

**CENTRO UNIVERSITÁRIO INTERNACIONAL UNINTER
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO E NOVAS
TECNOLOGIAS**

ANDRÉ ROBERTO GUERRA

**PRODUTO DA TESE: FRAMEWORK PARA ELABORAÇÃO DE
EXPERIÊNCIAS DE IMERSÃO COMO FERRAMENTA PARA
APRENDIZAGEM EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO**

CURITIBA

2024

ANDRÉ ROBERTO GUERRA

**PRODUTO DA TESE: FRAMEWORK PARA ELABORAÇÃO DE EXPERIÊNCIAS
DE IMERSÃO COMO FERRAMENTA PARA APRENDIZAGEM EM CIÊNCIA DA
COMPUTAÇÃO**

Produto da Tese apresentado ao Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu – Doutorado Profissional em Educação e Novas Tecnologias, como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de Doutor em Educação e Novas Tecnologias.

Área de Concentração: Educação

Orientador: Prof. Dr. Luciano Frontino de Medeiros

CURITIBA

2024

*The video game says: Play me! Face it on a level, but it takes
you Every time On a one on one...
...The data bank knows my number Says I gotta pay 'cause I
made the grade last year...
...Satellites send me picture Get it in the eye Take it to the wire...
...Feel it going round and round Running out of chips, you got no
line in an 8-bit town...
Who made who? Who made you? Who made who? Ain't nobody
told you? - AC/DC, 'Who Made Who' 1986*

Em um mundo de novas tecnologias e educação em constante evolução, somos levados a questionar quem realmente está no controle. Criamos a tecnologia, ou a tecnologia está nos moldando?

Produto da Tese: Framework para Elaboração de Experiências de Imersão como Ferramenta para Aprendizagem em Ciência da Computação

O *framework* proposto serve para orientar a criação de cenários imersivos que possam ser usados no ensino e aprendizagem de disciplinas STEM para cursos de computação na educação superior à distância, e é um conjunto de etapas que permitem planejar uma proposta pedagógica com realidade imersiva na área da computação, baseada na metodologia da *Design Science Research*.

O *framework* é dinâmico, flexível e iterativo, uma concepção em construção, passível de alterações e atualizações, conforme as demandas, as necessidades e os resultados obtidos em cada ciclo da DSR. É também retroativo, permitindo revisar e modificar as etapas anteriores a partir das evidências coletadas nas etapas posteriores. A figura 1 ilustra as 8 (oito) etapas do *framework*

Figura 1 – Framework para Elaboração de Experiências de Imersão



Figura 1: Dados do Autor (2024).

1) Definição da proposta de imersão

Kernel: “Antecipar a execução de uma atividade profissional”

Ensino e aprendizagem das disciplinas de Redes de Computadores e de Sistemas Operacionais, utilizando as tecnologias de Realidade Estendida Imersiva em conjunto com o Cisco Packet Tracer para cursos de Ciência da Computação na modalidade EaD.

Classes para propor uma experiência de imersão em CC:

- **Simulação:** Utilizar o ambiente virtual do Cisco Packet Tracer para reproduzir uma situação real ou fictícia, na qual o estudante possa interagir por meio dos dispositivos de Immersive XR, e aprender por meio da experimentação, Exemplo: Simular um sistema operacional Linux ou uma rede de computadores dentro do Cisco Packet Tracer, interagindo com elementos via dispositivos de RV.

- **Modelagem:** Representar um fenômeno ou um problema de situação reais (cotidianas) das disciplinas no Cisco Packet Tracer, que possam ser manipuladas e testadas. Exemplo: Modelar um algoritmo ou um *script* de configuração.

- **Programação:** Escrever um conjunto de instruções que possam ser executadas por um computador ou outro dispositivo, para realizar uma tarefa específica. Exemplo: Programar um *script* de configuração de S.O. ou um jogo.

- **Depuração (Debug):** Identificar e corrigir erros ou falhas em um programa ou sistema, usando ferramentas ou técnicas adequadas. Exemplo: Depurar um código-fonte ou as configurações dos equipamentos de conexão.

2) Definição do problema para aprendizagem

Kernel: “O que o estudante deverá aprender com a experiência de imersão”

O problema para aprendizagem é a questão central que motiva e orienta a experiência de imersão, e que deve ser relevante, desafiadora e significativa para o estudante. O problema deve estar relacionado aos conteúdos e competências da área de Ciência da Computação, e deve estimular o pensamento crítico, criativo e colaborativo do estudante.

Aprimorando o aprendizado da solução de problemas utilizando as ferramentas de Imersão para o acesso a plataforma LMS da Cisco.

3) Identificação dos objetivos de aprendizagem (Taxonomia de Bloom)

Kernel: “Detalhamento do que o estudante deverá aprender com a experiência de imersão”.

Os objetivos de aprendizagem são as metas específicas e mensuráveis que o estudante deve alcançar ao final da experiência de imersão, e que devem estar alinhados ao problema e à proposta de imersão. Os objetivos devem abranger diferentes níveis cognitivos, conforme a taxonomia de Bloom:

- Identificar e descrever a execução das tarefas para conexão de redes e configurações dos sistemas operacionais.
 - Entender como realizar as tarefas indicadas nos estudos
 - Aplicar as técnicas definidas nas teorias e práticas.
 - Analisar: Comparar, organizar, destrinchar, atribuir.
 - Checar a funcionalidade e avaliar os critérios de Desempenho e Segurança das redes locais e dos sistemas operacionais.
- Planejar as redes de computadores e os sistemas operacionais baseados nas práticas estudadas com o auxílio das ferramentas de Immersive XR.

4) Identificação dos recursos:

Kernel: “Quais os recursos necessários (disponíveis) para implementar a proposta de imersão”

Os recursos são os elementos materiais ou imateriais que podem ser usados para implementar a proposta de imersão, e que devem ser adequados ao problema, aos objetivos e ao público-alvo da experiência. Os recursos podem ser de diferentes tipos:

- Hardware de RV: São os dispositivos físicos que permitem a criação e a visualização de ambientes virtuais, como óculos, capacetes, luvas, controles, sensores, etc. Equipamentos utilizados: Ray-Ban Meta, Meta quest Pro.
- Software de RV: São os programas ou aplicativos que permitem a criação e a interação com ambientes virtuais, como plataformas, engines, bibliotecas, etc. Utilizados: Virbela, Microsoft Copilot.
 - Conectividade: É a capacidade de estabelecer comunicação entre diferentes dispositivos ou sistemas, por meio de redes sem fio ou cabeadas. Nesta etapa foram utilizadas: Wi-Fi 6 (802.11 ax) e Mobile 5G

- Servidor de Aplicação: É o sistema que hospeda e gerencia o software de RV, permitindo o acesso e a execução remota do aplicativo. Aqui o Virbela
- Ambiente de Imersão: É o espaço físico ou virtual onde ocorre a experiência de imersão, e que deve ser preparado e adaptado para garantir a segurança, o conforto e a imersão dos participantes. O utilizado é o Virbela.
- Engine: É o software que permite a criação e a edição de ambientes virtuais, oferecendo recursos gráficos, físicos, sonoros, etc. As mais utilizadas são Unity e Unreal.

5) Elaboração da vivência de imersão

Kernel: “Planejamento da experiência de imersão”

A vivência de imersão é o conjunto de atividades e interações que ocorrem durante a experiência de imersão, e que devem ser planejadas e organizadas para atender aos objetivos de aprendizagem e ao problema proposto. A vivência deve considerar os seguintes aspectos:

- Tipo de Imersão: RV, RA, MR: É o grau de envolvimento e de realismo que a experiência proporciona ao participante, podendo ser classificado em realidade virtual (RV), realidade aumentada (RA), realidade mista (MR), etc.
- Fases da vivência e articulação entre elas: São as etapas ou momentos que compõem a experiência de imersão, e que devem ter uma sequência lógica e coerente entre si. As fases podem variar conforme o tipo de imersão e o problema proposto, mas geralmente incluem:
 - Introdução: Apresentação do problema, dos objetivos, dos recursos e das regras da experiência.
 - Desenvolvimento: Realização das atividades práticas e teóricas relacionadas ao problema e aos objetivos.
 - Conclusão: Avaliação dos resultados obtidos, dos aprendizados adquiridos e das dificuldades enfrentadas.
- Estratégias de aprendizagem a adotar: São os métodos ou abordagens pedagógicas que orientam o processo de ensino-aprendizagem durante a experiência de imersão, e que devem estar alinhados ao tipo de imersão e ao perfil dos participantes. As estratégias podem ser de diferentes tipos, como:

a. **Aprendizado Dirigido:** O sistema guia o aluno passo a passo através do material, muitas vezes seguindo uma sequência predeterminada de tópicos ou habilidades.

b. **Exploração ou Descoberta Guiada:** O aluno tem mais liberdade para explorar o conteúdo e o ambiente virtual, mas recebe orientações ou feedbacks do sistema ou do professor.

c. **Resolução de Problemas:** Os alunos são apresentados a problemas e desafios específicos e são incentivados a buscar soluções, enquanto o sistema fornece feedback e orientação. Essa estratégia estimula o pensamento crítico, a criatividade e a autonomia dos alunos, além de prepará-los para situações reais que possam enfrentar no futuro.

d. **Ensino Baseado em Casos:** Semelhante à resolução de problemas, mas com foco em estudos de caso reais ou hipotéticos que requerem análise e tomada de decisão. Essa estratégia promove o aprendizado significativo, contextualizado e interdisciplinar, além de desenvolver habilidades como raciocínio lógico, argumentação e colaboração.

e. **Aprendizado Colaborativo:** O sistema facilita a interação entre os alunos, permitindo que trabalhem juntos em tarefas ou discussões, mesmo que virtualmente. Essa estratégia favorece o desenvolvimento socioemocional, a troca de conhecimentos e experiências, a construção coletiva do saber e o senso de comunidade.

f. **Scaffolding** (Andaime): O sistema fornece apoio estruturado no início, que é gradualmente removido à medida que o aluno se torna mais competente, incentivando a independência. Essa estratégia respeita o ritmo e o nível de cada aluno, oferecendo suporte diferenciado e personalizado.

g. **Modelagem:** O sistema demonstra ou simula um processo, habilidade ou conceito, permitindo que os alunos observem antes de praticar por si mesmos. Essa estratégia facilita a compreensão e a memorização dos conteúdos, além de servir como um modelo para os alunos seguirem.

h. **Reforço:** O sistema utiliza técnicas de reforço positivo e negativo para incentivar comportamentos e respostas desejadas. Essa estratégia motiva os alunos a persistirem nos seus objetivos, a superarem suas dificuldades e a melhorarem seu desempenho.

i. **Adaptação ao Estilo de Aprendizagem:** O sistema identifica o estilo de aprendizagem preferido do aluno (visual, auditivo, cinestésico, etc.) e adapta o conteúdo e as atividades de acordo. Essa estratégia atende à diversidade dos alunos, respeitando suas preferências e necessidades individuais.

j. **Avaliação Formativa:** O sistema avalia continuamente o progresso do aluno, adaptando-se às suas necessidades e fornecendo feedback em tempo real. Essa estratégia permite o acompanhamento constante do processo de ensino-aprendizagem, identificando as dificuldades e os avanços dos alunos, bem como as possíveis intervenções pedagógicas.

l. **Auto-regulação:** O sistema incentiva os alunos a definir metas, monitorar seu próprio progresso e refletir sobre suas estratégias de aprendizagem. Oferece feedback contínuo e personalizado, de acordo com seus objetivos, desempenho e preferências. Também os orienta na escolha das melhores formas de estudar, revisar e aplicar o conteúdo aprendido, de acordo com seu perfil e necessidades.

- **Nível de direcionamento/condução:** O sistema permite que os alunos tenham diferentes graus de autonomia e controle sobre sua experiência de imersão. O sistema pode ser mais diretivo, indicando os passos a seguir, as atividades a realizar e os recursos a utilizar, ou mais flexível, permitindo que os alunos explorem livremente o ambiente, interajam com os elementos e criem seus próprios caminhos de aprendizagem.

- **Uso de NPC/IA/Tecnologia Generativa:** O sistema utiliza personagens não jogáveis (NPC), inteligência artificial (IA) e tecnologia generativa para criar cenários realistas, dinâmicos e interativos para os alunos. Os NPC podem atuar como tutores, colegas, adversários ou personagens secundários, que oferecem informações, desafios, apoio ou distrações aos alunos. A IA pode adaptar o nível de dificuldade, o conteúdo e o feedback do sistema aos alunos, de acordo com seus dados e comportamentos. A tecnologia generativa pode gerar novos elementos, situações e narrativas para os alunos, de acordo com seus interesses e objetivos.

- **Tempo da experiência:** O sistema permite que os alunos ajustem o tempo de sua experiência de imersão, de acordo com sua disponibilidade e ritmo de aprendizagem. O sistema pode oferecer experiências mais curtas ou mais longas, mais intensas ou mais relaxadas, mais frequentes ou mais esporádicas, dependendo da preferência dos alunos.

- Conceitos chave do conteúdo para trabalhar na vivência: O sistema define os conceitos chave do conteúdo que os alunos devem aprender e aplicar na vivência de imersão. Apresenta esses conceitos de forma clara, contextualizada e significativa para os alunos, utilizando diferentes recursos multimídia, como textos, imagens, vídeos, áudios, etc. O sistema também avalia a compreensão e a retenção desses conceitos pelos alunos, através de diferentes tipos de atividades, como testes, exercícios, jogos, simulações, etc.

6) Experimentação da vivência de imersão

Kernel: “A vivência de imersão acontecendo”.

A vivência de imersão acontece quando os alunos entram no ambiente virtual criado pelo sistema e interagem com os elementos presentes nele. Tem como objetivo proporcionar aos alunos uma experiência de aprendizagem envolvente, motivadora e eficaz, que estimule seus sentidos, emoções e cognição. A vivência de imersão também visa desenvolver nos alunos habilidades como criatividade, colaboração, comunicação, pensamento crítico e resolução de problemas.

- Observadores e Formas de registro (Log)

7) Proposta de avaliação da aprendizagem da vivência de imersão

Kernel: “Como será avaliada a aprendizagem a partir da experiência de imersão do estudante”

A avaliação da aprendizagem a partir da experiência de imersão do estudante é realizada pelo sistema durante e após a vivência.

A avaliação é composta por três modalidades:

- **Diagnóstica:** tem como objetivo identificar o nível inicial de conhecimento dos alunos sobre o conteúdo trabalhado na vivência, bem como suas expectativas e dificuldades. A avaliação diagnóstica é feita antes da vivência de imersão, através de questionários ou entrevistas.

- **Formativa:** tem como objetivo acompanhar o processo de aprendizagem dos alunos durante a vivência de imersão, verificando seu desempenho, progresso e feedback. A avaliação formativa é feita durante a vivência de imersão, através de observação direta ou indireta dos alunos pelo sistema ou por outros agentes (professores, colegas, etc.).

- **Somativa:** tem como objetivo medir o resultado final da aprendizagem dos alunos após a vivência de imersão, comparando-o com o nível inicial e com os objetivos propostos. A avaliação somativa é feita após a vivência de imersão, através de provas, projetos, portfólios ou apresentações.

8) Reflexão e retroação

Kernel: “Quais os pontos positivos e negativos constatados com a experiência de imersão e o que pode ser melhorado”

A reflexão e a retroação são etapas fundamentais para o aprimoramento da experiência de imersão e da aprendizagem dos alunos. A reflexão consiste em analisar criticamente os pontos positivos e negativos da vivência de imersão, tanto do ponto de vista do sistema quanto dos alunos.

A retroação consiste em utilizar os resultados da reflexão para propor melhorias e ajustes na vivência de imersão, tanto no aspecto técnico quanto pedagógico.

A reflexão e a retroação podem ser realizadas individualmente ou coletivamente, com a participação do sistema, dos alunos, dos professores e de outros envolvidos no processo.

Exemplo de aplicação do framework no ensino aprendido

O framework tem o potencial de transformar o ensino e aprendizagem de disciplinas STEM na modalidade EaD. Este capítulo descreve como os professores podem utilizar este framework para melhorar suas aulas e proporcionar uma experiência de aprendizagem mais imersiva e envolvente para os alunos.

O primeiro passo para a utilização do framework é a familiarização com as tecnologias de Realidade Estendida Imersiva. Isso inclui a compreensão das funcionalidades e características dos dispositivos, como o Meta Quest Pro, e a experimentação prática com os ambientes virtuais de aprendizagem. Os professores devem explorar as diferentes possibilidades que essas tecnologias oferecem, desde a imersão em cenários virtuais até a realização de atividades práticas que utilizam simuladores.

Uma vez familiarizados com as tecnologias, os professores podem começar a integrá-las em suas aulas.

Isso pode envolver a utilização de ambientes virtuais de aprendizagem para demonstrar conceitos complexos, a realização de atividades práticas em cenários virtuais, ou a utilização de simuladores para proporcionar aos alunos experiências práticas. O framework serve como um guia para ajudar os professores a planejar e implementar essas atividades de maneira eficaz.

No entanto, a implementação do framework também envolve superar certos desafios. O custo elevado dos dispositivos, a necessidade de conteúdos didáticos atualizados e a necessidade de uma boa conexão à internet são alguns dos desafios identificados. Os professores devem estar preparados para enfrentar esses desafios e buscar soluções criativas para superá-los.

Por fim, a avaliação da eficácia do framework é um componente crucial do processo. Os professores devem monitorar de perto o progresso dos alunos, coletar feedback e fazer ajustes conforme necessário. A avaliação contínua permitirá aos professores maximizarem o potencial do framework e garantir que ele esteja atendendo às necessidades de seus alunos.

Este capítulo fornece uma visão geral, um exemplo de como os professores podem utilizar o framework para melhorar o ensino e aprendizagem de disciplinas STEM na modalidade EaD.

Exemplo de formulário de Avaliação



Pesquisa de avaliação sobre a Utilização do Meta Quest Pro no ensino/aprendizado

Formulário utilizado pelo painel de especialistas - grupo focal, da tese de Doutorado

1. Por favor, identifique-se, qual seu nome?

2. Qual seu tempo de experiência no Ensino de disciplinas STEM na modalidade à Distância (EaD)?

- Não tenho Experiência
- Menos de 1 ano
- De 2 a 4 anos
- De 5 a 10 anos
- 10 anos ou mais

3. Qual é o seu nível de proficiência (conhecimento) dessa tecnologia apresentada/utilizada – Meta Quest Pro?

- Não Conheço
- Iniciante - Trainee
- Intermediário - Básico
- Avançado - Pleno/Fluente
- Especialista - Sênior

4. O quanto este dispositivo (Meta Quest Pro) lhe proporcionaria melhoria nas Aulas do Ensino Superior (EaD)?

- Melhora Muito - Extremamente bom
- Melhora - Razoavelmente bom
- Neutro
- Não Melhora - Razoavelmente Ruim
- Piora a Tarefa - Extremamente Ruim

5. Comente (justifique) a resposta anterior (4)

6. Quais os desafios que você visualiza na utilização desse dispositivo em suas Aulas? Selecione no máximo 3 opções.

- Custo Elevado
- Falta de Capacitação Docente
- Neutro
- Falta de Conteúdos Didáticos atuais
- Falta de Conexão à Internet e/ou instabilidade de conexão
- Conexão à Internet com Muitas Restrições e/ou Sem Regras (aberta)
- Resistência à mudança
- Restrição às relações interpessoais
- Problemas de saúde (mal-estar, labirintite, vertigens, etc...)
- Outros

7. Escreva 3 termos (palavras) sobre a sua percepção sobre esse dispositivo (Meta Quest Pro)?

8. Classifique as características e funcionalidades do dispositivo (Meta Quest Pro) apresentadas / utilizadas.

	Ótimo	Bom	Ruim	Péssimo	Não Avaliado
<i>Eye Tracking</i> (Rastreamento dos movimentos dos olhos)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Rastreamento das Mãos (controle)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Acessório - <i>Earphones</i> (Fones de Ouvido)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ajuste do equipamento e Foco das lentes e/ou tela	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Configurações Gerais - Transmissão, Personalização e Emparelhamento	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

9. Em quanto tempo você acredita que essa tecnologia apresentada será utilizada no cotidiano?

- nos próximos 2 anos
- nos próximos 5 anos
- nos próximos 10 anos
- nos próximos 20 anos
- Sem prazo

10. Como você avalia os Ambientes Virtuais de Aprendizagem apresentados/utilizados?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

11. Como você avalia a navegabilidade pelos ambientes e sua utilização?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

12. Como você avalia o potencial de Influência da Realidade Estendida Imersiva no Ensino e Aprendizagem? Onde 1 - a Influência é totalmente negativa e 10 é totalmente positiva

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

13. Qual a probabilidade de você utilizar a tecnologia apresentada em suas Aulas?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

14. Descreva ou comente sobre a sua resposta anterior (13)

Este conteúdo não é criado nem endossado pela Microsoft. Os dados que você enviar serão enviados ao proprietário do formulário.

CONCLUSÃO

Os diversos dispositivos de tecnologia da informação aplicada a educação com o uso em diferentes metodologias de ensino, destacando a inserção desses em sala de aula, tem sido pauta de muitos estudos nas últimas décadas. Como decorrência da hipótese através do modelo proposto, aventa-se a possibilidade de se construir cenários imersivos em ambientes de AR, com a utilização das atuais tecnologias, dispositivos e ferramentas de desenvolvimento, com destaque para o metaverso, ensejando diversas aplicações dentro do contexto educacional.

A constante evolução humana e a adaptação à sociedade e às culturas fazem com que os espaços educacionais se proponham a disponibilizar aos alunos novas experiências de aprendizagem, pois com a utilização de diferentes ferramentas, estão impactando de forma positiva a relação humano-computador e com o ambiente que está inserido.

O *framework* serve de base para nortear a criação de cenários imersivos concebidos como OA para atuar no ensino e aprendizagem de disciplinas STEM para cursos de computação na educação superior à distância (EaD), e como resultado, os grandes benefícios proporcionam um verdadeiro senso de "estar lá", também identificado como presença, onde os alunos interagem em tempo real, com objetos e ambiente contextualizado percebido como 'real', portanto, eles não precisam necessariamente ser reais fisicamente.

Além disso, o uso dessas tecnologias tem o potencial de revolucionar a forma como abordamos a educação, oferecendo novas oportunidades para experiências de aprendizagem interativas e envolventes.

Ao aproveitar o poder da realidade virtual, aumentada e estendida imersivas, podemos criar ambientes de aprendizagem dinâmicos e personalizados que atendem às necessidades individuais de cada aluno. Isso não apenas melhora a experiência de aprendizagem, mas também ajuda a diminuir a lacuna entre a teoria e a prática, proporcionando aos alunos uma compreensão mais profunda do assunto.

Portanto, é essencial que se continue a explorar e desenvolver essas tecnologias para garantir que estamos oferecendo a melhor educação possível para as futuras gerações.