REVISTA DA FUNDARTE
ANO 23
NÚMERO 56
JULHO A SETEMBRO DE 2023
FUNDAÇÃO MUNICIPAL DE ARTES DE MONTENEGRO
REVISTA 56: ARTE, EDUCAÇÃO E PERFORMANCE

POSSIBILIDADES DO METAVERSO COMO RECURSO EDUCACIONAL

METAVERSE POSSIBILITIES AS EDUCATIONAL RESOURCE

Liane Margarida Rockenbach Tarouco
Luís Antônio Licks Missel Machado
Teresinha Letícia da Silva
Dúlcio Joaquim Antonio Timóteo

Resumo: Este artigo analisa o uso potencial do metaverso como recurso educacional. A análise é pautada em aspectos derivados da taxonomia de objetivos educacionais de Bloom e na teoria cognitiva da aprendizagem multimídia. São apresentados exemplos de uso do metaverso que demonstraram que o experimento virtual tem eficácia significativa como solução a essas teorias.

Palavras-chave: Metaverso. Multimídia. Objetivos educacionais. Cognição

Abstract: This article analyzes the potential use of metaverses as an educational resource. The analysis is based on aspects derived from Bloom's taxonomy of educational objectives and on the cognitive theory of multimedia learning. Examples of the use from this type of resource activities are presented, which demonstrated that virtual experiment has significant effectiveness as an solution to these theories.

Key-words: Metaverse. Multimedia. Educational objectives. Cognition.

1. Introdução

O metaverso, ou mundo virtual, é reconhecido como uma das tecnologias com maior potencial na atualidade. Suas aplicações têm experimentado evolução gradual em vários setores, como jogos, entretenimento, negócios, e possibilitando seu uso também na educação. Os mundos virtuais abriram novas possibilidades de inovação no processo de ensino-aprendizagem. De acordo com Lin, Hong *et al.* (2022), o metaverso é um vasto *framework* que abrange uma variedade de recursos digitais, que oferece inúmeros benefícios, incluindo interação, autenticidade e portabilidade. Como resultado, é necessário repensar o sistema educacional atual, a fim de garantir sua acessibilidade e prolongar sua relevância.

Trata-se de ferramenta digital de apoio pedagógico com inúmeras alternativas analisadas neste artigo usando como base a taxonomia de objetivos educacionais de Bloom (1983), com a atualização proposta por Anderson (2001). Em cada nível

da taxonomia serão examinadas possibilidades de promover condições para que os alunos alcancem os objetivos inerentes.

Adicionalmente será considerada a Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia (TCAM), proposta por Mayer (2021), para subsidiar a análise do metaverso como recurso capaz de promover aprendizado e compreensão mais profundos. A Figura 1 ilustra a análise.

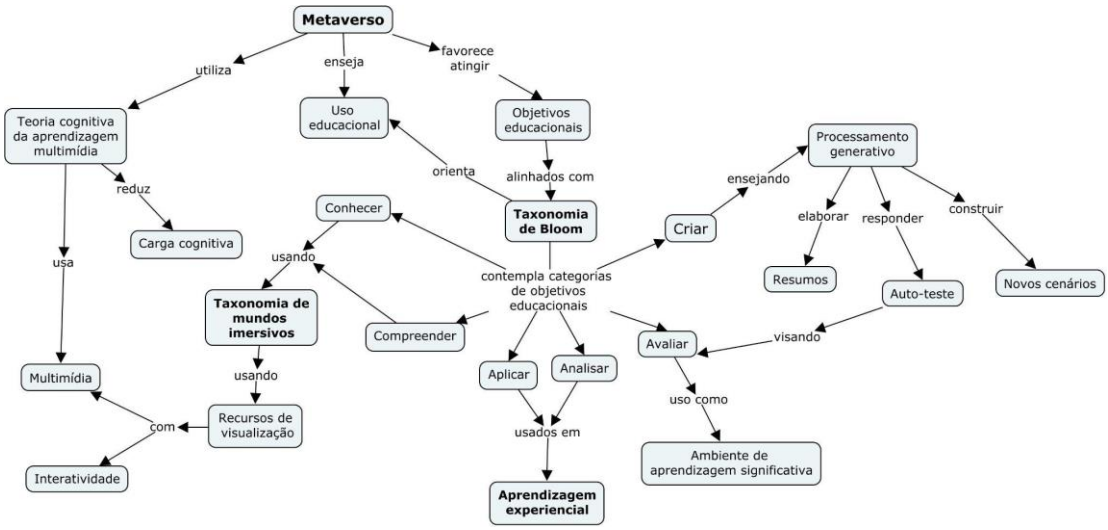

Figura 1: Uso educacional do metaverso

Fonte: Autores (2023)

2. Taxonomia de Bloom

A taxonomia dos objetivos educacionais, conhecida por taxonomia de Bloom, é uma estrutura de organização hierárquica desenvolvida por uma comissão multidisciplinar de especialistas de várias universidades dos Estados Unidos, liderada por Benjamin S. Bloom (1983), que classificou as possibilidades de aprendizagem em três grandes domínios:

- cognitivo, abrangendo aprendizagem intelectual;
- afetivo, abrangendo sensibilização e gradação de valores;
- psicomotor, abrangendo habilidades de execução de tarefas que envolvem o aparelho motor.

Cada domínio tem diversos níveis de profundidade de aprendizado, por isso a taxonomia de Bloom é denominada hierárquica. A classificação contempla uma escalada progressiva para um nível mais alto de pensamento, e que foi reformulada

por Anderson (2001). A Figura 2 ilustra a composição das camadas na proposta original e na atualizada, que será a utilizada para nortear a análise das possibilidades do uso de metaverso na educação.

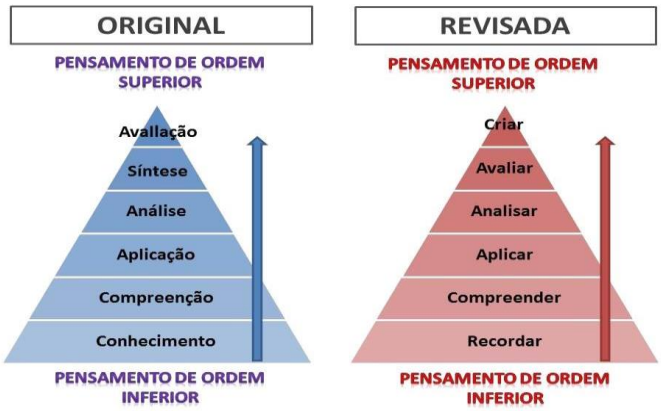

Figura 2: Taxonomia de Bloom – original e revisada

Fonte: Autores (2023)

O nível básico, mais baixo, na taxonomia original, lida com aquisição de conhecimento. As pessoas memorizam, lembram, listam e repetem informações. A complexidade cognitiva cresce a cada nível. Nos mais altos, onde estão situados os processos cognitivos de analisar, avaliar e criar, os indivíduos são capazes de construir uma estrutura mental a partir de diversos elementos e de juntar partes para formar um todo, além de fazer julgamentos sobre o valor das ideias. Nos níveis mais elevados ocorre o pensamento de nível superior.

Na década de 1990, Lorin Anderson (1999) e grupo de psicólogos cognitivos atualizaram a taxonomia. Os nomes das principais categorias de processos cognitivos foram alterados para indicar ação, pois pensar implica engajamento ativo. Os dois níveis superiores foram alterados na nova versão. A taxonomia revisada moveu o estágio de “avaliação” um nível para baixo, e o elemento mais alto se tornou “criar”. No penúltimo nível mais alto da versão revisada as pessoas defendem, apoiam, justificam e avaliam sua opinião sobre as informações. No nível mais alto, os indivíduos geram novas ideias, criam um novo produto ou constroem um novo ponto de vista, envolvendo-se em aprendizagem ativa. Essa mudança foi

feita porque a taxonomia é vista como uma hierarquia que reflete a crescente complexidade do pensamento, e pensar criativamente (nível de criação) é considerada uma forma de pensamento mais complexa do que o pensamento crítico (nível de avaliação).

A seguir, cada nível será analisado sob as possibilidades de ensejar atividades de aprendizagem no metaverso. A análise envolverá também o subsídio da TCAM de Mayer (2021), eis que o metaverso é um ambiente rico em multimídia (texto – narrado ou escrito, e ilustrações – estáticas ou dinâmicas) e precisa ser construído adequadamente sob pena de tornar-se um ambiente apenas de entretenimento.

2.1 Recordar

Recordar implica reconhecer e recuperar conhecimento relevante da memória de longo prazo. Essa categoria contém a denominada metacognição, e inclui a aprendizagem das estratégias que os alunos empregam, as ligações que fazem entre seus esforços e suas realizações.

Sob a ótica da TCAM de Mayer (2021), cognição ocorre quando a informação verbal e a pictórica são integradas, conforme o processo apresentado na Figura 3, que demonstra a integração do conhecimento prévio na memória de longo prazo.

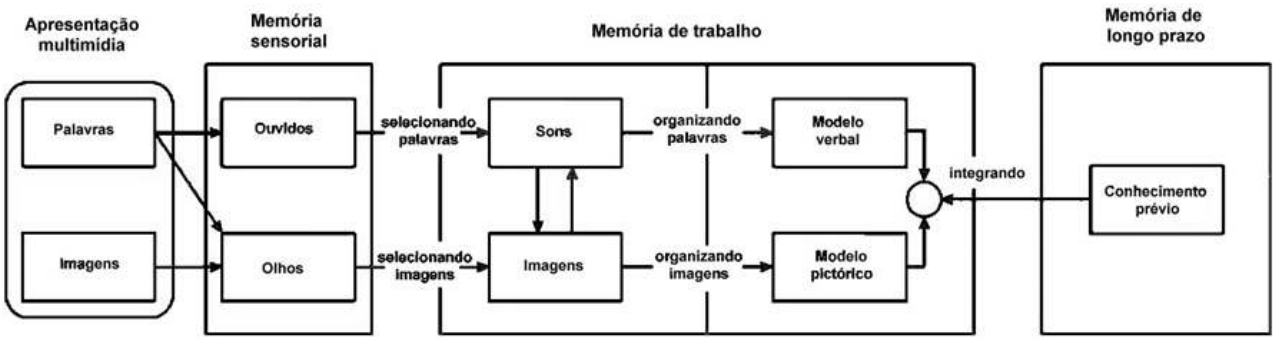

Figura 3: Integração verbal e pictórica na TCAM

Fonte: Mayer (2021)

As possibilidades de ensejar nível de conhecimento acadêmico no metaverso, tal como previsto na taxonomia de Bloom, podem ser melhor analisadas considerando a taxonomia de engajamento para mundos virtuais (AVILA, 2016), adaptada da taxonomia de engajamento proposta por Myller et al (2009).

A taxonomia de engajamento adaptada é apresentada na Tabela 1.

Nível	Elemento	Descrição
T1	Visualização	Visualização sem interação
T2	Controle sobre a visualização	O estudante pode controlar a visualização
T3	Entrada de dados e alteração programada	O estudante realiza alterações de parâmetros na visualização
T4	Questionamentos	A visualização é acompanhada de perguntas sobre o seu conteúdo
T5	Modificações	Alterações não programadas podem ser realizadas na visualização oferecida
T6	Construção	A visualização é criada interativamente pelo estudante
T7	Apresentação e revisão	A visualização é apresentada para obtenção de *feedback* e discussão

Tabela 1: Taxonomia do Engajamento para os Mundos Virtuais

Fonte: Ávila (2016).

O primeiro nível, que pressupõe visualização, tem resultado inferior em termos de engajamento ao modo que inclui controle sobre a visualização. Mas, mesmo assim, tem potencial para promover aprendizagem pelo uso de multimídia. O metaverso pode conter imagens, animações e apresentações que, embora não possam ser controladas pelo aluno na apresentação, podem contribuir para que o estudante alcance os objetivos de nível mais básico da taxonomia.

Em laboratório virtual o professor pode disponibilizar apresentações iniciais para cada sala ou experimento, que o estudante deve acessar antes de realizar a atividade prática. As apresentações e o material rico em multimídia têm potencial para contribuir para a formação dos subsunçores necessários à aprendizagem

significativa (AUSUBEL, 1978). Assim, uma visita a metaverso com apenas um cenário ricamente ilustrado com imagens estáticas ou animadas, pode contribuir para a formação e recuperação de conhecimentos.

Adição de imagens a um recurso educacional é relevante no processo de aprendizagem, pois, segundo Mayer (2021), as pessoas aprendem melhor com palavras e imagens do que apenas com palavras. Quando palavras e imagens são apresentadas os alunos têm a oportunidade de construir modelos mentais verbais e visuais, e construir conexões entre eles. De acordo com a TCAM, as apresentações multimídia têm o potencial de resultar em aprendizado e compreensão mais profundos do que se apresentadas apenas em um formato.

O metaverso permite associar a objetos 3D tanto imagens estáticas como animações, vídeos ou páginas web externas. A Figura 4 ilustra essas possibilidades na plataforma OpenSim[1].



Figura 4: Metaverso com material multimídia

Fonte: Tarouco *et al.* (2020)

A possibilidade de contextualizar o cenário onde ocorre a aprendizagem pode ser ampliada com importação de imagens preparadas para exibição em 360º, tal como o Cospaces edu[2] permite. Pode-se importar e usar como cenário imagens prontas, recuperadas da Internet, gravações de imagens panorâmicas por celular, ou

1 Open Sim - http://opensimulator.org/wiki/Main_Page
2 Cospaces edu - https://cospaces.io/edu/

baixar imagens produzidas em cenário como Google Street com visão em 360º de diversos locais. É possível adicionar artefatos e avatares com os quais o estudante poderá interagir. A Figura 5 ilustra ambiente com cenário 360º com inclusão de personagens e objetos da galeria do Cospaces e um objeto 3D de repositório externo.



Figura 5: Cenário com imagem 360º no Cospaces edu

Fonte: Autores (2023)

Vídeos podem ser exibidos no metaverso usando duas estratégias: associar o vídeo com um objeto e exibi-lo em sua superfície; ou mostrá-lo em uma página *web* externa. Quando é necessário acessar uma página externa, é possível também usar dispositivos móveis (celular) como complemento para exibir a página contendo a multimídia. Em tais casos, pode ser informado o URL ou QRCode para ser lido pelo celular do usuário, o que leva à exibição da página.

A categoria da taxonomia de engajamento 'Controle sobre a Visualização' é facilmente alcançada na RV, oferecendo diversas possibilidades para a visualização e interação com objetos. Nessa categoria, é possível manipular objetos e observá-los a partir de diversos ângulos e posições no espaço. As operações de *zoom* podem permitir inspeção de um objeto 3D e podem incluir uma visão interna deles, mostrando detalhes de sua estrutura.

2.2 Compreender

Na habilidade de compreender é esperado que o aluno, ao receber uma comunicação, seja capaz de entender o conteúdo transmitido e fazer algum uso dos materiais e ideias nela abrangidos (BLOOM, 1983). Espera-se que o aluno desenvolva a habilidade de compreender e relacionar a comunicação verbal e escrita dos conteúdos estudados ou fatos vivenciados, de modo que entenda seu significado e saiba fazer uso em contextos diferentes.

A partir da reformulação da taxonomia de Bloom proposta por Anderson e Krathwoll (2001), essa habilidade foi desdobrada em subcategorias: interpretar, exemplificar, classificar, resumir, inferir, comparar e explicar.

Para ensejar atividades que atendam aos objetivos educacionais dessa categoria é possível usar estratégias aproveitando funcionalidades existentes no metaverso, como:

- A partir de animações e simulações apresentadas no metaverso podem ser realizadas comparações entre comportamento demonstrado e noções pré-existentes;
- Diferentes situações podem ser criadas em cenários diferenciados para que o estudante observe as diferenças de comportamento;
- Implementação de RPG (Role Playing Games) onde estudantes, representados por avatares, recriem no metaverso situações para familiarização com uma segunda língua (TEIXEIRA, CAMPOS, 2019), na educação especial (AFONSO *et al,* 2020), no ensino de ciências e matemática.

2.3 Aplicar

Objetivos educacionais inerentes a essa camada implicam em executar ou aplicar um procedimento em determinada situação.

Aprendizagem significativa envolve participação ativa do estudante. Isso é especialmente ensejado em atividade de experimentação que viabiliza a aplicação

dos conceitos aprendidos. A compreensão conceitual é facilitada pelo conhecimento adquirido por via experimental. Todavia, nem sempre existem condições para a disponibilização de ambiente de aprendizagem experimental em função do custo dos equipamentos e insumos, de riscos para os participantes ou para o meio ambiente, e da disponibilidade do laboratório para uso remoto a partir de qualquer local, em qualquer momento, ensejando a aprendizagem híbrida.

A melhoria significativa do desempenho da Internet (em termos de largura de banda, de velocidade e de estabilidade) contribui para a ampliação dos meios de uso em experimentação on-line, e isso ensejou o surgimento dos laboratórios virtuais. Com o uso do metaverso as possibilidades de atuação ou controle remoto de sistemas experimentais, ou algum processo de interação com réplicas virtuais, potencializam no estudante a ligação entre a teoria e a realidade. É possível criar cenários virtuais que reflitam situações reais para a aplicação dos conhecimentos e habilidades adquiridos, resolvendo problemas ou tomando decisões baseadas em informações fornecidas. Atividades de simulações, jogos de tomada de decisão ou desafios interativos podem ser usados para esse fim.

Bennet e Saunders (2019) descrevem um experimento usando realidade virtual (RV) que proporcionou aos alunos a capacidade de “viajar dentro da célula” e até mesmo “manusear” organelas em uma célula eucariótica real. Os estudantes podiam manipular as partes das células “manuseando-as” com os controladores (um conjunto de bastões portáteis que permitiam ao usuário interagir com o ambiente virtual), e no final os alunos podiam “atirar” anticorpos em um “ataque viral” que se aproximava. Uma semana após a atividade os estudantes responderam pesquisa projetada para avaliar o impacto da RV de imersão total nas suas atitudes em relação à biologia celular e no aprendizado sobre a célula em um curso de biologia celular. 93% responderam que a RV aprimorou sua experiência de aprendizagem no curso de biologia celular. Foi citado que o uso da RV ajudou a aprender as partes de uma célula e ver como elas interagem, permitindo ver dentro da célula e observar como as partes estão conectadas. O formato 3D possibilitou mostrar o funcionamento dessas partes e seu relacionamento.

Visitas virtuais e exploração de locais históricos e culturais podem ser ensejadas pelo metaverso, permitindo aos estudantes explorarem virtualmente

locais geográficos em todo o mundo. Eles podem visitar museus, sítios arqueológicos, monumentos e até mesmo lugares distantes no espaço. Podem interagir e compreender mais profundamente os conceitos e contextos históricos.

Freitas (2022) utilizou experimentação da RV com cenário 360º para levar alunos a passeio em parques e praças de Porto Alegre e a visitar a Amazônia. Acessando os *hiperlinks* disponibilizados no roteiro, os estudantes puderam acompanhar as atrações indicadas pela guia-pesquisadora, que narra o passeio em tempo real informando sobre a natureza contida no parque. O experimento buscou promover a conscientização da importância de áreas verdes. A avaliação de reação constatou o resultado positivo do experimento que atingiu os objetivos e metas almejados.

2.4 Analisar

Desenvolver a habilidade de análise dos estudantes em um ambiente de RV requer abordagem que ofereça oportunidades para que examinem informações e tomem decisões. Eles realizam esse tipo de atividade por operações de diferenciação e organização dos elementos do campo conceitual envolvido. Isso pode incluir simulações de situações do mundo real, problemas complexos ou ambientes interativos onde os alunos precisam investigar e explorar. A definição de objetivos de aprendizagem que se concentrem no desenvolvimento da habilidade de análise dos estudantes pode envolver a definição de critérios ou fornecer perguntas guias para direcionar a investigação.

Os alunos devem ser incentivados a discutir suas observações, análises e interpretações com colegas. A colaboração promove a troca de ideias e perspectivas, enriquecendo a análise e compreensão coletiva tal como previsto na teoria socioeducativa de Vygotsky (1984). Após a experiência em RV é preciso reservar tempo para reflexão sobre o processo de análise. Pode ser solicitado que descrevam o que aprenderam, como chegaram às suas conclusões e o que poderiam ter feito de forma diferente. Essa metacognição ajuda a aprimorar suas habilidades analíticas.

No metaverso como parte de uma aula experimental é possível oferecer aos

alunos oportunidade única para praticar a estratégia "Predizer, Observar e Explicar - POE" (WHITE e GUNSTONE 2014). Com auxílio dessa estratégia os estudantes são incentivados a fazer previsões, observar atentamente e analisar criticamente seus resultados, aprimorando habilidades analíticas e promovendo compreensão mais profunda do conhecimento.

Em estudo realizado por Elfakki *et al.* (2023) foi desenvolvido um laboratório virtual 3D que oferecia variedades de experimentos de física, com objetivo de melhorar habilidades cognitivas de alunos com dificuldades de aprendizagem, como dislexia, discalculia, TDAH e incapacidade de retenção de informações. No laboratório virtual, os usuários tinham a capacidade de interagir com o ambiente 3D, onde foram incorporados elementos com o uso de cores atrativas, utilização de cartões de notas para explicar as etapas dos experimentos, ferramentas de apresentação para exibir conteúdo como PDFs e vídeos e um glossário para auxiliar na compreensão de termos. Os estudantes podiam modificar seu conteúdo. A avaliação cognitiva das habilidades práticas dos alunos foi baseada em quatro níveis de conhecimento de Bloom: lembrar, entender, aplicar e analisar, sendo que os resultados do estudo indicaram que os alunos com dificuldades de aprendizagem melhoraram suas habilidades cognitivas em física por meio do laboratório virtual 3D. A Figura 6 apresenta um exemplo experimental do sistema proposto.

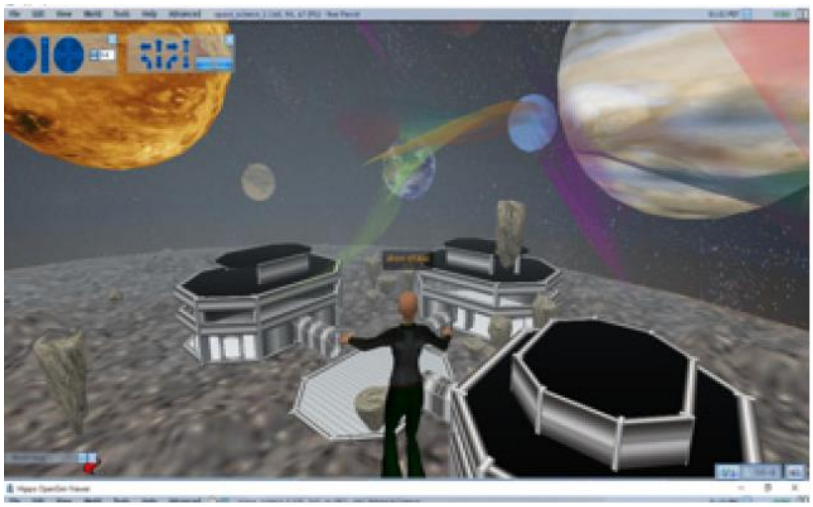

Figura 6: Modelo experimental do sistema solar

Fonte: Elfakki *et al.*(2023)

O processamento generativo é o processamento cognitivo destinado a dar sentido ao material, organizando-o em estruturas coerentes e integrando essas estruturas entre si e com o conhecimento prévio (MAYER, 2021). Dentre as estratégias de atividade generativa sugeridas pelo autor, a elaboração de resumos ou a auto explicação constituem alternativas que instigam a capacidade de análise por parte do estudante. No metaverso essas atividades podem ser implementadas.

No estudo de Ou *et al.* (2021) a tecnologia panorâmica de RV 360° foi usada no desenvolvimento de um sistema representando um ambiente virtual ecológico de zona úmida para aplicações em educação ambiental. A interface interativa, utilizando *smartphones* equipados com Cardboard-VR, permitiu aos alunos observarem o ambiente virtual com visão de 360° como se estivessem no mundo real, explorando autonomamente o ambiente iniciando indução e discussão. A estratégia POE e a abordagem baseada em investigação foram implementadas nas atividades de aprendizagem em um processo de três etapas: (1 - Prever) os alunos foram solicitados a prever problemas que encontrariam em ambientes úmidos; (2 - Observar) o grupo foi instruído a usar o sistema de RV para realizar tarefas de observação; (3 - Explicar) os alunos realizaram a discussão em grupo, compartilhando suas descobertas durante as observações e comparando suas planilhas para soluções corretas. Os resultados indicaram que o uso do sistema ecológico virtual proporcionou um alto grau de satisfação, um aprendizado significativamente maior e aumento na motivação.

2.5 Avaliar

Avaliar implica julgar com base em critérios e padrões, o que demanda verificar e/ou criticar inconsistências entre um produto e critérios externos, determinando se um produto possui consistência externa ou detectar a adequação de um procedimento para um determinado problema. Desenvolver a habilidade de avaliação dos estudantes em um ambiente de RV envolve proporcionar oportunidades para que eles avaliem e julguem informações, experiências e situações virtuais.

No que tange à avaliação do ambiente visando verificar e criticar sua

adequação é necessário que o estudante pense criticamente. A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) enfatiza que o "estímulo ao pensamento criativo, lógico e crítico [...] possibilita aos estudantes ampliar a compreensão de si mesmos, do mundo natural e social, das relações dos seres humanos entre si e com a natureza" (Brasil, 2017). Também enfatiza como finalidade do ensino médio o aprimoramento do educando, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico. Conforme Costa (2021) o aspecto que fundamenta o pensamento crítico é a reflexão propriamente dita. Essa atividade envolve o uso de informação recebida de outros ou constatada por observação. A comunicação com outros usuários, no escopo do metaverso, pode ser uma funcionalidade intrínseca do ambiente, usado uma ferramenta externa de comunicação (chat ou videoconferência) acessada através de uma janela web no mundo virtual.

No âmbito da educação no metaverso a possibilidade de imersão e acionamento de comportamento e funcionalidade dos artefatos inseridos no ambiente tornam o processo não meramente passivo, mas ao contrário, ativo, mais rico, pois inclui a possibilidade de investigar hipóteses, como por exemplo o que aconteceria se as condições impostas naquele contexto fossem variadas.

O projeto ecoMUVE[3], desenvolvido pelo grupo de pesquisa EcoLearn da Harvard Graduate School of Education, explora o uso de tecnologias imersivas avançadas para apoiar o aprendizado sobre a complexa dinâmica causal dos ecossistemas. Trata-se de uma estratégia pedagógica que usa ambientes virtuais imersivos para ensinar alunos do ensino médio sobre ecossistemas e padrões causais, utilizando-se de ferramentas virtuais para medições no ambiente, tais como a composição da água num lago, desafiando-os a avaliar as causas de sua alteração.

2.6 Criar

Criar implica em colocar elementos juntos para formar um todo coerente ou funcional; reorganizar elementos em um novo padrão ou estrutura. Isso inclui

3 ecoMUVE - https://ecolearn.gse.harvard.edu/projects/ecomuve

atividades de gerar hipóteses alternativas, planejar, projetar e construir novas soluções.

Ao longo da história o termo ‘criatividade’ foi definido por inúmeros autores, artistas, cientistas, psicólogos e profissionais de diversas áreas e disciplinas. As artes ajudam os alunos a desenvolver a criatividade e, portanto, flexibilidade, expressividade e adaptabilidade em situações da vida. O educador e filósofo John Dewey era um defensor da integração das artes na educação como meio de desenvolver a criatividade (ROWLING, 2006). Ana Mae Barbosa também defende fortemente a integração das artes na educação, acreditando que a abordagem interdisciplinar e a conexão entre diferentes formas de expressão artística podem enriquecer significativamente o processo de aprendizagem dos alunos (BARBOSA 2006)

A RV fornece ao aluno um ambiente visual 3D altamente interativo. Isso também permite que experimentem não apenas a sensação de estar presente no ambiente, com a possibilidade de interagir com os objetos dentro dele, mas também possibilita que algo aconteça dentro da RV sem que seja necessariamente o resultado de uma ação por ele realizada, mas resultante de ações prévias e seu tratamento pelo ambiente.

A tecnologia de RV pode permitir que os aprendizes experimentem uma atmosfera artística de forma mais realista, e sintam o ambiente criado pelo artista como se experimentassem e aprendessem em um ambiente real (LIU *et al*, 2021). Além do uso de painéis de exibição gráfica, cenários e outras formas de multimídia para educação artística, outros princípios de design e estratégias pedagógicas, de ciência e tecnologia, podem ser usados, conforme a experiência com estudantes de dramaturgia descrita por Southgate (2023). Desse modo a RV favorece o pensamento criativo. Gonzales-Zama e Segura (2020) realizaram um estudo mostrando uma visão da dinâmica geral de pesquisa sobre as implicações da RV na educação artística no contexto do ensino superior, constatando que a pesquisa em RV e seu envolvimento na educação artística tem aumentado, especialmente no período 2017–2019.

Para desenvolver a habilidade de criação dos estudantes em um ambiente de RV é importante encorajá-los a projetar, construir e expressar suas próprias ideias e

experiências virtuais. Mas também é importante disponibilizar aos estudantes as ferramentas e os recursos necessários para criar conteúdo em RV. Isso pode incluir softwares de criação, plataformas de desenvolvimento, kits de programação ou ferramentas de modelagem 3D. Em termos de criação, os metaversos variam bastante no que tange às facilidades para construção de cenários e artefatos multimídia com interatividade. Uma tendência usual envolve o uso de linguagens de programação por blocos visuais tais como os derivados do Scratch (usado em ferramentas de apoio à programação de scripts para o Open Sim), ou CoBlocks (usado no ambiente Cospaces edu).

Para alcançar objetivos educacionais da categoria ‘criação’, os estudantes podem ser desafiados a criar jogos interativos, simulações educacionais, ambientes imersivos ou narrativas virtuais. O processo de criação pode envolver estratégias interativas, experimentação com diferentes abordagens e aprimoramento de suas criações através de atividade individual ou colaborativa. A colaboração promove o compartilhamento de conhecimentos e perspectivas, enriquecendo o processo de criação. Bailey e Moar (2003) descrevem um experimento precursor onde crianças (7 a 11 anos) foram capazes de criar seus próprios objetos e seus próprios avatares bem como povoar espaços na plataforma Active Worlds com um mínimo de treinamento. O interesse cresceu quando perceberam que podiam interagir com outras crianças, de outras escolas. Utilizaram diferentes avatares, com roupagens variadas e passaram a procurar ativamente seus colegas, envolvendo-se em conversação, usando gestual, dança, lutas e outros artefatos para jogar e interagir. Quando se tornaram familiarizados e desenvoltos no ambiente passaram a criar suas próprias estruturas e espaços. Conforme os autores, as crianças apreciaram visitar e explorar os ambientes dos colegas, oferecendo *tours* guiados em seus próprios espaços. Trabalhando em pares ou pequenos grupos, emergiu um aspecto significativo que foi a discussão e colaboração que a tarefa gerou. As crianças trabalhavam muito bem no computador, discutindo, planejando e negociando o direcionamento da atividade.

Cabe destacar que um projeto similar, denominado Ambiente de Realidade Virtual Cooperativo de Aprendizagem (ARCA), usando a mesma plataforma Active Worlds, estava sendo desenvolvido na mesma época no Rio Grande do Sul,

envolvendo professores de 3 universidades locais visando o desenvolvimento colaborativo de um laboratório para estudar a produção de alimentos (TAROUCO *et al*, 2000), conforme apresentado pela figura 7.



Figura 7: Laboratório virtual do projeto ARCA

Fonte:Tarouco *et al. (*2000)

Atualmente existem plataformas para apoiar a criação de conteúdo, como CoSpace.edu e o Scratch[4], criadas para crianças e que permitem aos alunos projetar e construir seus próprios ambientes virtuais, criar personagens e histórias, e compartilhar suas criações com os colegas. Outras soluções também têm sido usadas para fins educacionais, como o Frame-VR[5] ou Mozilla Hubs[6].

Southgate et al (2022) destacam o interesse crescente em mudar o foco da RV na educação, passando de atividades de consumo do ambiente para atividades de criação de conteúdo, onde alunos podem produzir e compartilhar seus próprios ambientes virtuais. Os autores relatam experiências com foco no aprendizado por meio da criação de conteúdo de RV piloto em que estudantes do ensino secundário criaram recursos de RV 360° para educar alunos de escolas primárias sobre ciência da energia. O estudo usou a plataforma VRTY[7] onde os estudantes não precisaram desenvolver codificação para criar vídeos 360° interconectados ou cenas de fotos, fazer *storyboards* de suas criações e incorporar uma variedade de mídias (texto,

4 Scratch - https://scratch.mit.edu/
5 Frame-VR - https://learn.framevr.io/
6 Mozilla Hubs - https://hubs.mozilla.com/
7 VRTY - https://vrty.io/

imagens, vídeo, gifs e arquivos de som) nas cenas. Outro trabalho, da autora Southgate (2023) contém ideias sobre como professores podem usar estratégias pedagógicas que aprimoram a participação ativa para atingir os resultados de aprendizagem pela criação de conteúdo em RV. O foco é alcançar um aprendizado mais profundo, liberando a criatividade por meio de ferramentas de criação de RV fáceis de usar, permitindo que estudantes criem seus próprios ambientes virtuais.

3. Uma avaliação do cenário do uso de metaverso na educação

O uso do metaverso como recurso educacional tem envolvido ambientes e cenários prontos, onde estudantes realizam atividades de aprendizagem inerentes às camadas 1 até 6 da taxonomia de Bloom. Pesquisa do CETIC (2022) mostrou que 28% dos professores usaram recursos 3D, de realidade virtual (RV) ou aumentada na preparação de aulas ou atividades para os alunos (incluindo 23% das escolas municipais e 32% das escolas estaduais). Essa pesquisa também relata que 10% dos professores solicitaram, em 2021, que os alunos criassem projetos 3D ou experiências com realidade virtual ou aumentada (incluindo 9% das escolas municipais e 7% das escolas estaduais). Considerando que 83% dos jovens na faixa etária de 9 a 17 anos possuem celular e usam diariamente (NIC.br 2022) e possuem razoável competência digital (mais de 50% sabe editar fotos ou vídeos e mais de 20% sabe usar uma linguagem de programação, inclusive dentre os que são da classe social D E), pode-se prever um crescimento no uso desses recursos avançados na educação, inclusive com o envolvimento dos jovens na produção de recursos para RV.

Um crescimento na produção de conteúdo multimídia interativo para RV é desejável não apenas para ampliar a oferta de recursos, mas também para ensejar aumento na competência digital dos estudantes, tanto do Ensino Fundamental e Médio, quanto do Ensino Superior, necessitando de apoio por políticas públicas que incentivem essas atividades, tanto na rede de ensino pública como privada.

A Complementação à BNCC referente à Computação (BRASIL 2022) recomenda o desenvolvimento de um conjunto de competências para o Ensino Fundamental tais como aplicar os princípios e técnicas da Computação e suas

tecnologias para identificar problemas e criar soluções computacionais, desenvolver projetos baseados em problemas, desafios e oportunidades que façam sentido ao contexto ou interesse do estudante, de maneira individual e/ou cooperativa, fazendo uso da Computação e suas tecnologias. Para o Ensino Médio as competências a serem desenvolvidas incluem construir conhecimento usando técnicas e tecnologias computacionais, produzindo conteúdos e artefatos de forma criativa bem como desenvolver projetos para investigar desafios do mundo contemporâneo, construir soluções e tomar decisões éticas, democráticas e socialmente responsáveis, articulando conceitos, procedimentos e linguagens próprias da Computação, preferencialmente de maneira colaborativa.

As Diretrizes Curriculares definidas pelo MEC para o Ensino Superior também recomendam a capacitação para o desenvolvimento de soluções computacionais (BRASIL 2018). Assim, é preconizada em diversos cursos a formação de competência para usar o computador como recurso de pesquisa e ensino. Alguns exemplos a seguir:

- Inclusão de Algoritmos e Programação como conteúdo básico nas habilitações dos cursos de Engenharia de modo a tornar os egressos capazes de modelar os fenômenos, os sistemas físicos e químicos, utilizando as ferramentas matemáticas, estatísticas, computacionais, de simulação, entre outras.
- Desenvolvimento das habilidades gerais para utilizar os recursos da informática, dispondo de noções de linguagem computacional pelos formandos em Física.
- O bacharelando e o licenciando em Matemática devem adquirir familiaridade com o uso do computador como instrumento de trabalho, incentivando-se a utilização para formulação e solução de problemas assim como sua utilização para o ensino de matemática.
- O licenciado em Química deverá possuir conhecimentos básicos do uso de computadores e sua aplicação em ensino de Química. Também deverá saber escrever e avaliar criticamente materiais didáticos como livros, apostilas, kits, modelos, programas computacionais e materiais alternativos.

Resumindo, a criação de conteúdo por estudantes, usualmente de forma colaborativa, é chave para um aprendizado mais profundo. A RV permite que os alunos demonstrem o domínio do conteúdo manifestando-o por meio de criações imaginativas e compartilhando-as com outros. É importante considerar o que está sendo aprendido por meio do processo de design no ambiente de RV e não apenas o produto final.

4. Conclusões

As características da RV, como fidelidade representacional e interação do aluno, estimulam a construção da identidade, senso de presença e copresença. Por sua vez, essas características estimuladas resultam em benefícios de aprendizagem da representação do conhecimento espacial, experiencial, de engajamento, contextual e colaborativa por meio das tarefas oferecidas (CHOI e BAEK, 2011), (TAROUCO et al 2020),(AFONSO et al 2020), (ELFAKI et al 2023), (GONZALES-AMAR et al 2020), (LIU e CRABBE 2021) e (SOUTHGATE 2022)

O experimento virtual é significativo em sua eficácia em termos de solução educacional conforme corrobora a variedade de pesquisas exemplificativamente citadas, concluindo-se que se deve considerar o metaverso como um ambiente de aprendizado significativo a ser explorado, apoiando alcançar os objetivos das camadas mais altas da taxonomia de Bloom, especialmente quando desenvolvido de acordo com os princípios de atividade generativa da TCAM.

Referências:

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

ANDERSON, Lorin W.; KRATHWOHL, David R. *A taxonomy for learning, teaching, and assessing:* A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives. Longman, 2001.

AUSUBEL, David Paul. NOVAK, Joseph Donald. HANESIAN, Helen. [Educational psychology. Português] *Psicologia educacional*. 2. ed. Rio de Janeiro : Interamericana, 1978.

AVILA, Bárbara Gorziza. Formação docente para a autoria dos mundos virtuais: uma aproximação do professor às novas demandas tecnológicas. 2016. 231 f. *Tese* (Doutorado em Informática na Educação) – Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.

BAILEY, Fiona; MOAR, Magnus. The Vertex Project: Children creating and populating 3D virtual worlds. *Journal of Art & Design Education*, v. 20, n. 1, p. 19-30, 2001. https://doi.org/10.1111/1468-5949.00246

BARBOSA, Ana Mae. *Porque e como*: arte na educação. Miranda, S. Disponível em: www.simaodemiranda.com. br/Porqueecomoartenaeducacao. pdf, 2006.

BENNET JA, SAUNDERS CP. *A Virtual Tour of the Cell:* Impact of Virtual Reality on Student Learning and Engagement in the STEM Classroom. J Microbiol Biol Educ. 2019; 20(2):20.2.37. doi: 10.1128/jmbe.v20i2.1658.

BLOOM, B. S. et al. *Taxonomia de objetivos educacionais:* domínio cognitivo. Tradução de Flávia Maria Sant'Anna. Porto Alegre: Globo, 1983.

BRASIL. Ministério da Educação. *Diretrizes Nacionais Curriculares* - Cursos de Graduação. 2018. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/component/content/article?id=12991

BRASIL. *Normas sobre Computação na Educação Básica*–Complemento à BNCC. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/docman/fevereiro-2022-pdf/236791-anexo-ao-parecer-cneceb-n-2-2022-bncc-computacao/file

CHOI, Beomkyu; BAEK, Youngkyun. Exploring factors of media characteristic influencing flow in learning through virtual worlds. *Computers & Education*, v. 57, n. 4, p. 2382-2394, 2011.

COSTA, Sandro Lucas Reis et al. *Pensamento crítico no ensino de ciências e educação matemática:* Uma revisão bibliográfica sistemática. Investigações em Ensino de Ciências, v. 26, n. 1, p. 145-168, 2021.

CETIC, Comitê Gestor da Internet no Brasil. *Pesquisa sobre o uso das tecnologias de informação e comunicação nas escolas brasileiras* [livro eletrônico] : TIC Educação 2021 : edição COVID-19 : metodologia adaptada, 2022. Disponível em: https://www.cetic.br/media/docs/publicacoes/2/20221121124124/tic_educacao_2021_livro_eletronico.pdf. Acesso em julho de 2023.

ELFAKKI, Abir Osman; SGHAIER, Souhir; ALOTAIBI, Abdullah Alhumaidi. An *Efficient System Based on Experimental Laboratory in 3D Virtual Environment for Students with Learning Disabilities.* Electronics, v. 12, n. 4, p. 989, 2023.

FREITAS, Fabiana Rossi da Rocha. O uso de dispositivos de realidade virtual para conexão de crianças e adolescentes com a natureza: análise de uma experiência com vídeos 360 graus em uma escola de ensino fundamental em Porto Alegre. Orientadora: Suely Fragoso. 2022. 211 f. *Tese (*doutorado). Faculdade de Biblioteconomia e Comunicação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2022. Disponível em: www.bibliotecadigital.ufrgs.br/da.php?nrb=001148982&loc=2022&l=84d71c9a439a2b40. Acesso em: 10 jun. 2023.

GONZÁLEZ-ZAMAR, Mariana-Daniela; ABAD-SEGURA, Emilio. *Implications of virtual reality in arts education:* Research analysis in the context of higher education. Education Sciences, v. 10, n. 9, p. 225, 2020. https://doi.org/10.3390/educsci10090225

LIN, Hong et al. *Metaverse in education:* Vision, opportunities, and challenges. In: 2022 IEEE International Conference on Big Data (Big Data). IEEE, 2022. p. 2857-2866. https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/10021004

LIU, Q., CHEN, H. & CRABBE, M. Interactive Study of Multimedia and Virtual Technology in Art Education. *International Journal of Emerging Technologies in Learning* (iJET), 16(1), 80-93. Kassel, Germany: International Journal of Emerging Technology in Learning. 2021. https://www.learntechlib.org/p/218648/.

MAYER, R. *Multimedia learning*. 3. ed. New York: Cambridge University Press, 2021. Kindle Edition

MYLLER, Niko; BEDNARIK, Roman; SUTINEN, Erkki; BEN-ARI, Mordechai. *Extending the engagement taxonomy*: software visualization and collaborative learning. Transactions on computing education, v. 9, n. 1, art. 7, Mar. 2009.

Núcleo de Informação e Coordenação do Ponto BR (NIC.br). (2023). *Pesquisa sobre o uso da Internet por crianças e adolescentes no Brasil*: TIC Kids Online Brasil, ano 2022. Disponível em: http://cetic.br/pt/arquivos/kidsonline/2022/pais

ROLLING, James Haywood Jr. The arts and the creation of mind, *Journal of Curriculum Studies*, 38:1, 113-125. 2006. http://dx.doi.org/10.1080/00220270500122604

SOUTHGATE, Erica et al. School students creating a virtual reality learning resource for children. In: *2022 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces Abstracts and Workshops (VRW).* IEEE, 2022. p. 01-06. doi: 10.1109/VRW55335.2022.00060.

SOUTHGATE, E. *"Teachers Facilitating Student Virtual Reality Content Creation:* Conceptual, Curriculum, and Pedagogical Insights." Immersive Education: Designing for Learning. 2023, doi:10.1007/978-3-031-18138-2_12.

TAROUCO, L. M. et al. Aprendizagem e avaliação em um Ambiente de Realidade Virtual Cooperativo de Aprendizagem (Projeto ARCA). *Revista Brasileira de Informática na Educação*, v. 6, 2000.

TAROUCO, L. M.; SILVA, P. F.; HERPICH, F. *Cognição e aprendizagem em mundo virtual imersivo [recurso eletrônico]* – 2. ed. – Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2020.

TEIXEIRA, Nicole; DE CAMPOS, Aline. Jogos digitais e realidade virtual na Educação Infantil: Uma abordagem na Língua Inglesa. In: *Anais do Workshop de Informática na Escola*. 2019. p. 1364-1368.

VYGOTSKY, Lev S. *A formação social da mente.* São Paulo: Martins Fontes, 1984.
WHITE, Richard; GUNSTONE, Richard. Probing understanding. Routledge, 2014.