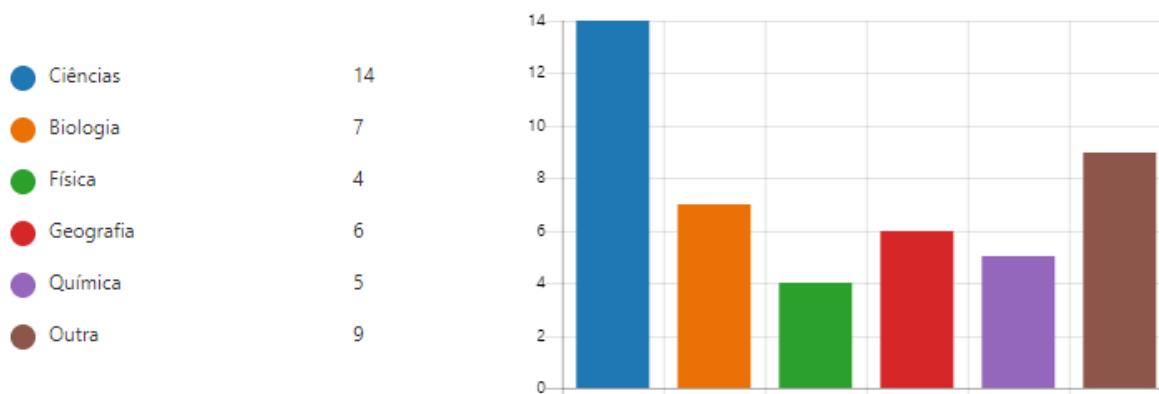
Fonte – Autoria própria. Obtido através do Microsoft Forms.

3. Você já lecionou para quais tipos de aluno?

Figura 18 - Gráfico em pizza

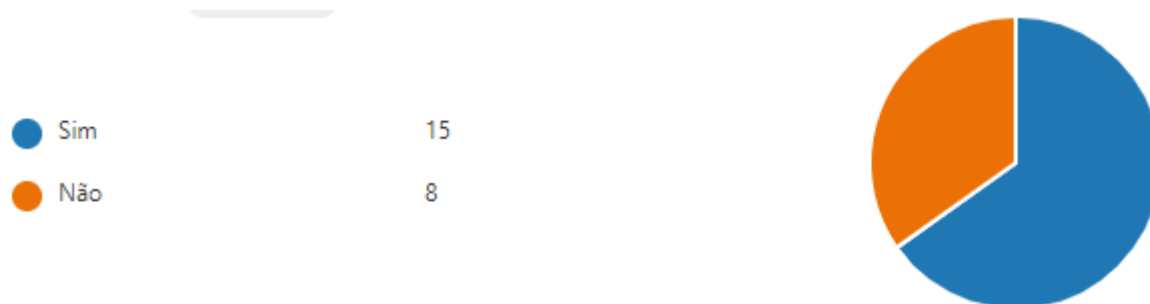
Fonte – Autoria própria. Obtido através do Microsoft Forms.

4. Quais matérias você já lecionou?

Figura 19 - Gráfico em barra

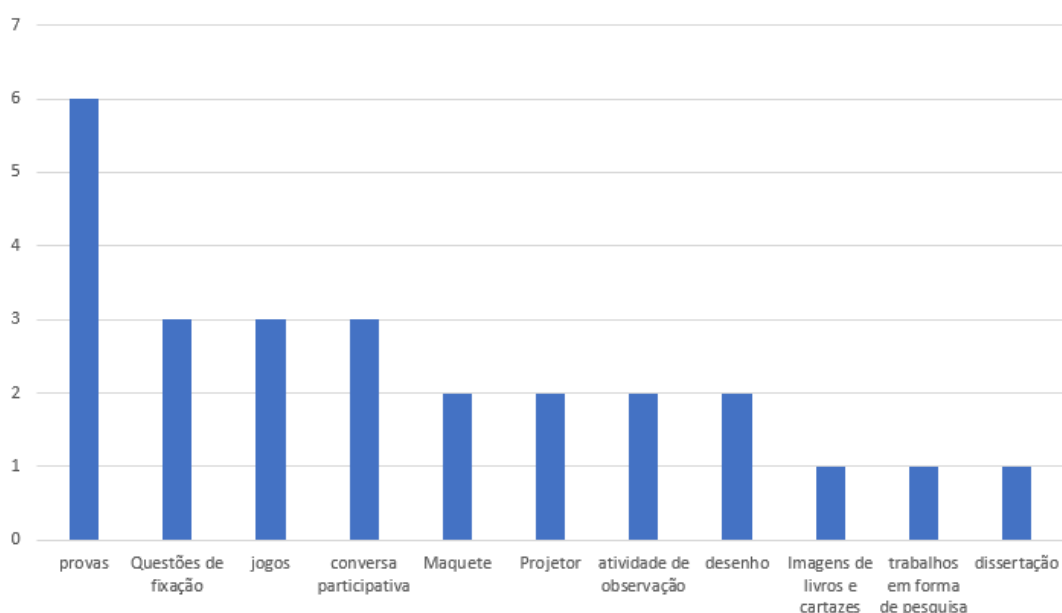
Fonte – Autoria própria. Obtido através do Microsoft Forms.

5. Você já ensinou sobre as fases da Lua?

Figura 20 - Gráfico em pizza

Fonte – Autoria própria. Obtido através do Microsoft Forms.

6. Para quais séries você já ensinou esse tema? Quais métodos de avaliação você usou para medir a retenção do conteúdo pelos alunos?

Figura 21 - Gráfico em barra

Fonte – Autoria própria. Obtido através do Microsoft Excel.

Com base nos dados obtidos, concluímos que a prova será o melhor processo de avaliação para medir a eficácia da nossa aplicação. Apesar deste método estar atrelado à forma tradicional de ensino, que contradiz com a nossa proposta, ainda optamos por esse meio, uma vez que ambos professores e alunos já estão acostumados com o recurso.

Assim, o processo de avaliação seria feito em duas etapas. Uma prova seria aplicada antes da criança usar nossa aplicação em realidade virtual, como base para

comparação posterior. Após o uso do nosso protótipo, outra prova similar seria aplicada para a medição da eficácia.

5.3 Navegando no Espaço – Uma aplicação em VR para o aprendizado de astronomia

Navegando no Espaço é uma aplicação em VR que visa ajudar crianças, em especial aquelas com TDAH, a aprender sobre astronomia de uma maneira divertida e mais leve, e é resultado das informações obtidas ao longo da pesquisa, sobretudo, com base nas entrevistas com professores de ensino fundamental.

Na etapa de entrevistas realizada neste estudo, foram identificadas algumas dificuldades que as crianças de ensino fundamental I e II costumam ter no aprendizado de astronomia, como a visualização espacial do sistema solar e entendimento das fases da Lua. Além disso, também foi identificado que, de acordo com os professores, o uso de metodologias ativas e assimilação do conteúdo teórico com situações cotidianas das crianças costumam trazer bons resultados.

Tendo isso em vista, optamos por desenvolver uma aplicação em VR, na qual a criança é protagonista numa viagem ao espaço, onde sua primeira missão é conhecer e aprender sobre as fases da Lua, podendo movê-la para ver a mudança das fases e como ela fica do ponto de vista da Terra. Lá, ela conhece Naiá, uma personagem que é astronauta e está encarregada de guiá-la em sua aventura.

Pensando no contexto de aulas estruturadas para metodologias ativas que, segundo os entrevistados, normalmente se inicia com uma etapa mais exploratória na qual o aluno tem o primeiro contato com a matéria, a aplicação foi pensada para ser introduzida exatamente neste momento do processo de aprendizagem. A imagem abaixo ilustra esse momento em que a aplicação seria utilizada e, também, o fluxo de telas que foi pensado para ela, sendo essa: menu, *onboarding* com instruções, animação introdutória e parte exploratória e interativa.

Figura 22 - Imagem que demonstra o momento de uso da aplicação no processo de aprendizagem e o fluxo de telas da mesma

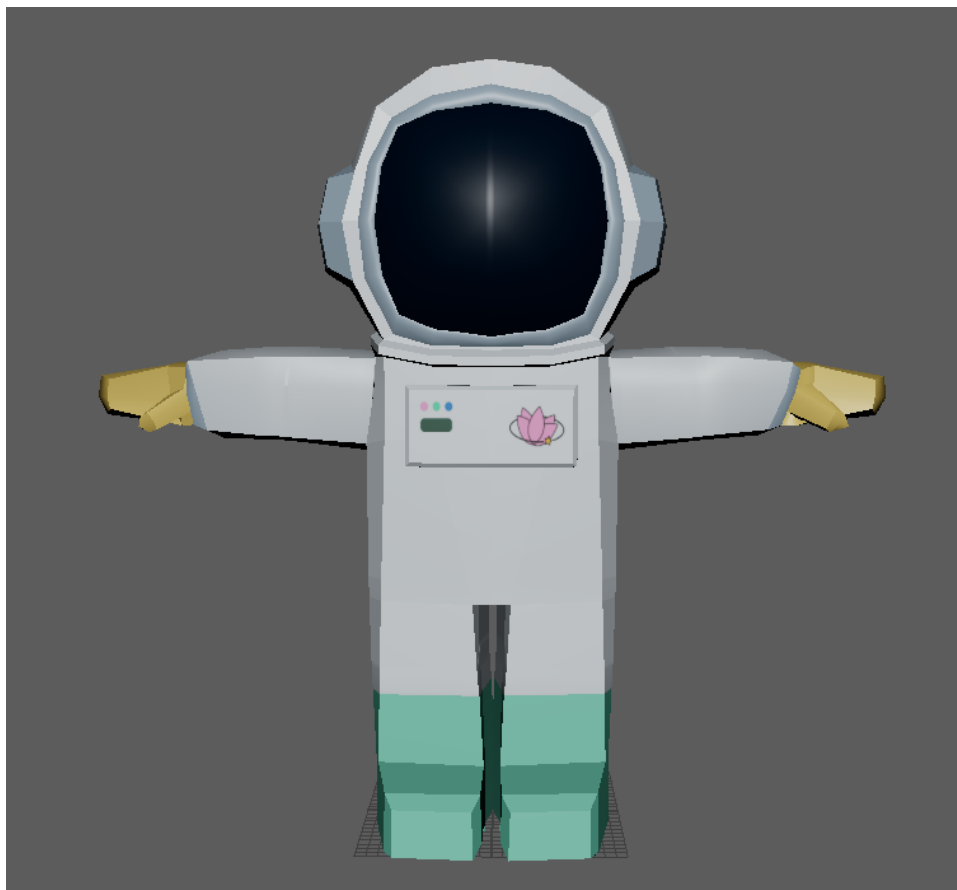


Fonte – Autoria própria. Obtido através do Adobe XD.

5.3.1 Identidade Visual e Personagem

A personagem Naiá não tem gênero e seu nome foi inspirado na lenda indígena que conta a história de Naiá, que era apaixonada pela Lua. A vitória-régia, utilizada como elemento de identidade visual é inspirada nessa mesma história (RICON, 2017).

Figura 23 - Imagem do modelo 3D de Naiá visto de frente



Fonte – Autoria própria. Obtido através do Autodesk Maya.

Figura 24 - Imagem do modelo 3D de Naiá visto de costas



Fonte – Autoria própria. Obtido através do Autodesk Maya.

Figura 25 - Imagem do logo e suas variações



Fonte – Autoria própria. Obtido através do Adobe Illustrator.

Nosso logo foi pensado para seguir com o tema da educação de astronomia para crianças. A palavra "navegando" é ilustrada com uma certa curvatura, dando a sensação de fluidez, casando-se com o contexto e o significado da palavra em si. Inserimos algumas estrelas encaixadas com as palavras, o que remete ao céu estrelado. Por fim, ilustramos um foguete com uma Lua ao centro, brincando com a letra "O", presente na palavra "espaço", assim fazendo alusão à missão especial no espaço, que a criança irá experienciar com Naiá, a personagem guia.

Figura 26 - Imagem da paleta de cores



Fonte – Autoria própria. Obtido através do Adobe Photoshop.

Pensando na atmosfera da educação infantil, a paleta escolhida dá um ar divertido e chamativo para o projeto. Além disso, a combinação das cores rosa e verde foram escolhidas para remeter às cores da vitória-régia, sendo suas flores rosas e sua folha verde. Já os tons de azul mais claro e escuro remetem ao céu, tendo o amarelo e o bege como cores que fazem alusão às estrelas.

Figura 27 - Imagem das fontes

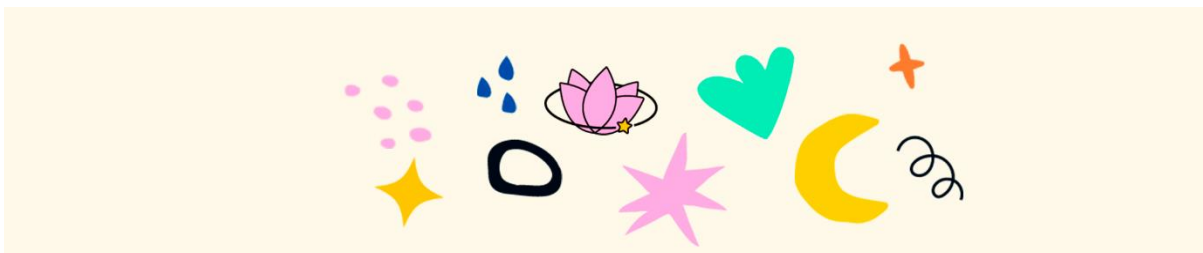


Fonte – Autoria própria. Obtido através do Adobe Photoshop.

A tipografia principal escolhida, também presente no logo, é a Barricada Pro. Essa fonte possui suas serifas e traços curvos, que dão um toque de suavidade e tornam as letras um pouco lúdicas. Por ser arredondada e robusta, faz com o projeto se mostre mais simpático.

Como fonte secundária, para textos maiores e corridos, foi escolhida a fonte Gotham, que é mais clássica. Como ela não possui serifa, facilita a leitura quando o se tem um conteúdo mais vasto.

Figura 28 - Imagem dos elementos gráficos



Fonte – Autoria própria. Obtido através do Adobe Photoshop. Vetores por Bibadash disponibilizado através do Shutterstock

Disponível em: <https://www.shutterstock.com/pt/image-vector/various-hand-drawn-shapes-doodle-objects-1632596311>

Escolhemos um grupo de elementos com traços mais orgânicos e ilustrações mais lúdicas.

5.3.2 Roteiro e Storyboard

Antes do início da produção do protótipo de baixa fidelidade, foi feito um *storyboard* inicial e um roteiro para estruturação do conteúdo. Abaixo seguem as falas criadas para Naiá e imagens do *storyboard*.

Tabela 01 - Roteiro para estruturação do conteúdo

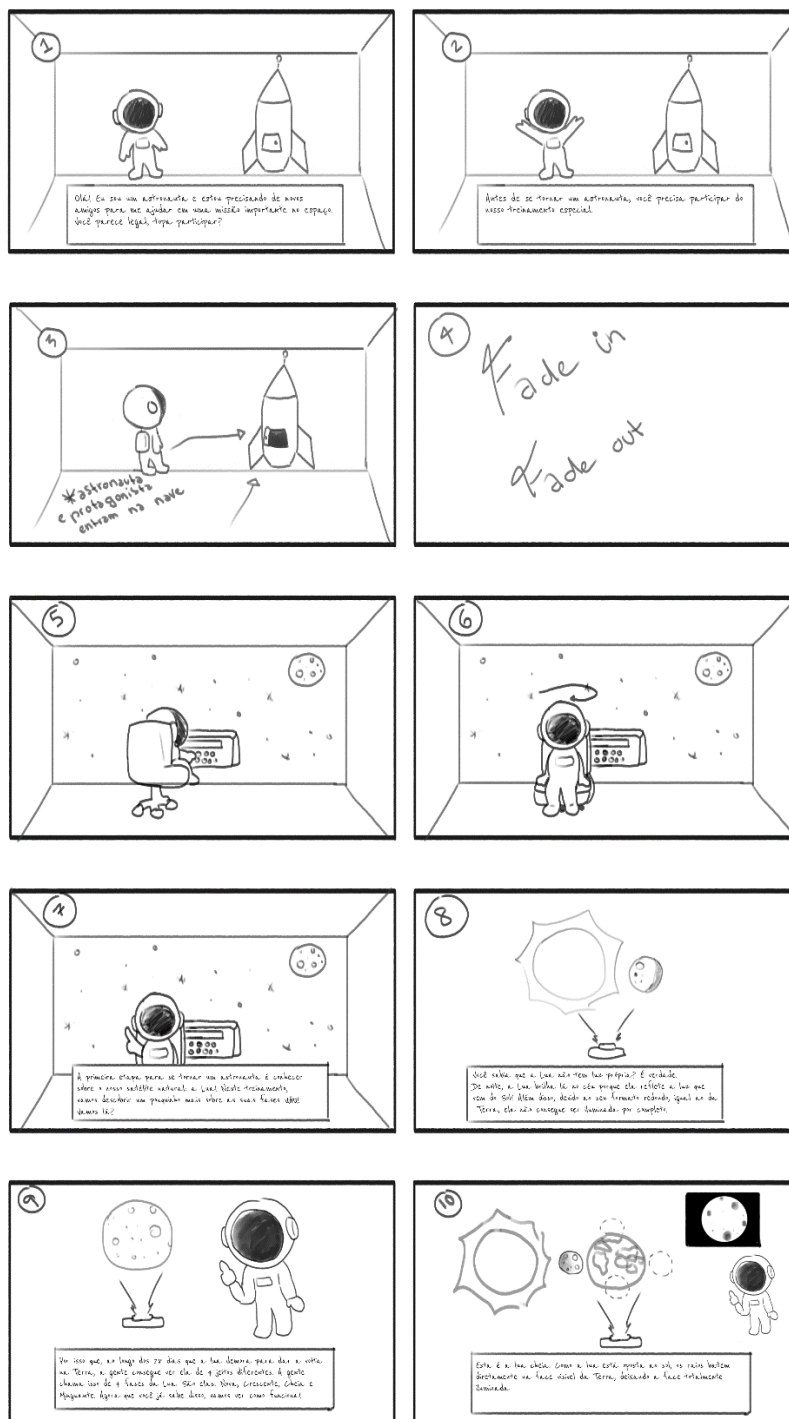
Narração - Astronauta	Descrição da Cena
Olá, meu nome é Naiá! Eu sou um astronauta e estou precisando de novos amigos para me ajudar em uma missão importante no espaço. Você parece legal, topa participar? Antes de se tornar um astronauta, você precisa participar do nosso treinamento especial.	<ol style="list-style-type: none"> 1- Cena em uma base de lançamento espacial 2- Astronauta Naiá está se apresentando e convidando para uma missão no espaço
A primeira etapa para se tornar um astronauta é conhecer sobre o nosso satélite natural: a Lua! Neste treinamento, vamos descobrir um pouquinho mais sobre as suas fases UHU! Vamos lá?	<ol style="list-style-type: none"> 1- Cena em uma base de lançamento espacial 2- Astronauta Naiá está explicando o que será feito e o tema abordado neste treinamento 3- Astronauta e protagonista caminham em direção ao foguete
Você sabia que a Lua não tem luz própria? É verdade! De noite, a Lua brilha lá no céu porque ela reflete a luz que vem do Sol! Além disso, devido ao seu formato redondo, igual ao da Terra,	<ol style="list-style-type: none"> 1- Cena dentro do foguete com o astronauta sentado e depois em pé

<p>ela não consegue ser iluminada por completo. Por isso que, ao longo dos 28 dias que a Lua demora para dar a volta na Terra, a gente consegue ver ela de 4 jeitos diferentes. A gente chama isso de 4 fases da Lua. São elas: Nova, Crescente, Cheia e Minguante. Agora que você já sabe disso, vamos ver como funciona!</p>	<p>2- Astronauta explica para o protagonista de forma geral, sobre a Lua e suas fases</p>
<p>Chegamos no nosso destino, foi uma viagem e tanto! Ali está a Lua, agora você pode testar para ver como funcionam as suas fases. Vamos lá? Mexa sua cabeça para encaixar a lua em uma posição. Para confirmar, segure firme até a barrinha no centro da tela encher completamente.</p>	<p>1- Cena dentro do foguete com o astronauta em pé, caminhando em direção ao holograma 2- Por cima da animação, aparecerá um <i>pop-up</i> dando instruções de como manusear a parte exploratória e o astronauta complementar a explicação</p>
<p>Esta é a Lua Nova. Como o Sol está atrás da Lua, nós da Terra não conseguimos ver a face iluminada.</p>	<p>1- Cena dentro do foguete, em frente ao holograma 2- Astronauta explica sobre a Lua Nova, se o protagonista selecionar a mesma</p>
<p>Esta é a Lua Crescente. Ela está em transição entre a Nova e a Cheia, por isso apenas metade dela está iluminada em forma de C.</p>	<p>1- Cena dentro do foguete, em frente ao holograma 2- Astronauta explica sobre a Lua Crescente, se o protagonista selecionar a mesma</p>
<p>Esta é a Lua Cheia. Como a Lua está oposta ao Sol, os raios batem diretamente na face visível da Terra, deixando a face totalmente iluminada.</p>	<p>1- Cena dentro do foguete, em frente ao holograma 2- Astronauta explica sobre a Lua Cheia, se o protagonista selecionar a mesma</p>
<p>Esta é a Lua Minguante. Ela é a transição da lua cheia para a lua nova, por isso ela fica metade iluminada, ao contrário da Lua Nova.</p>	<p>1- Cena dentro do foguete, em frente ao holograma 2- Astronauta explica sobre a Lua Minguante, se o protagonista selecionar a mesma</p>
<p>Nessa parte você vai ver como fica a Lua olhando lá da Terra.</p>	<p>1- Cena dentro do foguete, ao lado do holograma 2- Se o protagonista olhar para o lado direito dele, é possível ver a Lua na visão da Terra, através de uma tela, onde o astronauta explica para que serve</p>
<p>Você sabia que antigamente, quando não existiam celulares para ver a data, as pessoas usavam a lua para saber em qual época do ano estamos? Legal, né?</p>	<p>1- Cena dentro do foguete, ao lado do holograma 2- Se o protagonista olhar para o lado direito dele, é possível ver a</p>

<p>Hoje, saber sobre as fases da Lua é importante por causa das marés dos oceanos.</p>	<p>Lua no espaço, através da janela, onde o astronauta fala sobre curiosidades da mesma</p>
----------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------

Fonte – Autoria própria.

Figura 29 - Imagem do storyboard



Fonte – Autoria própria. Obtido através do Adobe Photoshop.

5.3.3 Protótipo de Baixa Fidelidade e Teste de Usabilidade

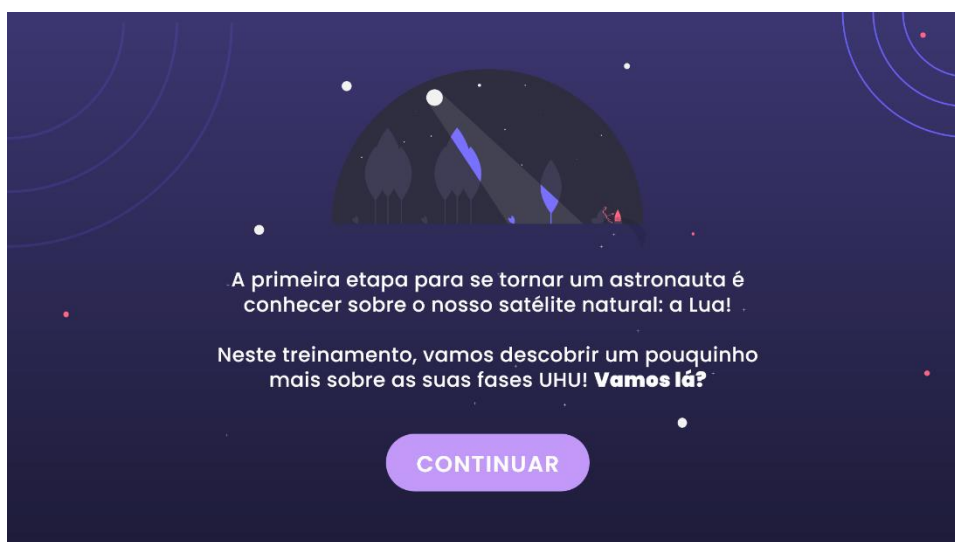
Como já citado anteriormente, foi feito um protótipo de baixa fidelidade no Adobe XD, com a finalidade de validar a usabilidade dos mecanismos pensados para parte exploratória das fases da Lua, conforme as imagens abaixo.

Figura 30 - Imagem da tela de início



Fonte – Autoria própria. Obtido através do Adobe XD.

Figura 31 - Imagem da tela de explicação geral



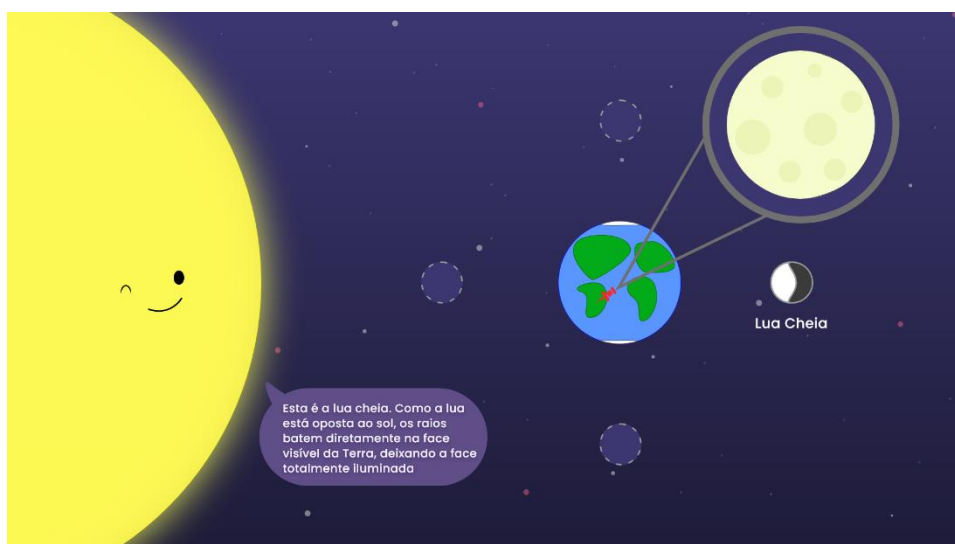
Fonte – Autoria própria. Obtido através do Adobe XD.

Figura 32 - Imagem da tela de explicação da interação



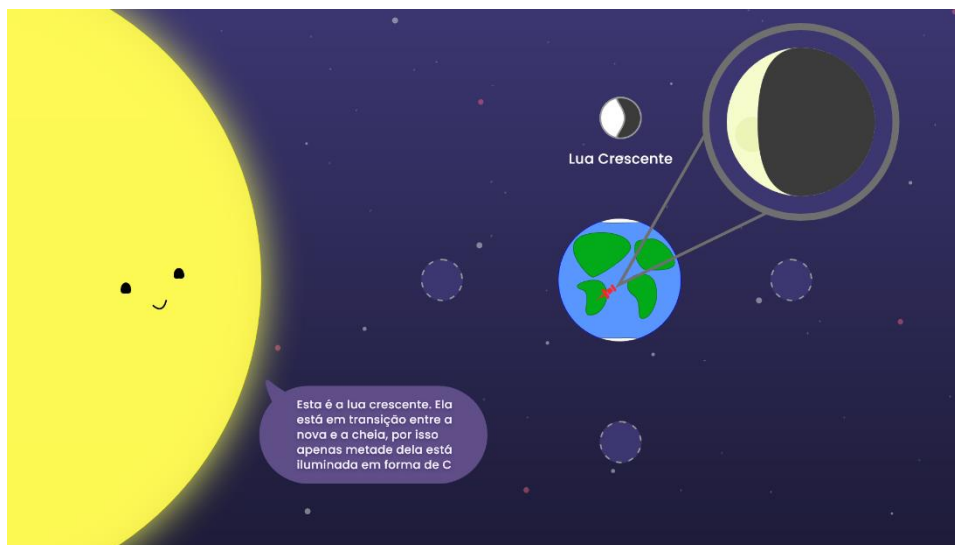
Fonte – Autoria própria. Obtido através do Adobe XD.

Figura 33 - Imagem da tela de explicação da Lua Cheia



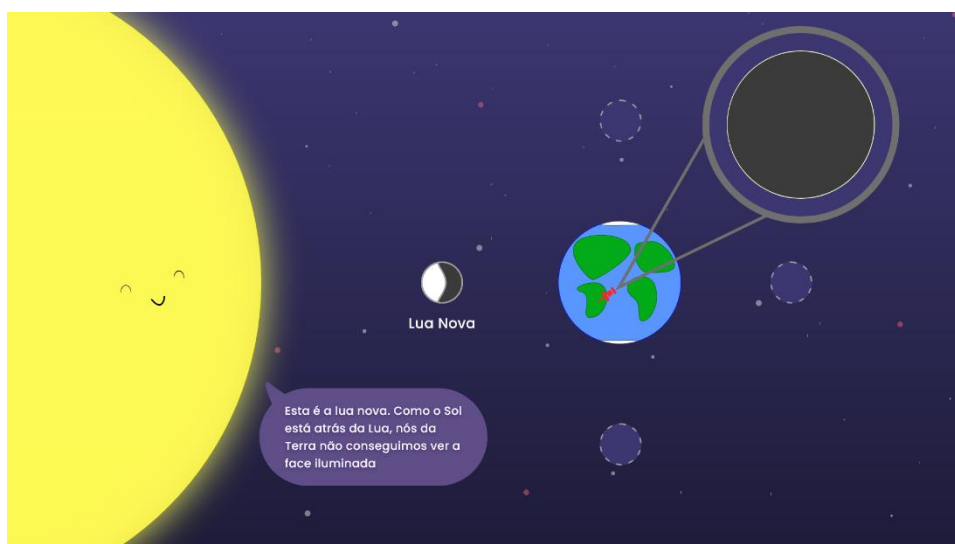
Fonte – Autoria própria. Obtido através do Adobe XD.

Figura 34 - Imagem da tela de explicação da Lua Crescente



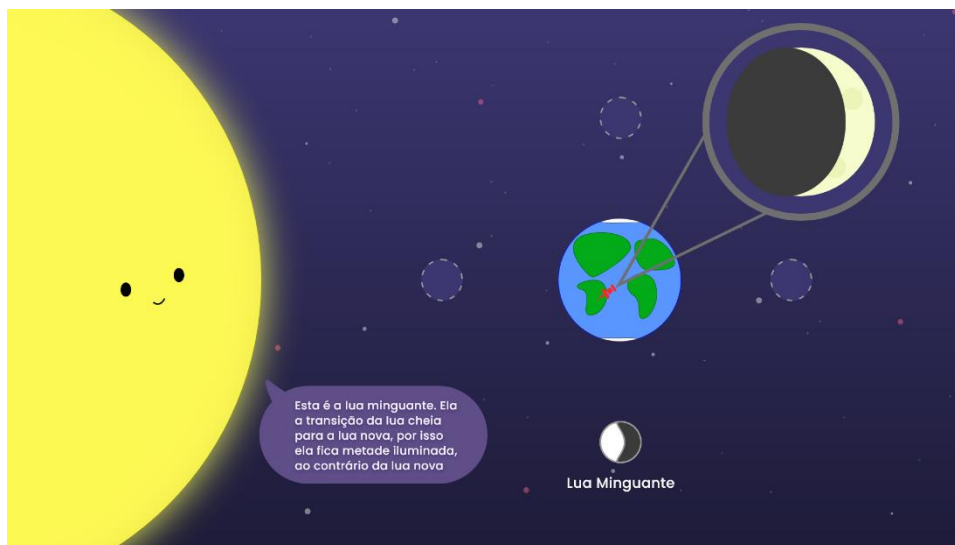
Fonte – Autoria própria. Obtido através do Adobe XD.

Figura 35 - Imagem da tela de explicação da Lua Nova



Fonte – Autoria própria. Obtido através do Adobe XD.

Figura 36 - Imagem da tela de explicação da Lua Minguante



Fonte – Autoria própria. Obtido através do Adobe XD.

Para validar nosso protótipo, fizemos um teste de usabilidade remoto, sem moderação, através de um questionário.

1. Qual a sua idade?

Figura 37 - Respostas individuais

8 anos
9 anos
13
8
15
10anos
11

Fonte – Autoria própria. Obtido através do Google Forms.

2. Que série/ano você está?

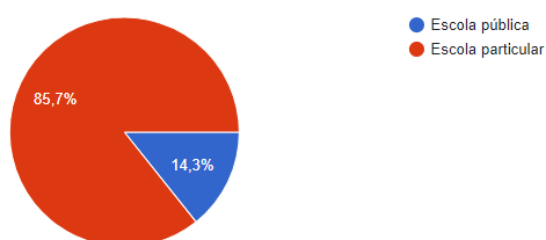
Figura 38 - Respostas individuais

terceiro ano
4º ano
8º
3 ANO A
9º ano
5ºano
5 ano

Fonte – Autoria própria. Obtido através do Google Forms.

3. Estuda em escola pública ou particular?

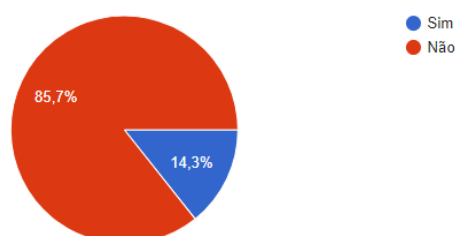
Figura 39 - Gráfico em pizza



Fonte – Autoria própria. Obtido através do Google Forms.

4. Já foi diagnosticado com TDAH?

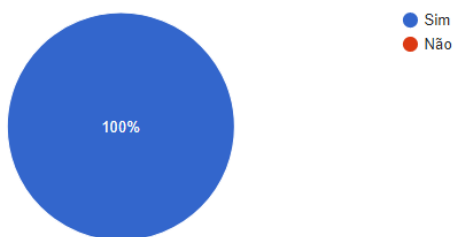
Figura 40 - Gráfico em pizza



Fonte – Autoria própria. Obtido através do Google Forms.

5. Conseguiu chegar à Lua Nova?

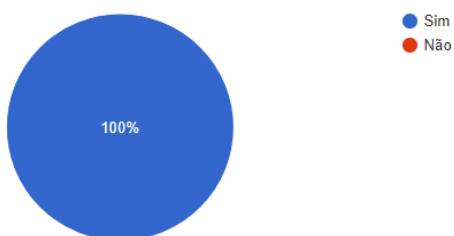
Figura 41 - Gráfico em pizza



Fonte – Autoria própria. Obtido através do Google Forms.

6. Conseguiu chegar à Lua Crescente?

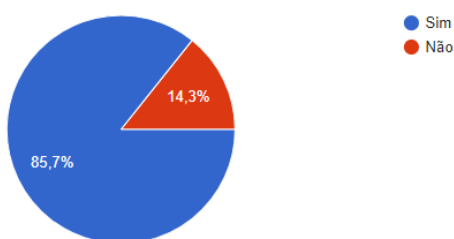
Figura 42 - Gráfico em pizza



Fonte – Autoria própria. Obtido através do Google Forms.

7. Conseguiu chegar à Lua Cheia?

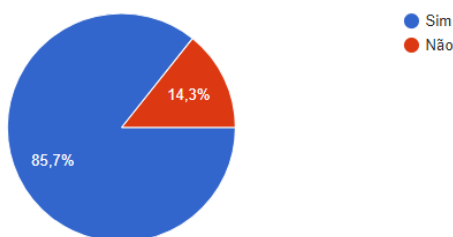
Figura 43 - Gráfico em pizza



Fonte – Autoria própria. Obtido através do Google Forms.

8. Conseguiu chegar à Lua Minguante?

Figura 44 - Gráfico em pizza



Fonte – Autoria própria. Obtido através do Google Forms.

9. O que o Sol disse sobre a Lua Minguante?

Figura 45 - Respostas individuais

Que fica entre a cheia e a nova (entendi mais ou menos)
A Lua Minguante vai para Lua nova
Transição da lua cheia para a lua nova por isso fica metade iluminada.
Esta é a lua Minguante. Ela é a transição da lua Cheia para a lua nova por isso ela fica metade iluminada, ao contrario da lua nova
Vc sempre está escura pra mim
Estou aqui pra te ajudar a brilhar
Sai da frente que eu estou chegando

Fonte – Autoria própria. Obtido através do Google Forms.

10. O que você acha que significa este símbolo vermelho na Terra?

Figura 46 - Respostas individuais

sou eu
Brasil BR
Posição da terra diante da lua
O Brasil.
Não sei
As partes em erupção
Vulcão 🌋

Fonte – Autoria própria. Obtido através do Google Forms.

11. Qual a diferença você acha que tem entre a lua pequena e a que aparece maior na tela?

Figura 47 - Respostas individuais

A grande é como eu vejo da terra e a pequena eu não sei
Elas estão diferente da grande
não entendi
Para mim todas são do mesmo tamanho
A da tela é maior
A diferença é o modo de olhar
A diferença é do jeito que se vê

Fonte – Autoria própria. Obtido através do Google Forms.

Conforme mostram os dados, a maioria das crianças que participaram da pesquisa conseguiram passar por todas as fases da Lua no protótipo. Porém, uma pequena porcentagem foi capaz de diferenciar as luas interativas com a do ponto de vista da Terra. Além disso, nenhuma entendeu o que significava o alfinete vermelho.

Alguns desses resultados podem não ser fiéis à realidade, pois, como visto na pergunta 9, nem todas as crianças fizeram o questionário com seriedade devido à falta de moderação.

Contudo, pudemos ter alguns *insights* do que pode ser melhorado no protótipo final de alta fidelidade.

5.3.4 Aplicação

Com base nos resultados das pesquisas anteriores e aprimorando o protótipo de baixa fidelidade realizado no programa Adobe XD, criamos o projeto de design multissensorial na Unity chamado “Navegando no Espaço”. A aplicação pode ser usada em dispositivos celulares com sistema operacional Android, juntamente com algum tipo de óculos de realidade virtual, como o Google Cardboard, por exemplo.

Como se trata de uma versão de inicial, o fluxo de navegação se inicia com um menu simples com apenas duas opções: embarcar e sair. Ao escolher a primeira, o usuário inicia a sua experiência na aplicação.

Figura 48 - Imagem da tela de início

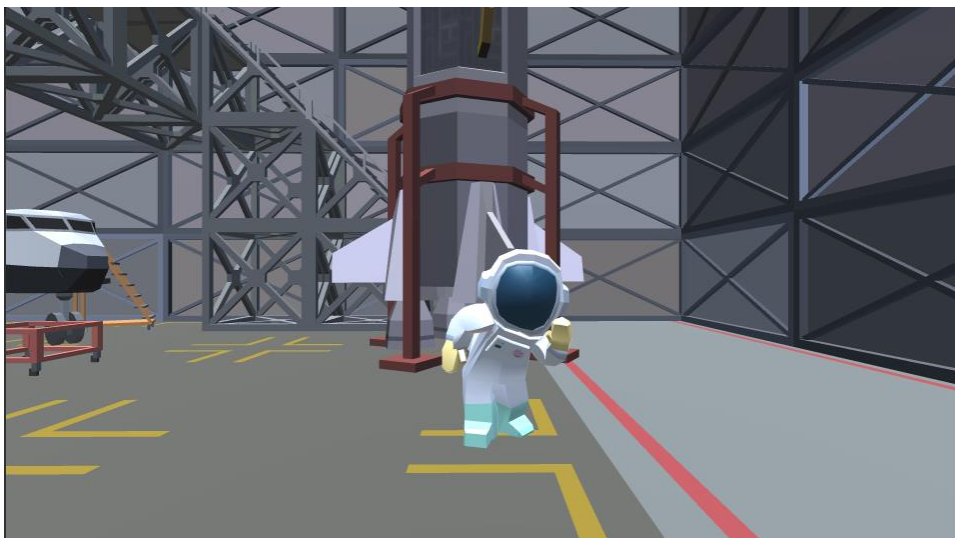


Fonte – Autoria própria. Assets por Synty Studios

Disponível em: <https://assetstore.unity.com/packages/3d/environments/sci-fi/simple-space-interiors-cartoon-assets-87964>

Nesta cena, o usuário já está dentro do fluxo da experiência em si e, nesta etapa, é feita uma contextualização geral, onde Naiá se apresenta e explica inicialmente sobre uma missão no espaço, colocando o usuário como protagonista da história, como poder ser observado no roteiro previamente apresentado.

Figura 49 - Imagem do primeiro ambiente



Fonte – Autoria própria. Assets por Synty Studios

Disponível em: <https://assetstore.unity.com/packages/3d/environments/sci-fi/simple-space-interiors-cartoon-assets-87964>

Neste segundo ambiente, o usuário se encontra dentro do foguete para a sua grande missão, onde o astronauta contextualiza sobre o que será ensinado neste grande treinamento, sendo a Lua e suas fases.

Figura 50 - Imagem do segundo ambiente

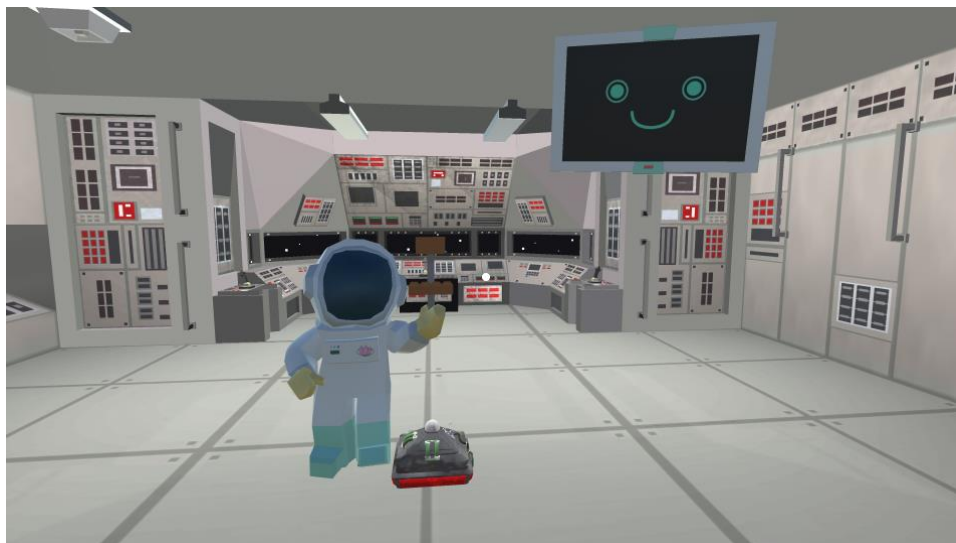


Fonte – Autoria própria. Assets por Synty Studios

Disponível em: <https://assetstore.unity.com/packages/3d/environments/sci-fi/simple-space-interiors-cartoon-assets-87964>

Aqui, Naiá se aproxima da máquina de holograma para explicar sobre as fases da Lua de uma forma mais geral e como elas ocorrem.

Figura 51 - Imagem do segundo ambiente



Fonte – Autoria própria. Assets por Synty Studios

Disponível em: <https://assetstore.unity.com/packages/3d/environments/sci-fi/simple-space-interiors-cartoon-assets-87964> ,

<https://br.freepik.com/vetores/logotipo%27%3ELogotipo>

Esta é a etapa interativa e principal da aplicação, onde o usuário pode mover a cabeça para posicionar a Lua e descobrir as suas fases. Conforme as imagens abaixo, dependendo de onde o usuário apontar o *crosshair*, a fase da Lua correspondente é mostrada na tela à direita.

Figura 52 - Imagem do segundo ambiente, na parte interativa



Fonte – Autoria própria. Assets por Synty Studios e Freepik. Sol disponibilizado por Adamantor através do Sketchfab. Terra disponibilizada por Freddy Drabble através do Sketchfab. Luas disponibilizadas por IronEqual através do Sketchfab

Disponível em: <https://assetstore.unity.com/packages/3d/environments/sci-fi/simple-space-interiors-cartoon-assets-87964> ,
<https://br.freepik.com/vetores/logotipo%27%3ELogotipo> ,
<https://sketchfab.com/3d-models/fireball-energy-sphere-4d8f95f28398453d8d5620fe301d39f8> ,
<https://sketchfab.com/3d-models/hologram-projector-ada909283f1c44b98ca5dfba16ec8cab> ,
<https://sketchfab.com/3d-models/moon-from-poly-by-google-de8ce49a9e7c4bfc169435cd2d27d48>

Figura 53 - Imagem do segundo ambiente, na parte interativa explicando sobre a Lua Nova



Fonte – Autoria própria. Assets por Synty Studios e Freepik. Sol disponibilizado por Adamantor através do Sketchfab. Terra disponibilizada por Freddy Drabble através do Sketchfab. Luas disponibilizadas por IronEqual através do Sketchfab. Imagem da Lua disponibilizada por NASA's Scientific Visualization Studio.

Disponível em: <https://assetstore.unity.com/packages/3d/environments/sci-fi/simple-space-interiors-cartoon-assets-87964> ,
<https://sketchfab.com/3d-models/fireball-energy-sphere-4d8f95f28398453d8d5620fe301d39f8> ,
<https://sketchfab.com/3d-models/hologram-projector-ada909283f1c44b98ca5dfba16ec8cab> ,
<https://sketchfab.com/3d-models/moon-from-poly-by-google-de8ce49a9e7c4bfc169435cd2d27d48> ,
<https://svs.gsfc.nasa.gov/4236>

Figura 54 - Imagem do segundo ambiente, na parte interativa explicando sobre a Lua Crescente



Fonte – Autoria própria. Assets por Synty Studios e Freepik. Sol disponibilizado por Adamantor através do Sketchfab. Terra disponibilizada por Freddy Drabble através do Sketchfab. Luas disponibilizadas por IronEqual através do Sketchfab. Imagem da Lua disponibilizada por NASA's Scientific Visualization Studio.

Disponível em: <https://assetstore.unity.com/packages/3d/environments/sci-fi/simple-space-interiors-cartoon-assets-87964> ,
<https://sketchfab.com/3d-models/fireball-energy-sphere-4d8f95f28398453d8d5620fe301d39f8> ,
<https://sketchfab.com/3d-models/fireball-energy-sphere-4d8f95f28398453d8d5620fe301d39f8> ,
<https://sketchfab.com/3d-models/hologram-projector-ada909283f1c44b98ca5dfba16ec8cab> ,
<https://sketchfab.com/3d-models/moon-from-poly-by-google-de8ce49a9e7c4bfc169435cd2d27d48> ,
<https://svs.gsfc.nasa.gov/11695>

Figura 55 - Imagem do segundo ambiente, na parte interativa explicando sobre a Lua Cheia

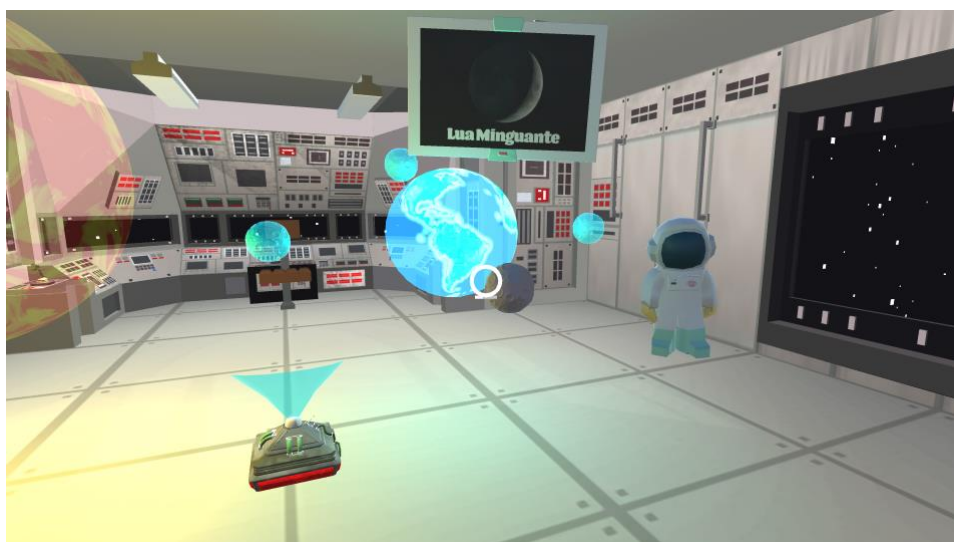


Fonte – Autoria própria. Assets por Synty Studios e Freepik. Sol disponibilizado por Adamantor através do Sketchfab. Terra disponibilizada por Freddy Drabble através do Sketchfab. Luas

disponibilizadas por IronEqual através do Sketchfab. Imagem da Lua disponibilizada por NASA's Scientific Visualization Studio.

Disponível em: <https://assetstore.unity.com/packages/3d/environments/sci-fi/simple-space-interiors-cartoon-assets-87964> ,
<https://sketchfab.com/3d-models/fireball-energy-sphere-4d8f95f28398453d8d5620fe301d39f8> ,
<https://sketchfab.com/3d-models/fireball-energy-sphere-4d8f95f28398453d8d5620fe301d39f8> ,
<https://sketchfab.com/3d-models/hologram-projector-ada909283f1c44b98ca5dfba16ec8cab> ,
<https://sketchfab.com/3d-models/moon-from-poly-by-google-de8ce49a9e7c4bfc169435cd2d27d48> ,
<https://svs.gsfc.nasa.gov/11695>

Figura 56 - Imagem do segundo ambiente, na parte interativa explicando sobre a Lua Minguante



Fonte – Autoria própria. Assets por Synty Studios e Freepik. Sol disponibilizado por Adamantor através do Sketchfab. Terra disponibilizada por Freddy Drabble através do Sketchfab. Luas disponibilizadas por IronEqual através do Sketchfab. Imagem da Lua disponibilizada por NASA's Scientific Visualization Studio.

Disponível em: <https://assetstore.unity.com/packages/3d/environments/sci-fi/simple-space-interiors-cartoon-assets-87964> ,
<https://sketchfab.com/3d-models/fireball-energy-sphere-4d8f95f28398453d8d5620fe301d39f8> ,
<https://sketchfab.com/3d-models/fireball-energy-sphere-4d8f95f28398453d8d5620fe301d39f8> ,
<https://sketchfab.com/3d-models/hologram-projector-ada909283f1c44b98ca5dfba16ec8cab> ,
<https://sketchfab.com/3d-models/moon-from-poly-by-google-de8ce49a9e7c4bfc169435cd2d27d48> ,
<https://svs.gsfc.nasa.gov/11695>

Devido a pandemia e as medidas preventivas estabelecidas durante a execução desse projeto, não foi possível realizar as provas e testes planejados com crianças do público-alvo. No futuro, pretendemos revisitar esse trabalho para a validação das hipóteses levantadas através da aplicação destes testes.

6 Conclusões

À medida em que o método tradicional de ensino apresenta falhas e um alto risco de não aprendizagem (VASCONCELLOS, 2012), metodologias não tradicionais, que já estavam presentes, em parte, na sala de aula, tendem a ganhar mais espaço no ambiente escolar (MORÁN, 2015).

Professores entrevistados citaram que usam com frequência métodos não tradicionais em aula. O mais citado foi o construtivismo. Visto isso, o design multissensorial, através da realidade virtual, pode servir como ferramenta educativa para auxiliar esse modo de aprendizado, proporcionando a aquisição de conhecimento através de experiências e exploração (AGLIARDI, Vinícius 2019; BRAGA, Mariluci 2001; GAROFALO, Débora 2019).

Além disso, devido a pandemia do SARS-CoV-2, o cenário da educação sofreu diversas precarizações (SANTOS, 2020). Em parte, devido à falta de estrutura e preparação por parte de algumas escolas, ou pelo aumento da exclusão digital (BARROS, Daniela 2020; HENRIQUES, Susana 2020; MOREIRA, José 2020).

De acordo com a Associação Psiquiátrica Americana, cerca de 5% das crianças apresentam sinais de TDAH (APA, 2014). Ademais, atividades ligadas a área acadêmica são uma das mais afetadas por esse transtorno (IBGE, 2017).

O projeto Navegando no Espaço, foi pensado com todos esses contextos em mente. Criamos uma aplicação em realidade virtual para validar seus possíveis benefícios no processo de aprendizagem das crianças, em especial as com TDAH.

Devido ao cenário da pandemia durante a realização dessa pesquisa, a realização dos testes para a validação da eficácia do projeto encontrou-se inviável. Porém, através das entrevistas com professores do ensino fundamental I e II, identificou-se uma oportunidade do uso da realidade virtual em sala de aula, levando em conta o contexto atual.

Uma das maiores dificuldades das crianças, segundo esses professores, é a compreensão de temas abstratos. No caso da matéria abordada, a astronomia, um dos exemplos disso é a mudança de fases da Lua, que costuma ser uma dificuldade inerente ao tema, quando se fala de crianças do ensino fundamental, de acordo com os professores entrevistados. A maior parte das tomadas de decisão quanto à construção da aplicação foram baseadas nisso.

Ao longo dos anos, diversos estudos têm sido feitos acerca do uso da realidade virtual na educação. Youngblut (1998), realizou um estudo na década de 90 e chegou à conclusão de que a tecnologia teria o potencial de auxiliar crianças com dificuldade de aprendizagem. Além deste, outros pesquisadores como Chen (2006) que chegou numa proposta de *framework* para ambientes educativos em realidade virtual. Há também as pesquisas mais conhecidas, feitas utilizando o sistema CAVE (ROUSSOS, JOHNSON, MOHER, LEIGH, VASILAKIS & BARNES, 1999) e o Virtual Playground (ROUSSOU, OLIVER & SLATER, 2006). Isso indica que já faz algum tempo que estudos vêm sendo feitos na área e que, portanto, há espaço e possibilidades de aplicação da tecnologia neste contexto.

Portanto, percebe-se que o design multissensorial aliado à realidade virtual tem o potencial para se tornar uma ferramenta cotidiana em sala de aula, trazendo os benefícios de métodos alternativos de ensino junto às tecnologias.

Caso surja a oportunidade, testes com crianças que se encaixam no público-alvo podem ser feitos. Uma possibilidade de teste de conteúdo seria elaborar uma prova para ser aplicada antes e depois da experiência dentro da realidade virtual, a fim de mensurar o entendimento dos usuários. Ademais, seria interessante a adição de legendas na aplicação para a inclusão de alunos com deficiência auditiva.

7 Referências bibliográficas

AGLIARDI, Vinícius. **DE A A ZEBRA: DESIGN MULTISSENSORIAL E STORYTELLING PARA A ALFABETIZAÇÃO INFANTIL**. 2019. 149 f. TCC (Graduação) - Curso de Design, Centro de Artes e Arquitetura, Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, 2019.

ALARCÃO, Isabel. **Educação na pandemia e no pós-pandemia**. 2021. Disponível em: <https://revistas.unasp.edu.br/rdd/article/view/1371/1230>. Acesso em: 30 set. 2021.

ANDERSON, John R.; REDER, Lynne M.; SIMON, Herbert A. **Situated Learning and Education**. 1996. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/243656383_Situated_Learning_and_Education. Acesso em: 05 jun. 2021.

ARANHA, Gláucio. **Jogos Eletrônicos como um conceito chave para o desenvolvimento de aplicações imersivas e interativas para o aprendizado.**

2006. Disponível em:

<http://cienciasecognicao.org/revista/index.php/cec/article/view/560/347>. Acesso em: 13 abr. 2021.

Azuma, R. T. (1997) "**A Survey of Augmented Reality**", Presence: Teleoperators and Virtual Environments, v.6, n.4, p. 355-385.

BABICH, Nick. **How VR In Education Will Change How We Learn And Teach.**

2019. Disponível em: [https://xd.adobe.com/ideas/principles/emerging-](https://xd.adobe.com/ideas/principles/emerging-technology/virtual-reality-will-change-learn-teach/)

[technology/virtual-reality-will-change-learn-teach/](https://xd.adobe.com/ideas/principles/emerging-technology/virtual-reality-will-change-learn-teach/). Acesso em: 15 abr. 2021.

Bajura, M.; Neumann, U. (1995) "**Dynamic Registration Correction in Video-Based Augmented Reality Systems**" IEEE Computer Graphics & Applications, v.15, n.5. p.52-60.

BONI, Valdete; QUARESMA, Sílvia Jurema. **Aprendendo a entrevistar: como fazer entrevistas em ciências sociais.** 2005. Curso de Sociologia Política, Ufsc, Santa Catarina, 2005.

BONILLA, Maria Helena Silveira. **Escola aprendente: desafios e possibilidades postos no contexto da sociedade do conhecimento.** 2002. Disponível em:

<https://repositorio.ufba.br/ri/bitstream/ri/6819/1/tese%20bonilla.pdf>. Acesso em: 14 abr. 2021.

BRAGA, Mariluci. **Realidade Virtual e Educação.** Revista de Biologia e Ciências da Terra. 2001. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=50010104>.

Acesso em: 18 de mar. 2021.

Carmigniani, J., Furht, B., Anisetti, M., Ceravolo, P., Damiani, E., & Ivkovic, M. (2010). **Augmented reality technologies, systems and applications**. *Multimedia Tools and Applications*, 51(1), 341–377. doi:10.1007/s11042-010-0660-6
<https://sci-hub.se/https://doi.org/10.1007/s11042-010-0660-6>

CHARMAZ, Kathy. **A construção da teoria fundamentada guia prático para análise qualitativa**. Porto Alegre ArtMed 2009 ISBN 9788536320984.

CHANG, Dempsey; NESBITT, Keith. **Developing Gestalt-based Design Guidelines for Multi-sensory Displays. Conference In Research And Practice In Information Technology, [S.L.]**, abr. 2006. Disponível em: Conference in Research and Practice in Information Technology. Acesso em: 14 maio 2021.

CHEN, Chwen Jen. **The design, development and evaluation of a virtual reality based learning environment**. *Australasian Journal Of Educational Technology*, [S.L.], v. 22, n. 1, p. 1-25, 21 abr. 2006. Australasian Society for Computers in Learning in Tertiary Education. <http://dx.doi.org/10.14742/ajet.1306>. Disponível em: <https://ajet.org.au/index.php/AJET/article/view/1306/678>. Acesso em: 23 abr. 2021.

Christou, C. G., & Bülthoff, H. H. (1999). **View dependence in scene recognition after active learning**. *Memory & Cognition*. 27(6), 996-1007.

Christou, C., Angus, C., Loscos, C. Dettori, A., & Roussou, M. (2006). **A versatile large-scale multimodal VR system for cultural heritage visualization**. VRST '06: Proceedings of the ACM symposium on Virtual reality software and technology, ACM Press New York, NY, USA.

COBB, Sue V. G.; NICHOLS, Sarah; RAMSEY, Amanda; WILSON, John R.. **Virtual Reality-Induced Symptoms and Effects (VRISE)**. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, [S.L.], v. 8, n. 2, p. 169-186, abr. 1999. MIT Press - Journals. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1162/105474699566152>. Acesso em: 10 maio 2021.

COOPER, Natalia; MILELLA, Ferdinando; PINTO, Carlo; CANT, Iain; WHITE, Mark; MEYER, Georg. **The effects of substitute multisensory feedback on task performance and the sense of presence in a virtual reality environment.** Plos One, [S.L.], v. 13, n. 2, p. 1, 1 fev. 2018. Public Library of Science (PLoS). <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0191846>.

CYTOWIC, Richard E.. **Synesthesia: a union of the senses.** 2. ed. [S.L.]: Mit Press, 2002.

FADANELLI, Eberson Luiz; PORTO, Ana Paula Teixeira. CIBERCULTURA, TECNOLOGIAS E EXCLUSÃO DIGITAL. **Literatura em Debate:** Literatura, tecnologias e internet: a educação literária em contexto digital, [S.L.], v. 14, n. 26, p. 33-44, abr. 2020. Disponível em: <http://revistas.fw.uri.br/index.php/literaturaemdebate/article/view/2407>. Acesso em: 30 set. 2021.

GAROFALO, Débora. **Como levar a realidade virtual para suas aulas: saiba como produzir óculos 3d com a sua turma e romper com os limites da sala de aula. Saiba como produzir óculos 3D com a sua turma e romper com os limites da sala de aula.** 2019. Disponível em: <https://novaescola.org.br/conteudo/15483/como-levar-a-realidade-virtual-para-suas-aulas>. Acesso em: 26 mar. 2021.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GOLDIN-MEADOW, Susan; COOK, Susan Wagner; MITCHELL, Zachary A.. Gesturing Gives Children New Ideas About Math. **Psychological Science**, [S.L.], v. 20, n. 3, p. 267-272, mar. 2009. SAGE Publications. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1467-9280.2009.02297.x>.

Gregory, R. L. (1974). **Concepts and Mechanisms of Perception.** London: Duckworth.

GUILHERME, Marisa. **A ansiedade matemática como um dos fatores geradores de problemas de aprendizagem em Matemática**. Campinas, 1983.

HARRISON, John E.; BARON-COHEN, Simon. **Synaesthesia**: classic and contemporary readings. [S.L.]: Wiley-Blackwell, 1996.

HUGHES, C.e.; STAPLETON, C.B.; HUGHES, D.e.; SMITH, E.M.. Mixed reality in education, entertainment, and training. **IEEE Computer Graphics And Applications**, [S.L.], v. 25, n. 6, p. 24-30, nov. 2005. Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). <http://dx.doi.org/10.1109/mcg.2005.139>.

Kirner, C. ; TORI, R. (2004) "**Introdução à Realidade Virtual, Realidade Misturada e Hiper-realidade**", In: Claudio Kirner; Romero Tori. (Ed.). *Realidade Virtual: Conceitos, Tecnologia e Tendências*. 1ed. São Paulo, v. 1, p. 3-20.

KIRNER, Claudio; TORI, Romero; SISCOOTTO, Robson. **Fundamentos de Realidade Aumentada**. 2006. Disponível em: https://pcs.usp.br/interlab/wp-content/uploads/sites/21/2018/01/Fundamentos_e_Tecnologia_de_Realidade_Virtual_e_Aumentada-v22-11-06.pdf. Acesso em: 13 ago. 2021.

KHAN, Mina. **Mathland**: play with math in mixed reality. Play with math in mixed reality. Disponível em: <https://www.media.mit.edu/projects/mathland/overview/>. Acesso em: 5 jun. 2018.

KHAN, Mina; TRUJANO, Fernando; MAES, Pattie. Mathland: constructionist mathematical learning in the real world using immersive mixed reality. **Communications In Computer And Information Science**, [S.L.], p. 133-147, 2018. Springer International Publishing. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-93596-6_9.

LAKOFF, George; NÓÑEZ, Rafael E.. **Where Mathematics Comes From**: how the embodied mind brings mathematics into being. *How the Embodied Mind Brings Mathematics into Being*. 2000. Disponível em: <https://cogsci.ucsd.edu/~nunez/web/FM.PDF>. Acesso em: 05 jun. 2021.

LEÃO, Denise Maria Maciel. **Paradigmas Contemporâneos de Educação: Escola Tradicional e Escola Construtivista**. 1999. Disponível em:

<https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100->

15741999000200008&script=sci_arttext&tlng=pt. Acesso em: 23 abr. 2021.

Lee, E. A. L., & Wong, K. W. (2014). **Learning with desktop virtual reality**: Low spatial ability learners are more positively affected. *Computers & Education*, 79, 49-58.

MACHADO, Christian David Vazquez. **Embodied Language Learning in Virtual Reality**: submitted to the program in media arts and sciences school of architecture and planning, in partial fulfillment of the requirements for the degree of master of science in media arts and sciences at the massachusetts institute of technology. Massachusetts, 27 jun. 2018. Disponível em:

<https://dspace.mit.edu/handle/1721.1/119088>. Acesso em: 22 maio 2021.

MACHADO, Christian David Vázquez. **Kinesthetic Language Learning in Virtual Reality**. 2018. Disponível em: <https://www.media.mit.edu/posts/kinesthetic-language-learning-in-virtual-reality/>. Acesso em: 22 maio 2021.

MANFREDI, Sílvia Maria. **METODOLOGIA DO ENSINO**: diferentes concepções. 1993. Disponível em:

https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/1974332/mod_resource/content/1/METODOLOGIA-DO-ENSINO-diferentes-concep%C3%A7%C3%B5es.pdf. Acesso em: 21 abr. 2021.

MEIRA, Luciano; PINHEIRO, Marina. **Inovação na Escola**. 2013. Disponível em: http://www.inovaeduca.com.br/images/opiniao/arquivos/inovacao_na_escola.pdf. Acesso em: 14 abr. 2021.

MERTER, Sevi. **Synesthetic Approach in the Design Process for Enhanced Creativity and Multisensory Experiences**. *The Design Journal*, [S.L.], v. 20, 28 jul. 2017. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/14606925.2017.1352948>.

MILLER, Pamela. Learning Styles: the multimedia of the mind. [S.L.] jan. 2002.

Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/234612758_Learning_Styles_The_Multimedia_of_the_Mind_Research_Report. Acesso em: 11 maio 2021.

MICROSOFT HoloLens 2. Disponível em: <https://www.microsoft.com/en-us/hololens>. Acesso em: 7 set. 2021.

MILGRAM, Paul; KISHINO, Fumio. A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays. **IEICE Transactions On Information And Systems**, [S.L.], v. 77-, n. 12, p. 1321-1329, 25 dez. 1994.

MORÁN, José. **Mudando a educação com metodologias ativas**. 2015. Disponível em:

https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4941832/mod_resource/content/1/Artigo-Moran.pdf. Acesso em: 10 maio 2021.

MOREIRA, José Antônio Marques; HENRIQUES, Susana; BARROS, Daniela. **TRANSITANDO DE UM ENSINO REMOTO EMERGENCIAL PARA UMA EDUCAÇÃO DIGITAL EM REDE, EM TEMPOS DE PANDEMIA**. *Dialogia*, São Paulo, n. 34, p. 351-364, jan./abr. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.5585/Dialogia.N34.17123>. Acesso em: 25 abr. 2021.

MOURA, Luciana Teles; SILVA, Katiane Pedrosa Mirandola; SILVA, Keliene Pedrosa Mirandola. **Alunos com TDAH (Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade): um desafio na sala de aula**. *Revista Eletrônica Acervo Saúde*, [S.L.], n. 22, p. 611, 7 abr. 2019. *Revista Eletronica Acervo Saude*. <http://dx.doi.org/10.25248/reas.e611.2019>.

PANTELIDIS, Veronica S. **Reasons to Use Virtual Reality in Education and Training Courses and a Model to Determine When to Use Virtual Reality**. *THEMES IN SCIENCE AND TECHNOLOGY EDUCATION*, Greenville, North Carolina, Usa, p. 59-70, jan. 2009. Disponível em:

<https://www.timtechconsults.com/images/ttcvrededucation%20.pdf>. Acesso em: 17 abr. 2021.

Pimentel, K. & Teixeira, K. **Virtual reality - through the new looking glass**. 2.ed. New York, McGraw-Hill, 1995.

Projeto de Lei - 7081/2010. Disponível em:

http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra?codteor=752565&filenome=PL+7081/2010 Acesso em: 24 abr. 2021.

PUCCINI, Angela M.; PUCCINI, Marisa; CHANG, Angela. **Acquiring educational access for neurodiverse learners through multisensory design principles**.

Proceedings Of The 12Th International Conference On Interaction Design And Children, [S.L.], 24 jun. 2013. ACM. <http://dx.doi.org/10.1145/2485760.2485848>.

RICCÒ, Dina; GUERINI, Silvia. Synesthetic Design: the laboratory of basic design as place of experimentation on the intersensory correspondences. [S.L.], abr. 2002.

REDAÇÃO, Da. **Pós-pandemia: como será o mundo que vamos encontrar no futuro próximo?** 2021. Disponível em: <https://exame.com/bussola/pos-pandemia-como-sera-o-mundo-que-vamos-encontrar-no-futuro-proximo/>. Acesso em: 30 set. 2021.

RESK, Felipe. **ONU sugere 55 medidas para o Brasil pós-pandemia**. 2021.

Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/nacional/onu-sugere-55-medidas-para-o-brasil-pos-pandemia/>. Acesso em: 30 set. 2021.

RICON, Luiz Eduardo. **Vitória-Régia**. Disponível em:

<http://www.multirio.rj.gov.br/index.php/interaja/multiclube/9a11/diz-a-lenda/13074-vit%C3%B3ria-r%C3%A9gia>. Acesso em: 7 out. 2021.

ROSSETTI, Adroaldo Guimarães; MORALES, Aran Bey Tcholakian. **O papel da tecnologia da informação na gestão do conhecimento**. 2007. Disponível em:

<https://www.scielo.br/pdf/ci/v36n1/a09v36n1.pdf>. Acesso em: 13 abr. 2021.

ROUSSOS, Maria; JOHNSON, Andrew; MOHER, Thomas; LEIGH, Jason; VASILAKIS, Christina; BARNES, Craig. **Learning and Building Together in an Immersive Virtual World**. Presence: Teleoperators and Virtual Environments, [S.L.], v. 8, n. 3, p. 247-263, jun. 1999. MIT Press - Journals. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1162/105474699566215>. Acesso em: 24 abr. 2021.

ROUSSOU, Maria; OLIVER, Martin; SLATER, Mel. **The virtual playground: an educational virtual reality environment for evaluating interactivity and conceptual learning**. Virtual Reality, [S.L.], v. 10, n. 3-4, p. 227-240, 5 out. 2006. Springer Science and Business Media LLC. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/s10055-006-0035-5>. Acesso em: 25 abr. 2021.

SALAZAR, Ian Marconyl.; SILVA, Débora M.; DIAS, Pedro Gabriel P.; FERNANDES, Ricardo C.; QUEROGA, Joao da S.; VIEIRA, Sérgio R. C.. **CLIO –um protótipo de aplicação de Realidade Virtual para auxiliar no ensino da disciplina de História para alunos com TDAH**. 2020. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/index.php/wcbie/article/view/13046/12899>. Acesso em: 24 abr. 2021.

SALLES, Mariana Nioac de; MARÇAL, Daniela de Carvalho; FARBIARZ, Jackeline Lima. **Design e educação: interfaces possíveis em situações de inclusão**. Hortolândia, 08 fev. 2021. Disponível em: <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/27402>. Acesso em: 02 jun. 2021.

SALZMAN, Marilyn C.; DEDE, Chris; LOFTIN, R. Bowen; CHEN, Jim. **A Model for Understanding How Virtual Reality Aids Complex Conceptual Learning**. Presence: Teleoperators and Virtual Environments, [S.L.], v. 8, n. 3, p. 293-316, jun. 1999. MIT Press - Journals. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1162/105474699566242>. Acesso em: 24 abr. 2021.

SANTOS, Claitonei de Siqueira. **EDUCAÇÃO ESCOLAR NO CONTEXTO DE PANDEMIA: ALGUMAS REFLEXÕES**. 2020. Disponível em:

<http://www.faculdadedelta.edu.br/revistas3/index.php/gt/article/view/52/41>. Acesso em: 24 abr. 2021

SAVIANI, Dermeval. **Escola e Democracia**. [S.L.]: Autores Associados, 1991.

SELLTIZ, Claire et alii. **Métodos de pesquisa nas relações sociais**. Tradução de Maria Martha Hubner de Oliveira. 2a edição. São Paulo: EPU, 1987. 80

SILVA, Francisco Thiago. **CURRÍCULO DE TRANSIÇÃO - UMA SAÍDA PARA A EDUCAÇÃO PÓS-PANDEMIA**. 2020. Disponível em: <https://periodicos.ufam.edu.br/index.php/educamazonia/article/view/7666>. Acesso em: 30 set. 2021.

SONNEVELD, Marieke H.; LUDDEN, Geke D.S.; SCHIFFERSTEIN, Hendrik N.J. **MULTI SENSORY DESIGN IN EDUCATION**. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Rick-Schifferstein/publication/286043976_Multi_sensory_design_in_education/links/57a45e2608ae3f452929b4ea/Multi-sensory-design-in-education.pdf

SP, G1. **SP estima de 1 a 11 anos o tempo para recuperar aprendizagem de língua portuguesa e matemática perdida por alunos na pandemia**. 2021. Disponível em: <https://g1.globo.com/sp/sao-paulo/noticia/2021/04/27/sp-estima-de-1-a-11-anos-o-tempo-para-recuperar-aprendizagem-de-lingua-portuguesa-e-matematica-perdida-por-alunos-na-pandemia.ghtml>. Acesso em: 30 set. 2021.

SPENCE, C.. **Multisensory Packaging Design**. Integrating The Packaging And Product Experience In Food And Beverages, [S.L.], p. 1-22, 2016. Elsevier. <http://dx.doi.org/10.1016/b978-0-08-100356-5.00001-2>.

SPEICHER, Maximilian; HALL, Brian D.; NEBELING, Michael. What is Mixed Reality? **Proceedings Of The 2019 Chi Conference On Human Factors In Computing Systems**, [S.L.], v. 1, n. 1, p. 1-1, 2 maio 2019. ACM. <http://dx.doi.org/10.1145/3290605.3300767>.

THOMPSON, John B. **A mídia e a modernidade**: uma teoria social da mídia. Petrópolis: Vozes, 1998.

UNMODERATED Remote Usability Testing (URUT): Every Step You Take, We Won't Be Watching You. Every Step You Take, We Won't Be Watching You. Disponível em: <https://www.interaction-design.org/literature/article/unmoderated-remote-usability-testing-urut-every-step-you-take-we-won-t-be-watching-you>. Acesso em: 20 set. 2021.

UNESCO. **Educação: da interrupção à recuperação**. 2021. Disponível em: <https://pt.unesco.org/covid19/educationresponse>. Acesso em: 30 set. 2021.

VASCONCELLOS, Celso dos S. **Metodologia Dialética em Sala de Aula**. In: **Revista de Educação AEC**. Brasília: abril de 1992 (n. 83). Disponível em: <https://sites.unipampa.edu.br/formacao/files/2013/12/met-dialt-em-sa-aec.pdf>. Acesso em: 14 abr. 2021.

WOLF, Maryanne. **Proust and the Squid: the story and science of the reading brain**. [S.L.]: Harper Perennial, 2008.

YIN, R. K. **Case study research: Design and Methods**. 3. ed. Sage, 2002.

YOUNGBLUT, Christine. **Educational Uses of Virtual reality Technology**. Institute For Defenses Analysis, Alexandria, Virginia, p. 1-131, jan. 1998. Disponível em: <http://papers.cumincad.org/data/works/att/94ea.content.pdf>. Acesso em: 23 abr. 2021.

GLOSSÁRIO

SARS-CoV-2: Nome dado ao vírus causador da doença COVID-19.

Soft skills: São competências comportamentais que um indivíduo possui.

Softwares: São programas presentes em dispositivos eletrônicos, um conjunto de comandos dados por usuários para o manuseio de tarefas.

Taylorismo: Modelo de administração desenvolvido pelo americano Frederick Taylor, no final do século XIX, que consistia em alcançar o máximo de produtividade em um curto período de tempo e esforço.

Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorder (DSM-5): Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais, é um documento escrito e usado por profissionais da saúde e tem como principal objetivo definir como é feito o diagnóstico de transtornos mentais.

Ensino construtivista: É um método dinâmico de ensino em que o aluno tem um papel ativo no processo de aprendizado.

Framework: É uma estrutura com a presença de códigos de programação, que serve como base para a criação e planejamento de aplicações de web.

Google Cardboard: Óculos de realidade virtual produzido pela Google, onde é possível encaixar o celular no dispositivo para usufruir de uma experiência imersiva de maneira acessível.

Aprendizado cinestésico: Aprendizado por meio do movimento, envolvendo principalmente meios convencionais. principalmente quando envolve atividades práticas.

Hardwares: Todo instrumento físico que compõe os dispositivos, como celular, computador, etc.

Simulation Sickness: Sensação de enjoo e ânsia causada por movimentação.

Branding: Trata-se da gestão de elementos, ações e estratégias relacionadas ao posicionamento de marca.

Feedback: Efeito de resposta decorrente de algum evento ou causa.

Workshop: Reunião ou curso onde pessoas ensinam e aplicam técnicas e habilidades de seu interesse.

Desenho Universal para Aprendizagem (DUA): Soma de planos, sejam materiais ou não, com intuito de expandir o aprendizado dos estudantes com ou sem deficiência.

Design Participativo: Participação de pessoas atuantes e não atuantes da área, dentro de um trabalho em grupo, oficina ou projeto de Design.

Ensino Construcionista: Método proposto por Seymour Papert em 1980, no qual a criança tem o papel de construir seu próprio conhecimento, com o objetivo de resultar num bom processo de aprendizagem com pouco ensino feito de forma direta e da forma tradicional.

Situated learning: Em tradução livre, “aprendizado situado”, trata-se de uma teoria na qual o conhecimento não é apenas algo abstrato e simbólico, mas também um resultado de suas vivências em comunidade.

Grounded Theory: Teoria Fundamentada em Dados.

Insights: Ideia súbita decorrente de alguma situação.

Memorandos: anotações objetivas.

Testes de usabilidade: testes usados para medir a usabilidade de um produto ou aplicação.

Sala de aula invertida: Método de aprendizado onde o conteúdo é apresentado ao aluno, inicialmente, numa estrutura diferente da tradicional.

Metodologias Ativas: Forma de ensino onde há protagonismo do aluno.

Usuário: Indivíduo ou conjunto de pessoas que usufruem do mesmo serviço.

Protótipo: Interação de um projeto usado em sua etapa de testes.

Onboarding: Processo pelo qual se passa instruções a respeito de algo.

Tipografia: É o estudo da disposição visual das palavras.

Serifa: Recurso de tipografia. Pequeno traço ou prolongamento no final de uma letra. Comumente usado em textos impressos.

Pop up: Mensagem passageira que surge na tela com objetivo de comunicar, exibir ou anunciar algo.

Fade out: Transição cinematográfica de uma tela X para uma tela neutra, através de uma evasão sucessiva de uma para outra.

Fade in: Transição cinematográfica de uma tela neutra para uma tela X, através do surgimento sucessivo de um para outro.

Display: Dispositivo que exhibe informações de forma visual.

Input: Significa entrada, constantemente utilizado na área de tecnologia.

Desktop: É a interface gráfica principal dentro de um computador.

Crosshair: Do inglês, significa mira. Seu nome veio das armas usavam 2 fios cruzados como mira.