Qualis A1
Arte | Educação | Filosofia | História|
Interdisciplinar | Linguística |Literatura

V. 67, N. 67(2025)
ISSN 2319-0868

TEORIA DA APRENDIZAGEM EXPANSIVA PARA A LITERACIA AMBIENTAL A PARTIR DA CONSTRUÇÃO COLABORATIVA DE ATIVIDADE EDUCACIONAL EM REALIDADE VIRTUAL

EXPANSIVE LEARNING THEORY FOR ENVIRONMENTAL LITERACY THROUGH THE COLLABORATIVE CONSTRUCTION OF EDUCATIONAL ACTIVITY IN A VIRTUAL REALITY

TEORÍA DEL APRENDIZAJE EXPANSIVO PARA LA ALFABETIZACIÓN AMBIENTAL DESDE LA CONSTRUCCIÓN COLABORATIVO DE LA ACTIVIDAD EDUCATIVO EN REALIDAD VIRTUAL

Luís Antônio Licks Missel Machado
Faculdades Integradas de Taquara - FACCAT , Taquera/RS, Brasil

Liane Margarida Rockenbach Tarouco
Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS , Porto Alegre, RS/Brasil

Patrícia Fernanda da Silva
Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS , Porto Alegre, RS/Brasil

Aline Pons Alves Lisboa
Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS , Porto Alegre, RS/Brasil

Ismael de Lima
Instituto Federal Sul-rio-grandense - IFSul , Porto Alegre/RS, Brasil

Resumo

O presente artigo aborda o resultado de pesquisa realizada junto a alunos de doutorado em Informática na Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS, cujo objetivo foi elicitar a literacia ambiental a partir da aprendizagem colaborativa na construção de *tour* educacional em realidade virtual (RV) usando a plataforma Delightex. Aos alunos foram apresentadas algumas contradições verificadas no ambiente social com a ocorrência das cheias durante o mês de maio no estado do Rio Grande do Sul que deveriam ser demonstradas e superadas no *tour* virtual. A metodologia adotada foi qualitativa, de natureza exploratória, com aplicação de questionário semiestruturado orientado por pressupostos das teorias da aprendizagem colaborativa e expansiva. A análise interpretativa dos dados revelou que o processo colaborativo de criação em realidade virtual potencializou a metacognição dos participantes e promoveu transformações no entendimento ambiental, evidenciando aprendizagem expansiva.

LICKS MISSEL MACHADO, Luís Antônio; ROCKENBACH TAROUCO, Liane Margarida; DA SILVA, Patrícia Fernanda; PONS ALVES LISBOA, Aline; DE LIMA, ISMAEL. TEORIA DA APRENDIZAGEM EXPANSIVA PARA A LITERACIA AMBIENTAL A PARTIR DA CONSTRUÇÃO COLABORATIVA DE ATIVIDADE EDUCACIONAL EM REALIDADE VIRTUAL. **Revista da FUNDARTE**. Montenegro, V. 67, N. 67, p. 1-20, Dezembro, 2025.
Disponível em: https://seer.fundarte.rs.gov.br

REVISTA DA FUNDARTE

V. 67, N. 67(2025)
ISSN 2319-0868

Palavras-chave: Aprendizagem expansiva; Aprendizagem colaborativa; Realidade virtual; Literacia ambiental.

Abstract

This article discusses the results of a research study conducted with PhD students in Informatics in Education at the Federal University of Rio Grande do Sul - UFRGS, whose objective was to elicit environmental literacy through collaborative learning in the construction of an educational tour in virtual reality (VR) using the Delightex platform. The students were presented with some contradictions found in the social environment with the occurrence of floods during the month of May in the state of Rio Grande do Sul that should be demonstrated and overcome in the virtual tour. The methodology adopted was qualitative, exploratory in nature, with the application of a semi-structured questionnaire guided by assumptions of the theories of collaborative and expansive learning. The interpretative analysis of the data revealed that the collaborative process of creation in virtual reality enhanced the participants' metacognition and promoted transformations in environmental understanding, evidencing expansive learning.

Keywords: Expansive learning; Collaborative learning; Virtual reality; Environmental literacy.

Resumen

Este artículo analiza los resultados de una investigación realizada con estudiantes de doctorado en Informática Educativa de la Universidad Federal de Rio Grande do Sul (UFRGS), cuyo objetivo fue desarrollar la alfabetización ambiental mediante el aprendizaje colaborativo en la construcción de un recorrido educativo en realidad virtual (RV) utilizando la plataforma Delightex. Se presentaron a los estudiantes algunas contradicciones encontradas en el entorno social con la ocurrencia de inundaciones durante el mes de mayo en el estado de Rio Grande do Sul, que debían demostrarse y superarse en el recorrido virtual. La metodología adoptada fue cualitativa, de naturaleza exploratoria, con la aplicación de un cuestionario semiestructurado guiado por los supuestos de las teorías del aprendizaje colaborativo y expansivo. El análisis interpretativo de los datos reveló que el proceso colaborativo de creación en realidad virtual mejoró la metacognición de los participantes y promovió transformaciones en la comprensión ambiental, evidenciando el aprendizaje expansivo.

Palabras clave: Aprendizaje expansivo; Aprendizaje colaborativo; Realidad virtual; Alfabetización ambiental.

REVISTA DA FUNDARTE

V. 67, N. 67(2025)
ISSN 2319-0868

1. Introdução

Conforme Machado et al (2023) o campo conceitual da literacia ambiental refere-se à compreensão e conhecimento necessários para entender, apreciar e agir de maneira responsável e sustentável em relação ao meio ambiente. Envolve a capacidade de compreender os princípios e conceitos básicos da ecologia, a interconexão dos sistemas naturais, os desafios ambientais enfrentados pela sociedade e as formas de promover a sustentabilidade.

A literacia ambiental vai além do simples conhecimento dos fatos ecológicos e abrange a capacidade de aplicar esse conhecimento para tomar decisões informadas e participar de ações práticas que promovam a proteção do meio ambiente. Isso inclui entender as interações entre os seres humanos e o meio ambiente, bem como reconhecer as consequências de ações e escolhas individuais e coletivas, capacidade de perceber e interpretar a saúde relativa dos sistemas ambientais e tomar as medidas necessárias para manter, restaurar ou melhorar a saúde desses sistemas.

Nesse contexto, foram propostas atividades educacionais aos alunos de doutorado na disciplina de Práticas Investigativas em Colaboração e Cooperação do semestre de 2024/1 na Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS, objetivando a criação de um *tour* virtual de forma colaborativa na plataforma CoSpaces.edu, cujo objetivo era apresentar uma solução educacional para a compreensão das alterações ambientais promovidas pelas cheias ocorridas no mês de maio no estado do Rio Grande do Sul.

Os alunos que integraram o experimento não tinham conhecimentos prévios com a referida ferramenta digital, e nesse sentido, a teoria da aprendizagem colaborativa foi a base dessa fase educacional.

Após o término da aprendizagem colaborativa de construção do *tour* virtual, buscou-se investigar se durante a colaboração entre os alunos foi elicitada essa literacia ambiental com base na teoria da aprendizagem expansiva.

REVISTA DA FUNDARTE

V. 67, N. 67(2025)
ISSN 2319-0868

A verificação a respeito da elicitação da literacia ambiental se deu através de questionário que serviu de base para constatação de metacognição pelos alunos.

2. Referencial teórico

Para subsidiar a pesquisa foram utilizadas duas teorias de aprendizagem. Durante a construção colaborativa do *tour* educacional por parte dos alunos, utilizou-se a teoria da aprendizagem colaborativa, visto que os alunos não possuíam experiência e conhecimento prévios no desenvolvimento de soluções educacionais em ambiente de realidade virtual (RV) com a ferramenta digital do CoSpaces.edu.

Todavia, visando ampliar a compreensão a respeito do processo de aprendizagem ocorrido durante a atividade colaborativa, a pesquisa valeu-se da teoria da aprendizagem expansiva, buscando através da avaliação sobre a reflexão e percepção dos alunos (metacognição), verificar a elicitação de literacia ambiental.

Essas teorias de aprendizagem são apresentadas a seguir.

2.1 Teoria da aprendizagem colaborativa

Kirschner e Erkens (2013) sustentam que a colaboração no processo de aprendizagem é fundamental para o desenvolvimento cognitivo. Eles veem a colaboração não apenas como uma forma ocasional de instrução, mas como um pilar central da aprendizagem humana.

Nesse contexto, os alunos trabalham juntos em tarefas que promovem a interação social e a construção compartilhada de conhecimento.

Chi, Mit e Wylie (2014) destacam que a cognição grupal é essencial para a cognição humana, afetando aspectos como planejamento, resolução de problemas, dedução e construção narrativa. Vygotsky (1930) mostrou que a

REVISTA DA FUNDARTE

V. 67, N. 67(2025)
ISSN 2319-0868

cognição grupal fundamenta a cognição individual através de elementos como linguagem, símbolos externos e artefatos culturais.

Esse processo conecta os níveis cultural e comunitário com os de pequenos grupos e indivíduos. Assim, é crucial entender as inter-relações entre os principais aspectos do sócio-construtivismo e do colaborativismo, especialmente o potencial da Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) para a aprendizagem colaborativa.

A aprendizagem colaborativa é vista por Sal e Hakkarainen (2021) como uma fonte significativa de desenvolvimento cognitivo. Os autores argumentam que a cognição grupal, que inclui atividades como planejamento, resolução de problemas, narrativas, deduções e outros, forma a base da cognição humana.

2.2 Teoria da aprendizagem expansiva

A teoria da aprendizagem expansiva de Yrjö Engeström (2001), que emerge da teoria da atividade, envolve sistemas de atividade interativos e concentração de esforços de pesquisa, examinadas por quatro perguntas: 1. Quem são os sujeitos da aprendizagem? 2. Por que eles aprendem? 3. O que eles aprendem? 4. Como é que eles aprendem? Cenci e Damiane (2018) contribuem com a discussão de que na teoria da atividade ocorre a análise de um grupo de pessoas e não do indivíduo, inseridas em sistemas de atividade com artefatos mediadores, regras, divisão de trabalho para a elaboração de objetos que são transformados em resultado.

Os Cinco principais princípios da teoria da atividade, segundo Yrjö Engeström (2001) são: 1) sistema de atividade como unidade de análise; 2) vozes múltiplas da atividade; 3) a historicidade da atividade; 4) contradições como força motriz de mudança em uma atividade; e 5) os ciclos expansivos como possível forma de transformação em uma atividade.

As quatro questões e os cinco princípios formam uma matriz que Yrjö Engeström (2001) utilizou para sistematizar a discussão sobre a aprendizagem expansiva. Uma transformação expansiva é realizada quando o objeto e o motivo

REVISTA DA FUNDARTE

V. 67, N. 67(2025)
ISSN 2319-0868

da atividade são reconceituados, envolvendo um horizonte mais amplo de possibilidades do que no modo anterior da atividade.

Uma ação estratégica na aprendizagem expansiva envolve modelagem de novas soluções, novas instrumentalidades, e novos padrões de atividade.

3. Trabalhos correlatos em RV educacional para literacia ambiental

Ambientes de realidade virtual (RV) têm sido utilizados para auxiliar no aprendizado das mais diversas áreas do conhecimento. Nesse sentido, Tarouco et al (2023) apresentam uma compilação desse uso educacional.

Fauville et al. (2020) relatam diversos experimentos usando Realidade Virtual Imersiva (RVI) com vistas a promover a literacia ambiental. Destacam diversas razões que justificam o uso desse tipo de tecnologia tais como: as consequências de degradação ambiental serem difíceis de perceber, ocorrerem em locais distantes (temporal ou espacial) do causador, a dificuldade para experienciar o contato em primeira mão com a natureza que é essencial para desenvolver comportamento pró ambiental e ainda a dificuldade para realizar experimentos com a natureza (devido a distância, custo e risco). Destacam que, possibilitando aos usuários visualizar algo que de outro modo não seria visível, a tecnologia digital torna possível promover o engajamento com questões ambientais de forma mais específica e engajadora.

A Realidade Virtual Imersiva (RVI), promovendo o sentimento de estar em um dado ambiente leva à presença social, o que leva a disparar um novo comportamento social capaz de conscientizar uma nova perspectiva de compreensão sobre mudança climática promovendo a literacia ambiental em suas quatro dimensões: conhecimento, disposições, competências, e comportamento ambientalmente responsável.

Os trabalhos analisados no artigo de Fauville et al. (2020) evidenciaram que a intenção de comportamento ambiental dos participantes dos experimentos de RVI foi significativamente maior do que o dos participantes que receberam material

REVISTA DA FUNDARTE

V. 67, N. 67(2025)
ISSN 2319-0868

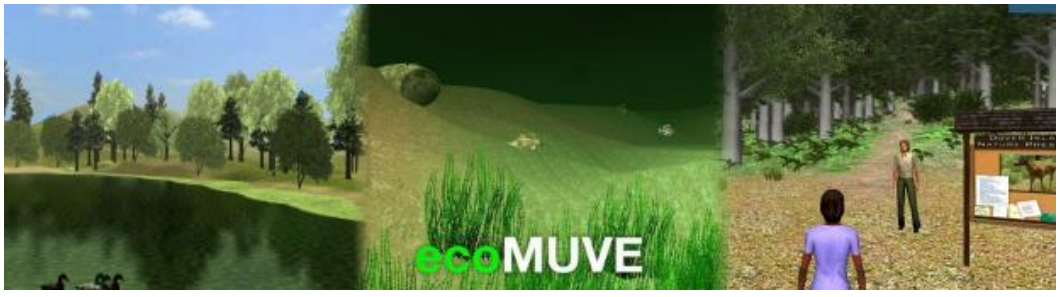
impresso e também foi maior do que o dos participantes que tiveram acesso a material baseado em vídeo.

Um exemplo da utilização de RV para fins educacionais no campo conceitual da aprendizagem ambiental é o ecoMUVE4[1], desenvolvido pelo grupo de pesquisa educacional EcoLearn da Harvard Graduate School of Education, que explora o uso de tecnologias imersivas avançadas para apoiar o aprendizado sobre a complexa dinâmica causal dos ecossistemas.

Grotzer et al. (2017) destacam que ajudar os alunos a aprender formas epistemologicamente autênticas de experimentação é um objetivo importante para a educação em ciências dos ecossistemas. A experimentação desempenha um papel crítico em ajudar os cientistas a passar da análise de padrões e tirar inferências desses padrões para a análise de causalidade. Ambientes virtuais de aprendizagem imersivos podem desempenhar um papel no aprimoramento da presença desses conceitos na sala de aula.

No projeto ecoMUVE foram criadas condições para a construção de uma compreensão coerente sobre os padrões de causalidade dentro do sistema, proporcionando mecanismos para uma exploração mais profunda dos mecanismos causais, conforme mostrado na Figura 1.

Figura 1 – Projeto ecoMUVE da Universidade de Harvard



Fonte: Projeto ecoMUVE.

A navegação no ambiente de Realidade Virtual desenvolvido no ecoMUVE incorpora não apenas a navegação pelo cenário, mas o uso de ferramentas virtuais

[1] ecoMUVE - https://ecolearn.gse.harvard.edu/projects/ecomuve

REVISTA DA FUNDARTE

V. 67, N. 67(2025)
ISSN 2319-0868

para realizar medições no ambiente (composição da água no lago, etc). Isso apoia o ensino de ciências proporcionando experiências de aprendizagem que se alinhem com práticas científicas autênticas e promovam o desenvolvimento da alfabetização científica que reconheça a complexidade inerente à pesquisa científica atual.

Em outra aplicação de realidade virtual (RV) Dias et al. (2022) relatam o desenvolvimento de um jogo (Recicle Sempre), criado em um ambiente usando Realidade Virtual, visando promover a conscientização ambiental onde são apresentadas ao jogador informações relacionadas a Reciclar, Reutilizar, Repensar, Recusar e Reduzir. Na atividade o jogador tem como objetivo recolher o lixo espalhado no ambiente.

O material incentiva que o jogador recicle e cuide do meio ambiente. Percebe-se que o objetivo do jogo é promover a disposição para ação, conforme definido por Freitas (2022).

Ronaghi (2022) descreve um amplo estudo no qual comprovou que o uso de Realidade Virtual tem maior impacto na mudança no comportamento sustentável do que quando outras estratégias/tecnologias são usadas, destacando que esse resultado se deve ao fato de a RV apresentar vantagens em relação ao ensino tradicional, como redução de custos, redução de riscos, reprodutibilidade, alto controle sobre os procedimentos de treinamento e possibilidade de autoaprendizagem, e possibilita repetir experimentos sem depreciação de equipamento e com alta segurança. Ronaghi (2022) ainda enfatiza que o uso da tecnologia RV é compatível com modelos clássicos e comprovados de aprendizagem, como aprendizado experimental e aprendizado situacional, pois o usuário pode vivenciar diferentes situações em um ambiente virtual. Além disso, o autor categoriza a motivação para o uso da RV em fatores intrínsecos e pedagógicos.

Os fatores intrínsecos incluem o aumento da diversão, e a motivação e os fatores pedagógicos incluem a aprendizagem e a participação baseadas em brincadeiras. A RV aprimora a capacidade cognitiva dos usuários e aumenta a atratividade devido a diferentes recursos visuais e de áudio.

REVISTA DA FUNDARTE

V. 67, N. 67(2025)
ISSN 2319-0868

A criação de RV para fins educacionais como excursões virtuais implicam o uso de equipamentos e sistemas, por exemplo, câmera capaz de gerar fotos panorâmicas de 360º em interiores e exteriores com o Google Street View, vídeos que podem ser encurtados para 20 a 30s e exportação em formato .avi ou .mp4, e softwares adequados para criação e edição de imagem para que não ocorram deformações ao serem unidas e ajuste de imperfeição de gravação de vídeo, ruído ou inserção de música, de filtros e transição de frames como Adobe Premiere Pro.

Os sistemas foram analisados inclusive por terem funcionalidades gratuitas e outras mais exigentes para a criação de *tour* virtual que requerem pagamento (KUNA et al 2023), algo que ocorre no Cospaces.edu (atualmente denominado Delightex), porém ao analisar que as funções são maximizadas, os preços tornam-se baixos.

Um experimento de construção colaborativa de realidade virtual utilizando a ferramenta CoSpaces.edu (hoje Delightex) voltado ao ensino de desenvolvimento sustentável, foi apresentado por Machado et al (2024). Os autores buscaram envolver os três conceitos intrínsecos ao campo conceitual do desenvolvimento sustentável, quais sejam, a educação com viés econômico (no caso a educação financeira), educação do contexto social e educação ambiental através da reciclagem de resíduos domésticos, abordando questões desde a sua identificação, separação, destinação correta e suas consequências sociais e ambientais atreladas à educação financeira com a intenção de ensinar desenvolvimento sustentável.

Exemplo dessa realidade virtual utilizando a plataforma CoSpaces.edu para aprendizagem de desenvolvimento sustentável com literacia ambiental pode ser vista na Figura 2.

Figura 2 – Projeto de metaverso para o ensino de desenvolvimento sustentável



Fonte: Machado et al (2024).

REVISTA DA FUNDARTE

V. 67, N. 67(2025)
ISSN 2319-0868

Com base no pressuposto de que RV é adequada para ensino e aprendizagem de conteúdo de educação ambiental de acordo com os vários experimentos correlatos existentes atualmente no mundo, a sua utilização na presente pesquisa foi escolhida para verificação de metacognição dos participantes que construíram o *tour* virtual. Ou seja, a questão em análise não foi o resultado do projeto educacional em si, construído em realidade virtual na ferramenta então denominada CoSpaces.edu, e sim se o próprio processo interno de sua construção colaborativa foi suficiente para a literacia ambiental dos alunos envolvidos no desenvolvimento do *tour* virtual, conforme se explica adiante, na metodologia da pesquisa.

4. Metodologia de pesquisa

A presente investigação envolveu uma pesquisa exploratória no campo da utilização da RV educacional, assim como uma abordagem qualitativa de caráter exploratório-interpretativo, considerando o contexto educacional como um campo de experiências significativas. O instrumento de coleta de dados foi um questionário semiestruturado com perguntas baseadas nas teorias de base da pesquisa, quais sejam, a teoria da aprendizagem colaborativa e teoria da aprendizagem expansiva. A análise dos dados foi conduzida a partir de uma leitura compreensiva das repostas que os alunos envolvidos no experimento apresentaram com objetivo de identificar categorias (uso de aprendizagem colaborativa e/ou expansiva) evidências de colaboração, expansão de conhecimento e metacognição. Nesse sentido as respostas dos participantes foram analisadas em sua totalidade, preservando os sentidos atribuídos pelos sujeitos em suas narrativas reflexivas, visando assim elicitar a metacognição dos alunos quanto à literacia ambiental enquanto colaboraram na construção de uma solução educacional em ambiente de RV, o CoSpaces.edu (atual Delightex), para demonstrar as implicações ambientais durante as cheias de maio de 2024 no estado do Rio Grande do Sul.

REVISTA DA FUNDARTE

V. 67, N. 67(2025)
ISSN 2319-0868

As atividades ocorreram no semestre acadêmico de 2024/1 na disciplina de Práticas Investigativas em Colaboração e Cooperação do Doutorado em Informática em Educação na Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS, com amostra de um grupo de dois estudantes cuja formação e área de atuação docente não são específicas sobre meio ambiente, e que tiveram como tarefa desenvolver colaborativamente soluções educacionais através de um *tour* em realidade virtual programando em CoBlocks, e cujo objetivo seria o de conscientizar sobre a tragédia climática ocorrida e como seria ou é possível preparar-se para tais eventos, bem como mitigar seus impactos.

Ainda que possível apontar limitação decorrente da amostra com dois alunos na composição do grupo de experimento, o que pode limitar generalizações, cabe destacar que o caráter de pesquisa experimental qualitativa adotada visa ensejar uma visão mais detalhada das opiniões e sensações dos participantes.

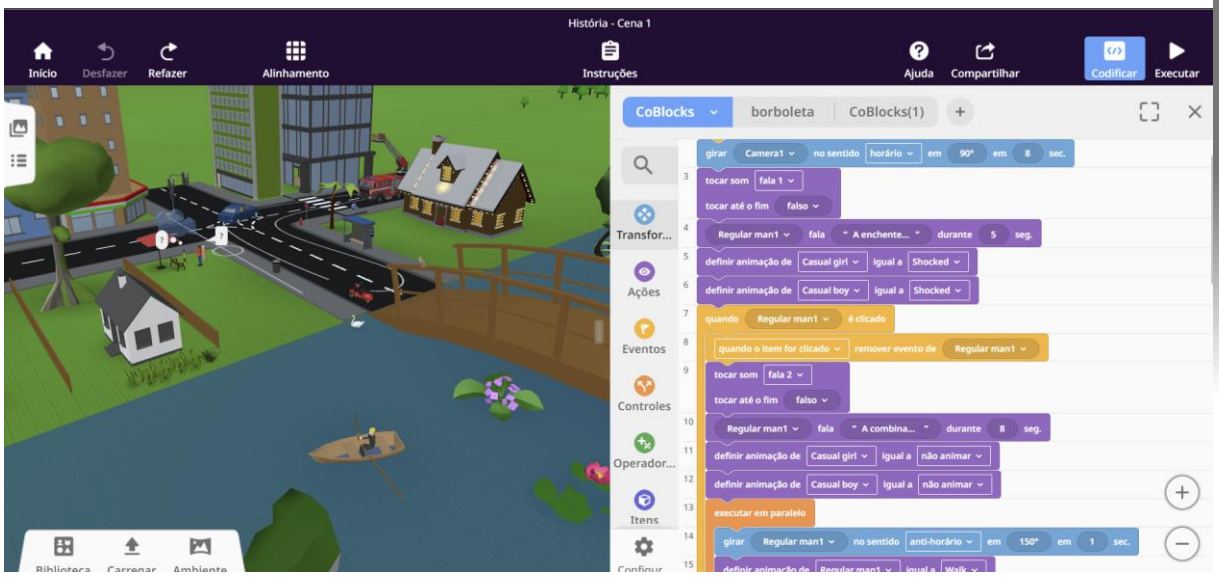
Como auxílio didático sobre a temática ambiental lhes foi proporcionada uma palestra online de aproximadamente uma hora com uma professora atuante na área de hidrologia. Após a palestra houve interação entre os alunos, professores da disciplina e a palestrante, onde foram questionados alguns aspectos técnicos bem como oportunizado o esclarecimento de dúvidas. A palestrante deixou seu contato e a possibilidade de novos esclarecimentos que ainda se fizessem necessários.

A Figura 3 demonstra um exemplo de imagem ribeirinha em zona urbana produzida durante a construção colaborativa do *tour* virtual com o CoSpaces.edu, bem como a janela de sua codificação com CoBlocks.

REVISTA DA FUNDARTE

V. 67, N. 67(2025)
ISSN 2319-0868

Figura 3 – Ambiente CoSpace.edu e aba de codificação com CoBlocks



Fonte: Atividade dos alunos do experimento (2024).

Durante a atividade os alunos foram orientados pelos professores e estimulados a se comunicar e relatar suas análises, percepções de dificuldades com a ferramenta digital do CoSpaces.edu, que permite o uso e criação de conteúdo visual usando realidade virtual com a utilização de programação *low code* através da linguagem CoBlocks, bem como a exploração da RV usando aplicativo móvel CoSpaces.edu que está disponível para dispositivos Android e iOS e que permite aos usuários navegarem nos mundos virtuais e mesmo utilizarem fone de ouvido para ampliar informações de áudio quando contempladas no projeto em RV, Google Cardboard ou visualizadores de RV semelhantes. O resultado da construção da realidade virtual pode ser compartilhado com outras pessoas através de um link ou código QR enviado ou incorporado em um blog ou site.

Artefatos em 3D representativos de elementos da natureza podem ser obtidos da galeria interna da ferramenta ou importados de outros ambientes de editoração de objetos 3D. Áudios também podem ser gravados diretamente pelo usuário no CoSpace.edu ou via arquivos de som importados. Imagens 2D também podem ser incluídas, bem como imagens em 360°que permitem adequar o cenário

REVISTA DA FUNDARTE

V. 67, N. 67(2025)
ISSN 2319-0868

a qualquer contexto desejado, como imagens de locais atingidos pelas cheias e alagamentos ocorridos durante o mês de maio de 2024 no estado do Rio Grande do Sul.

A plataforma permite ainda a confecção de *tour* virtual sobre essas imagens importadas retratando situações ambientais anteriores, posteriores e mesmo durante a ocorrência da catástrofe climática, bem como a construção de situações equivalentes dentro das possibilidades de cenários criativos do CoSpaces.edu, como se pode verificar nos cenários A, B e C, presente na Figura 4.

Figura 4 – Cenários A, B e C, respectivamente, antes, durante e após a cheia



Fonte: Autores (2024).

Estudos de Wang e Sun (2021) demonstraram resultados de aprendizagem positivos do CoSpaces.edu no ensino primário e secundário, concluindo que os alunos que usaram o CoSpaces.edu para contar histórias digitais e para co-criar exposições de arte virtuais e cenas históricas tiveram melhor compreensão e retenção do conhecimento do assunto do que os alunos que não usaram a tecnologia.

No experimento em análise, foi investigado se durante a criação colaborativa de uma história educativa no CoSpaces.edu os alunos desenvolveram a literacia ambiental, e se expandiram seus conhecimentos a respeito do tema, o que foi testado através de um questionário para a elicitação de metacognição dos próprios estudantes, cujas discussões e reflexões buscaram respostas para as seguintes questões demonstradas no Quadro 1, as quais se baseiam nas teorias que suportam a pesquisa; quais sejam, (A) teoria da aprendizagem colaborativa, e (B) aprendizagem expansiva.

REVISTA DA FUNDARTE

V. 67, N. 67(2025)
ISSN 2319-0868

Quadro 1: Questionário roteiro de metacognição para investigação da aprendizagem colaborativa e expansiva.

	QUESTIONAMENTOS
A.1	Como você percebeu a ocorrência de colaboração no processo de construção do ambiente virtual?
A.2	Quais as dificuldades encontradas nesse processo no que diz com a colaboração no grupo?
B.1	No que diz respeito à questão climática retratada no *tour* virtual construído, foi suficiente o seu entendimento prévio a respeito do meio ambiente?
B.2	Você percebeu que durante a construção do tour virtual aumentaram seus conhecimentos a respeito do meio ambiente?
B.3	Você percebeu em algum momento que seu conhecimento sobre meio ambiente foi modificado enquanto construía o *tour* virtual?
B.4	Houve a percepção de aprendizagem expansiva?
B.5	Qual transformação expansiva foi realizada?

Fonte: Autores (2024).

Com base nas respostas do questionário foi possível aos professores analisarem os resultados conforme descrito na seção seguinte.

5. Análise e discussão dos resultados

A partir das respostas dos participantes, observam-se indícios claros de transformação no modo de pensar e agir sobre questões ambientais. Essa transformação foi desencadeada por um movimento de colaboração orientado por contradições reais (enchentes de maio de 2024) e pela necessidade de resolução criativa no ambiente virtual. Segundo Engeström (2001), tal dinâmica caracteriza um ciclo de aprendizagem expansiva, no qual os sujeitos reformulam o objeto da atividade educacional. A criação do *tour* em RV funcionou, assim, como um laboratório simbólico para reorganização do conhecimento e desenvolvimento de consciência crítica.

REVISTA DA FUNDARTE

V. 67, N. 67(2025)
ISSN 2319-0868

As respostas do questionário apresentado na seção 4 indicaram que (A. 1) sobre a colaboração durante a aprendizagem ativa de criação de *tour* em realidade virtual, os alunos perceberam que a ferramenta CoSpces.edu proporciona a possibilidade de construção conjunta de atividades educacionais, sendo que a intervenção do colega, em muitos casos, servia de gatilho criativo para a continuidade da construção da história, assim como a possibilidade de verificação na aba de codificação sobre como era possível programar alguma situação específica. Uma constatação interessante foi relatada em sentido de que foi percebido que no decorrer da construção da atividade educacional a história seguia para um destino final distinto do que individualmente cada um havia pensado, mas claramente mais completo e complexo.

Quanto (A. 2) às dificuldades encontradas durante a construção colaborativa do *tour* virtual, constatou-se que a colaboração síncrona se fazia limitada porque na percepção dos alunos o CoSpace.edu não indica quando duas ou mais pessoas estão editando uma cena ou códigos simultaneamente. Assim, foi necessário utilizar ferramentas de colaboração assíncrona, tecnologias como Whatsapp[2], Padlet[3], Miro[4], Trello[5], e Jitsi[6] para o gerenciamento de atividades, as quais possibilitaram discussões e tomadas de decisões conjuntas para a construção do *tour* virtual.

Em relação à percepção da expansão do conhecimento desenvolvida em literacia ambiental, a direção das respostas foi que (B.1) de início o conhecimento prévio a respeito do meio ambiente não foi suficiente para desenvolver a atividade educacional, não se tratando da matéria objeto das suas atividades docentes, e que embora tenham vivenciado na prática a catástrofe climática das cheias em maio de 2024, a palestra e interação com a professora especialista na área foi extremamente importante para direcionar os estudos sobre o tema.

[2] https:// whatsapp.com/
[3] https://padlet.com/
[4] https://miro.com/
[5] https://trello.com/
[6] https://jitsi.org/

REVISTA DA FUNDARTE

V. 67, N. 67(2025)
ISSN 2319-0868

Os alunos retrataram que (B.2) aumentou o seu entendimento e conhecimento a respeito do meio ambiente, como curso e velocidade das águas, bem como tipos de resíduos, assim como foi relatada a compreensão da interrelação do tema com políticas públicas adequadas de urbanização. Da mesma forma, foi relatado que (B. 3) durante a construção do *tour* virtual foram modificadas sua percepção e conhecimento a respeito do meio ambiente, e especialmente a sua relação com a ciência, sociedade e tecnologia.

No que se refere à percepção da aprendizagem expansiva, os alunos destacaram que (B. 4) foi preciso aprender mais sobre consciência ambiental para contribuir e ensinar por meio da história construída no CoSpace.edu.

Das respostas ao questionário foi possível extrair que (B. 5) houve a transformação (aprendizado) expansiva tanto em relação à conscientização ambiental, quanto a questões técnicas como diferenciação quanto a alagamentos, enchentes, lago, lagoa, rio, e questões envolvidas em relação à mineração e desassoreamento, bem como à necessidade de moradias, preços de imóveis e especulação imobiliária.

Considerando o caráter colaborativo da atividade proposta, os achados desta pesquisa se manifestam tanto no plano cognitivo quanto no plano prático. No plano cognitivo, os participantes relataram transformações em suas compreensões sobre temas como ciclo hidrológico, ocupação urbana desordenada, políticas públicas e manejo de resíduos, indicando avanço em literacia ambiental crítica. No plano prático, foi produzida uma atividade educacional digital em formato de *tour* virtual, de forma colaborativa, com cenas interativas que retratam o antes, durante e depois das cheias, incorporando narrativas, sons, personagens animados e representações visuais das consequências socioambientais, e que pode ser compartilhada com outros estudantes e professores, constituindo um objeto educacional replicável que evidencia o potencial transformador do uso pedagógico da RV.

Todas as atividades desenvolvidas em formato de *tour* virtual, ocorreram de forma colaborativa, em que os alunos utilizaram ferramentas e estratégias que incentivaram a comunicação e o trabalho em equipe. Essas ferramentas lhes foram

REVISTA DA FUNDARTE

V. 67, N. 67(2025)
ISSN 2319-0868

apresentadas durante a disciplina e podem ser utilizadas também para demais atividades no dia-a-dia.

6. Conclusão

Ao final das atividades acadêmicas foi possível concluir que a necessidade de desenvolver colaborativamente uma atividade educacional, para demonstrar através de um *tour* virtual a catástrofe ambiental das enchentes de maio de 2024 no Rio Grande do Sul, serviu para engajar os alunos na pesquisa por determinados conceitos que não possuíam previamente, e que no decorrer do processo de aprendizagem e de criação colaborativa do *tour* seus conhecimentos foram ampliados, expandindo-se para a compreensão de vários fatores e contradições envolvidos e interrelacionados em termos ambientais, sociais e econômicos.

Portanto, pode-se afirmar que nesse experimento o próprio processo de construção colaborativa da atividade educacional em RV fez surgir as complexas contradições envolvidas no tema, e que para a finalização do *tour* virtual foi necessária a compreensão dessas complexidades e expansão do conhecimento dos colaboradores, resultando em literacia ambiental aos envolvidos.

Nesse cenário, entre os principais achados, destaca-se que a atividade de construção colaborativa em RV estimulou o surgimento de conhecimentos que extrapolam os conteúdos ambientais tradicionais, mobilizando aspectos sociais, econômicos e políticos. O processo revelou que a aprendizagem ocorreu de forma expansiva, com os alunos não apenas assimilando novos conteúdos, mas transformando sua própria forma de pensar e atuar sobre o tema.

Como limitação do estudo, ressalta-se a baixa quantidade de participantes e a necessidade de estudos complementares com triangulação metodológica. Também tem-se que seriam necessários mais estudos, de longo prazo, para se poder concluir se a conscientização relatada pelos participantes resultará em ações concretas com impacto real e duradouro da literacia ambiental.

Ainda assim, os resultados reforçam o potencial da RV como meio para estimular a consciência crítica e a literacia ambiental no ensino superior

REVISTA DA FUNDARTE

V. 67, N. 67(2025)
ISSN 2319-0868

Referências:

Desenvolvimento da Teoria Histórico-Cultural da Atividade em três gerações: Vygotsky, Leontiev e Engeström. **Roteiro**, v. 43, n. 3, p. 919–948, 2018. DOI: https://doi.org/10.18593/r.v43i3.16594.

CHI, M. T. H., & WYLIE, R. The ICAP Framework: Linking Cognitive Engagement to Active Learning Outcomes. Educational Psycologist, v. 49, n. 4, p. 219–243, 2014. DOI: https://doi.org/10.1080/00461520.2014.965823.

DIAS, A. L. Aplicativo Mobile em realidade virtual para educação ambiental. Environmental Science & Technology Innovation, v. 1, n. 1, 2022.

ENGESTRÖM, Y. Expansive learning at work: Toward an activity theoretical reconceptualization. Journal of education and work, v. 14, n. 1, p. 133-156, 2001.

FAUVILLE, G.; QUEIROZ, A. C. M.; BAILENSON, J. N. Virtual reality as a promising tool to promote climate change awareness. In: KIM, J.; SONG, H (Edds.). Technology and Health. Academic Press, 2020, p. 91-108. DOI: https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816958-2.00005-8.

FREITAS, F. R. R. 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. Tese (Pós-Graduação em Comunicação e Informação) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2022.

GROTZER, T. A. *et al*. Teaching the systems aspects of epistemologically authentic experimentation in ecosystems through immersive virtual worlds. National Association for Research in Science Teaching, San Antonio, Texas, 2017.

KIRSCHNER, P. A.; ERKENS, G. Toward a Framework for CSCL Research. Educational Psycologist, v. 48, n. 1, p. 1–8, 2013.

KUNA, P.; HAŠKOVÁ, A.; BORZA, Ľ. Creation of virtual reality for education purposes. Sustainability, v. 15, n. 9, p. 7153, 2023.

MACHADO, L. A. L. M.; CESTARI, T. N.; FRACARO, A. R.; SILVA, P. F.; TAROUCO, L. M. R. Metaverso para o ensino de educação financeira no contexto do desenvolvimento sustentável. Revista Eletrônica de Ciências Contábeis, v. 13, p. 83-97, 2024.

MACHADO, L. A. L. M.; SILVA, T. L.; TAROUCO, L. M. R.; HERPICH, F. Metaverso para ensino de desenvolvimento sustentável. In: XII Congresso Brasileiro de Informática na Educação - CBIE, 2023, Passo Fundo/RS. Anais do

REVISTA DA FUNDARTE

V. 67, N. 67(2025)
ISSN 2319-0868

XXXIV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação. Porto Alegre, 2023. v. 2023. p. 1-12.

RONAGHI, M. H. The effect of virtual reality technology and education on sustainable behavior: A comparative quasi-experimental study. Interactive Technology and Smart Education, v. 20, n. 4, p. 475-492, 2022. DOI: https://doi.org/10.1108/ITSE-02-2022-0025.

TAROUCO, L. M. R.; MACHADO, L. A. L. M.; SILVA, T. L.; TIMOTEO, D. J. A. Possibilidades do metaverso como recurso educacional. Revista da Fundarte, v. 56, p. 1-22, 2023.

VYGOTSKY, L. S. Mind in Society: Development of Higher Psychological Processes. Cambrigde: Harvard University Press, 1930.

Recebido em: 01/04/2025 .
Aceito em:23/06/2025.
Editor responsável: Júlia Maria Hummes.

Luís Antônio Licks Missel Machado
Professor nas Faculdades Integradas de Taquara FACCAT. Mestre em Economia pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos UNISINOS. Doutorando em Informática na Educação pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul UFRGS.
ORCID: https://orcid.org/0009-0004-9458-3661
E-mail: licksmisselmachado@gmail.com

Liane Margarida Rockenbach Tarouco
Professora na Universidade Federal do Rio Grande do Sul UFRGS. Doutora em Engenharia Elétrica/Sistemas Digitais pela Universidade de São Paulo USP.
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-5669-588X
E-mail: liane@penta.ufrgs.br

Patrícia Fernanda da Silva
Professora na Universidade Federal do Rio Grande do Sul UFRGS. Doutora em Informática na Educação e Pós Doutoranda em Informática na Educação na UFRGS.
ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9408-0387
E-mail: patriciafsilva@ufrgs.br

LICKS MISSEL MACHADO, Luís Antônio; ROCKENBACH TAROUCO, Liane Margarida; DA SILVA, Patrícia Fernanda; PONS ALVES LISBOA, Aline; DE LIMA, ISMAEL. TEORIA DA APRENDIZAGEM EXPANSIVA PARA A LITERACIA AMBIENTAL A PARTIR DA CONSTRUÇÃO COLABORATIVA DE ATIVIDADE EDUCACIONAL EM REALIDADE VIRTUAL. **Revista da FUNDARTE**. Montenegro, V. 67, N. 67, p. 1-20, Dezembro, 2025.
Disponível em: https://seer.fundarte.rs.gov.br

V. 67, N. 67(2025)
ISSN 2319-0868

Aline Pons Alves Lisboa
Mestre em Computação Aplicada pela Universidade Federal do Pampa Unipampa. Aluna no Doutorado em Informática na Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul UFRGS.
ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5729-8205
E-mail: aponsalveslisboa@gmail.com

Ismael de Lima
Professor no Instituto Federal Sul rio grandense IFSul. Mestre em Ensino de Física pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul UFRGS. Aluno especial em Informática na Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul UFRGS.
ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9729-2326
E-mail: Ismaellima@ifsul.edu.br

Creative Commons Não Comercial 4.0 Internacional de Revista da FUNDARTE está licenciado com uma Licença Creative Commons - Atribuição-NãoComercial-CompartilhaIgual 4.0 Internacional. Baseado no trabalho disponível em https://seer.fundarte.rs.gov.br/index.php/RevistadaFundarte. Podem estar disponíveis autorizações adicionais às concedidas no âmbito desta licença em https://seer.fundarte.rs.gov.br/

LICKS MISSEL MACHADO, Luís Antônio; ROCKENBACH TAROUCO, Liane Margarida; DA SILVA, Patrícia Fernanda; PONS ALVES LISBOA, Aline; DE LIMA, ISMAEL. TEORIA DA APRENDIZAGEM EXPANSIVA PARA A LITERACIA AMBIENTAL A PARTIR DA CONSTRUÇÃO COLABORATIVA DE ATIVIDADE EDUCACIONAL EM REALIDADE VIRTUAL. **Revista da FUNDARTE**. Montenegro, V. 67, N. 67, p. 1-20, Dezembro, 2025.
Disponível em: https://seer.fundarte.rs.gov.br