

A realidade aumentada no centro de ciências itinerante “Ciências Sob Tendas”: tecnologia auxiliando a popularização da ciência

Augmented reality in the traveling science center “Sciences Under Tents”: technology helping to popularize science

Roberta Pires Corrêa

Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Ensino em Biociências e Saúde, Instituto Oswaldo Cruz - Fundação Oswaldo Cruz (IOC / Fiocruz), Rio de Janeiro, Brasil. É integrante do Laboratório de Antibióticos, Bioquímica, Ensino e Modelagem Molecular (UFF) e do Laboratório de Inovações em Terapias, Ensino e Bioprodutos do Instituto Oswaldo Cruz (IOC/Fiocruz). Email: robertacorrea.inclusao@gmail.com

Maria Lídia Oliveira Valim Coutinho Pereira

Graduada em Ciências Biológicas da Universidade Federal Fluminense e divulgado científica no Ciências Sob Tendas, Niterói, Rio de Janeiro. Email: marialidia@id.uff.br

Luciana de Souza Afonso

Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ensino em Biociências e Saúde, Instituto Oswaldo Cruz - Fundação Oswaldo Cruz (IOC / Fiocruz). É integrante do Laboratório de Antibióticos, Bioquímica, Ensino e Modelagem Molecular (UFF). Email: afonsoluciana13@gmail.com

Gustavo Henrique Varela Saturnino Alves

Pesquisador bolsista da Coordenação de Educação e Popularização da Ciência (COEDU) do Museu de Astronomia e Ciências Afins (MAST), Pós-doutorando no Programa de Pós-Graduação em Ciências, Tecnologias e Inclusão na Universidade Federal Fluminense, Niterói, Rio de Janeiro. Email: gh_alves@id.uff.br

Helena Carla Castro

A pesquisadora coordena o Laboratório de Antibióticos, Bioquímica, Ensino e Modelagem molecular (LABiEMol) na Universidade Federal Fluminense, Niterói, Rio de Janeiro. Professora Titular do Instituto de Biologia da Universidade Federal Fluminense (IB-UFF), e é vice-diretora do referido Instituto. Membro permanente deste programa além dos Programas de Pós-graduação em Patologia e de Ciências, Tecnologias e Inclusão da Universidade Federal Fluminense e membro colaborador do Programa de Pós-graduação em Ensino de Biociências e Saúde (Fiocruz-RJ) e do curso de Mestrado Profissionalizante em Diversidade e Inclusão (IB-UFF)., Tecnologias e Inclusão, Universidade Federal Fluminense, Niterói, Rio de Janeiro, Brasil. Email: hcastrorangel@yahoo.com.br

Lucianne Fragel Madeira

É professora Associada do Departamento de Neurobiologia da Universidade Federal Fluminense (UFF), pesquisadora chefe do Lab. Desenvolvimento e Regeneração Neural e membro das Pós-graduações stricto sensu em Neurociências, em Ciências e Biotecnologia e em Ciências Tecnologias e Inclusão desta instituição. Email: lfragel@id.uff.br

Resumo

Nas últimas duas décadas tem-se observado uma significativa expansão de ações relacionadas a popularização da ciência no Brasil como a criação de museus e centros de ciências, surgimento de sítios da internet especializados, publicação de livros e organização de eventos. Deste modo, considerar a inserção de tecnologias nos processos educacionais, principalmente, no que diz respeito aos jovens e crianças, trata-se de uma demanda não só pela construção do conhecimento científico que desperte um maior interesse pelo público visitante, mas também pelo contexto social de desenvolvimento tecnológico em que o Brasil se insere. O objetivo desse artigo é refletir sobre o uso da Realidade Aumentada na popularização da ciência. Para tanto, analisamos os resultados obtidos na

atividade “Ser humano” realizada no centro de ciências itinerante, o Ciências Sob Tendas (CST) que é um programa de extensão pertencente à Universidade Federal Fluminense (UFF) com o público de ampla faixa etária. O Conectivismo é o pressuposto teórico deste trabalho, que é caracterizado por ser um estudo exploratório qualitativo apoiado em observação como forma de investigação. Na atividade “Ser humano” foram utilizados aplicativos de realidade aumentada em dispositivos móveis, associados a um modelo anatômico, que permitiu a visualização e funcionamento de órgãos humanos tridimensionais. A Realidade aumentada ajudou a despertar a curiosidade do público visitante de diversas idades de maneira prazerosa e participativa, contribuindo para o acesso à ciência das comunidades locais. Os resultados reforçam a literatura que aponta a Realidade Aumentada como uma ferramenta promissora na popularização da ciência e da tecnologia, inclusive em centros de ciências itinerantes.

Palavras-Chave

Realidade Aumentada, Museus e centros de ciências, Saúde, Popularização da ciência, Tecnologias educacionais.

Abstract

In the last two decades, there has been a significant expansion of actions related to the popularization of science in Brazil, such as the creation of museums and science centers, the emergence of specialized websites, publication of books and the organization of events. Thus, considering the insertion of technologies in educational processes, especially with regard to young people and children, it is a demand not only for the construction of scientific knowledge that arouses greater interest by the visiting public, but also by the social context technological development in which Brazil is inserted. The purpose of this article is to reflect on the use of Augmented Reality in the popularization of science, through the analysis of the results obtained in the activity “Human being” carried out in the traveling science center, Sciences Under Tents (CST), which is an extension program belonging to Universidad Federal Fluminense (UFF) with a wide age group. Connectivism is the theoretical assumption of this work, which is characterized by being a qualitative exploratory study supported by observation as a form of investigation. In the “Human Being” activity, augmented reality applications were used on mobile devices, associated with an anatomical model, which allowed the visualization and functioning of three-dimensional human organs. The results reinforce the literature that points to Augmented Reality as a promising tool in the popularization of science and technology, now in the perspective of the non-formal itinerant space, arousing the curiosity of the visiting public of different ages in a pleasant and participatory way, contributing to the access to science from local communities in developing countries like Brazil.

Keywords

Augmented Reality, Museums and science centers, Health, Science Dissemination, Educational technologies.

Introdução

A realidade aumentada se apresenta como imersão tecnológica benéfica ao ensino e apresentação de temas em geral abstratos ou de difícil compreensão (VIDAL E MAIA, 2015). A realidade aumentada faz “com que os elementos virtuais pareçam fazer parte do ambiente real e a este se integrar” (TORI, 2010, p. 6). A partir desse conceito, dentre várias opções na área tecnológica, pode-se citar que a realidade aumentada tem sido bastante utilizada na área educacional, tornando prática e dinâmica a interatividade do visitante juntamente com a participação da mobilidade oferecida pelos dispositivos móveis (LECHETA, 2010). Suas características indicam um potencial ainda a ser explorado em espaços de educação não-formais e itinerantes que permitem levar a divulgação científica a regiões que não possuem espaços não-formais como museus e centros de ciências, planetários, jardins botânicos, entre outros.

Cabe ressaltar que do ponto de vista institucional, museus e centros de ciências são espaços de educação não formal. Contudo, sob o olhar do público essa perspectiva muda, quando há visitação de alunos, estruturada e organizada pela escola, por exemplo, no qual esse espaço se configura como educação formal. De uma forma ainda mais flexível, quando os visitantes estão no espaço para se divertir, a educação é informal (MARQUES; MARANDINO, 2018).

O centro de ciências itinerante Ciências Sob Tendas (CST) foi criado em 2013 na Universidade Federal Fluminense (UFF) como um projeto de extensão que realiza ações nos municípios do estado do Rio de Janeiro. O CST visa a popularização científica e tecnológica da comunidade local através de atividades lúdicas e interativas sobre 4 eixos temáticos: Natureza, Tecnologias, Humanidades e Saúde. As exposições do CST apresentam cerca de 10 atividades diferentes, todas com a presença de mediadores, visando auxiliar na construção do conhecimento científico. As exposições ocorrem, ao menos, uma vez ao mês e, no mínimo, oito vezes ao ano, e são realizadas, predominantemente, em espaços não formais, mas também podem ocorrer em espaços formais.

O Ciências Sob Tendas se insere dentro dos centros de ciências itinerantes baseando-se em três formas de interatividade descritas por Wagensberg (2001): interatividade manual ou emoção provocativa (*Hands On*), interatividade mental ou emoção inteligível (*Minds On*) e interatividade cultural ou emoção cultural (*Heart On*) (ALVES, 2020). Tais características nos permitem classificar o centro itinerante Ciências Sob Tendas como um centro científico de terceira geração, conforme definido por McManus (1992).

Recentemente, o CST tem buscado se atualizar quando ao uso das Tecnologias Digitais da Informação e da Comunicação (TDICs) no sentido de atrair ainda mais o público para as suas apresentações. As TDICs são formas de comunicação e interação que se modificaram com a vasta quantidade de informações, pessoas, software, redes, conectividade e artefatos tecnológicos (SIEMENS, 2005, 2006, 2008). As pessoas que nasceram na era digital estão imersos no mundo tecnológico e tem o hábito de receberem e buscarem informações usando diversos dispositivos e fontes advindas da internet.

Atualmente, os conhecimentos científicos e tecnológicos são importantes para uma formação cidadã, mas a instituição escolar e a internet não são os únicos locais de fonte de conhecimento, já que os espaços interativos como CST e mesmo parques, praças zoológicas também podem exercer um papel importante na divulgação e na popularização das ciências (BOMFIM, 2014).

Para o Conectivismo, temos informações a todo momento e de maneira acessível (GOLDIE, 2016). Porém, esse grande volume de informações exige habilidades para pesquisar e selecionar o que se quer aprender, competência primordial para o uso das tecnologias. Siemens (2004, p. 3) apresenta essa teoria como:

O Conectivismo é a integração de princípios explorados pelas teorias do caos, da rede da complexidade e da auto-organização. Aprendizagem é um processo que ocorre em ambientes nebulosos onde os elementos centrais sofrem mudanças não inteiramente sob o controle das pessoas. A aprendizagem (definida como conhecimento acionável), que pode residir fora de nós mesmos (dentro de uma organização ou base de dados) é focada em conectar conjunto de informações especializadas. As conexões que nos permitem aprender mais são mais importantes do que nosso atual estado de conhecimento. O Conectivismo é guiado pelo entendimento de que as decisões são baseadas em fundamentos que mudam rapidamente. Continuamente, novas informações estão sendo adquiridas. É vital a habilidade de distinguir informações importantes das não importantes. Também é crítica a habilidade de reconhecer quando novas informações alteram o panorama baseado em decisões tomadas ontem (SIEMENS, 2004, p.3).

Na era digital, a aprendizagem não é mais cartesiana e individualista, não está sob o controle de uma instituição, aprendemos em colaboração com outras pessoas e com o uso da tecnologia. Para Siemens (2005 *apud* MATTAR, 2010):

Incluir a tecnologia e realização de conexões como atividades de aprendizagem começa a mover as teorias da aprendizagem para a era digital. Não conseguimos mais experimentar pessoalmente e adquirir o conhecimento que precisamos para agir. Derivamos nossa competência da formação de conexões (SIEMENS, 2004 *apud* MATTAR, 2010).

Sendo assim, para Siemens (2008), o Conectivismo é uma nova perspectiva de aprendizagem, do contexto do caos, da abundância de informações e mudanças rápidas. O autor faz uma analogia como a representação das conexões neurais no cérebro que pode ser comparada com o modo das pessoas conectarem as ideias e as fontes de informação. Embora alguns autores não considerem o Conectivismo como teoria, essa proposta contempla o uso da tecnologia como ferramenta de conhecimento nos dias atuais.

Assim, o presente trabalho tem como objetivo fazer uma reflexão sobre o uso da Realidade Aumentada na popularização da ciência em um espaço de educação não-formal itinerante, tendo como pressuposto teórico o Conectivismo.

1 Metodologia

Trata-se de um estudo exploratório, de cunho qualitativo, apoiado em observação direta como forma de investigação. A pesquisa exploratória busca adequar-se à realidade que se pretende conhecer. O lócus da pesquisa é um centro de ciências itinerante. O público alvo da pesquisa foram os visitantes da exposição itinerante, principalmente jovens e adultos.

Neste trabalho, vamos apresentar as ações que ocorreram em 2018 nos seguintes municípios: Niterói, durante o Acolhimento Estudantil na UFF em 17 de agosto; Cachoeiras de Macacu, no Colégio Estadual Baccoparó Martins, em 24 de agosto; São Gonçalo, no Ciep 410 Patrícia Pagu, em 21 de setembro. Na Semana Nacional de Ciência e Tecnologia realizamos exposições nos municípios de Silva Jardim; Casimiro de Abreu; Rio das Ostras em 16, 17 e 18 de outubro, respectivamente, além do Campo de São Bento, em Niterói, no dia 20 de outubro. Ao final do ano foi feita mais uma ação em Sapucaia no dia 30 de novembro.

Nestas 8 visitas atendemos cerca de 3500 pessoas, com a maioria do público correspondente a alunos do Fundamental I e II e, em menor quantidade, alunos do Ensino Médio. Como mediadores atuaram, principalmente, os alunos de graduação em Ciências Biológicas e Biomedicina da Universidade Federal Fluminense e pós-graduação em Ensino de Biociência e Saúde (FIOCRUZ) e Ciências e Biotecnologia (UFF).

Dentre as dez atividades ofertadas pelo CST em suas ações, este trabalho apresenta a atividade *Ser Humano*, que aborda questões anatômicas e a importância dos órgãos do corpo humano através da Realidade Aumentada. O tempo de duração desta atividade foi de até 10 minutos. O registro da avaliação da atividade foi feito por observação e fotografia, com aviso prévio feito aos participantes.

A atividade *Ser Humano* utilizou aplicativos de Realidade Aumentada instalados em dois dispositivos móveis (Tablets Samsung Tab E e Samsung Galaxy 7) associados a um modelo anatômico. Este modelo foi elaborado a partir de uma adaptação de uma boneca manequim comercial de vestuário, cujos órgãos internos eram feitos artesanalmente em feltro para explicar o funcionamento dos sistemas digestivo, cardiovascular e reprodutor (Figura 1).

Figura 1: A boneca manequim utilizada na atividade “Ser humano” realizada no centro de ciências itinerante, o Ciências Sob Tendas (CST). Nesta imagem vemos o modelo anatômico com o tórax aberto, exposição dos órgãos internos em feltro e posicionamento dos marcadores digitais dos aplicativos Heart RA e Sophus. Exposição realizada durante o Acolhimento Estudantil da Universidade Federal Fluminense em 17 de agosto de 2018.



Fonte: Acervo dos autores

A abordagem com a realidade aumentada foi constituída a partir da utilização de três aplicativos: *Sophus*, *Human Brain* e *Heart RA*, todos voltados para a área de estudos da biologia. O *Sophus* é um aplicativo que aborda o corpo humano, com descrições dos respectivos sistemas e órgãos e que foi desenvolvido pelo Laboratório Interdisciplinar de Formação de Educadores, no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais. O *Human Brain* foi desenvolvido pela empresa Magic Software com sede na Índia e explora o encéfalo em diversos ângulos, sendo possível observar todos os lóbulos cerebrais, tronco encefálico (composto por Mesencéfalo, Ponte e Bulbo) e cerebelo. O *Heart RA*, produzido pela empresa Bloc Digital, com sede no Reino Unido, é um aplicativo interativo no qual o visitante tem a possibilidade de colocar o marcador sobre seu peito, onde na aplicação é apresentado o coração em funcionamento, podendo ser saudável ou doente, e indicando as veias, artérias e as quatro cavidades.

Em todos os aplicativos utilizados foi preciso a utilização do marcador exclusivo para apresentar os órgãos humanos. O marcador digital é um referencial para o software projetar imagens em 3D. Também possui a vantagem de ser prático e dinâmico, proporcionando aos visitantes não apenas a interação *in situ*, mas também a possibilidade de ter acesso aos aplicativos a partir de seus próprios dispositivos. Para a aplicação da realidade aumentada

utilizamos marcadores digitais específicos de reconhecimento dos softwares para cada aplicativo, que exibiam as ilustrações dos órgãos virtuais, junto às imagens reais de forma interativa.

A ciência e a tecnologia estão em um ritmo cada vez maior no mundo, torna-se sendo cada vez mais importante que as pessoas se apropriem do conhecimento científico, de forma que a população esteja empoderada para participar da discussão de temas científicos que afetam a sua vida. O pensar científico promove as competências para as pessoas participarem no processo de decisão do seu cotidiano (CARVALHO & SASSERON, 2011). A Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO, 2000) ressalta que:

O desenvolvimento científico tornou-se um fator crucial para o bem-estar social a tal ponto que a distinção entre povo rico e pobre é hoje feita pela capacidade de criar ou não o conhecimento científico (UNESCO, 2000).

Atualmente, atualmente após duas décadas no cenário brasileiro, a UNESCO em sua agenda têm priorizado programas, projetos e debates entre a Tecnologia e a Educação (UNESCO, 2008; 2016a; 2016b), tendo como pilar discursivo que a Educação deve atender às exigências econômicas e sociais do mundo contemporâneo, através do uso das tecnologias, em diferentes espaços educacionais. Para Gohn:

Com o desenvolvimento tecnológico, a sociedade atua em rede e novos processos de aprendizado têm sido criados, reciclados ou clamados como necessários. Cada vez mais os organismos internacionais do campo educativo preconizam que os indivíduos devem estar continuamente aprendendo, que a escola formal apenas não basta, que se deve aprender a aprender. Os conteúdos rígidos dos currículos são questionados, novos saberes são descobertos- identificados/identificados fora das instituições escolares, fundamentais para o crescimento/desenvolvimento dos indivíduos enquanto seres humanos, assim como para o desempenho destes indivíduos no processo de trabalho em face às novas exigências do mundo globalizado (GOHN, 2014, p. 38).

Nesse contexto, as pessoas têm acesso ao conhecimento em diferente espaços que convivem sejam eles: na escola, espaço formal de educação; nos espaços informais, geralmente associadas ao âmbito da família e na conversa com amigos; e nos espaços não-formais como nos museus, centros de ciências, praças, teatros entre outros.

Conforme analisou Azevedo (2013), não há dualidade entre a educação formal e não formal, mas são sendo complementares quando corroboram para um processo de transformação coletiva. Prados e cols.(2018) atentam que nos espaços não formais, os visitantes aprendem de diversas maneiras, uma vez que participam por vontade própria em busca de novos conhecimentos. Desta forma, a educação não-formal assume um papel de corresponsabilidade -responsabilidade na formação do indivíduo, de modo a complementar o processo do ensino formal existente.

Nas últimas duas décadas têm sido observada uma expansão significativa de ações relacionadas à popularização da ciência no Brasil, como a criação de museus e centros de ciências, surgimento de revistas e sítios da internet especializados, publicação de livros e organização de eventos. Porém, apesar desse crescimento nos últimos anos, o acesso da maioria da população brasileira aos museus e centros de ciência é ínfima, em relação comparado aos países da Europa, devido, principalmente, à diversidade cultural, ausência de

espaços e/ ou custo de acesso (CARVALHO E LOPES, 2016; ROCHA E MARANDINO, 2017).

O estado do Rio de Janeiro, apesar de concentrar diversos museus e centros culturais, têm uma parcela considerável da população que não frequenta estes espaços (CGEE, 2015), sendo que tais lugares apresentam um papel educativo diferenciado e são deixados em segundo plano. Esses lugares têm assumido cada vez mais e de forma diferenciada seu papel educativo (MARANDINO, 2008; MARQUES E MARANDINO, 2018).

Nesse contexto, considerar a inserção de tecnologias nos processos educacionais, principalmente, no que diz respeito aos jovens e crianças, trata-se de uma demanda não só pela construção de um conhecimento científico mais interativo e de maior interesse significativo, mas também pelo contexto social de desenvolvimento tecnológico em que o Brasil se encontra inserido. Prados e cols. (2018) destacam que o processo educacional oficial brasileiro é resultado de experiências educacionais externas, adequadas e implantadas ao longo dos anos e, ainda que muitas das propostas não sejam equânimes. Assim, a oferta de ensino formal de qualidade e adequado se torna cada vez mais insatisfatória para atender toda população, principalmente em tempos de pandemia pelo Coronavírus no qual a presença nos espaços físicos se encontra limitada e restrita a impossibilidade de interação física com grande públicos.

Nesse sentido, a realidade aumentada se apresenta como imersão tecnológica benéfica ao ensino e apresentação de temas em geral abstratos ou de difícil compreensão (VIDAL e MAIA, 2015). A realidade aumentada faz “com que os elementos virtuais pareçam fazer parte do ambiente real e a este se integrar” (TORI, 2010, p.06). A partir desse conceito, dentre várias opções na área tecnológica, pode-se citar que a realidade aumentada tem sido bastante utilizada na área educacional, tornando prática e dinâmica a interatividade do visitante juntamente com a participação da mobilidade oferecida pelos dispositivos móveis (LECHETA, 2010). A realidade aumentada faz “com que os elementos virtuais pareçam fazer parte do ambiente real e a este se integrar” (TORI, 2010, p.06).

Cabe ressaltar que do ponto de vista institucional, museus e centros de ciências são espaços de educação não formal. Contudo, sob o olhar do público essa perspectiva muda, quando há visita de alunos, estruturada e organizada pela escola, por exemplo, no qual esse espaço se configura como educação formal. De uma forma ainda mais *flexível*, quando os visitantes estão no espaço para se divertir, a educação é informal (MARQUES; MARANDINO, 2018). Considerando isto e a necessidade do museu moderno e centros de ciências compreenderem os seus públicos, quais as suas preferências e como reagem às experiências mediadas pela tecnologia, este trabalho tem como objetivo refletir sobre o uso da Realidade Aumentada na popularização da ciência, tendo como pressuposto teórico o Conectivismo.

2 O conectivismo: ideias e conceitos

Com o surgimento (TICs), as formas de comunicação e interação se modificaram com a vasta quantidade de informações, pessoas, software, redes, conectividade e artefatos tecnológicos (SIEMENS, 2005, 2006, 2008).

As pessoas que nasceram na era digital estão imersos no mundo tecnológico e tem o hábito de receberem e buscarem informações usando diversos dispositivos e fontes advindas da internet. Atualmente, os conhecimentos científicos e tecnológicos são importantes para uma formação cidadã, mas a instituição escolar e a internet não são os únicos locais de fonte de conhecimento, já que os espaços interativos, como parques, praças e

zoológicos também podem exercer um papel importante na divulgação e na popularização das ciências (BOMFIM, 2014).

Para o Conectivismo, temos informações a todo momento e de maneira acessível (GOLDIE, 2016). A instituição escolar não é o único lugar de fonte de conhecimento, os espaços interativos, como parques, praças e zoológicos exercem um papel importante na divulgação e na popularização das ciências (BOMFIM, 2014). Porém, esse grande volume de informações exige habilidades para pesquisar e selecionar o que se quer aprender, competência primordial para o uso das tecnologias. Siemens (2004, p. 3) apresenta essa teoria como:

O Conectivismo é a integração de princípios explorados pelas teorias do caos, da rede da complexidade e da auto-organização. A aprendizagem é um processo que ocorre em ambientes nebulosos onde os elementos centrais sofrem mudanças não inteiramente sob controle das pessoas. A aprendizagem (definida como conhecimento acionável), que pode residir fora de nós mesmos (dentro de uma organização ou base de dados) é focada em conectar conjunto de informações especializadas. As conexões que nos permitem aprender mais são mais importantes do que nosso atual estado de conhecimento. O Conectivismo é guiado entendimento de que as decisões são baseadas em fundamentos que mudam rapidamente. Continuamente, novas informações estão sendo adquiridas. É vital a habilidade de distinguir informações importantes das não importantes. Também é crítica a habilidade de reconhecer quando novas informações alteram o panorama baseado em decisões tomadas ontem (SIEMENS, 2004, p.3).

Na era digital a aprendizagem não é mais cartesiana e individualista, não está sob o controle de uma instituição, aprendemos em colaboração com outras pessoas e com o uso da tecnologia. Para Siemens (2005 *apud* MATTAR, 2010):

Incluir a tecnologia e realização de conexões como atividades de aprendizagem começa a mover as teorias da aprendizagem para a era digital. Não conseguimos mais experimentar pessoalmente e adquirir o conhecimento que precisamos para agir. Derivamos nossa competência da formação de conexões (SIEMENS, 2004 *apud* MATTAR, 2010).

Sendo assim, para Siemens (2008), o Conectivismo é uma nova perspectiva de aprendizagem, do contexto do caos, da abundância de informações e mudanças rápidas. O autor faz uma analogia como a representação das conexões neurais no cérebro que pode ser comparada com o modo das pessoas conectarem as ideias e as fontes de informação. Embora alguns autores não considerem o Conectivismo como teoria, essa proposta contempla o uso da tecnologia como ferramenta de conhecimento nos dias atuais.

3 A realidade aumentada

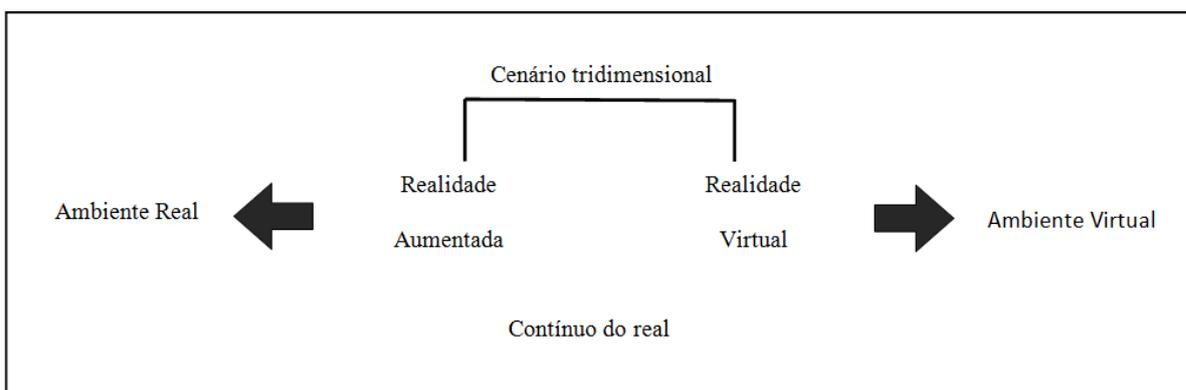
A sociedade está imersa no uso das tecnologias e a aprendizagem não está restrita ao espaço formal de ensino como em outrora. A possui uma nova conexão com a realidade que começa a mover a aprendizagem em direção a era digital. “As pessoas[...] são hoje falantes nativos da linguagem digital dos computadores, videogames e Internet” (MATTAR, 2010, p. 10). Dessa maneira, o Conectivismo propõe que o aprendizado não ocorre de forma linear, individualizada, e sob o controle do indivíduo. Essa construção é feita com outras pessoas

e com as ferramentas tecnológicas que podem potencializar a construção do conhecimento. Considerando o uso de ferramentas tecnológicas, diferenciemos os conceitos de Realidade Virtual (RV) e Realidade Aumentada (RA), que muitas vezes, são postos como sinônimos, mas apresentam diferenças significativas.

Tanto a (RV) quanto a (RA) utilizam como recurso o cenário tridimensional, porém na (RV) o indivíduo realiza a sua experiência em um ambiente computacional, fazendo a simulação do ambiente físico, e assim, possibilitando a interação. Na (RA) o conceito é inverso, visto que o indivíduo permanece no ambiente real e a interação é feita com o ambiente virtual que é posto ao ambiente físico (KIRNER, 2011).

Sendo assim, a Realidade Virtual e a Realidade Aumentada são duas expressões de um mesmo contínuo do real, diferindo apenas na forma com a qual trabalham o ambiente virtual (MARÇAL, 2018). A figura 2 a seguir define as interações dos indivíduos com a (RV) e (RA).

Figura 2: Representação de interação do ambiente real e do ambiente virtual



Fonte: Adaptado de Milgram e Kishino (1994)

O ambiente real e o ambiente virtual utilizam o contínuo do real que desempenha um papel importante tanto na (RV) quanto na (RA), sendo que com a realidade aumentada, os indivíduos estão no ambiente real e adicionam informação digital ao mundo físico.

Neste trabalho que apresentamos o uso da (RA) atrelado a tecnologia móvel para que o indivíduo tenha mais liberdade, para isso, *Smartphones* e *Tablets* são usados junto com um marcador digital que dão vida a esse material, tornando-os elementos virtuais (AZUMA, 2001; NADOLNY, 2017; SILVA 2019). O marcador digital é o QR-Code, que é um desdobramento do código de barras. São basicamente símbolos bidimensionais simplificados que podem ser lidos de maneira dinâmica por câmeras de celulares, smartphones e tablets, o que contribuiu para seu uso (REIS; BARBOSA, 2014).

Dentro dessa perspectiva de mudança de compreensão da realidade, a (RA) traz a possibilidade de realizar a popularização da ciência de maneira mais atrativa e mais próxima do público, fazendo dessas ferramentas instrumentos promissores e interessantes para uso no ambiente dos museus e centros de ciências itinerantes em diferentes espaços.

4 Espaço formal, não formal e informal de educação

Normalmente, a distinção entre formal, não formal e informal é definida a partir do espaço escolar. "Assim, ações educativas escolares seriam formais e aquelas realizadas

fora da escola não formais e informais” (MARANDINO; SELLES; FERREIRA, 2009, p. 133).

Segundo Gohn (2006) quando se fala em educação não formal, é impossível não compará-la com a educação formal. Gohn faz uma distinção entre as três modalidades e os espaços que atuam:

A educação formal é aquela desenvolvida nas escolas, com conteúdos previamente demarcados; a informal como aquela que os indivíduos aprendem durante seu processo de socialização - na família, bairro, clube, amigos, etc., carregada de valores e cultura própria, de pertencimento e sentimentos herdados; e a educação não formal é aquela que se aprende “no mundo da vida”, via os processos de compartilhamento de experiências, principalmente em espaços e ações coletivas cotidianas(GOHN, 2006, p. 28).

Conforme analisou Jacobucci (2008) espaços formais e não formais podem ter duas categorias: locais que são institucionais e locais que não são institucionais. Locais institucionais são espaços que são regulamentados e que possuem equipe técnica responsável pelas atividades executadas, como: museus e centros de ciências, planetários, jardins botânicos entre outros. Temos como exemplos, praça, praia, parque e cinema como locais não institucionais. Cascais & Terán (2014) atentam para a necessidade da complementaridade entre os espaços educativos:

É consenso entre os autores pesquisados que a escola, cujo espaço é ocupado pela educação formal, não consegue sozinha dar conta das múltiplas informações que surgem a cada momento no mundo, assim como, as novas descobertas científicas. Cabe, então, estabelecer parcerias e utilizar outros espaços educativos. É nesse contexto, que surge a educação não formal e informal em ciências (CASCAIS & TERÁN, 2014, p. 8)

Espaços formais e não formais são complementares de acordo com Gohn (2020) que entende que o conceito de espaço formal extrapola os muros da escola, pois envolvem relações pessoais e coletivas, que fazem parte tanto do ensino formal quanto do ensino não formal. QUEIROZ e cols. (2017) nos aponta ser imprescindível a parceria da escola com outros espaços para se alcançar uma educação científica e a utilização dos espaços não formais pode servir como alternativa quando o espaço institucionalizado não contempla todas as demandas de interação e aprendizado.

5 Ensino de ciências na era digital

O ensino de ciências aborda assuntos que necessitam de ações práticas que instiguem a curiosidade e favoreçam o raciocínio lógico, a resolução de problemas e a abordagem reflexiva e investigativa, uma vez que, os assuntos que envolvem essa área do conhecimento são muito abstratos. Por meio da aprendizagem significativa, promulgada por David Ausubel em 1963, haverá demanda e compreensão de significados, os relacionando (KLAUSEN, 2017).

Na educação formal, muitas vezes as aulas exploram muito pouco a experimentação, o que leva a um aprendizado mecânico, bancário, que não contribui para a apropriação do conhecimento. Logo, a utilização de métodos e estratégias diversas favorece a construção do

conhecimento científico aliado ao progresso tecnológico (CARDOSO, 2013).

Atualmente os indivíduos utilizam recursos tecnológicos cotidianamente, em diferenças esferas sociais. As Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) modificou a maneira da comunicação entre as pessoas, influenciando o modo de agir e pensar. Quando a escola não agrega em seu fazer pedagógico as tecnologias, por muitas vezes, escola e sociedade não equidistantes, na medida em que há um abismo entre o que é veiculado no espaço formal e o que os alunos vivenciam nos espaços formais e informais. Para Ramos et al (2010) há um:

Descompasso entre o avanço das tecnologias digitais da informação e comunicação TICs na sociedade e o modelo de ensino adotado na escola que se baseia-se no fato de que a escola continua adotando as mesmas estratégias tradicionais e pouco motivadoras para os alunos, quando a evolução das TICs já vem oferecendo recursos pedagógicos que podem contribuir para despertar o interesse e engajar os estudantes na aprendizagem de conceitos científicos. [...] As TICs fazem parte da vida dos alunos, permeando suas atividades cotidianas (lazer, comunicação etc), o fato de as escolas não incorporarem estas ferramentas pode fragilizar a criação de vínculo e de identidade dos alunos com as atividades escolares, desmotivando os para o estudo e a aprendizagem (RAMOS et al, p. 84).

Potvin e Hasni (2014) ressaltam o desinteresse dos alunos do ensino básico em Ciências, devido ao abismo entre as atividades escolares e o anseio dos alunos que em sua maioria, são nativos digitais. Mudanças na sociedade influenciam diretamente todos os setores, inclusive o educacional.

O desenvolvimento contínuo das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs) nos últimos anos tem modificado o modo que as pessoas interagem, apresentando formas novas de se comunicar utilizando a tecnologia dos computadores, tablets e smartphones (OLIVEIRA e HARRES, 2017). Para Chassot (2003) a globalização inverteu o fluxo do conhecimento, na medida em que o conhecimento, parte da comunidade para a escola.

O Ensino de Ciências na era digital com as (TDICs) possibilita aos alunos a construir o conhecimento, usando artefatos que fazem parte do seu cotidiano, tornando práticas ativas e colaborativas de investigação quando os alunos deixam de ser expectadores e torna-se protagonistas, usando simulações realistas (KRAJCIK e MUN, 2014). Rocha & Fachín-Terán (2010) atentam para a necessidade da parceria entre escola e outros espaços, como os espaços não formais, que utilizam a tecnologia para tornar o aprendizado mais lúdico e mais próximo do cotidiano das pessoas como os espaços de museus e centros de ciências itinerantes.

6 Museus e Centros de Ciências Itinerantes

Os Museus e Centros de Ciência têm desenvolvido importantes papéis educativos, sobretudo, no que tange ao acesso a temas relacionados à ciência e a tecnologia. Historicamente, a criação de museus de ciência divide-se em três gerações: a primeira remete-se a história natural; a segunda tem seu foco na ciência e na indústria e a terceira em fenômenos e conceitos científicos (MARANDINO e IANELLI, 2012).

No Brasil, o movimento de criação de museus de ciências itinerantes é relativamente

recente. No ano de 1965 houve iniciativa de âmbito privado com o naturalista José Hidasí na cidade de Goiânia. O museu científico itinerante era uma idealização pessoal, mas também contribuiu para popularização da ciência biológica com a exposição “Curiosidades da Natureza”, que tinha distintas espécies de animais (PERROTI, 2005). No ano de 2000 ocorreu a inauguração do Projeto de Museu Itinerante (PROMUSIT) do Museu de Ciências e Tecnologia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (MCT-PUCRS) e com o lançamento do Edital “Projeto Ciência Móvel” da Academia Brasileira de Ciências (ABC) no ano de 2004 (ROCHA & MARANDINO, 2017).

Os museus e centros de ciências itinerantes desempenham importantes papéis na divulgação do conhecimento e da tecnologia no Brasil. Segundo Rocha & Marandino (2017) são denominados museus e centros de ciências itinerantes aqueles cujos os projetos de divulgação científica têm exposições e atividades respectivamente sendo realizadas e/ou que possui como infraestrutura principal: micro-ônibus, carretas, caminhões, ônibus e vans, sendo utilizados para transporte e/ou espaço de exposição.

Atualmente, no país são desenvolvidos mais de 32 projetos itinerantes e segundo dados da Associação Brasileira de Centros e Museus de Ciências (ABCMC, 2015), eles são promovidos por universidades, museus, setor privado e outros setores da sociedade. Porém, das 27 Unidades da Federação, 15 ainda não possuem museus itinerantes para levar o acesso à ciência para os lugares onde as pessoas não têm acesso e para o interior das capitais. Cabe ressaltar que entre 2000 e 2009, 51 novas instituições foram inauguradas e de 2009 a 2015, o número de museus de ciências e espaços científico-culturais no Brasil passou de 190 para 268 (FERREIRA, 2014).

Para Rocha (2017) os centros de ciências são fontes importantes de conhecimento, apresentando contribuição para a cultura científica, para a educação formal e não formal em ciências. Mas ao contrário do que se dá em outros países, no Brasil o número de visitas a essas instituições ainda é muito reduzido. Assim, se as pessoas não vão aos museus, os museus podem ir a elas. Esse é o papel dos museus e centros de ciências itinerantes. Massarani (2004) e Marandino (2017) pontuam a importância e a relação da divulgação nesses espaços onde a troca realizada de conhecimentos de ciência e tecnologia entre mediadores e visitantes é um componente que aproxima a Universidade e a sociedade.

Além disso, exposições científicas itinerantes reduzem os custos para as escolas e aumentam as chances de aprender tópicos do STEAM (do inglês *Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics*). Também pode-se citar que exposições em escolas oferecem um número maior de alunos a serem contemplados e têm as mesmas oportunidades de aprendizado (ALVES, 2020). Da mesma forma, as exposições itinerantes podem ser planejadas e montadas com materiais de baixo custo e com poucos recursos humanos, desde que esses recursos humanos sejam especializados, como graduados ou pós-graduados (ALVES, 2020).

Desta forma, o Ciências Sob Tendas se insere dentro dos centros de ciências itinerantes baseando-se em três formas de interatividade descritas por Wagensberg (2001): interatividade manual ou emoção provocativa (Hands On), interatividade mental ou emoção inteligível (Minds On) e interatividade cultural ou emoção cultural (Heart On) (ALVES, 2020). Tais características nos permitem classificar o centro itinerante Ciências Sob Tendas como um centro científico de terceira geração, conforme definido por McManus (1992).

Dentro desse contexto, o objetivo desse artigo é refletir sobre o uso da Realidade Aumentada na popularização da ciência, através da análise dos resultados obtidos na atividade “Ser humano” realizada no centro de ciências itinerante, o Ciências Sob Tendas (CST).

7 Resultados e discussão

Inicialmente, o participante que chegava à atividade era questionado sobre Realidade Aumentada, se sabia o que era e a diferença entre Realidade Aumentada e Realidade Virtual. Após esse estímulo, o mediador explicava os principais conceitos de forma breve e indagava se o visitante já havia experimentado alguma dessas tecnologias.

Em seguida, ele era apresentado ao manequim anatômico e aos aplicativos e convidado a explorar cada deles, com uma rápida demonstração de como funcionava. Para o correto funcionamento era necessário que a câmera do dispositivo móvel ficasse voltada para o marcador digital a fim de ocorrer o reconhecimento dos códigos pelos aplicativos e, assim, a projeção das imagens em 3D (Figura 3). Durante a atividade, o visitante era questionado sobre o órgão que estava sendo projetado no dispositivo móvel, se sabia qual era a função dele no corpo humano e as doenças que o afetam.

Figura 3: Demonstração da atividade Ser Humano durante uma exposição do CST. Nesta imagem é possível ver o modelo anatômico com o tórax aberto para exposição dos órgãos internos. O participante (de casaco azul) faz o reconhecimento do marcador digital posicionado na cabeça com o uso do tablet e foi auxiliado pelo mediador (colete roxo atrás do participante). Exposição realizada na cidade de Silva Jardim em 16 de outubro de 2018.



Fonte: Acervo dos autores

Desde a primeira visita foi observado um notório interesse do público visitante pelo manequim de modelo anatômico e pelo funcionamento dos aplicativos de realidade aumentada. Quando questionado ao público sobre seu conhecimento e contato com a realidade aumentada, foi observado em geral pouco conhecimento com a tecnologia, e os participantes mais jovens possuíam mais afinidade com o uso dos dispositivos móveis do que as pessoas da terceira idade. Além disso, o uso destas tecnologias provocou no visitante a curiosidade sobre a anatomia e a fisiologia do corpo humano, despertando o interesse para

temas científicos, favorecendo a compreensão de novas informações (Figura 4).

Figura 4: Demonstração do aplicativo Heart AR durante uma exposição no CST. O participante colocou o marcador digital apontado ao peito, e o aplicativo instalado no tablet o reconheceu e reproduziu a animação do coração em realidade aumentada. Exposição realizada no Colégio Estadual Baccopará Martins em 24 de agosto de 2018.



Fonte: Acervo dos autores

O emprego de modelos tridimensionais projetados no mundo real tornou o processo de mediação mais dinâmico e interativo e fez com que, muitas vezes, o participante voltasse à atividade trazendo outras pessoas para mostrar o que aprendeu e descobriu sobre os órgãos e seu funcionamento (Figura 5). Tal interesse demonstra que é o público quem transforma a exposição de estática para dinâmica. A interação social entre os visitantes contribui de forma positiva as interações física, cognitiva e emocional do público de forma que pode ser considerado como o suprasumo da mediação e divulgação científica. (RUBINI, 2008).

Figura 5: Engajamento de público pelo público. Nesta imagem é possível ver uma participante, que foi trazida pelo colega ao lado interagindo com a atividade de realidade aumentada, através do aplicativo Heart RA, que permitiu a visualização do coração e seu funcionamento em 3D. À direita vemos o modelo anatômico com o tórax aberto e a exposição dos órgãos internos. Exposição realizada na cidade de Casimiro de Abreu em 17 de outubro de 2018.



Fonte: Acervo dos autores.

Os conhecimentos produzidos nos museus e Centros de Ciência promovem um processo de trocas de saberes e a aproximação das pessoas com a divulgação científica (DOS SANTOS et al., 2017). A atividade tem possibilitado trocas efetivas na construção do conhecimento científico de maneira lúdica e prazerosa com experiências ainda mais marcantes ao público visitante, contribuindo para que as informações disponibilizadas possam ser incorporadas a vida da comunidade local, especialmente quando se trata de temas relacionados ao Ensino de Ciências.

Para Americano da Silva (2018), a RA é uma forma de estender o mundo real ao mundo virtual, da maneira mais natural possível, integrando os dois mundos. É uma ferramenta que vem trazendo a possibilidade de tornar o aprendizado em ciências mais atrativo porque se aprende experimentando, compartilhando trocas efetivas em espaços de ações coletivas. Vale destacar que o uso dessa tecnologia requer estratégias e materiais de qualidade, fácil transporte e bom perfil comunicacional, além da importância do papel da mediação dentro da perspectiva de valorização da interatividade.

Portanto, os resultados apontam que o uso da tecnologia de RA se mostra como um método alternativo na construção do conhecimento científico, permitindo o acesso a conteúdo e materiais, virtuais, com alta complexidade, que atende o público de ampla faixa etária através de uma linguagem clara e objetiva. Apesar de já existirem tecnologias no campo do ensino, o ensino de Ciências ainda é expositivo, descritivo e com pouca interação dos alunos nas atividades da educação formal.

Quando são ofertadas novas formas de construir o conhecimento científico, é de interesse e esforço pessoal do professor e não de um movimento de ação coletiva (ESCOLANO; MARQUES; BRITO, 2010). Assim, a RA se apresenta como uma tecnologia em progresso com elevado grau de desenvolvimento e expansão, que pode ser utilizada em

diversas áreas da ciência e em diferentes espaços, com alto potencial para a área de educação (HARA & SISCOOTTO, 2018).

Desde a origem da vida, estamos conectados, seja fisicamente, emocionalmente ou virtualmente. O Conectivismo nos mostra a importância das conexões, compreendendo que a aprendizagem não é algo que está no indivíduo e sim disponível nas redes, bancos de dados, sendo assim possível as trocas por meio das relações (PILONETTO, PAZ, RODRIGUES, 2019). O uso de tecnologias, como a RA, e o diálogo entre os pares sobre o conteúdo apresentado permite assim a construção do aprendizado.

O uso de RA em espaços não formais de ensino, como os museus, vem ganhando espaço, por permitir uma prática interacional. Vemos que a comunicação museológica com seu público só ocorre quando ele incorpora o discurso expositivo, o insere em seu cotidiano, (re) elabora-o na forma de um novo discurso do qual o museu se apropria, adapta e difunde novamente (CURY, 2005). O engajamento e interesse do público nas atividades do CST permitia inferir a construção de seus aprendizados.

Considerações finais

A partir da análise e o emprego da tecnologia de realidade aumentada no centro de ciências itinerante *Ciências Sob Tendões* percebemos a falta de informação referente ao conhecimento sobre esta tecnologia, destacando a necessidade de divulgação e implementação da mesma tanto em ambientes formais e não formais de educação explorando mais os recursos em potencial das TICs. Ademais, destacamos a importância do papel da mediação, apontando a lógica associada à tecnologia para além de lazer e entretenimento, mas como o objetivo de popularizar o conhecimento científico atendendo às demandas locais de cada comunidade.

Ao analisar as possibilidades dos aplicativos na popularização da ciência, verificou-se que todos são instigantes à curiosidade dos visitantes de maneira lúdica e interativa, tornando o processo de mediação e interação com a atividade mais dinâmico, fácil, rápido, atrativo e eficaz. Desta forma, foi possível desenvolver uma metodologia de utilização da realidade aumentada junto ao manequim de modelo anatômico na atividade Ser Humano, de modo a despertar o interesse e melhorar a experiência dos visitantes.

Assim, encorajamos o uso deste tipo de tecnologia como instrumento de apoio na popularização da ciência, em espaços não formais de educação, que através do uso da tecnologia, possibilita um olhar diferente, sobre temas relacionados a saúde, possibilitando a experimentação, instigando a reflexão e curiosidade sobre o tema.

Referências

- ABCMC. **Guia de Centros e Museus de Ciências do Brasil** 2015. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Centros e Museus de Ciência; UFRJ; FCC; Casa da Ciência: Fiocruz; Museu da Vida, 2015.
- ALVES, G. H. V. S., FRAGEL-MADEIRA, L., de AZEREDO, T. V., CASTRO, H. C., PEREIRA, G. R., & COUTINHO-SILVA, R. **Low-Cost Scientific Exhibition: A Proposal to Promote Science Education**. *Creative Education*, 11, 760-782, 2020.
- AMERICANO DA SILVA, Iuri. O Potencial Da Realidade Aumentada Na Educação. **CIET:EnPED**, São Carlos, maio 2018. ISSN 2316-8722. Disponível em:

- <<https://cietenped.ufscar.br/submissao/index.php/2018/article/view/230>>. Acesso em: 16 nov. 2021.
- AZEVEDO, A. J. S. Do processo de despolitização das experiências formativas n campoda educação não formal às formas de resistência dos educadores sociais. In: **REUNIÃO NACIONAL DA ANPED**, 36., 2013, Goiânia. Anais. Goiânia: ANPED, 2013. p. 121.
- AZUMA, Ronald T. Billot, R. Behringer, S. Feiner, S. Julier, and B. MacIntyre. 2001. “Recent Advances in Augmented Reality”. **Computer Graphics and Applications**, v.21, n.6,pp. [34-47. 2001.
- BOMFIM, R.R. D. S. SILVA, P. M. S., TINÓCO, M.S., **Espaços ambientais interativos como alternativa para difusão do conhecimento científico**. Revbea, São Paulo, V. 9, No 2: 300-313. 2014.
- CARDOSO, F, S. **O uso de atividades práticas no ensino de ciências: Na busca de melhores resultados no processo ensino aprendizagem**. Disponível em: <https://www.semanticscholar.org/paper/O-uso-de-atividades-pr%C3%A1ticas-no-ensino-de-ci%C3%A2ncias%3A-Cardoso/7ba309dd3bb88e652a7a7b939bf562f4991e8013>. Acesso em: 16 nov. 2021.
- CASCAIS, M. G., TERÁN, A. F.,.. Educação formal, informal e não formal na educação em ciências, *Ciência em Tela*. Rio de Janeiro, (2014) 1-10.
Disponível em: <http://www.cienciaemtela.nutes.ufrj.br/artigos/0702enf.pdf> . Acesso em: 16 nov. 2021.
- CHASSOT, A. **Alfabetização Científica: uma possibilidade para a inclusão social**. Revista Brasileira de Educação, p. 89- 100, jan./abr. 2003
- CARVALHO, A.M.P.; SASSERON, L.H. **Alfabetização científica|:uma revisão bibliográfica. Investigações em ensino de ciências**, v.16, n.1, p.59-77, 2011.
- CARVALHO, Cristina; LOPES, Thamiris. **O público infantil nos museus. Educação e Realidade**. Porto Alegre, v. 41, n. 3, p. 911-930, jul./set. 2016.
- CURY, Marília Xavier. **Comunicação Museológica: Uma Perspectiva Teórica e Metodológica de Recepção**. 2005. 366 F. Tese (Doutorado) - Curso de Ciências da Comunicação, Escola de Comunicações e Artes da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.
- DOS SANTOS, B.; ADSON, D.S; FABRÍCIO, **O Museu: um espaço de aprendizagem sob o olhar de idosos**. Encontro Internacional de Formação de Professores e Fórum Permanente de Inovação Educacional, vol. 10, 2017.
- ESCOLANO, A. C. M.; MARQUES, E. M.; BRITO, R. R. Utilização de recursos didáticos facilitadores do processo ensino aprendizagem em ciências e biologia nas escolas públicas da cidade de Ilha Solteira/SP.In: **2º Congresso Internacional de Educação, 2010, Ponta Grossa. Educação, Trabalho e Conhecimento: desafio dos novos tempos**, v.1. p. 1-16, 2010.
- FERREIRA, J. R. **Popularização da ciência e as políticas públicas no Brasil (2003-2012)**. 2014. Tese Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas – Biofísica, IBCCF, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2014.
- GOHN, M. G.,. **Educação Não Formal, Aprendizagens e Saberes em Processos Participativos**. In *Investigar em Educação - IIª Série, Número 1*, pág. 35-50, 2014.
- GOHN, M. G. Educação não formal: direitos e aprendizagens dos cidadãos(ãs) em tempos do coronavírus. *Revista Humanidades e Inovação*, v.7, n.7 – 2020. Disponível em: . <https://revista.unitins.br/index.php/humanidadeseinovacao/article/view/3259> Acesso em: 15

de nov. 2021.

GOHN, Maria da Gloria. Educação Não Formal, Participação da Sociedade Civil e Estruturas Colegiadas nas Escolas. **Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação**, [S.l.], v. 14, n. 50, p. 27-38, jan. 2006. ISSN 1809-4465. Disponível em: <<https://revistas.cesgranrio.org.br/index.php/ensaio/article/view/694>>. Acesso em: 16 nov. 2021.

GOLDIE, J. G. S. **Connectivism: a knowledge learning theory for the digital age?** Medical Teacher, 38(10), pp. 1064-1069., 2016. (doi:10.3109/0142159X.2016.1173661)

HARA, M. M. S.; SISCOOTTO, R. **Objetos de aprendizagem para ensino de estruturas de dados fazendo uso de realidade aumentada**: sedra. ColloquiumExactarum. ISSN: 2178-8332, v. 10, n. 1, p. 62-77, 21 maio 2018.

JACOBUCCI, D. F. C., **Contribuições dos espaços não formais de educação para a formação da cultura científica**. Em extensão, Uberlândia, V.7, 2008. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/revextensao/article/view/20390/10860> . Acesso em 05 de abril de 2021.

KIRNER, C.; KIRNER, T.G. Evolução e tendências da Realidade Virtual e da Realidade Aumentada. In M. W. de S. Ribeiro, E. R. Zorzal, EDS. 2011, **Realidade Virtual e Aumentada: Aplicações e Tendências. XIII Symposium on Virtual and Augmented Reality**. Uberlândia: Sociedade Brasileira de Computação - SBC, 2011. pp. 8-23.

KRAJCIK JS, Shin N. _Aprendizagem baseada em projetos The Cambridge Handbook of the Learning Sciences, Second Edition. 275-297, 2014.

LECHETA, R. R. Google Android : **Aprenda a criar aplicações para dispositivos móveis com o Android SDK**, 2ª Ed. São Paulo. Novatec, 2010.

KLAUSEN, L. S.,. **Aprendizagem significativa: um desafio. Formação de professores: contextos, sentidos e práticas**. 2017.

MCMANUS, P. M. **Topics in Museums and Science Education. Studies in Science Education**, 20, 157-182. 1992.

MARANDINO, MARTHA; IANELLI, TACITO, I., **Modelos de educação em ciências em museus: análise da visita orientada**. Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências, Belo Horizonte: UFMG, v. 14, n. 1, p. 17-33, jan./abr. 2012.

MARÇAL, A. O. **A realidade aumentada como ferramenta de mediação: análise crítica de sua aplicação no Museu Histórico Nacional**. 102f. Dissertação (Mestrado em Museologia e Patrimônio) – Programa de Pós-Graduação em Museologia e Patrimônio da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro-UNIRIO- Rio de Janeiro, 2018.

MATTAR, João. **Tutoria e interação em educação a distância**. São Paulo: PearsonPrentice Hall, 2010.

MARANDINO, M. (Org.). **Educação em museus: a mediação em foco**. São Paulo: Grupode Estudo e Pesquisa em Educação Não-formal e Divulgação em Ciências, 2008.

MARANDINO, M., SELLES, S. E.; FERREIRA, M. S.,. **Ensino de Biologia: histórias e práticas em diferentes espaços educativos**. São Paulo: Cortez, 2009. (Coleção Docência em Formação. Série Ensino Médio).

MARQUES, A. C. T. L. and MARANDINO, M. **Alfabetização científica, criança e espaços de educação não formal: diálogos possíveis**. Educ. Pesqui. [online]. 2018, vol.44, e170831. EpubDec 21, 2017. ISSN 1517-9702.

- MASSARANI, L. [et al.]. **Guia De Divulgação Científica** / editores David Dickson, Barbara Keating - Rio de Janeiro: SciDev.Net: Brasília, DF: Secretaria de Ciência e Tecnologia para a Inclusão Social, 2004.
- MILGRAM, P., KISHINO, F.,. **A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays. IEICE Transactionson Information Systems**, Vol E77-D, No.12 December 1994.
- NADOLNY, L. **Interactive print: The design of cognitive tasks in blende daugmented reality and print documents.** British JournalofEducational Technology, v. 48, n. 3, p. 814-823, 2017.
- OLIVEIRA, L.P.M.; HARRES, J.B.S. **O uso do Facebook como Ferramenta para a Construção Coletiva de uma Proposta Pedagógica.** Revista Contexto & Educação, v. 32,n. 102, p. 4-31, 2017.
- PEROTTI, R. T. **José Hidashi e os naturalistas no “coração bárbaro” do Brasil. Dissertação de Mestrado em Gestão do Patrimônio Cultural.** Goiânia: Universidade Católica de Goiás, 2005.
- POTVIN, P.; HASNI, A. **Interest, motivation and attitude towards science and technology atK-12 levels: a systematic review of 12 years of educational research.** Studies in Science Education. 2; 50(1):85-129, 2014.
- PRADOS, R.; GONÇALVES, F.; & SARTORELLO, R. **A Educação Não- Formal comoVia de Inserção dos Menos Favorecidos.** Diálogos Interdisciplinares, 7(2), 40-45. 2018.
- QUEIRÓZ, M. I. de P. O pesquisador, o problema da pesquisa, a escolha de técnicas: algumas reflexões. In: **Lang, A.B.S.G., org. Reflexões sobre a pesquisa sociológica.** SãoPaulo, Centro de Estudos Rurais e Urbanos, 1992. p. 13-29. (Coleção Textos; 2ª série, 3).
- QUEIROZ , R., Teixeira , H., Veloso, A., Terán, A., Queiroz, A. G.,**A caracterização dos espaços não formais de educação científica para o ensino de ciências.** Revista Areté- Revista Amazônica de Ciências. 2017.
- RAMOS, P.; GIANNELLA, T. R; STRUCHINER, Miriam. A pesquisa baseada em design em artigos científicos sobre o uso de ambientes de aprendizagem mediados pelas tecnologias da informação e da comunicação no ensino de ciências. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v. 3, n. 1, p. 77-102, maio 2010. ISSN 1982-5153.
- REIS, R; BARBOSA, Valéria. Museus de Sergipe: RA e documentação na Museologia. In: **ENCONTRO REGIONAL DE HISTÓRIA DA ANPUHRIO: Saberes e práticas científicas**, 16., 2014, Rio de Janeiro. Anais[...] Rio de Janeiro: ANPUH, 2014
- ROCHA, Sônia Cláudia Barroso da & FACHÍN-TERÁN, Augusto Fachín. **O uso de espaços não formais como estratégia para o ensino de ciências.** Manaus: UEA/Escola Normal Superior/PPGEECA, 2010.
- ROCHA, J. N.; MARANDINO, M. Museus e centros de ciências itinerantes: possibilidades e desafios da divulgação científica. **Revista do EDICC** (Encontro de Divulgação de Ciência e Cultura), v. 3, Abr/2017.
- RUBINI, G. **Reelaboração e avaliação de experimentos interativos de física das rotações em museus interativos de ciências.** Dissertação de mestrado em Educação, Gestão e Difusão de Biociências, Instituto de Bioquímica Médica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.
- SIEMENS, G. Connectivism: a learningtheory for the digital age. **International Journal**

- of Instructional Technology and Distance Learning**, vol. 2, n. 1, January 2005.
- SIEMENS, G. **Knowing Knowledge**, 2016.
- SIEMENS, George (2004). **Connectivism: A Learning Theory for the Digital Age**. Disponível em: <http://www.elearnspace.org/Articles/connectivism.htm>, Acesso em 11/11/2021.
- SILVA, Edina. et al. **Arte e narrativas emergentes**. 1ª Edição. Aveiro: Ria Editorial, 2019. TORI, R. **A presença das tecnologias interativas na educação**. RECET v.2, n,2010.
- UNESCO. **Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura**. Representação da UNESCO no Brasil. UNESCO, 2016a. Disponível em: <https://pt.unesco.org/fieldoffice/brasil>. Acesso em 11/11/2021.
- UNESCO. **Science for the twenty-first century**. Paris, 2000.
- VIDAL, E. MAIA, J. **Informática Educativa**. 2ª edição. Editora UECE. Fortaleza, 2015
- WAGENSBERG, J.,. **Principios Fundamentales de La Museología Científica Moderna**. Cuaderno Central, 55, 22-24. 2001
- PILONETTO, I.A; PAZ, D.P ; RODRIGUES, L.,. **Conectivismo: aprendendo a partir das conexões**. Revista Mundi Engenharia, Tecnologia e Gestão. Paranaguá, PR, v.4, n.1, março 2019.