

# ■ Realidade virtual e aumentada: Uma metodologia ativa a ser utilizada na Educação

 Paulo de Sá Filho\*  
Raqueline da Silva Dias\*\*

**Resumo:** Nos últimos anos tem ocorrido o aumento no uso das novas tecnologias pelos indivíduos. Esse processo tem se espalhado nos mais diversos setores da sociedade, nas mais diversas realidades. Assim, esse fenômeno não é diferente na Educação, ao observarmos, por exemplo, a realidade virtual e aumentada, percebemos que ela se encontra em franca expansão no ambiente escolar, possibilitando ao aluno descobrir, explorar e construir seu próprio conhecimento. Este artigo discute o uso da realidade virtual e aumentada na educação presencial ou a distância. Aborda-se a interação do aluno com interfaces simples, de fácil compreensão e uso, possibilitando que ele manipule objetos que serão estudados em 3D. Com isso, facilita seu estudo por simular uma realidade específica. Os resultados mostram que uso de realidade virtual e aumentada no processo de ensino-aprendizagem é viável por possibilitar simular situações reais e com isso conduzir os estudantes a uma aprendizagem significativa.

**Palavras-chave:** Realidade Virtual e Aumentada. Linguagens Formais. Processo de Ensino-Aprendizagem.

---

\* Paulo de Sá Filho é mestre em Educação Profissional e Tecnológica, e doutorando em Educação pelo PPGE/UnB. Contato: [prof.paulo@hotmail.com.br](mailto:prof.paulo@hotmail.com.br).

\*\* Raqueline da Silva Dias é graduada em Pedagogia pela Universidade Federal de Goiás (2002), especialista em Psicopedagogia e MBA em Gestão Empreendedora da Educação pela UFF. Contato: [raqueline.sesi@sistemafieg.org.br](mailto:raqueline.sesi@sistemafieg.org.br).

## Introdução

A constante transformação da sociedade, que passa a ser cada vez mais tecnológica, está conduzindo a educação a novos caminhos, os quais se tornam mais atrativos aos alunos, pois possibilitam o uso de novos recursos, oportunizando metamorfose no processo de ensino-aprendizagem. Um dos recursos que recebe destaque é a realidade virtual e aumentada.

Várias são as definições sobre a realidade virtual e aumentada, mas, em suma, referem-se a uma experiência imersiva e interativa baseada em imagens gráficas em 3D geradas em tempo real, ou seja, é uma simulação gerada por aparelhos eletrônicos sobre uma ação real ou apenas um mundo imaginário (PIMENTEL, 1995). Outra definição, mais específica, é: a realidade virtual e aumentada é uma interface digital que permite ao usuário interagir em tempo real, em um espaço tridimensional, utilizando seus sentidos, através de dispositivos especiais (KIRNER e SISCOOTTO, 2012).

Nessa perspectiva, o usuário pode perceber o mundo virtual, através de uma janela construída pela tela do monitor ou por tela de projeção, ou pode ser inserido no mundo real através de um capacete (HMD) ou salas de projeções múltiplas (cavernas) e dispositivos de interação (KIRNER e SISCOOTTO, 2012). Com isso, a educação pode ser vista como um processo de descoberta, exploração e observação, além da construção do conhecimento.

Dessa maneira, as características específicas da realidade virtual e aumentada transformam-na em um poderoso recurso educacional para todos que buscam a inovação no processo de ensino-aprendizagem. Muitas coisas que até pouco tempo pareciam distantes, ou mero sonho, na atualidade, têm surgido como avanços tecnológicos que se tornaram realidade.

Com a realidade virtual e aumentada sendo utilizada na educação, pode-se descobrir, explorar, construir o conhecimento, vivenciar inúmeras situações que envolvem até mesmo técnicas complexas, de alto custo e específicas, de diversos cursos e áreas, que, para serem explorados de forma física, somente seria possível através de laboratórios sofisticados. Contudo, por meio da realidade virtual e aumentada esses processos tornam-se possíveis e contribuem para uma aprendizagem significativa.

Dessa maneira, surge como grande potencial da realidade virtual e aumentada simular diversas situações, não apenas através de classes ou objetos físicos, mas também através da manipulação virtual do alvo a ser explorado, analisado e estudado. Destaca-se que os modelos de projetos de realidade virtual e aumentada utilizados como recurso educacional têm como objetivos: primeiro, auxiliar alunos e professores a terem uma visão mais completa e interessante sobre os autômatos e sobre as mudanças ocorridas em sua minimização, e,

segundo, tornar o assunto mais interessante para os alunos, fazendo com que eles sejam mais participativo, possibilitando assim uma aprendizagem significativa.

## Linguagens Formais

Ao observar a manipulação virtual do objeto a ser explorado, analisado e estudado, é primordial entender a teoria das Linguagens Formais. Tal teoria propõe o estudo dos modelos matemáticos que permitem as especificações e a linguagem, reconhecendo (no sentido amplo da palavra), suas classificações, estruturas, prioridades, características e inter-relacionamentos (FURTADO, 2012). A importância desta Teoria em Ciência da Computação é dupla: ela suporta como os demais aspectos teóricos da Ciência da Computação, pois justifica diversas aplicações computacionais como processamento de linguagem, reconhecimento de padrões, modelagem de sistemas (FURTADO, 2012).

As Línguas Formais foram desenvolvidas em 1950 com o propósito de desenvolver teorias relacionadas às línguas naturais (MENEZES, 2005). Mas logo foi verificado que as línguas formais eram ideais para o estudo das línguas na área de Ciência da Computação. No estudo das línguas foram encontrados dois tipos de problemas a serem resolvidos e tratados, o sintático e o semântico. A sintaxe trata da verificação gramatical dos programas, as propriedades livres da linguagem, como o significado de um programa.

O estudo das Línguas Regulares é feito a partir de três formalismos: Autômato finito: é o formalismo reconhecedor, sendo um conjunto de estados de um sistema finito; Expressão regular: é o formalismo denotacional, define como construir as palavras da linguagem, é um conjunto básico de operação da linguagem; Gramática regular: é o formalismo gerador que corresponde às regras de produção. Um autômato finito é um sistema de estados finitos sequenciais que representam um modelo de Ciência da Computação, amplamente utilizado nas Linguagens Formal e de Compiladores, sendo utilizado para estudos de teoria de Linguagens Formais na Ciência da Computação. Um autômato finito pode ser determinístico, não determinístico ou com movimentos vazios (MENEZES, 2012).

## Método

Esta pesquisa caracteriza-se como revisão bibliográfica, tendo como objeto os estudos publicados sobre o tema em questão, em periódicos nacionais e internacionais, indexados e especializados na área. Possui natureza qualitativa.

Seu cunho bibliográfico se dá por utilizar contribuições de diversos autores (GIL, 1999) e por basear em

artigos variados (VERGARA, 2000). E a sua natureza qualitativa se justificará, porque se tem como objetivo discutir a realidade virtual e aumentada (GIL, 2002).

## Realidade virtual e aumentada

A realidade virtual, a realidade aumentada e suas variações representam técnicas de interface computacional que levam em conta o espaço tridimensional. Neste espaço, o usuário atua de forma multissensorial, explorando aspectos desse espaço através da visualização, audição e tato. De acordo com a tecnologia disponível, também é possível explorar o cheiro e o sabor. Percepções corporais, como frio, calor e pressão são incluídas no tato, através da pele (KIRNER e KIRNER, 2011).

Ela é caracterizada por três ideias básicas: Imersão, o usuário tem a sensação real de estar dentro do mundo virtual, têm-se como dispositivos, os capacetes digitais e a caverna digital; Interação, o usuário manipula objetos virtuais, tem-se como dispositivos, as luvas digitais; Envolvimento, exploração de um ambiente virtual, é como se o usuário fizesse parte do mundo virtual e ele pudesse interferir diretamente no resultado do aplicativo, o usuário pode navegar no ambiente virtual de forma passiva ou ativa (RODRIGUES e PORTO, 2013).

As experiências virtuais podem ser psicologicamente impactantes. Décadas de pesquisa sobre Realidade virtual e aumentada (RVA) sugerem que as pessoas internalizam suas experiências virtuais e as tratam como reais (BLASCOVICH e BAILENSON, 2011). Por exemplo, pessoas que têm muita ansiedade em falar em público e fazem um discurso em RVA respondem ao feedback que recebem de um público virtual. Se o público parece negativo, as pessoas ficam ansiosas e internalizam reações do mundo virtual (PERTAUB et al., 2002).

Algumas pesquisas mais recentes sugerem que as atividades em espaços virtuais também fornecem uma janela para os processos sociais e psicológicos. Ou seja, as características físicas de um avatar podem afetar a dinâmica interpessoal (YEE e BAILENSON, 2007).

As evidências anteriores sugerem que a RVA pode ser usada para avaliar experiências que são comuns, por exemplo, características físicas podem afetar a dinâmica social, em relação à vida cotidiana. Uma oportunidade na literatura de RVA, devido a um número insuficiente de estudos experimentais e evidências mistas, é a avaliação da RVA imersiva como um meio para a educação. Existem inúmeros estudos avaliando a RVA de desktop como um meio de aprendizado (DEDE, 2009; MERCHANT et al., 2014), mas há um número surpreendentemente pequeno de estudos quantitativos examinando a RVA imersiva como um recurso de aprendizado.

A conexão entre a RVA imersiva e a educação provavelmente tem sido subdesenvolvida porque há desafios

associados ao uso da tecnologia virtual para facilitar o aprendizado. De acordo com o trabalho anterior, mas ainda relevante de Bricken (1991), custo (por exemplo, comprar seu próprio sistema de RVA é caro), usabilidade (por exemplo, a tecnologia ou experiências em RVA podem ser pouco intuitivas) e medo (por exemplo, ser colocado em um espaço totalmente imersivo pode ser assustador) são três restrições para o aprendizado em ambientes virtuais.

A novidade de uma experiência virtual pode minar a eficácia da RVA como um recurso educacional e a maioria das pessoas não possui atualmente hardware de RVA imersivo - ou tem experiência limitada com a tecnologia. Aprender sobre ciência, por exemplo, durante uma primeira experiência em RVA pode, portanto, ser impactado pela infraestrutura única do meio. A integridade do mundo virtual também deve atender às expectativas de um indivíduo se ele ou ela puder realizar a tarefa no mundo físico. Isto é, a prática de cirurgia em RVA deve replicar uma experiência cirúrgica genuína e não mediada, incluindo movimentos precisos das mãos, sons e representações biológicas.

É possível criar um conteúdo de aprendizagem e implementar a ideia de fazer viagens de campo virtuais para começar a enfrentar esses desafios. Especificamente, é importante verificar se as pessoas podem aprender sobre as consequências da mudança climática na RVA imersiva. Nesse espírito, apresentamos dois experimentos de laboratório e dois estudos de campo que demonstram como uma experiência de RVA imersiva pode facilitar o aprendizado ou o interesse em aprender sobre a mudança climática.

## Uma cartilha sobre realidade virtual

A RVA é um meio de comunicação que leva um indivíduo a perceber experiências e ambientes como se não fossem sintéticos (LOMBARD e DITTON, 1997). Uma experiência virtual depende de duas dimensões críticas: imersão e presença. Imersão considera quão bem a tecnologia se aproxima de ações e movimentos no espaço virtual. Por exemplo, uma experiência altamente imersiva rastreia os braços ou as pernas de uma pessoa com altos níveis de precisão e mapeia seus movimentos para o espaço virtual de maneira natural. Presença, por outro lado, é o sentido psicológico de “estar lá” (HEETER, 1992; SLATER e WILBUR, 1997). A presença reflete o quanto um indivíduo percebe o self no mundo virtual e tem a oportunidade de agir dentro do espaço (WIRTH et al., 2007). Juntos, uma experiência virtual imersiva com altos níveis de presença permite que o indivíduo suspenda qualquer crença de que a experiência é mediada.

As disciplinas de RVA têm uma rica história de documentar o papel do médium como uma importante

ferramenta para avaliar fenômenos sociais e psicológicos. Por exemplo, a RVA auxilia os campos médicos com reabilitação de pacientes e intervenções psicológicas (JACOBI et al., 2012). Ou seja, veteranos militares que revivem suas experiências na Guerra do Vietnã em RVA mostram níveis reduzidos de Transtorno de Estresse Pós-Traumático em relação ao período basal, quase seis meses após a exposição (ROTHBAUM et al., 2001).

## Realidade virtual e aumentada na Educação

As novas tecnologias têm possibilitado o uso de diferentes abordagens no processo de ensino-aprendizagem. Uma das tecnologias condutoras para a construção de recursos inovadores para a educação é a realidade virtual e aumentada, que oferece ambientes computacionais tridimensionais com formas avançadas de interação que podem proporcionar mais motivação ao processo de aprendizagem.

Há muito pouco tempo, poderíamos considerar que o grande potencial de uso desse recurso era em pequenos grupos colocados em grandes centros urbanos e em instituições de ensino e pesquisa. Porém, a integração VR-VRML democratizou seu acesso, ampliando cada vez mais seu potencial (BARILLI et al, 2012). Com o auxílio de recursos de alguns programas de modelagem e animação, como o Blender 3D, por exemplo, o uso da realidade virtual e aumentada pode auxiliar os alunos na compreensão e assimilação de conceitos.

Segundo Clark (2006), a realidade virtual e aumentada e pode ser usada para tornar o aprendizado mais interessante e divertido, com o objetivo de melhorar a motivação e a atenção, diminuindo os custos ao usar o objeto e o ambiente real, não importando quão cara seja a simulação. Também possibilita que situações impossíveis de serem exploradas no mundo real possam ser feitas, como por exemplo: montar um motor, acessar um painel de controle de uma fábrica, fazer explorações de ambientes como o de uma oficina ou laboratório, usar materiais, simulando combinações químicas e elétricas, bem como realizar movimentos na montagem de uma estrutura física como uma construção.

## Realidade virtual e aumentada e Educação Científica

Desde a década de 1990, a RVA foi testada e usada como um recurso para a educação em Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática (STEM). O aprendizado em RVA é possível porque os sistemas de RVA produzem experiências altamente envolventes, o que pode levar a um maior foco no tópico de aprendizagem (BRICKEN e BYRNE, 1993). A RVA coloca os usuários dentro de um ambiente de aprendizagem virtual que reflete o

tópico de interesse (por exemplo, colocando os alunos dentro de uma célula se estiverem aprendendo sobre biologia humana), o que pode oferecer perspectivas difíceis de serem percebidas em outros contextos de aprendizagem. A RVA pode ser eficaz para o aprendizado porque permite que “os usuários interajam com representações espaciais” a partir de muitos quadros de referência (SALZMAN et al., 1999, p. 294). Finalmente, a adição de feedback auditivo, háptico e outros sensíveis permite que os usuários participem de um mundo que não é mediado. Tais características fornecem uma experiência multidimensional que pode auxiliar no processamento cognitivo e na retenção de informações (RANGEL et al., 2012).

Um exemplo clássico de RVA desenvolvido para aprender sobre ciência foi criado por Chris Dede em 2009, que projetou um programa de RVA de desktop chamado River City (CLARKE e DEDE, 2009). O objetivo do programa é ensinar os alunos sobre o método científico, progredindo através de diferentes partes da cidade. Os alunos desenvolvem questões de pesquisa sobre por que River City está passando por problemas de saúde ou por que as pessoas estão adoecendo a taxas irregulares. Os participantes percorrem o currículo coletando, analisando e interpretando dados científicos.

Uma extensa revisão da pesquisa sobre ambientes virtuais educacionais por Mikropoulos e Natsis (2011) sugere que a maioria dos programas de RVA são consistentes com River City, usando tecnologia desktop ou não imersiva para aprendizagem (por exemplo, computadores, *stylus*, *joysticks*). Por exemplo, Wiebe et al. (2006) deram aos estudantes do ensino médio um programa de RVA de desktop para explorar os detalhes de uma célula. No grupo de tratamento, os alunos receberam feedback visual e háptico enquanto exploravam uma célula virtual e o grupo de controle recebeu apenas um feedback visual. Os dados revelaram efeitos positivos de aprendizagem para os alunos de ambos os grupos após a comparação dos resultados do conhecimento pré e pós-teste sobre as células. O feedback háptico melhorou as pontuações de conhecimento para alguns alunos com baixo desempenho, mas, no geral, não levou a diferenças de aprendizagem entre os grupos.

Os padrões anteriores foram resumidos em escala em uma metanálise recente que avaliou o efeito da instrução de RVA sobre o aprendizado e o ganho de conhecimento (MERCHANT et al., 2014). Em quase 30 estudos, Merchant et al. (2014) observaram que as intervenções de RVA na área de trabalho produzem um efeito significativo e positivo sobre os resultados de inclinação e o ganho de conhecimento no ensino superior de ensino fundamental e médio. Usamos essa evidência meta-analítica como suporte para a ideia de que a instrução através de RVA é eficaz e pode levar a um ganho positivo de conhecimento

para muitos tópicos científicos. Ainda não está claro, no entanto, se a RVA imersiva pode facilitar o aprendizado sobre questões sociais e ambientais complexas.

## O custo da RVA imersivo para o aprendizado

Uma experiência em RVA imersiva deve levar a efeitos positivos de aprendizagem por várias razões. De uma perspectiva técnica, o hardware de RVA imersivo cria uma experiência sensorial que envolve um usuário. O VR Imersivo é caracterizado pelo uso de um *Head Mounted Display* (HMD), aprimorado com feedback auditivo, háptico ou outro sensorial para dar ao mundo virtual uma aparência genuína (AHN et al., 2015). Portanto, o mundo virtual é percebido como não mediado e as pessoas frequentemente respondem a estímulos como se estivessem fora de um mundo virtual.

A RVA imersiva também oferece ação localizada, ou a capacidade de as pessoas se movimentarem e agirem dentro de um ambiente inédito. A ação situada pode facilitar o ganho de conhecimento porque a aprendizagem ocorre no ambiente de interesse (por exemplo, aprender sobre a acidificação oceânica ocorre enquanto está virtualmente submersa e as pessoas podem se envolver ativamente com o ambiente. Essa ideia está enraizada na pesquisa de cognição incorporada (CLARK, 1997), que, geralmente, sugere que as pessoas podem desenvolver fortes apegos sociais e psicológicos a um ambiente, interagindo e se movendo dentro dele. Ou seja, as pessoas podem aprender, formar associações mais positivas em direção a um estímulo e internalizar informações, agindo em um espaço e realizando movimentos que são relevantes para um contexto específico relativo à simples internalização de informações sobre um fenômeno (WEISBERG e NEWCOMBE, 2017). Essa lógica também é apoiada por teorias de interatividade de mídia, como o Modelo Interativo de Processamento de Informações (TREMAYNE e DUNWOODY, 2001). Essa estrutura sugere que a interatividade com a mídia, o processamento cognitivo elaborativo e a recordação de informações estão associados positivamente, o que também pode se estender aos mundos virtuais. Portanto, interagir com um ambiente virtual imersivo pode levar a uma maior compreensão do que está sendo estudado e ao mesmo tempo de forma significativa e prazerosa.

## Estudos demonstrando que a imersão facilita a aprendizagem

Aprender sobre ciência em RVA imersiva tem sido um fenômeno pouco estudado e, de acordo com nosso conhecimento, poucos estudos quantitativos avaliaram o efeito do uso de RVA imersiva em salas de aula. No Sistema Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI) temos, por exemplo, o uso dessa ferramenta para os cursos EAD

e presencial o que tem demonstrado eficiência no ensino-aprendizagem dos alunos que demonstram interesse pela aula, assim como nas aulas em laboratórios. DeFanti et al. (2017) destacam que o número de perguntas feitas em sala de aula e a duração das discussões aumentaram durante as aulas de RVA em relação às classes não-VR.

Em um estudo de laboratório diferente, os participantes foram aleatoriamente designados para um dos três sistemas de RVA (por exemplo, um sistema semelhante ao CAVE, um sistema HMD com rastreamento, um sistema HMD sem rastreamento) e ou um sistema de controle não VR para aprender sobre quatro tópicos: astronomia, transporte, redes e inventores (ALHALABI, 2016). A aprendizagem foi avaliada por questionários sobre esses tópicos e os resultados sugerem que qualquer forma de RVA leva a resultados de aprendizado mais positivos em relação a nenhuma RVA. Outro estudo avaliou se a modificabilidade cognitiva de crianças pequenas, definida como a capacidade de adaptação e adaptação à complexidade, foi afetada pelo meio em que aprenderam a lembrar a orientação, posição e outras características dos blocos (PASSIG et al., 2016). As crianças que foram designadas para uma condição de RVA imersiva, em relação à RVA de área de trabalho, bloqueios tangíveis ou condições de controle, demonstraram maior modificabilidade cognitiva, que é uma evidência de um pensamento analítico aprimorado. Finalmente, trabalhos anteriores também sugerem que uma experiência em RVA imersiva pode levar a ganhos de aprendizado mais positivos. (WEBSTER, 2016).

## Considerações finais

A aplicação desse recurso digital, ou seja, a realidade virtual e aumentada ajuda a levar o *Formal Language Subject* das salas de aula para os laboratórios de informática, tornando o processo de ensino-aprendizagem mais interessante e agradável para os alunos, facilitando o trabalho do professor, também, durante o desempenho da avaliação. A realidade virtual e aumentada apresenta uma oportunidade de aprender com uma situação real, mas artificialmente criada, facilitando a visualização e a sensação de interação com o foco do estudo. Quando não podemos ter as experiências reais, a realidade virtual e aumentada é insubstituível. A simulação na RVA também nos permite estar em situações difíceis e perigosas, que geralmente não são acessíveis no mundo real. Além disso, a RVA permite levar aos alunos temas complexos de difícil aprendizado e, às vezes, impossíveis de serem exibidos em laboratórios dentro da escola. Nas aulas em que os alunos aprendem através da realidade virtual e aumentada podemos constatar uma melhor apropriação dos conceitos e uma maior facilidade no desempenho das atividades com a minimização dos autômatos, resultando, assim, em uma educação prazerosa e significativa. ■

## Referências bibliográficas

- AHN, Joon Mo; MINSHALL, Tim; MORTARA, Letizia. **Open Innovation: A New Classification and its Impact on Firm Performance in Innovative SMEs**, 2015. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/262008607\\_Open\\_Innovation\\_A\\_New\\_Classification\\_and\\_its\\_Impact\\_on\\_Firm\\_Performance\\_in\\_Innovative\\_SMEs](https://www.researchgate.net/publication/262008607_Open_Innovation_A_New_Classification_and_its_Impact_on_Firm_Performance_in_Innovative_SMEs). Acesso em: 10 set. 2019.
- ALHALABI, Wadee S. **Virtual reality systems enhance students' achievements in engineering education**, 2016. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/305679957\\_Virtual\\_reality\\_systems\\_enhance\\_students\\_achievements\\_in\\_engineering\\_education](https://www.researchgate.net/publication/305679957_Virtual_reality_systems_enhance_students_achievements_in_engineering_education). Acesso em: 14 set. 2019.
- BARRILI, E.C.V.C.; EBECKEN, N., F., F.; CUNHA, G., G. **The technology of virtual reality resource for formation in public health in the distance: an application for the learning of anthropometric procedures**, 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/csc/v16s1/a57v16s1.pdf>. Acesso em: 25 jul. 2019.
- BLASCOVICH, J., BAILENSON, J. **Infinite reality: Avatars, eternal life, new worlds, and the dawn of the virtual revolution**: HarperCollins, New York, NY.
- BRICKEN, Meredith. **Virtual reality learning environments: potentials and challenges**, 1991. Disponível em: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=126657>. Acesso em: 25 jul. 2019.
- BRICKEN, Meredith; BYRNE, Chris M. **Summer Students in Virtual Reality: A Pilot Study on Educational Applications of Virtual Reality Technology**, 1993. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780127450452500192>. Acesso em: 25 jul. 2019.
- CLARK, Donald. **Motivation in e-learning**, 2002. Disponível em: <http://www.epic.co.uk>. Acesso em: Acesso em: 25 jul. 2019.
- CLARKE, J; DEDE, C. **Design for Scalability: A Case Study of the River City Curriculum**. Journal of Science Education and Technology, 2009. Disponível em: <http://www.learntechlib.org/p/76359/>. Acesso em: Acesso em: 25 jul. 2019.
- DEFANTI, T.A.; LEIGH, J.; RENAMBOT, L.; JEONG, B.; VERLO, A.; LONG, L.; BROWN, M.; SANDIN, D.J.; VISHWANATH, V.; LIU, Q.; KATZ, M.J.; PAPADOPOULOS, P.; KEEFE, J.P.; HIDLEY, G.R.; DAWE, G.L.; KAUFMAN, I.; GLOGOWSKI, B.; DOERR, K.U.; SINGH, R.; GIRADO, J.; SCHULZE, J.P.; KUESTER, F.; SMARR, L. **The optiportal, a scalable visualization, storage, and computing interface device for the optiputer**, 2008. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167739X08001040>. Acesso em: 17 ago. 2019.
- FURTADO, O. J. V. **Linguagens Formais e Compiladores**. Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico Departamento de Informática e de Estatística. Disponível em: [http://www.ime.usp.br/~jef/tc\\_gramaticas.pdf](http://www.ime.usp.br/~jef/tc_gramaticas.pdf). Acesso em: 25 jul. 2019.
- GIL, Antonio Carlos. Métodos e técnicas de pesquisa social. 5.ed. São Paulo: Atlas, 1999.
- GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- HEETER, Carrie. **Being There: The Subjective Experience of Presence**, 2012. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/200772979\\_Being\\_There\\_The\\_Subjective\\_Experience\\_of\\_Presence](https://www.researchgate.net/publication/200772979_Being_There_The_Subjective_Experience_of_Presence). Acesso em: 25 jul. 2019.
- JACOBI, Martin Nilsson; ANDRÉ, Carl; DÖÖS, Kristofer; JONSSON, Per. **Empirical Approaches to Measure Connectivity**, 2012. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/273768926\\_Nilsson\\_Jacobi\\_et\\_al\\_2012](https://www.researchgate.net/publication/273768926_Nilsson_Jacobi_et_al_2012). Acesso em: 25 jul. 2019.

- KIRNER, C. SISCOOTTO, R. **Realidade virtual e aumentada**: Conceitos, Projeto e Aplicações. Disponível em: <http://www.ckirner.com/download/livros/Livro-RVA2007-1-28.pdf>. Acesso em: 25 jul. 2019.
- KIRNER, C.; KIRNER, T. G. **Evolução e Tendências da Realidade Virtual e da Realidade Aumentada**, 2011. Disponível em: [http://de.ufpb.br/~labteve/publi/2011\\_svrps.pdf#page=10](http://de.ufpb.br/~labteve/publi/2011_svrps.pdf#page=10). Acesso em: 25 jul. 2019.
- LOMBARD, Matthew; DITTON, Theresa. **At the Heart of It All**: The Concept of Presence, 2006 Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.10836101.1997.tb00072.x>. Acesso em: 25 jul. 2019.
- MENEZES, Paulo Blauth. **Linguagens Formais**. Editora Sagra Luzzatto, 2005.
- MERCHANT, Zahira; GOETZB, Ernest T.; CIFUENTESC, Lauren; KEENEY-KENNICUTTD, Wendy; DAVISA, Trina J. **Effectiveness of virtual reality-based instruction on students' learning outcomes in K-12 and higher education**: A meta-analysis, 2013. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360131513002108?via%3Dihub>. Acesso em: 25 jul. 2019.
- MIKROPOULOS, T.; NATSIS, A. **Educational Virtual Environments**: A Ten-Year Review of Empirical Research (1999-2009), 2011. Disponível em: [https://www.scirp.org/\(S\(lz5mqp453edsnp55rrgjt55\)\)/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1444465](https://www.scirp.org/(S(lz5mqp453edsnp55rrgjt55))/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1444465). Acesso em: 22 ago 2019.
- PASSIG, David; TZURIEL, David; ESHEL-KEDMI, Ganit. **Improving children's cognitive modifiability by dynamic assessment in 3D Immersive Virtual Reality environments**, 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S036013151630015X>. Acesso em: 13 de ago. 2019.
- PERTAUB, David-Paul, SLATER, Mel, BARKER, Chris. **An Experiment on Public Speaking Anxiety in Response to Three Different Types of Virtual Audience**. Disponível em: <https://www.mitpressjournals.org/doi/abs/10.1162/105474602317343668>. Acesso em: 25 jul. 2019.
- PIMENTEL, K.; TEIXEIRA, K. **Virtual reality - through the new looking glass**. 2.ed.New York, McGraw-Hill, 1995.
- PINHO, Marcio Serolli. **Realidade Virtual**. PUC, 2004.
- RANGEL, Jose Lucas. **Material Didático Relativo à Disciplina de Linguagens Formais**, 2012. Disponível em [www.di.inf.puc-rio.br/~rangel/lf.html](http://www.di.inf.puc-rio.br/~rangel/lf.html).
- RODRIGUES, Gessica Palhares; PORTO, Cristiane de Magalhães. **Realidade Virtual**: conceitos, evolução, dispositivos e aplicações. Disponível em: <https://periodicos.set.edu.br/index.php/educacao/article/download/909/414>. Acesso em: 25 jul. 2019.
- ROTHBAUM, Barbara O; RUEF, Anna Mari; LITZ, Brett; HODGES, Larry F. **Virtual Reality Exposure Therapy of Combat-Related PTSD**: A Case Study Using Psychophysiological Indicators of Outcome, 2003. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/233568547\\_Virtual\\_Reality\\_Exposure\\_Therapy\\_of\\_Combat-Related\\_PTSD\\_A\\_Case\\_Study\\_Using\\_Psychophysiological\\_Indicators\\_of\\_Outcome](https://www.researchgate.net/publication/233568547_Virtual_Reality_Exposure_Therapy_of_Combat-Related_PTSD_A_Case_Study_Using_Psychophysiological_Indicators_of_Outcome). Acesso em: 25 jul. 2019.
- SALZMAN, R.A.; FUJITA, T.; ZHU-SALZMAN, K.; HASEGAWA, P.M.; BRESSAN, R.A. **An Improved RNA Isolation Method for Plant Tissues Containing High Levels of Phenolic Compounds or Carbohydrates**, 1999. Disponível em: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1023/A:1007520314478.pdf>. Acesso em: 26 ago 2019.
- SLATER, Mel; WILBUR, Sylvia. **A framework for immersive virtual environments five**: Speculations on the role of presence in virtual environments, 1997. Disponível em: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=2871098>. Acesso em: 26 ago 2019.
- TREMAYNE, Mark; DUNWOODY, Sharon. **Interactivity, Information Processing, and Learning on the World Wide Web**, 2001. Disponível em: <https://www.researchgate.net/>

publication/258186538\_Interactivity\_Information\_Processing\_and\_Learning\_on\_the\_World\_Wide\_Web. Acesso em: 25 set. 2019.

VERGARA, Sylvia C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 3. ed. Rio de Janeiro: Atlas, 2000.

VON SCHWEBER, L. & VON SCHWEBER, E. **Cover story**: realidade virtual, PC Magazine Brasil, pp. 50-73, v. 5, n. 6, junho, 1995.

WEBSTER, Giovane Cozer. **A construção do game audio no Brasil**: sistematização da produção sonora no desenvolvimento de jogos digitais. 2017. Disponível em: <https://biblioteca.feevale.br/Vinculo2/000010/00001061.pdf>. Acesso em: 21 ago. 2019.

WEISBERG, Steven M.; NEWCOMBE, Nora. **Embodied cognition and STEM learning**: overview of a topical collection in CR:PI. 2017. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/319652645\\_Embodied\\_cognition\\_and\\_STEM\\_learning\\_overview\\_of\\_a\\_topical\\_collection\\_in\\_CRPI](https://www.researchgate.net/publication/319652645_Embodied_cognition_and_STEM_learning_overview_of_a_topical_collection_in_CRPI). Acesso em: 18 set. 2019.

WIEBE, Eric. N.; MINOGUE, James; JONES, M.Gail; COWLEY, Jennifer; KREBSA, Denise. 2009 Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S036013150900089X>. Acesso em: 15 ago. 2019.

WIRTH, Werner; HARTMANN, Tilo; BÖCKING, Saskia; JÄNCKE, Petra. **A Process Model of the Formation of Spatial Presence Experiences**. 2007. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/233387225\\_A\\_Process\\_Model\\_of\\_the\\_Formation\\_of\\_Spatial\\_Presence\\_Experiences](https://www.researchgate.net/publication/233387225_A_Process_Model_of_the_Formation_of_Spatial_Presence_Experiences). Acesso em: 15 ago. 2019.

YEE, N., J. Bailenson. **The Proteus Effect**: The effect of transformed selfrepresentation on behavior. Human Communication Research 33: 271–290, 2007.