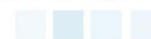


 **XXVII CICLO DE PALESTRAS**  
**SOBRE NOVAS TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO**

25 a 27 de novembro de 2019  
Porto Alegre/RS

Promovido por:  CINTED

Apoiado por:  PPGIE  UFRGS  SEAD UFRGS



# ANAIS

## ORGANIZADORES

Valter Roesler  
José Valdeni de Lima  
Leandro Krug Wives

## REALIZAÇÃO

Centro Interdisciplinar Novas Tecnologias na Educação - CINTED  
Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação - PPGIE  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS

ISBN 978-85-9489-016-0

### ***Coordenação Geral***

**Valter Roesler** (Universidade Federal do Rio Grande do Sul)

**José Valdeni de Lima** (Universidade Federal do Rio Grande do Sul)

---

### ***Coordenadores Adjuntos***

**Igor Kühn** (Universidade Federal do Rio Grande do Sul)

**Rafaela Ribeiro Jardim** (Universidade Federal do Rio Grande do Sul)

---

### ***Comitê de Organização***

**Delfa Mercedes Huatuco Zuasnábar** (Universidade Federal de Roraima)

**Dauster Souza Pereira** (Instituto Federal de Rondônia)

**Francisco Euder dos Santos** (Instituto Federal de Rondônia)

**Fabício Herpich** (Universidade Federal do Rio Grande do Sul)

**Francisco Dutra dos Santos Jr.** (Universidade Federal do Rio Grande do Sul)

**Igor Kühn** (Universidade Federal do Rio Grande do Sul)

**José Valdeni de Lima** (Universidade Federal do Rio Grande do Sul)

**Leandro Krug Wives** (Universidade Federal do Rio Grande do Sul)

**Mariele de Almeida Lanes** (Universidade Federal de Rio Grande)

**Paulo Santana Rocha** (Universidade Federal do Rio Grande do Sul)

**Rafaela Ribeiro Jardim** (Universidade Federal do Rio Grande do Sul)

**Roberta Gerling Moro** (Universidade Federal do Rio Grande do Sul)

**Valter Roesler** (Universidade Federal do Rio Grande do Sul)

## ***Coordenador do Comitê de Programa***

**Leandro Krug Wives** (Universidade Federal do Rio Grande do Sul)

## ***Comitê de Programa***

**Ana Marli Bulegon** (Centro Universitário Franciscano)

**Andréia Solange Bos** (Universidade Federal do Rio Grande do Sul)

**Anelise Jantsch** (Tribunal Regional do Trabalho – RS)

**Carlos Tadeu Queiroz de Moraes** (Centro Universitário e Faculdades UNIFTEC)

**Christian Brackmann** (Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha)

**Dauster Pereira** (Universidade Federal do Rio Grande do Sul)

**Gabriela Perry** (Universidade Federal do Rio Grande do Sul)

**Giovanni Bohm Machado** (Universidade do Vale do Rio dos Sinos)

**Fabício Herpich** (Universidade Federal do Rio Grande do Sul)

**Felipe Becker Nunes** (Faculdade Antônio Meneghetti)

**Igor Kühn** (Universidade Federal do Rio Grande do Sul)

**Jacqueline Mayumi Akazaki** (Universidade Federal do Rio Grande do Sul)

**Jorge Nazareno Batista Melo** (Instituto Federal do Rio Grande do Sul)

**José Valdeni de Lima** (Universidade Federal do Rio Grande do Sul)

**Kelly Hannel** (SAP)

**Leandro Krug Wives** (Universidade Federal do Rio Grande do Sul)

**Manuel Constantino Zunguze** (Universidade Pedagógica - Moçambique)

**Maria Angélica Figueiredo** (Instituto Federal Farroupilha)

**Mariele de Almeida Lanes** (Universidade Federal de Rio Grande)

**Patrícia Behar** (Universidade Federal do Rio Grande do Sul)

**Paulo Santana Rocha** (Universidade Federal do Rio Grande do Sul)

**Rafaela Ribeiro Jardim** (Universidade Federal do Rio Grande do Sul)

**Valter Roesler** (Universidade Federal do Rio Grande do Sul)

# **Criatividade e inovação: desafios e possibilidades da Realidade Virtual (RV) no contexto da educação STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics)**

**Roberta Gerling Moro, Maria Cristina Villanova Biasuz**

Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) – Porto Alegre – RS – Brazil

{robgmoro@gmail.com, mcbiasuz@gmail.com}

***Abstract.** This article aims to identify the main uses of virtual reality (VR) in the context of STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics) approach through a systematic literature review. Therefore, a bibliographic survey was carried out in the main international databases from 2011 to 2019. For the analyzes, 16 studies were selected which are aligned with the theme. The research points to the importance of integrating the Arts in the areas of Science, Technology, Engineering and Mathematics, mainly through the viability of a greater comprehensiveness among these disciplines, as well as the promotion of creativity and innovation in the educational field.*

***Resumo.** Este artigo tem como objetivo identificar os principais usos da realidade virtual (RV) no contexto da abordagem STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics), através da revisão sistemática de literatura. Para tanto, realizou-se um levantamento bibliográfico nas principais bases internacionais no período de 2011 a 2019. Para as análises, foram selecionados 16 estudos que se alinham com a temática. As pesquisas apontam para a importância da integração das Artes às áreas de Ciências, Tecnologia, Engenharias e Matemática, em especial à viabilização de uma maior abrangência entre estas disciplinas, assim como, à promoção da criatividade e inovação no âmbito educacional.*

## **1. Introdução**

Atualmente, muitas escolas nos Estados Unidos e Europa têm adotado a educação STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics) como um movimento originário da educação STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics). Arte-educadores de diversos países têm defendido a ideia a favor da integração das artes com outras disciplinas. Nesse sentido, a visão desses professores está enfatizada na ideia de um ambiente educacional criativo, onde os estudantes possam aprender utilizando a criatividade para a solução de problemas. Este tipo de estratégia, portanto, está calcada no reconhecimento da produção criativa como um elemento importante, promovendo assim, a aprendizagem prática através da experiência artística [Liao, 2016].

Connor et al (2014) propuseram um manifesto a favor da integração das artes como embasamento pedagógico para promover a aprendizagem guiada por problemas, no contexto das disciplinas STEM. Dessa forma, os autores destacam que o conceito da

educação STEAM desponta como um modelo que objetiva reduzir os limites metodológicos entre as disciplinas acadêmicas tradicionais, de forma que a ciência, tecnologia, engenharia, artes e matemática possam formar um currículo integrado. Além disso, ao incluir as “artes” ao acrônimo “STEM”, evidencia-se a necessidade de educar os estudantes para se tornarem sujeitos capazes de inovar, considerando um cenário tão competitivo como o atual, em se percebe um avanço crescente da economia global [Liao, 2019].

Tal fato nos levou a refletir, também, a respeito das metodologias que têm sido utilizadas no âmbito educacional. Uma outra questão está voltada ao melhor preparo dos estudantes para a solução de desafios apresentados no mundo real. Nesse contexto, percebemos a necessidade da mobilização de estratégias que promovam o pensamento crítico e criativo. Um dos caminhos seria os métodos de ensino indutivos, como a aprendizagem baseada em estúdio (*studio based learning*), bastante comum nos cursos de artes de uma forma geral, a qual apoia-se nas seguintes fases: proposta, crítica/avaliação e refinamento de ideias e artefatos. Esse método enfatiza o uso de avaliações formativas, promovendo, portanto, a reflexão crítica e autonomia do estudante [Connor et al., 2014].

Quigley, Herro & Jamil (2017) propuseram um modelo conceitual voltado para a educação STEAM com o objetivo de fornecer aos educadores uma visão interdisciplinar mais abrangente para as suas práticas de ensino. Assim, o modelo foca em dois elementos principais, a saber, o conteúdo instrucional e o contexto de aprendizagem. Segundo as autoras, esta estratégia foi utilizada tendo em vista a lacuna existente na literatura, em que há destaque apenas aos componentes para a efetivação da educação STEAM, ao invés de explicitar como esta abordagem pode ser implementada nas práticas de ensino. Da mesma forma, há uma preocupação inerente à inclusão de diferentes disciplinas aos conteúdos e como os professores podem delinear o ensino dentro de suas áreas de atuação.

Contudo, ainda existem poucos estudos que utilizam a abordagem STEAM para o desenvolvimento de competências cognitivas, interacionais e criativas por meio de experimentos dentro do contexto de aprendizagem com a realidade virtual (RV), tecnologia a qual será foco deste trabalho. Conforme apontado [Gadelha, 2018], a RV tem o potencial de modificar e ampliar os modos como os professores ensinam e como os estudantes aprendem, sendo fortemente apropriada para todos os tipos de estudantes, mesmo para aqueles que possuem alguma dificuldade de aprendizagem. Isso se deve ao fato de a RV proporcionar, como qualidades distintas, a apresentação de conteúdos imersivos e engajadores.

Erolin et al (2019), por exemplo, realizaram uma pesquisa envolvendo o uso da RV para estudo e revisão da anatomia, empregado especialmente, nos cursos de ciências médicas da Universidade de Dundee (Escócia). Como resultado, os pesquisadores relataram uma melhora no engajamento dos estudantes com os modelos anatômicos 3D e áudios explicativos. A principal constatação dos estudantes foi o nível de realismo dos modelos, o que permitiu a revisão dos conteúdos relacionados à anatomia do corpo humano, bem como à visualização detalhada de órgãos e partes do corpo. Tal fato foi considerado positivo pelos participantes, por possibilitar uma forma de treinamento para um melhor desempenho na execução de procedimentos cirúrgicos, em especial, para médicos residentes.

Considerando esse contexto, o objetivo desta pesquisa é identificar os principais usos da realidade virtual (RV) no contexto da abordagem STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics*). Além disso, ao longo das buscas realizadas, verificamos que há um número reduzido de pesquisas em comparação com a abordagem STEM, algo que reforça ainda mais a importância da integração das Artes às áreas de Ciências, Tecnologia, Engenharias e Matemática. Assim, esta pesquisa debruça-se sobre a necessidade de criar uma relação dialógica e transversal entre estas disciplinas, assim como, à promoção da criatividade e inovação no âmbito educacional, a partir da adoção e associação de elementos provenientes das linguagens científica, tecnológica e artística.

Para atingir o seu objetivo, o presente artigo está organizado da seguinte forma: após esta breve introdução, passamos a explicitar sobre a metodologia utilizada para a produção dos dados e análise dos mesmos; em seguida, a partir da extração dos dados, analisamos as pesquisas coletadas; por fim, apontamos algumas conclusões resultantes desta pesquisa.

## 2. Metodologia

A metodologia utilizada para a produção e análise dos dados com o objetivo de identificar os principais usos da realidade virtual (RV) no contexto educacional da abordagem STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics*), apoia-se na revisão sistemática de literatura (*systematic literature review, SLR*). Na presente pesquisa optamos por seguir os passos estabelecidos pelo Instituto Cochrane, a saber: 1) Formulação do problema de pesquisa; 2) Pesquisa nas bases de dados; 3) Planejamento do processo de pesquisa; 4) Criação de estratégias de pesquisa; 5) Coleta dos dados; 6) Apresentação dos dados; 7) Análise da revisão; 8) Relato dos resultados [Higgins & Green, 2011].

Inicialmente, definiu-se como problema de pesquisa “como implementar a RV na educação a partir do viés da abordagem STEAM”, sendo realizada também a delimitação temporal das pesquisas (2011 – 2019). Optou-se por 2011 como ano de início, pelo fato de as pesquisas envolvendo o uso de tecnologias emergentes no contexto da abordagem STEAM terem sido publicadas pela primeira vez somente em 2011. Em seguida, foi realizada uma busca nas principais bases de dados acadêmicas, em âmbito internacional, as quais são: Google Scholar, Web of Science e Scopus, definindo como *string* de busca as palavras-chave: (“STEAM education”) or (“STEAM”) and (“virtual reality”). No passo seguinte, realizou-se a leitura dos títulos, palavras-chave e resumos, sendo coletadas 40 pesquisas e armazenadas, posteriormente, em um software de revisão sistemática (StArt, v. 3.4).

Tendo em vista que muitos estudos não estavam alinhados com a proposta da pesquisa, alguns traziam o termo “STEAM” para se referir à plataforma de jogos digitais “steam” (<https://store.steampowered.com/>), foi necessária a realização de refinamentos e criação de estratégias de pesquisa, incluindo apenas os trabalhos que: a) foram realizados entre 2011 e 2019; b) apresentam análise qualitativa e quantitativa; c) abordam estudos teóricos-metodológicos sobre a educação STEAM; d) apresentam resultados a partir de experiências empíricas com o uso da realidade virtual (RV); e) apresentam contribuições relevantes para o campo em questão. Por outro lado, foram excluídas as pesquisas que: a) não estão em inglês, espanhol ou português; b) não citam

a educação STEAM como proposta metodológica; c) priorizam outras áreas não relacionadas à RV; d) não apresentam contribuições relevantes para o campo analisado.

Partindo dos critérios de inclusão e exclusão citados, por fim, foram selecionadas apenas 16 pesquisas para as análises. Ressalta-se que foram incluídos nesta revisão apenas artigos de periódicos e conferências, não sendo selecionados, portanto, livros, capítulos de livros, teses e dissertações. Pesquisas que não apresentavam contribuições relevantes, duplicadas ou que não permitiam download do texto completo, foram excluídas da seleção.

### 3. Usos da Realidade Virtual (RV) no contexto da educação STEAM: análise da revisão

Partindo da questão de pesquisa “Como implementar a RV na educação a partir do viés da abordagem STEAM?”, os principais usos da RV no campo em questão foram classificados de acordo com a forma de concepção e implementação, conforme explicitado quadro 1 a seguir: a) mundos virtuais/ambientes virtuais; b) aprendizagem imersiva; c) desenvolvimento de experiências práticas e visuais; d) desenvolvimento da criatividade e inovação.

**Quadro 1. Síntese e classificação dos dados**

Classificação	Pesquisas analisadas
<b>Mundos virtuais/Ambientes virtuais:</b> pesquisas que focam no desenvolvimento e implementação de mundos/ambientes virtuais 3D	(1) Surfing Virtual Environment in the Galápagos Islands: Edutainment for improving the learning of STEAM [Cárdenas & Azucena, 2015]; (2) A web-based 3D environment for gestural interaction with virtual music instruments as a STEAM education tool [Kritsis et al., 2018]; (3) Virtual Reality (VR) as a Source for Self Efficacy in Teacher Training [Nissim & Weissblueth, 2017].
<b>Aprendizagem Imersiva:</b> reflexos das potencialidades de imersão produzidas no âmbito educacional pela RV	(4) An overall solution of Virtual Reality Classroom [Dong, 2016]; (5) The Development of STEAM Career Education Program using Virtual Reality Technology [Park, 2014]; (6) The Virtuality Continuum and Storytelling: Simulation, Interactivity, User Experience and Interaction Design in Virtual and Mixed Environments. A STEAM Based Approach [Rubio-Tamayo et al., 2018]; (7) A review of multi-sensory technologies in a Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics (STEAM) classroom [Taljaard, 2016]; (8) The Design and Evaluate of Virtual Reality Immersive Learning – the Case of Serious Game “Calcium Looping for Carbon Capture” [Wang et al., 2018].
<b>Desenvolvimento de experiências práticas e visuais:</b> possibilidades encontradas para a criação de práticas com foco na visualidade para potencializar a relação espacial e perceptiva	(9) Toward Future ‘Mixed Reality’ Learning Spaces for STEAM Education [Birt & Cowling, 2017]; (10) From STEM to STEAM: Strategies for Enhancing Engineering & Technology Education [Connor et al., 2015]; (11) Improving Visualization Courses in Russian Higher Education in Computational Science and High Performance Computing [Karsakov et al., 2015]; (12) Virtual Reality Data Visualization for Team-Based STEAM Education: Tools, Methods, and Lessons Learned [Keefe & Laidlaw, 2013].
<b>Desenvolvimento da criatividade e inovação:</b> aprendizagem a partir da incorporação de elementos das tecnologias emergentes em conjunto com as linguagens artísticas	(13) How To Create A STEAM Installation [Fuentemilla & Domínguez, 2018]; (14) c3d.io: Enabling STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics) Education with Virtual Reality [Madar, 2019]; (15) Considerations on the use of Virtual and Augmented Reality Technologies in Music Education [Serafin et al., 2016]; (16) Makerspace in the Primary Grades: Best Fieldtrip Ever! [Scott et al., 2018]

Do número total das pesquisas, apenas 3 apresentam reflexões teóricas da realidade virtual no âmbito da abordagem STEAM. Nesse sentido, a maioria das pesquisas (13) trazem relatos de resultados sobre experiências práticas e soluções empregadas no contexto educacional com a realidade virtual a partir do modelo educacional STEAM. Esse fato sugere que a utilização da RV para fins educacionais tem alcançado diversas áreas, além de permitir a possibilidade de sua implementação de forma efetiva. Ressalta-se também que, existe um grande número de pesquisas dentro da

educação STEM em comparação com o tema da presente pesquisa, algo que se apresenta como um resultado importante, visto que tal fato aponta para a necessidade de aprofundamento das pesquisas nas áreas da RV e STEAM.

### **3.1. Relato dos resultados**

#### **3.1.1. Mundos Virtuais/Ambientes virtuais**

A implementação de mundos e ambientes virtuais para apoiar o ensino vem sendo disseminada entre pesquisadores, professores e aprendizes. Um de seus maiores benefícios é a possibilidade da participação, onde o usuário é representado por um avatar, permitindo a exploração, controle das ações, bem como a interação entre outros avatares, por meio de atividades individuais ou grupais em tempo real. O mundo virtual “Surfing Galápagos Island” [Cárdenas & Azucena, 2015] foi inspirado em uma localização real no Equador, sendo desenvolvido partindo do ponto de vista da abordagem multidisciplinar STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics*). Relacionando as Artes aos conteúdos STEAM, o ambiente permite um tour por obras de arte relacionadas aos tópicos científicos, como demonstrado no Museu Virtual da Teoria do Caos, implementado no ambiente.

O uso da RV para a interação e manipulação dos estudantes com ferramentas de autoria (ex. OpenSimulator) estimula o interesse e a criatividade, na medida em que as diferentes experiências em RV levam o estudante a processos reflexivos em torno da criação em 3D. Tal fato permite estabelecer uma abertura maior na mente do estudante para diversas formas de pensar [Nissim & Weissbluth, 2017]. O ambiente virtual para a promoção do aprendizado científico tendo como base a criação musical [Kritsis et al., 2018], permite uma articulação maior entre as disciplinas STEAM, uma vez que faz uso de modelos 3D musicais baseados em princípios matemáticos. Uma das potencialidades da ferramenta, de acordo com os autores, é a possibilidade de o usuário criar instrumentos musicais virtuais 3D, podendo alterar os parâmetros do som de um determinado instrumento (ex. forma, material e tensão).

#### **3.1.2. Aprendizagem Imersiva**

A imersão é uma das maiores potencialidades oferecidas pela RV, a qual possibilita o desenvolvimento do senso de presença no mundo virtual. Além disso, a imersão permite a construção de conceitos de forma mais significativa, fazendo com que os estudantes desenvolvam melhor seus modelos mentais. Este elemento também está vinculado ao tempo de atenção e foco dedicado pelos estudantes durante experiências educacionais: a utilização de HMD (*head-mounted displays*), por exemplo, pode diminuir a atenção dos estudantes para outros elementos distrativos, diferentemente de ambientes de aprendizagem tradicionais [Taljaard, 2016]. De acordo com Park (2014) para que um aprendizado seja significativo, deve-se levar em conta os cinco tópicos da educação STEAM, focando principalmente na solução de problemas baseados em situações reais, tendo a RV como ferramenta deflagradora das atividades: apresentação da situação, design criativo, experiência sensitiva e exploração prática.

Uma outra solução seria a sala de aula RV, uma vez que há a oclusão da visão e sentidos exteriores, permitindo um sentimento de imersão, ao absorverem os conteúdos



RV. Por exemplo, a aprendizagem de conteúdos de astronomia poderia ser evidenciada, ao utilizar recursos RV para a imersão direta dos estudantes no universo virtual, oportunizando a visualização da composição e funcionamento do sistema solar, movimentando-se livremente pelo espaço [Dong, 2016]. A visualização de composições virtuais vai ao encontro do continuum virtual, uma vez que há o aumento de fatores artísticos, como o design interativo e a interação humano-computador. Nesse sentido, a interação está vinculada à aprendizagem imersiva na medida em que pode envolver os processos criativos, fatores cognitivos, computação afetiva e o aperfeiçoamento de interfaces [Rubio-Tamayo et al., 2018].

Wang et al (2018) destacam os cinco tópicos da abordagem STEAM incluídos na implementação de um jogo sério para a aprendizagem imersiva em ciências, conforme descritos: a) *Science*: CaO, CaCO<sub>3</sub>, CO<sub>2</sub>; b) *Technology*: realidade virtual, ciência da computação; c) *Engineering*: captura de carbono, fabricação de cimento, absorção, reciclagem de lixo; d) *Arts*: estrutura molecular, rede, panorama 360°; e) *Mathematics*: dissolução, precipitação, turvação. Assim, a utilização da tecnologia RV auxiliou os participantes no reconhecimento da estrutura molecular, bem como no conceito da captura de carbono, englobando, portanto, os cinco elementos descritos anteriormente.

### 3.1.3. Desenvolvimento de experiências práticas e visuais

Abordagens envolvendo o uso da RV para a visualização de conteúdos têm sido desenvolvidas para fortalecer a compreensão do espaço adquirida com os dispositivos/óculos imersivos (HDM), os quais podem ser muito significativos para a análise da relação espacial. A atenção voltada para a estética visual da interface do usuário é um dos resultados provenientes da educação STEAM. Nesse contexto, considera-se também o desenho em RV, o qual pode ser utilizado como ferramenta de prototipagem. Poderiam ser criados, por exemplo, desenhos em RV que descrevem as ideias principais dos alunos. Esse tipo de ferramenta já vem sendo implementada em alguns cursos, pois permite o desenvolvimento de aplicações RV por artistas e designers com nenhum ou pouco conhecimento em programação [Keefe & Laidlaw, 2013]. Narrativas visuais em RV também podem ser utilizadas para a identificação de problemas e desenvolvimento de soluções criativas colaborativas [Connor et al., 2015].

Disciplinas envolvendo a educação visual, como a computação gráfica, vêm sendo abordadas em alguns cursos, inclusive nas Ciências da Computação. Em um curso desenvolvido [Karsakov et al., 2015], foram enfatizados conteúdos provenientes das artes, o que permitiu a produção livre de desenhos pelos estudantes, possibilitando o desenvolvimento de habilidades práticas e visuais através da RV e dispositivos de tecnologias emergentes, propostos como tópicos e subtópicos em uma das disciplinas do curso, especificamente aquelas voltadas às sessões práticas de design e visualização. Nesse sentido, a aprendizagem por meio da experiência prática de visualização pode auxiliar artistas, designers e professores na proposta de um currículo que envolva os tópicos da educação STEAM, sendo que essa abordagem poderia ser incluída em contextos como, Design Espacial 3D (Multimídia e Arquitetura), Ciências Médicas e Tecnologia de Informação. No contexto do design arquitetônico, por exemplo, os estudantes criaram modelos para a representação de uma cúpula com a inclusão de elementos da tecnologia mista (como impressão 3D, modelos em realidade virtual,

modelos em realidade aumentada), possibilitando a investigação do problema sob diferentes perspectivas [Birt & Cowling, 2017].

### 3.1.4. Desenvolvimento da criação e inovação

A aprendizagem de linguagens artísticas a partir das tecnologias emergentes também são focos apresentados nas pesquisas. Percebe-se que há um rápido crescimento no desenvolvimento de HMD's para a criação de aplicações que combinam a RV e instrumentos musicais. Uma importante competência da RV que pode ser enfatizada, é a oportunidade de o estudante estar em localizações remotas e poder se conectar com artistas, produções visuais e musicais ao redor do mundo. Serafín et al (2017) ressaltam diversas contribuições relacionadas à aprendizagem musical a partir de aplicações RV: a) desenvolvimento de competências rítmicas; b) possibilidade de tocar um instrumento em conjunto de forma remota; c) exercícios para diminuir a fobia de apresentar-se em público; d) pode ser utilizada como ferramenta de criação para a produção de músicas e composições ; e) permite o diálogo com a educação STEAM, visto que os estudantes podem exercitar suas habilidades de programação enquanto criam um instrumento musical virtual; f) o uso de aplicações RV possibilitam a criação de instrumentos musicais em um ambiente imersivo 3D, adquirindo, ao mesmo tempo, conhecimentos sobre acústica.

A incorporação de conhecimentos provenientes das áreas da programação, realidade virtual e impressão 3D também tem sido explorada em contextos educacionais STEAM. Ferramentas de autoria, como, Google Blockly, env3d-js e WebXR permitem a programação de ambientes RV por usuários com pouco ou nenhum conhecimento computacional. Ao realizar uma combinação entre essas ferramentas, Madar (2019) promoveu a integração com ferramentas populares disponibilizadas online, ao invés de desenvolver ferramentas para a criação de um ambiente virtual específico. Entre as ferramentas citadas estão: *TinkerCard*, *Google Cardboard Camera* e *360 videos*. A partir disso, foi implementado o sistema c3d.io (<http://c3d.io>), permitindo também o compartilhamento do ambiente pelos usuários. Foi constatado através da testagem do sistema em uma escola, que esta proposta de integração possibilita aos professores a criação de um currículo que possa incluir uma variedade de conceitos, não focando somente na programação computacional.

A exploração de *Markerspaces* é uma outra possibilidade criativa e inovadora que pode ser implementada na escola, orientada a partir da abordagem STEAM, tendo entre as diversas atividades, a experimentação em RV. Esses espaços permitem que os estudantes construam por conta própria materiais e projetos com base em situações-problemas reais, estando relacionados intimamente com as metodologias de aprendizagem ativas, principalmente por tratar conceitos como, letramento digital, design thinking, solução de problemas e aprendizagem autônoma [Scott et al., 2018].

A proposta de um workshop para a criação de uma instalação STEAM [Fuentemilla & Domínguez, 2018], através da prática de pequenos exercícios pode suscitar a criatividade e imaginação de professores. O desafio lançado no workshop baseia-se na criação de uma instalação interativa através do aprendizado progressivo, ao mesmo tempo que, os professores participantes precisam lidar com diferentes tópicos, como, eletrônica, realidade virtual, mapeamento de vídeo, escaneamento e materiais.

#### 4. Considerações finais

Este artigo apresentou uma revisão sistemática de literatura sobre os principais usos da realidade virtual no contexto da educação STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics*). Para a realização da pesquisa, foram definidos processos para a condução das buscas e estratégias de pesquisa. Inicialmente, foram coletado 40 estudos nas bases de dados Google Scholar, Web of Science e Scopus. Após aplicação de critérios definidos, foram selecionadas 16 pesquisas, sendo excluídas aquelas que não se alinhavam com o escopo e problema de pesquisa. É possível inferir que o número reduzido de pesquisas encontradas se deve ao fato de ser uma abordagem recente, sendo a educação STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*) mais utilizada e com um número elevado de pesquisas na área, algo que também nos motivou a realizar este mapeamento. Além disso, este dado aponta para a possibilidade de novos desdobramentos e problematizações na educação.

A análise da extração dos dados foi conduzida partindo do seguinte problema: “Como implementar a RV na educação a partir do viés da abordagem STEAM?”. Dessa forma, quatro eixos de análise foram criados segundo a forma de concepção e implementação: a) mundos virtuais/ambientes virtuais; b) aprendizagem imersiva; c) desenvolvimento de experiências práticas e visuais; d) desenvolvimento da criatividade e inovação.

Partindo da identificação dos usos nas pesquisas, foi possível concluir que a implementação da abordagem STEAM através da RV pode instigar o senso de criatividade e inovação nos estudantes pelo fato de salientar a integração das artes com outras disciplinas como, Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática. Ressalta-se também para o caráter da aprendizagem imersiva, o qual pode ser utilizado para atrair a atenção dos alunos, bem como estimular o interesse pela investigação e aquisição de novos conhecimentos. Assim, a educação STEAM aliada à aprendizagem RV também pode desenvolver outras competências, diferentes daquelas conhecidas e utilizadas no cotidiano pelo estudante.

Além disso, os estudantes podem se sentir mais engajados quando postos em situações que demandam a utilização de processos criativos, conectando uma forma de arte (ex: narrativas RV, vídeos 360°, desenho RV) com conhecimentos e conceitos relacionados a outras áreas. Essa abordagem, portanto, reconhece a importância da produção criativa, promovendo o aprendizado através de experiências práticas, atividades estas que, se implementadas de forma efetiva, impulsionam o aperfeiçoamento das habilidades mais necessárias na contemporaneidade: a criatividade e inovação.

#### Referências

- BIRT, James; COWLING, James. Toward Future ‘Mixed Reality’ Learning Spaces for STEAM Education. **International Journal of Innovation in Science and Mathematics Education**, v. 4, n. 25, 2017. p. 1–16.
- CÁRDENAS, Vaca; AZUCENA, Leticia. Surfing Virtual Environment in the Galápagos Islands: Edutainment for improving the learning of STEAM. **12th**

- International Conference on Remote Engineering and Virtual Instrumentation (REV)**, Bangkok, Thailand, 25-28 February, 2015. p. 192-198.
- CONNOR, Andy M; KARMOKAR, Sangeeta; WHITTINGTON, Chris; WALKER, Charles. Full STEAM Ahead: A Manifesto for Integrating Arts Pedagogics into STEM Education. *International Conference of Teaching, Assessment and Learning (TALE)*, Wellington, New Zealand, 08-10 December, 2014. p. 319-326.
- CONNOR Andy M; KARMOKAR, Sangeeta; WHITTINGTON, Chris. From STEM to STEAM: Strategies for Enhancing Engineering & Technology Education. *iJEP*, v. 5, n. 2, 2015. p. 37-47.
- DONG, Xisong. An overall solution of Virtual Reality Classroom. **IEEE International Conference on Service Operations and Logistics, and Informatics (SOLI)**, Beijing, China, 10-12 July, 2016. p. 119-123.
- EROLIN, Caroline; REID, Luke; MCDOUGALL, Seaneen. Using virtual reality to complement and enhance anatomy education, **Journal of Visual Communication in Medicine**, 2019.
- FUENTEMILLA, Santiago; DOMÍNGUEZ, Javier. How To Create A STEAM Installation. **FabLearn Europe**, Trondheim, Norway June 2018. p. 118-119.
- GADELHA, Rene. Revolutionizing Education: The promise of virtual reality, **Childhood Education**, v.1, n.94, 2018. p. 40-43.
- HIGGINS, Julian PT; GREEN, Sally. **Cochrane handbook for systematic reviews of interventions**. England: John Wiley & Sons, Ltd., Publication, 2008.
- KARSAKOV, Andrey; BILYATDINOVA, Anna; BEZGODOV, Alexey. Improving Visualization Courses in Russian Higher Education in Computational Science and High Performance Computing. **Procedia Computer Science, YSC 2015**. 4th International Young Scientists Conference on Computational Science, v.66, 2015. p. 730–739.
- KEEFE, Daniel F ; LAIDLAW, David H. Virtual Reality Data Visualization for Team-Based STEAM Education: Tools, Methods, and Lessons Learned. In: SHUMAKER, R. (eds). **Virtual, Augmented and Mixed Reality. Systems and Applications**. VAMR 2013. Lecture Notes in Computer Science, vol 8022. Springer, Berlin, Heidelberg, 2013. p. 179-187.
- KRITSIS Kosmas; GKIOKAS, Aggelos; ACOSTA, Carlos; LAMERAND; Quentin, PIÉCHAUD, Robert; KALIAKATSOS-PAPAKOSTAS, Maximos; KATSOUROS Vassilis. A web-based 3D environment for gestural interaction with virtual music instruments as a STEAM education tool. **NIME'18**, Blacksburg, Virginia, USA, June 3-6, 2018. p. 348-349.
- LIAO, Christine. Creating a STEAM Map: A Content Analysis of Visual Art Practices in STEAM Education. In: KHINE, M; AREEPATTAMANNIL, S. (eds). **STEAM Education**. Springer, Cham, 2019. p. 37-55.
- LIAO, Christine. From Interdisciplinary to Transdisciplinary: An Arts-Integrated Approach to STEAM Education, **Art Education**, 69:6, 2016. p. 44-49.

- MADAR, Jason. c3d.io: Enabling STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics) Education with Virtual Reality. In: ARAI, K; KAPOOR, S; BHATIA, R. (eds). **Intelligent Computing**. SAI 2018. Advances in Intelligent Systems and Computing, vol 857. Springer, Cham, 2019. p. 1380–1386.
- NISSIM, Yonit; WEISSBLUETH, Eyal. Virtual Reality (VR) as a Source for Self Efficacy in Teacher Training. **International Education Studies**, vol. 10, n. 8, 2017. p. 52-59.
- PARK, Namje. The Development of STEAM Career Education Program using Virtual Reality Technology. **Life Science Journal**, v.7, n.11, 2014. p. 676-679.
- QUIGLEY, Cassie F; JAMIL, Faiza M; HERRO, Dani. Developing a Conceptual Model of STEAM Teaching Practices. **School Science and Mathematics**, v. 117 (1-2), 2017. p. 1-12.
- RUBIO-TAMAYO, Jose Luis; BARRIO, Manuel Gertrudix; GARCÍA, Francisco García. The Virtuality Continuum and Storytelling: Simulation, Interactivity, User Experience and Interaction Design in Virtual and Mixed Environments. A STEAM Based Approach. In: CASSENTI, D. (eds). **Advances in Human Factors in Simulation and Modeling**. Advances in Intelligent Systems and Computing, v. 591. Springer, Cham, 2017. p. 345-353.
- SERAFIN, Stefania; ADJORLU, Ali; NILSSON, Niels; THOMSEN, Lui; NORDAHL, Rolf. Considerations on the use of Virtual and Augmented Reality Technologies in Music Education. **IEEE International Conference on Service Operations and Logistics, and Informatics (SOLI)**, 2016.
- SCOTT, Ruth Mcquirter; DORTMANS, Donna ; RATH, Catherine; BOIN, Jennifer; Meeussen, NANCY. Makerspace in the Primary Grades: Best Fieldtrip Ever! **Teaching & Learning**, v.1, n. 12, 2018. p. 1-14.
- TALJAARD, Johann. A review of multi-sensory technologies in a Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics (STEAM) classroom. **Journal of Learning Design**, v. 9, n.2, 2016. p. 46-55.
- WANG, Shiau-Ting ; LIU, Li-Mei ; WANG, Sheng-Ming. The Design and Evaluate of Virtual Reality Immersive Learning – the Case of Serious Game “Calcium Looping for Carbon Capture”. **International Conference on System Science and Engineering (ICSSE)**, New Taipei, Taiwan, 28-30 June, 2018.