

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO - PROPPG  
CÂMPUS CURITIBA  
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO – DEPED-CT  
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM TECNOLOGIAS, COMUNICAÇÃO E TÉCNICAS  
DE ENSINO**

**JORGE FERREIRA FRANCO**

**SISTEMAS DE PRODUÇÃO E DE VISUALIZAÇÃO DE INFORMAÇÃO  
TRIDIMENSIONAL (3D) NA EDUCAÇÃO: ANÁLISE DE CASO DE USO NO  
ENSINO FUNDAMENTAL**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO**

**CURITIBA**

**2018**

**JORGE FERREIRA FRANCO**

**SISTEMAS DE PRODUÇÃO E DE VISUALIZAÇÃO DE INFORMAÇÃO  
TRIDIMENSIONAL (3D) NA EDUCAÇÃO: ANÁLISE DE CASO DE USO NO  
ENSINO FUNDAMENTAL**

Trabalho de Conclusão de Curso de **Especialização em Tecnologias, Comunicação e Técnicas de Ensino** da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, como requisito parcial para a obtenção do título de especialista.

Orientador: Prof. Dr. Iolanda Bueno de Camargo Cortelazzo

**CURITIBA**

**2018**



## ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO

No dia 15 de setembro de 2018, às 10h30, compareceu ao seu respectivo polo de apoio presencial Jorge Ferreira Franco para, em presença de docente representante da UTFPR, do(a) tutor(a) local do curso e da coordenação do polo, realizar a apresentação e defesa de sua monografia intitulada SISTEMAS DE PRODUÇÃO E DE VISUALIZAÇÃO DE INFORMAÇÃO TRIDIMENSIONAL (3D) NA EDUCAÇÃO: ANÁLISE DE CASO DE USO NO ENSINO FUNDAMENTAL, sob a ilustre orientação de Profa. Dra. Iolanda Bueno de Camargo Cortelazzo. Após feita a apresentação, procedeu-se à leitura dos pareceres da orientação e avaliadores e eventuais questionamentos. Vencidas essas etapas formais, o trabalho foi considerado **APROVADO** e, pendendo correções pontuais solicitadas pela banca e o depósito da versão final junto à Universidade, dará ao(à) autor(a) o direito ao certificado de Especialista em Tecnologias, Comunicação e Técnicas de Ensino emitido pela *Universidade Tecnológica Federal do Paraná*, no âmbito do programa *Universidade Aberta do Brasil*.

Em 15 de setembro de 2018,

---

Prof. Dr. Marcus Vinicius Santos Kucharski  
Coordenador do Curso de Especialização em Tecnologias, Comunicação e Técnicas de Ensino

---

Profa. Dra. Iolanda Bueno de Camargo Cortelazzo  
Orientador(a) da monografia

---

Prof. Dr. Marcelo Souza Motta  
Avaliador(a) principal da monografia

---

Profa. Dra. Flávia Dias de Souza  
Avaliador(a) secundário(a) da monografia

---

Jorge Ferreira Franco  
Especializando(a)

## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho ao meu pai, Jesuino Ferreira Franco, em memória, a minha mãe, Ugene Whittaker Ferreira Franco, a minha esposa Lourdes Maria de Melo Franco, a minha irmã, Silmara Ferreira Franco, e ao meu irmão Nilton Ferreira Franco. Incluindo aqueles que têm consciência do trabalho realizado, e mesmo não participando diretamente dele, emitem bons pensamentos para que o fluxo de desenvolvimento das pesquisas e das atividades educativas seja, cada vez mais, aprimorado e compartilhado.

E aos muitos estudantes, educadores e pesquisadores que contribuíram com suas persistentes participações nas várias experiências educacionais por meio de uso de tecnologias avançadas de produção e de visualização de informação, ajudando para que o corpus utilizado neste trabalho educacional fosse construído ao longo do tempo.

Grato à Prof. Dr. Iolanda Bueno de Camargo Cortelazzo que orientou este trabalho pelas reflexões e incentivo continuado.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço, por meio da 'Prece de Cáritas', as forças físicas e extrafísicas da Natureza/ de Deus, que tanto inspiram e protegem meus estudos e caminhada como homem e professor.

Prece de Caritas

“Deus nosso Pai,

que Sois todo poder e bondade,

dai força àqueles que passam pela provação,

dai luz àqueles que procuram a verdade,

e ponde no coração do homem a compaixão e a caridade.

Deus,

dai ao viajante a estrela Guia,

ao aflito a consolação,

ao doente o repouso.

Pai,

dai ao culpado o arrependimento,

ao espírito, a verdade,

à criança o guia,

ao órfão, o pai.

Que a vossa bondade se estenda sobre tudo que criaste.

Piedade, Senhor, para aqueles que não Vos conhecem, e  
esperança para aqueles que sofrem.

Que a Vossa bondade permita aos espíritos consoladores,  
derramarem por toda à parte a paz, a esperança e a fé.

Deus,

um raio, uma faísca do Vosso divino amor pode abrasar a Terra,  
deixai-nos beber na fonte dessa bondade fecunda e infinita, e

todas as lágrimas secarão,

todas as dores acalmar-se-ão.

Um só coração, um só pensamento subirá até Vós,

como um grito de reconhecimento e de amor.

Como Moisés sobre a montanha,

nós Vos esperamos com os braços abertos.

Oh! bondade, Oh! Poder, Oh! beleza, Oh! perfeição,

queremos de alguma sorte merecer Vossa misericórdia.

Deus,

Dai-nos a força no progresso de subir até Vós,

Dai-nos a caridade pura,

Dai-nos a fé e a razão,

Dai-nos a simplicidade que fará de nossas almas

O espelho onde refletirá um dia a Vossa Santíssima imagem.”

Fonte: Orações Poderosas (2018)

## EPÍGRAFE

*“... Readers of academic literature and corporate press releases probably believe that the allure of information visualization is in finding appropriate representations of relationships, patterns, trends, clusters, and outliers. This belief is reinforced by browsing through conference titles that weave together technical topics such as trees, networks, time series, and parallel coordinates, with exotic verbs such as zoom, pan, filter, and brush. However, I believe that the essence of information visualization is more ambitious and more compelling; it is to accelerate human thinking with tools that amplify human intelligence”, Ben Shneiderman (CHEN, 2006, p. vii).*

*And bring about for individuals living in practice the following statement: “the only source of knowledge is experience”, Albert Einstein, (CLASSVR, 2017).*

*“...Leitores de literatura acadêmica e de informativos corporativos provavelmente acreditam que o atrativo de visualização de informação é encontrar representações apropriadas de interações, modelos, padrões, tendências e valores atípicos. Esta crença é reforçada por meio de navegar títulos de conferências que juntos constroem tópicos técnicos tal como árvores, redes, séries de tempo, e coordenadas paralelas, com verbos exóticos como, ampliar, girar, filtrar, e pintar. Contudo, eu acredito que a essência da visualização de informação é mais ambiciosa e mais convincente; é acelerar o pensamento humano com instrumentos que amplifiquem a inteligência humana”, Ben Shneiderman (CHEN, 2006, p. vii, Tradução Nossa).*

*E resultem na vivência prática dos indivíduos da seguinte afirmação: “a única fonte de conhecimento é a experiência”, Albert Einstein (CLASSVR, 2017, Tradução Nossa).*

## RESUMO

FRANCO, Jorge Ferreira. **Sistemas de produção e de visualização de informação tridimensional (3D) na educação**: análise de caso de uso no ensino fundamental. Trabalho de Conclusão de Curso de Especialização em Tecnologias, Comunicação e Técnicas de Ensino da—Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2018.

Esta pesquisa apresenta uma análise relativa ao uso de tecnologias avançadas de produção e de visualização de informação tridimensional (TAPVI3D) para estimular multiletramentos, no ensino fundamental. A literatura pesquisada indica escassez de casos de uso de TAPVI3D para aprimorar habilidades cognitivas e de multiletramentos dos indivíduos durante os processos educacionais de ensinar e de aprender, no ensino fundamental. Com base na crescente evolução de TAPVI3D, seus usos na construção de ambientes digitais tridimensionais (AD3D) e impactos nas pesquisas e desenvolvimentos militares, acadêmicos e na indústria do entretenimento, é formulada a pergunta que norteia esta pesquisa. Como usar TAPVI3D de modo integrado com a construção de conteúdo para aprimoramento de habilidades cognitivas e multiletramentos no ensino fundamental? A partir desta pergunta, os objetivos são: analisar um caso de uso para conhecimento e compreensão do processo de utilização de TAPVI3D; identificar que vantagens e desvantagens ocorrem no uso dessa tecnologia em comparação com a utilização de tecnologias convencionais como, por exemplo, o lápis e o papel; e selecionar caso de uso de TAPVI3D, acessível e programável, no padrão da internet, no ensino fundamental. Com suporte de fundamentos teóricos do construcionismo de Papert e do conceito de multiletramentos, esta pesquisa bibliográfica qualitativa estuda e analisa documentos de domínio científico, tais como livros, periódicos, e artigos científicos, que apresentam uso escolar de TAPVI3D e de realidade virtual (RV), entre 2012 e 2018. O desenvolvimento de um caso de uso de TAPVI 3D e de RV programáveis, no padrão da internet, em uma escola de ensino fundamental I e II, da rede pública municipal de São Paulo, é analisado. A análise inter-relaciona elementos textuais e visuais multimodais utilizados durante os processos de ensinar e de aprender realizados por meio de integrar TAPVI3D e RV, programação de computadores e conceitos científicos do currículo para criar um AD3D. Os resultados desta análise são que os processos educativos com apoio na integração mencionada propiciam inclusão sociotécnica por meio de domínio de tecnologias digitais, aprimora habilidades com multiletramentos e estimula capacidades cognitivas como as de ler, escrever, comunicar, pesquisar, atenção, aprender a aprender e pensar espacialmente e transdisciplinarmente.

**Palavras-chave:** Ambientes digitais 3D. Aprendizagem ativa. Multiletramentos. Educação continuada.

## ABSTRACT

FRANCO, Jorge Ferreira. **Three dimensional (3D) Information production and visualization systems in Education:** use case analysis in primary education. Trabalho de Conclusão de Curso de Especialização em Tecnologias, Comunicação e Técnicas de Ensino. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2018.

This research presents an analyses related to the use of advanced three dimensional information production and visualization technology (A3DIPVT) for stimulating multiliteracies at k-12 levels. The researched literature shows a lack of use cases utilizing A3DIPVT for enhancing individuals' cognitive and multiliteracies skills during the educational processes of teaching and learning at k-12 levels. With bases on the growing evolution of A3DIPVT, its uses in the building of 3D digital environments (3DDE) and impacts in military, academic and entertainment industry research and development, the question that drives this research is "How to use A3DIPVT in a way integrated with the construction of content for enhancing cognitive and multiliteracies skills at k-12 levels?" From this question, the aims are: analyse a use case for knowing and comprehending the process of how to utilize A3DIPVT; identify what advantages and disadvantages of using this technology occur in comparison with conventional technologies, for instance, pencil and paper; and select a use case of employing accessible and programmable A3DIPVT based on the internet standard, at k-12 levels. With base on theoretical support of Papert's constructionism and on the multiliteracies concept, this qualitative bibliographic research studies and analyses documents of scientific domain, such as books, journals, and scientific papers which involve scholarly use of A3DIPVT and virtual reality (VR), from 2012 to 2018. The development of a use case of web based, programmable, A3DIPVT and VR, in a primary school from Sao Paulo municipal schools network is analysed. The analysis interrelates multimodal textual and visual elements utilized during the teaching and learning processes accomplished through integrating A3DIPVT and VR, computer programming and scientific concepts of the curriculum for creating a 3DDE. This analysis results are that the educational processes with base on the mentioned integration promote sociotechnical inclusion through individuals' dominating digital technologies; enhance subjects' multiliteracies skills; and stimulate citizens' cognitive competences such as reading, writing, communicating, researching, attention, learning to learn, and spatially and transdisciplinary thinking.

**Key words:** 3D digital environments. Active learning. Multiliteracies. Lifelong Learning.



## LISTA DE ACRÔNIMOS

ESB	Ernani Silva Bruno
FEBRACE	Feira Brasileira de Ciências e Engenharia

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Um exemplo de código textual da linguagem X3D e sua representação simbólica e ou visual no framework X3Dom .....	28
Figura 2: Interface VRmath.....	29
Figura 3: Parte do programa escrito com suporte de uma inter-relação entre as linguagens HTML e X3D, que compõem o framework X3Dom .....	35
Figura 4: Representação simbólica do programa exemplo, que foi apresentado na figura-3 desta seção. ....	36
Figura 5: Descrição textual em forma de reuso de parte da geometria da galeria.....	37
Figura 6: Representação simbólica do reuso do código do programa.....	38
Figura 7: Compartilhando e aprimorando conhecimentos durante as interações humano-computador no laboratório de informática da escola de ensino fundamental I e II Ernani Silva Bruno .....	39
Figura 8: Estudantes desenvolvendo trabalho colaborativo de produção de conteúdo digital 3D por meio de letramento em codificação durante a FEBRACE.....	40

## LISTA DE SIGLAS

2D	Bidimensional
3D	Tridimensional
AD3D	Ambientes Digitais 3D
AO	Objetos de Aprendizagem
BNCC	Base Nacional Curricular Comum
NTDIC	Novas Tecnologias Digitais da Informação e da Comunicação
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
POIE	Professor Orientador de Informática Educativa
REA	Recursos Educacionais Abertos
RV	Realidade Virtual
SPVI	Sistemas de Produção e de Visualização de Informação
TAPVI 3D	Tecnologias Avançadas de Produção e de Visualização de Informação Tridimensional
TAPVI	Tecnologias Avançadas de Produção e de Visualização de Informação
TIC	Tecnologias da Informação e da Comunicação
VRML	Virtual Reality Modeling Language
X3D	Extensible 3D

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	14
2 EMBASAMENTO TEÓRICO .....	20
2.1 CULTURA DIGITAL E CONSTRUCIONISMO .....	22
2.2 VISUALIZAÇÃO DE INFORMAÇÃO E REALIDADE VIRTUAL EM PROCESSOS EDUCATIVOS .....	27
3 MATERIAIS E MÉTODOS .....	32
4 CASO DE USO .....	35
5 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS .....	42
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	47
REFERÊNCIAS.....	49

## 1 INTRODUÇÃO

Nesta introdução são apresentados o contexto, a justificativa, o problema, a relevância, o objetivo geral, os objetivos específicos e informações sobre os demais capítulos que compõem esta monografia.

No contexto da contemporaneidade e suas inovações tecnológicas, os educadores<sup>1</sup> e estudantes precisam ampliar seus conhecimentos e refletir sobre como utilizar melhor a infraestrutura técnica e os recursos tecnológicos e midiáticos que ajudam a manter e expandir a cibercultura. Isso para que os processos de ensino e de aprendizagem oferecidos contribuam para efetiva ampliação de possibilidades de inclusão digital, social, cultural e econômica por meio de uso eficaz de recursos da cibercultura de modo integrado com conhecimentos científicos transdisciplinares na escola.

Entre os recursos tecnológicos e midiáticos estão os sistemas de produção e de visualização de informação (SPVI) (FRANCO; LOPES, 2012; FRANCO, 2016; FRANCO, 2017) que, por exemplo, são utilizados para pesquisas sobre jogos digitais e aprendizagem (ALVES; COUTINHO, 2016). E, também, servem como objetos de aprendizagem (AO) e recursos educacionais abertos (REA) que são utilizados para produzir conteúdo hipertextual. Assim, promovendo uma integração entre tecnologias digitais e conceitos científicos de um dado currículo, de modo sustentável e inclusivo, principalmente quando são usados SPVI no padrão da internet (FRANCO, 2016).

Justifica-se desenvolver este estudo, pois os SPVI contribuem para o sucesso de várias indústrias, como as dos jogos eletrônicos e do entretenimento. Servem de apoio para pesquisas acadêmicas e militares que por meio dos SPVI constroem e usam ambientes digitais bidimensionais (2D) e/ou tridimensionais (3D) para propiciar treinamento (O' CONNOR; COHN, 2010). E propiciam a produção de simulações computacionais por meio de combinar SPVI, realidade virtual, aumentada e misturada para aplicação nos processos de ensinar e de aprender (CORRÊA; PACHECO, CONCILIO, 2016; GARDINIO, 2017c).

Entre outras, as indústrias do entretenimento e da tecnologia eletrônica utilizam a infraestrutura da cibercultura para promover educação on-line, por meio de integrar SPVI com conceitos científicos transdisciplinares que, também, são ensinados durante a

---

<sup>1</sup> Quando me refiro a educadores e estudantes, contemplo todos os gêneros, não havendo necessidade de usar os, as.

educação básica, estimulando aprendizagem não formal e continuada. Dessa maneira, em conformidade com, e para além dos currículos de educação formal, incentivando e preparando mão de obra necessária para sustentar o fluxo criativo e produtivo dessas indústrias (KHANACADEMY, 2018; PIXAR IN A BOX, 2018).

Reflexões sobre o trabalho realizado pelas indústrias mencionadas, que estão referentes ao uso de modo combinado de tecnologias avançadas de visualização de informação, conhecimentos científicos transdisciplinares, arte e cultura para aprimorar a formação dos cidadãos (KHANACADEMY, 2018; PIXAR IN A BOX, 2018), corroboram com estudos e práticas a respeito de estender essa integração por meio da tecnologia de realidade virtual para melhorar os processos de ensinar e aprender em sala de aula (FRANCO et al., 2005; GARDINIO, 2017 a, b; VRCLASS, 2017).

Pensa-se que um grande currículo combinado com ensino de alta qualidade cria uma poderosa sinergia para diminuir as desigualdades sociotécnicas e socioeconômicas e propiciar excelência para todos. As secretarias de educação e as escolas alcançarão e conquistarão esta sinergia quando elas utilizarem, de modo integrado, esses recursos técnicos contemporâneos, saberes científicos e energia, assegurando que educadores tenham suporte para fazer esse trabalho bem (LEARNINGFORWARD, 2018).

Portanto, há o desafio de que as SPVI façam parte do processo de formação dos indivíduos em todos os níveis de ensino para que se estabeleça um virtuoso fluxo espiral de aprendizagem, embasado em uso e de autoria de conteúdo por meio de tecnologias como as de realidade virtual, aumentada e misturada nos processos de ensinar e de aprender as diversas ciências de um dado currículo.

Para tanto, é pertinente utilizar uma estratégia pedagógica exploratória e interativa para estimular as competências técnicas e cognitivas dos indivíduos para compreenderem, se apropriarem e utilizarem novos saberes referentes às possibilidades de aprofundamento de conhecimentos técnicos e científicos que são propiciadas por ambientes de aprendizagem embasados em inovação e uso de SPVI relativo à realidade virtual (FRANCO et al., 2007; FRANCO; LOPES, 2012; FRANCO; 2017).

Parafraseando Cope e Kalantz (2013) inovação pode ocorrer com suporte de uma nova geração de tecnologias educacionais, tais como aprendizagem ubíqua, produção ativa de conhecimento, representações de conhecimento multimodal, inteligência colaborativa, reflexão metacognitiva, realimentação recursiva e aprendizado diferenciado.

Considera-se que é possível vivenciar a mencionada inovação no contexto do cotidiano escolar, por meio de estratégia pedagógica exploratória embasada em manipulação direta de tecnologias avançadas de produção e de visualização de informação tridimensional (TAPVI 3D). Assim, contribuindo para aprimorar a qualidade discente e docente relativa à compreensão e uso das tecnologias da informação e da comunicação (TIC), pois,

O corpo docente, composto majoritariamente de “imigrantes digitais”, não teve, enquanto crescia, condições de desenvolver familiaridade e intimidade com a tecnologia digital sentindo-se (e de fato estando) despreparado, em consequência disso, para integrar o computador e a Internet ao cotidiano de seu trabalho pedagógico. (SÃO PAULO SME – SP, 2010).

As tecnologias de produção e de visualização de informação podem servir de base para estimular e aprimorar as capacidades dos indivíduos para lidarem com tecnologias digitais avançadas de produção e de visualização de informação (FRANCO; LOPES, 2005; FRANCO, 2016; 2017) e desenvolverem competências e habilidades referentes aos multiletramentos (COPE; KALANTIZ, 2009) e letramento digital (HEITIN, 2016), em particular, letramento em codificação e letramento ‘*remix*’ de mistura (DUDENEY; HOCKLY; PEGRUM, 2016), por meio de programação de computadores, impactando em aprender a aprender, desenvolver raciocínio lógico; conhecimento científico e resolver problemas (EUR-lex, 2010).

Tais fatores implicam a necessidade de promover e escalar o desenvolvimento da competência técnica dos indivíduos para compreenderem, se apropriarem dos recursos tecnológicos e midiáticos disponíveis e usarem a infraestrutura técnica (ex: laboratórios de informática, computadores móveis, software livre e linguagens da web) de modo mais criativo e com aprofundamento de conhecimento. E, também, com base em marco legal (BRASIL, 1998; BRASIL, 1996; BRASIL, 2018; SÃO PAULO(SP)a, b, 2018), os indivíduos utilizarem recursos tecnológicos de maneira integrada com os processos de ensino e de aprendizagem de conceitos científicos do currículo por meio de abordagem pedagógica transversal.

Assim,

É preciso tomar consciência das necessidades situacionais, aprofundar o conhecimento da situação de modo a se poder intervir nela, transformando-a no sentido da promoção do homem. E como não pode haver sistema sem atividade sistematizadora, por aí é que se deve começar. Impõe-se, pois atuar de modo sistematizado nas estruturas, tanto ao nível microeducacional, quanto da macroeducação. (SAVIANI, 2000, p. 119).

Devido aos avanços tecnológicos e crescente acesso aos sistemas de realidade virtual (RV) e às tecnologias avançadas de produção e de visualização de informação (TAPVI), se faz necessário tratar dos problemas de como estimular que os indivíduos pratiquem com e tomem consciência das técnicas pertinentes aos recursos de RV e TAPVI. E de como escalar e sustentar usos e reflexões sobre quais situações educacionais são propícias para utilizar de modo sistemático os recursos tecnológicos de RV e TAPVI.

Pois, embora cresça o acesso e o uso de sistemas de RV na educação, em particular, no ensino fundamental, ampliam-se as reflexões sobre o problema de como usar RV para além de que os sujeitos sejam apenas expectadores. E quais são as vantagens e desvantagens da utilização da RV nos processos de ensinar e aprender (GARDONIO, 2017a, b, c; HEROLD; MOLNAR, 2018; SNELLING, 2016).

Há reconhecimento do potencial da RV para chamar a atenção e capturar os indivíduos psicológica e emocionalmente, porém, existe, também, o problema ético de compreender, no longo prazo, como a RV e suas tecnologias podem afetar o cérebro e o desenvolvimento das crianças. E como a RV pode ser utilizada nos meios educacionais para além de expor por meio de ‘pacotes de software prontos’ os estudantes como expectadores e os educadores como executores/transmissores de conteúdo educacional produzido por terceiros (GARDONIO, 2017a, b, c; HEROLD; MOLNAR, 2018).

Por outro lado, usar RV de forma exploratória por meio de ‘kits’ conjuntos de software de produção de ambientes digitais 3D reconfiguráveis (GARDONIO, 2017a, b; VRCLASS, 2017) e/ou por meio de programação de computadores com base no uso de linguagens digitais (GARDONIO, 2017; FRANCO, LOPES, 2012; FRANCO, 2016, 2017) pode contribuir para contrapor os problemas mencionados anteriormente. E também os problemas de riscos oferecidos pela tecnologia à “*infância e ao infantil*”, no sentido de que o uso mecanizado e não reflexivo da tecnologia pode restringir a capacidade dos indivíduos de simbolizar, quando a tecnologia opera um lugar privilegiado de educação e humanização (POSTERNAK, 2017).

Para Posternak (2017), as máquinas são funções com as quais uma criança não brinca, apenas interage. Embora quando utiliza um ‘vídeo game’ jogo eletrônico, um indivíduo tenha a sensação de liberdade, de realizar o que deseja com o aparelho, na realidade, suas ações durante a sequência do jogo estão matematicamente predeterminadas. Então, experimentar interações com as imagens geradas pode não



contribuir para que um indivíduo exerça suas faculdades mentais de simbolizar, de representar. *“Desse modo, estrutura-se uma situação paradoxal: a imagem longe de produzir sentimentos múltiplos, clausura sentido, provocando uma surdez e uma cegueira que impedem a criação simbólica”* (POSTERNAK, 2017, p. 136).

Então, com apoio na contextualização, na justificativa, nos problemas elencados e reflexões nesta introdução, é relevante desenvolver este estudo sobre como tecnologias avançadas de produção e de visualização de informação, por meio de letramento em codificação, podem ser integradas com os processos de aprender e ensinar conceitos científicos de um dado currículo. E, também, como as TAPVI podem contribuir para que não haja surdez e cegueira que impeçam a criação simbólica dos indivíduos.

Assim, por meio de usar TAPVI e de RV de modo que estimulem que os indivíduos vivenciem experiências como se estivessem em um laboratório real, se propicie aos indivíduos práticas interativas de ensino e aprendizagem com base em letramento em codificação, de modo integrado com desenvolvimento de conhecimento transdisciplinar.

Ou seja, envolvendo nesse processo de ensino e de aprendizagem conceitos das ciências de um dado currículo para promover compreensão e domínio de saberes científicos, artísticos, culturais e de processos técnicos de construção de imagem pelos indivíduos, estimulando sentimentos múltiplos que inspirem os cidadãos a educarem-se continuamente com autonomia.

Nesse sentido, o letramento em codificação precisa e pode ser desmistificado no que tange usá-lo como suporte para aprender conceitos científicos diversos e resolver problemas com estímulo ao pensamento transdisciplinar desde o ensino fundamental (FRANCO, 2017; FRANCO; OLIVEIRA, 2018).

Além disso, trabalho contemporâneo de pesquisa, embasado em propiciar letramento em codificação para formação de educadores, indica que quando expostos a tal tipo de letramento e assessorados com suporte técnico e pedagógico adequados, educadores compreendem a relevância de inter-relacionar letramento em codificação com o desenvolvimento técnico e científico de um dado currículo escolar (VENÂNCIO, 2018).

Portanto, a enunciação do objetivo geral e específicos deste trabalho têm sua formulação embasada em perguntas como: de que modo o uso de tecnologias avançadas de produção e de visualização de informação (TAPVI) contribuem para estimular domínio de tecnologias digitais de maneira integrada com a aprendizagem de conceitos científicos do currículo? Que habilidades cognitivas e conhecimentos científicos podem ser

aprimorados através da integração de conhecimentos científicos com TAPVI na resolução de problemas referentes às atividades educativas? Quais habilidades identificadas / observadas são e ou podem ser transferidas para a resolução de problemas em outras situações, da vida real?

Portanto, a partir da formulação do contexto deste estudo, da justificativa, dos problemas elencados, da relevância deste estudo e das perguntas de pesquisa, os objetivos deste trabalho estão organizados em objetivo geral e objetivos específicos conforme sequência textual.

Este estudo tem como objetivo geral verificar as implicações para aprimoramento de habilidades cognitivas e multiletramentos resultantes do uso de tecnologias avançadas de produção e de visualização de informação tridimensional (TAPVI 3D).

Para tanto, os objetivos específicos são: identificar conceitos científicos utilizados de modo integrado com a aplicação de tecnologias avançadas de produção e de visualização de informação tridimensional; e analisar, com apoio de indicadores textuais e visuais de caso de uso, quais aprimoramentos de habilidades cognitivas podem ocorrer a partir de processos de ensino e de aprendizagem praticados com suporte da integração entre conceitos científicos e TAPVI 3D, no ensino fundamental.

A sequência de construção deste texto apresenta no capítulo 2 a formulação do embasamento teórico com apoio em uma combinação de fundamentos conceituais e práticos da pedagogia e do mundo digital que direcionam o desenvolvimento deste trabalho.

No capítulo 3 os procedimentos metodológicos e definição dos materiais utilizados para embasar a escolha do caso de uso e a construção da análise de caso de uso posteriormente realizada no capítulo 5.

O capítulo 4 é composto pela descrição do caso de uso com seus materiais textuais e visuais que servem de base para as reflexões e discussão de resultados analisados no capítulo seguinte.

No capítulo 5 são apresentadas reflexões e discussão de resultados interligando a conceituação teórica e prática do capítulo 2 com os elementos textuais e visuais do capítulo 4 do caso de uso.

Finalizando o trabalho, o capítulo 6 é composto pelas considerações finais que encadeiam, também, apontamentos para trabalhos futuros envolvendo tecnologias

avançadas de produção e de visualização de informação e de realidade virtual como suportes para embasar ações pedagógicas inclusivas, equitativas e transdisciplinares durante o ensino de conceitos científicos de um dado currículo desde o ensino fundamental.

## 2 EMBASAMENTO TEÓRICO

Os usos e influências da cultura eletrônica têm sido ampliados e têm impactado a vida cotidiana por meio de novas tecnologias digitais da informação e da comunicação (NTDIC), em áreas como entretenimento e comunicação. Nesse contexto, o uso de ambientes digitais tridimensionais (AD3D) e da RV aparecem como suporte para hibridização/mistura e integração de linguagens, conhecimentos científicos, artísticos e culturais.

Parafraseando Schlemmer e Lopes (2016, apud Latour, 1994), entende-se por híbrido algo composto por muitas matrizes, misturas de natureza e cultura, assim, não existe separação entre natureza/cultura, humano/não humano. Essa lógica a respeito de híbrido embasa a construção deste trabalho, pois nele são apresentadas

ações e interações entre atores humanos e não humanos, em espaço de natureza analógica e digital, em um imbricamento de diferentes culturas (digitais e pré-digitais), constituindo-se em fenômenos indissociáveis, redes que interligam naturezas, técnicas e culturas (SCHLEMMER; LOPES, 2016, p. 193).

Na sociedade intercultural, multicultural e multiétnica em que vivemos (SCHLEMMER; LOPES, 2016, p. 181), as influências da cultura eletrônica chegam às escolas, com suporte da rede mundial de computadores, ampliação da acessibilidade a novos equipamentos e da possibilidade de aprendizagem ubíqua<sup>2</sup>.

Entretanto, ainda chegam de maneira modesta e esparsa, em termos de propiciar compreensão, domínio aprofundado das técnicas de NTDIC e seu uso integrado com conhecimento científico do currículo pelos indivíduos, para que a escola cumpra sua função social com mais equidade e qualidade (SANTAELLA, 2015).

---

<sup>2</sup> Aprendizagem ubíqua: aprendizagem em qualquer hora e lugar.

Isso implica a necessidade de aprimorar conhecimento de linguagens, de conceitos científicos, de tecnologias analógicas e digitais por meio de inter-relacionar práticas e procedimentos referentes aos letramentos mais tradicionais como as relativas aos multiletramentos que envolvem habilidades técnicas, gerais e específicas em NTDIC, de modo integrado com a apreensão de conhecimentos científicos, através de processos educacionais híbridos.

Implica, também, estimular a formação continuada de educadores em serviço com suporte de NTDIC, para que as escolas consigam acompanhar com mais efetividade as transformações tecnológicas que ocorrem fora dela para aprimorar os processos de ensino e aprendizagem, promovendo de maneira interativa e colaborativa melhoria das capacidades leitora, escritora e de numerácia dos indivíduos (FRANCO; LOPES, 2005, 2012; FRANCO; MACHADO; LOPES, 2011; FRANCO; OLIVEIRA, 2018).

A Base Nacional Curricular Comum (BNCC) embasa o conhecimento, a compreensão, o domínio e o uso de múltiplas linguagens, entre elas, as propiciadas pelas NTDIC. Pois o conhecimento, compreensão e uso de múltiplas linguagens por meio de domínio técnico das NTDIC podem aprimorar a capacidade leitora, escritora e de numerácia dos indivíduos, propiciando que os indivíduos as apliquem com autonomia ao final do ensino fundamental (BRASIL, 2018).

Por outro lado, investigação referente aos níveis de alfabetização dos indivíduos, com ênfase nas inter-relações entre alfabetismo e práticas de letramento que também preparem para o mundo do trabalho com apoio de NTDIC, em particular, na perspectiva de habilidades e capacidades dos indivíduos relativas aos multiletramentos, indica grande necessidade de aprimorar as capacidades de leitura, de escrita, de numerácia e de letramento digital dos cidadãos (LIMA; RIBEIRO; CATELLI, 2016).

Essa necessidade de melhoria das habilidades e capacidades dos indivíduos relativas ao seu letramento digital está inter-relacionada com as iniciativas de integrar conceitos e tecnologias referentes à ciência da computação, por exemplo, as de computação gráfica e de programação de computadores, nos processos de ensinar e de aprender, desde o ensino fundamental (FRANCO et al. 2007; FRANCO; LOPES, 2009; FRANCO; OLIVEIRA, 2018; VENÂNCIO, 2018).

Um fator que impulsiona tal iniciativa é a expansão da economia digital, na qual muitos estudantes farão parte como força de trabalho após saírem do ensino fundamental e necessitarão de conhecimentos aprofundados relativos à cultura digital.

Portanto, é pertinente e estratégico o procedimento de instrumentalizar educadores para aprimorarem suas habilidades com multiletramentos durante sua formação inicial e em serviço com base na integração de conhecimentos e técnicas oriundas das ciências, das engenharias, das artes, da matemática, da tecnologia. Em particular, é necessário instrumentalizá-los com as técnicas de linguagens digitais, de maneira que apreendam conhecimentos referentes ao letramento em codificação. Com tal instrumentalização, os educadores podem propiciar amplas e embasadas oportunidades para estimular os estudantes a se apropriarem das técnicas e linguagens digitais, não só nos âmbitos escolar e do trabalho, mas para que tenham assegurada sua cidadania, por meio de serem competentes nos usos dos recursos técnicos e das linguagens que permeiam o mundo digital (UK.DCMS, 2011).

## 2.1 CULTURA DIGITAL E CONSTRUCIONISMO

Essas iniciativas contemporâneas de inter-relacionar ciência da computação e educação ratificam o trabalho pioneiro de Papert e suas ideias construcionistas de integrar o uso da linguagem e o ambiente digital bidimensional (2D) Logo com processos educativos de ensinar e aprender (PAPERT, 1993; PAPERT, 2008), sendo o trabalho desse autor um referencial importante que suporta desenvolver o estudo apresentado neste trabalho, englobando letramento em codificação.

As ideias construcionistas de Papert referem-se aos processos de ensinar e aprender de modo similar ao que diz um *provérbio africano*: “*se um homem tem fome, você pode dar-lhe um peixe, mas é melhor dar-lhe uma vara e ensiná-lo a pescar*” (PAPERT, 2008, P.134).

Então, um uso mais efetivo de um dado sistema computacional, pode ser o de programar um computador e refletir sobre os processos envolvidos, ajudando, desse modo, na construção de conhecimento dos indivíduos, por exemplo, através de propiciar um enunciado com instrução mínima e precisa em termos de significado e ou clareza de ideia para iniciar um dado projeto. A partir de tal enunciado, um indivíduo é orientado a criar um micromundo, programando um computador e refletindo como desenvolver o dado projeto desde sua configuração mais simples até a mais complexa de seu todo. Nesse processo educacional, o indivíduo, que estiver realizando o projeto, tende a pesquisar, se aprimorar sua atenção durante os processos de leitura gerados pela pesquisa. E, também, agrega ao processo de programar um computador, uma série de outros

conhecimentos científicos necessários à construção do micromundo, que estarão representados no dado ambiente digital (PAPERT, 2008).

Esse aprimoramento dos indivíduos, que combina habilidades cognitivas com conhecimentos científicos e técnicos do mundo digital, envolve pesquisar, ampliar a capacidade de atenção ao ler, ao escrever, ao programar um computador, ao comunicar, ao pensar espacialmente, pode ser aprofundado com o uso de AD3D programáveis (FRANCO; LOPES, 2012; FRANCO 2017).

Isso ocorre, em particular, com a tecnologia de realidade virtual (RV), que possibilita ao usuário interagir com um dado objeto virtual e navegar em espaço 3D (ROGERS; SHARP; PREECE, 2013), experiência que não é possível em ambientes digitais 2D, como, por exemplo, o ambiente Logo mencionado anteriormente.

Desse modo, os avanços tecnológicos, como os de RV e AD3D programáveis por meio de linguagens de programação e seus impactos na vida cotidiana, corroboram com a necessidade de aprimorar as capacidades de leitura, de escrita, de numerácia e técnica para lidar com meios eletrônicos de modo aprofundado, para que os indivíduos possam exercer sua cidadania, participando ativamente na sociedade do conhecimento (RONCHI, 2009) e na economia digital (UK.DCMS, 2011), desde a educação básica (WANG, 2017).

Ao refletir sobre processos de escrita com suporte de meios eletrônicos, que envolvem a utilização de avanços tecnológicos como os de computação gráfica, através de usar RV e AD3D, na educação, Musgrave (1996, p.132) apresenta um exemplo de uso de hipermídia e AD3D para ensino de língua estrangeira.

Esse autor descreve a utilização de um dado software de modelagem 3D, proprietário, mas acessível em termos de custo, no contexto americano, naquele momento da história, para que um educador pudesse construir um AD3D com relativa facilidade. Incluía no AD3D, uma animação de um objeto 3D, que representava a terra girando em relação ao céu com estrelas, para estimular aprendizagem do tempo verbal presente progressivo em língua inglesa. Havia na interface computacional do AD3D uma combinação de animação 3D com um texto explicativo, definindo o 'present progressive' / presente progressivo.

Embora, com suporte da evolução de recursos técnicos de computação gráfica, que é uma das ramificações da ciência da computação, na contemporaneidade que vivemos, tenha sido ampliada a quantidade de software de modelagem 3D acessível e ou de baixo custo, por exemplo, softwares como Blender e ScketchUp, nem sempre as

escolas de ensino básico têm equipamentos computacionais adequados e profissionais com domínio técnico suficiente para prontamente utilizá-los de modo integrado com o ensino de conceitos científicos do currículo.

Entretanto, há possibilidade de explorar os mesmos princípios de ciência da computação e de computação gráfica que existem em softwares como os mencionados no parágrafo anterior, por meio de utilizar linguagens de programação abertas, no padrão da internet, como a Virtual Reality Modeling Language (VRML) e a Extensible 3D (X3D), que possibilitam a criação de um dado AD3D e a representação de um dado conhecimento por meio da inter-relação entre números e palavras que compõem as linguagens de programação.

Essa inter-relação pode ampliar as interações humano-computador e as reflexões colaborativas, por exemplo, entre educadores e estudantes, no sentido de que os indivíduos valorizem seus processos de alfabetização, com suporte de inter-relações entre alfabetismo e práticas de letramento que também preparam para o mundo do trabalho com apoio de NTDIC. Em particular, na perspectiva de estimular habilidades e capacidades cognitivas e técnicas dos indivíduos. Essas habilidades contribuem para aprimorar suas competências referentes aos multiletramentos e à capacidade de transletramento (FRANCO, 2017).

Nessa perspectiva, a combinação entre computação gráfica e a comunicação visual possibilita propiciar informação e/ou conhecimento com profundidade e qualidade visual adequada tanto para especialistas quanto para o público em geral. É um processo de propiciar informação diferente do campo do entretenimento, no qual os recursos gráficos tomam muita atenção do espectador. Pois, o uso da combinação entre computação gráfica e a comunicação visual, para além do entretenimento, suporta uma melhor compreensão de tópicos complexos. Por exemplo, para comunicar informação em ciências, como a cosmologia ao mostrar estruturas fundamentais no trabalho interativo de elementos do universo; e no caso de uso de software de animação 3D utilizado como suporte para ensino de línguas. Portanto, o uso de computação gráfica suporta compreender informação por meio de estimular à habilidade do cérebro humano de criar 'insight' e/ou intuir com base em produzir imagem (CUNNINGHAM, 2007, p.2).

Parafraseando (CUNNINGHAM, 2007, p.xxi, xxii), há entendimento de que computação gráfica é a arte e a ciência de criar imagens sintéticas via programar geometria, aparência, e apresentação de conteúdo das imagens, e através de mostrar os

resultados daquela programação em aparelhos apropriados, que suportem mostrar a interface gráfica com as interações programadas. Além disso, a atividade de programar computadores contribui para o aprimoramento da capacidade técnica de um indivíduo para usar os meios digitais e resolver problemas, e estar qualificado, por exemplo, ao aprender como controlar o processo de construir uma imagem.

Os embasamentos conceituais e exemplos práticos descritos ampliam a relevância deste trabalho, no sentido de que é preciso estimular a alfabetização digital e visual relativas ao domínio de linguagens e de meios técnicos de produção e de visualização de informação digital. Da mesma forma, é fundamental instigar o desenvolvimento de capacidades cognitivas dos indivíduos como as de letramento e de numerácia durante os processos formais e informais de ensino e aprendizagem dos cidadãos e cidadãs.

Estimular de modo combinado alfabetização digital e visual e as capacidades de letramento e de numerácia dos indivíduos requer utilizar e aprimorar uma pedagogia que promova atividades educativas com enfoque multimodal e nos multiletramentos.

Pois, como mostra reflexão sobre ações educativas referentes a estimular letramento que são focadas no ensino e na aprendizagem do básico de leitura e de escrita de uma dada língua nacional. Essas ações educativas consideradas tradicionais são restritivas e necessitam ser aprimoradas em função dos avanços tecnológicos e da nova economia. Então, recomenda-se que os processos de ensino e de aprendizagem ocorram por meio de multiletramentos que estejam interligados com processos multimodais de aquisição de conhecimento envolvendo linguagem escrita, linguagem oral, representação auditiva, representação tátil, representação espacial e representação gestual (COPE; KALANTIZ, 2009).

O corrente estado da arte dos meios eletrônicos interativos e suas tecnologias podem embasar processos de ensino e de aprendizagem com foco em multimodalidade e multiletramentos, propiciando que os indivíduos aprendam e se aprimorem por meio de uso integrado de tecnologias digitais avançadas com conceitos científicos de um dado currículo, desde o ensino fundamental (FRANCO; LOPES, 2012; FRANCO; LOPES, 2013) e preparando-os para participarem da economia criativa com efetividade por meio da compreensão dos impactos da cultura eletrônica seus sistemas na sociedade (UNESCO, 2013).

Evidências do impacto da cultura eletrônica na sociedade estão nas crescentes evoluções, acessibilidade e usos de tecnologias avançadas de produção e de



visualização de informação (TAPVI) em pesquisa e desenvolvimento (P&D) de sistemas de hipermídia e ambientes digitais tridimensionais (AD3D).

Uma das características dos sistemas hipermídia é propiciar interações do usuário com uma interface computacional, de modo não linear. Tais sistemas são compostos por múltiplas formas de mídia e por múltiplos tipos de mecanismos de acesso (LOWE; HALL, 1999, p.6).

Um exemplo de sistema hipermídia é o que é composto pela realidade virtual (RV) e suas tecnologias que têm sido utilizadas em pesquisas acadêmicas e militares para configurar simulações em AD3D (O'CONNOR; COHN, 2010). Também são utilizadas na criação de arte digital para exposições em museus físicos e virtuais (RONCHI, 2009); na indústria de entretenimento por meio da produção de jogos, filmes e outros artefatos e narrativas digitais em 3D (FERNANDES et al., 2010); no aprofundamento de pesquisas educacionais que investigam modos de utilizar RV (FRANCO, 2014; FRANCO, 2016). Podem, ainda, serem utilizadas como suporte para aprimorar processos de ensino e de aprendizagem de conceitos científicos do currículo, de maneiras multimodal e transdisciplinar.

Por meio de uso de TAPVI 3D abertas, no padrão da internet, como exemplificam trabalhos em (FRANCO; LOPES, 2012; VRmath, 2018; YOUNGBLUT, 1998), a RV e suas tecnologias têm sido utilizadas como suporte para o desenvolvimento de projetos educacionais que potencializam estimular habilidades de letramento e de numerácia de estudantes que estão em desvantagem socioeconômica e sociotécnica.

A aplicação de TAPVI 3D, como suporte para o desenvolvimento de projetos educacionais, amplia as oportunidades para aprimorar, de modo transversal e transdisciplinar, habilidades referentes aos multiletramentos dos indivíduos. Essas possibilidades se realizam com embasamento em atividades interativas de programação de computadores, por meio da utilização de tecnologias avançadas de produção e visualização de informação de modo integrado com a aplicação de conceitos científicos, a partir da educação básica (FRANCO; LOPES, 2012; FRANCO; OLIVEIRA, 2018).

Transformações curriculares têm sido propostas com o objetivo de reduzir o problema de como usar NTDIC de modo integrado com processos educacionais que envolvem ensinar e aprender, de maneira que oportunize aprimorar conhecimentos científicos, de modo inter e transdisciplinar (BRASIL, 2018), e propiciar formação de capital humano com habilidades cognitivas necessárias para se educar continuamente

tanto quanto participar da força de trabalho apta para a economia digital (UK.DCMS, 2011).

A sustentabilidade das transformações propostas, também, passa pelo processo de criação de comunidades de prática por meio de uso de técnicas de programação de computadores e ou codificação para produção e visualização de informação em ambientes digitais 3D. Essas comunidades de prática podem ser formadas a partir de interações colaborativas entre educadores de diversas disciplinas e estudantes em ambiente de serviço por meio de vivência de experiências de prática de criação de conteúdo digital 3D (FRANCO et al, 2006; 2007; 2009).

Para além da formação coletiva em serviço embasada em letramento em codificação e em produção e visualização de informação (FRANCO; OLIVEIRA, 2018), a ideia de criação de comunidades de prática pode ser escalada por meio de ambientes virtuais.

Por exemplo, construindo comunidades virtuais de prática para e com educadores de ensino fundamental, para que em escala nacional e mundial, os indivíduos possam compartilhar inovações e oportunidades de aprimorar conhecimentos por meio da aprendizagem e uso para ensinar de conceitos e técnicas propiciados por recursos digitais do ciberespaço (COOPER; GROVER; SIMON, 2014).

## **2.2 VISUALIZAÇÃO DE INFORMAÇÃO E REALIDADE VIRTUAL EM PROCESSOS EDUCATIVOS**

A visualização de informação e a tecnologia de RV podem ter papel relevante nos processos educativos, considerando que a mente aprende e recupera informação e/ou conhecimento, no contexto de compreensão global e visualização completa dos processos. Ensinar o todo primeiro e depois as partes propicia melhor aprendizagem e recuperação de informação. Ambientes ricos em aprendizagem precisam ser criados com suporte de contexto de conteúdo holístico, de modo a estimular processos ativos de aprendizagem, nos quais as/os estudantes investiguem, explorem, questionem e utilizem seus vários canais sensoriais de entrada de informação para aprender na mente humana. Assim, potencializando as capacidades de conhecer e de refletir dos indivíduos, resultando em melhoria do aprendizado e, também, na utilização do processamento intermitente da memória (LOCKWOOD, 2004).

A efetividade de novos ambientes de aprendizagem pode ser aprimorada com base em promover experiências de aprender fazendo, nas quais os indivíduos tenham possibilidades, de explorar, de remixar, manipular, transformar objetos e ideias propiciadas dentro do ambiente digital proporcionado a eles. A natureza interativa e exploratória da RV a faz um recurso ideal para isso (LOCKWOOD, 2004).

Com a utilização de sistemas de produção e de visualização de informação de modo associado à tecnologia de RV é possível mostrar o todo e as partes de um dado processo.

Para tanto, existem recursos técnicos acessíveis, no padrão da internet, aprimorados por meio de pesquisa e desenvolvimento evolucionários, com base no conceito de RV e suas tecnologias. Entre eles, estão os ambientes digitais híbridos que possibilitam a produção de conteúdo digital com base em interação entre linguagens, recursos técnicos e multimídia, que compõem a rede mundial de computadores ou *World Wide Web*.

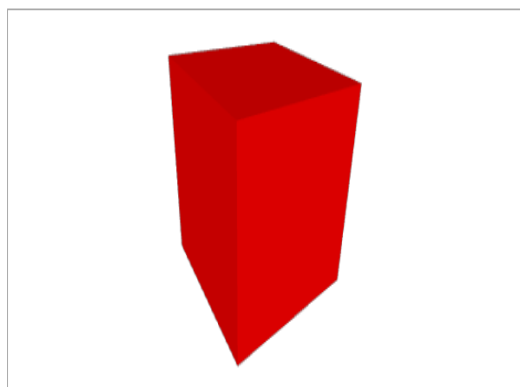
O *framework* ou modo de trabalho X3Dom (2018) é desenvolvido e aprimorado, de modo colaborativo por grupos de pesquisa, em âmbito internacional, com suporte da evolução e interoperação de linguagens, no padrão da internet, como a *Hypertext Markup Language* (HTML) e a *Extensible 3D Graphics* (X3D), possibilitando inter-relação entre código textual e sua representação visual ou simbólica em tempo real, figura 1

**Figura 1 - Um exemplo de código textual da linguagem X3D e sua representação simbólica e ou visual no framework X3Dom**

## x3dom at a glance

It only takes a few lines of HTML Code to integrate a 3D scene into your page:

```
<x3d width='500px' height='400px'>
  <scene>
    <shape>
      <appearance>
        <material diffuseColor='1 0 0'></material>
      </appearance>
      <box></box>
    </shape>
  </scene>
</x3d>
```



Fonte: X3Dom (2018)

A interoperação entre as linguagens HTML e X3D possibilita que os usuários de conteúdo produzido por terceiros passem a ser produtores de conteúdo, com base no conceito de conteúdo gerado pelo usuário (WIKIPEDIA, 2018), com suporte de uma integração de linguagens e conceitos científicos diversos, como as línguas inglesa e portuguesa, a linguagem digital e a visual, a linguagem matemática e a da geometria, e a linguagem artística, figura 2.

As linguagens citadas vêm sendo utilizadas em processos educacionais que estimulam a autoria e visualização de conteúdo digital por meio de navegadores da internet como o Firefox™ e o Google Chrome™, que estão instalados nas interfaces de celulares inteligentes, *tablets* e computadores pessoais (PROFESSOR VIRTUAL 3D, 2017).

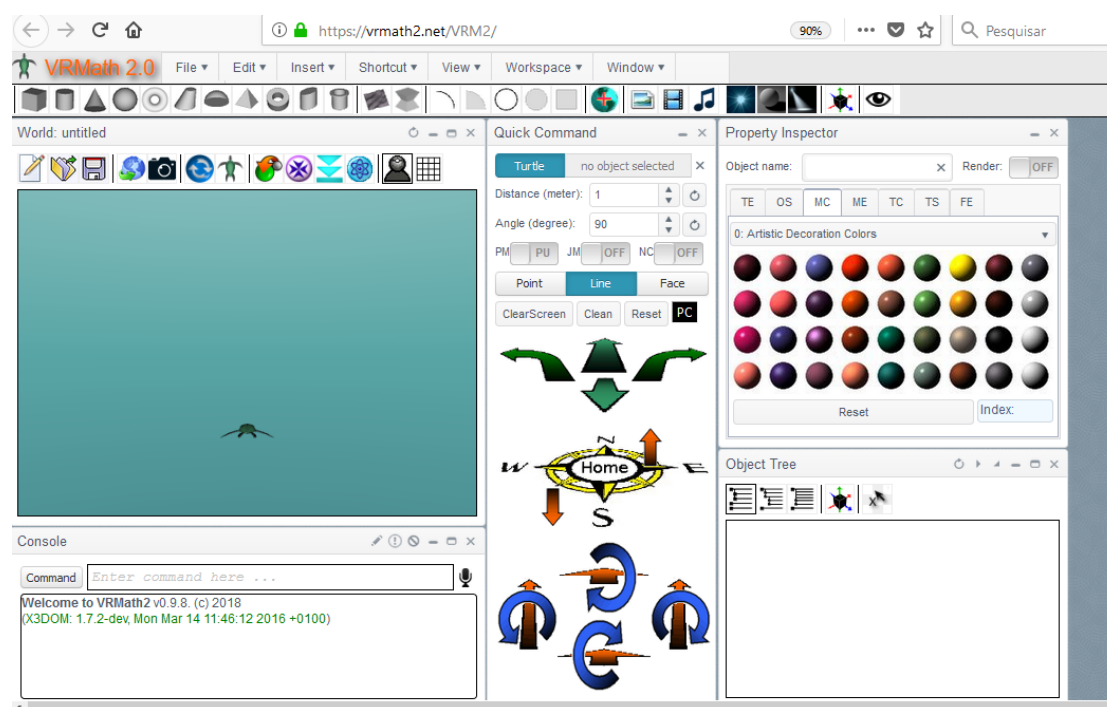
A criação e uso de ambientes virtuais projetados para estimular processos de ensino e aprendizagem interativos, híbridos, interculturais e imersivos, na educação, que têm sido desenvolvidos, com suporte de linguagens e recursos técnicos no padrão da internet, têm sido aprimorados.

Ampliam-se, assim, as possibilidades para que os indivíduos melhorem suas habilidades técnicas e capacidades cognitivas com suporte de uma integração entre a TAPVI e as ciências do currículo escolar.

A plataforma VRMath2.0, que é composta por linguagem no estilo da linguagem Logo e o padrão X3D, é um exemplo de ambiente virtual que pode estimular habilidades de programação de computadores de modo integrado com, entre outros, conceitos de matemática, de geometria e de artes. Inclui, ainda, potencial para instigar habilidades cognitivas de pensar espacialmente, por meio de investigação e de experimentação que envolvem a criação e a rotação de objetos virtuais 3D, figura-2 (YEH, 2010; 2017).

A Interface da plataforma VRMath2.0 possibilita a criação de ambientes digitais embasados na tecnologia de RV de modo integrado com conhecimentos científicos. A interface aceita criação de conteúdo tanto por meio de objetos digitais preconfigurados quanto via programação de computador utilizando linguagens no padrão da internet. Recursos técnicos evolucionários e acessíveis, como os mencionados, embasam o uso de TAPVI 3D, de alta qualidade, com inovação e baixo custo, como apoio aos processos educacionais que englobam ensinar e aprender, suportando uma integração entre as NTDIC e os conceitos científicos de várias ordens, como matemáticos, geométricos, de língua materna e estrangeira, incluindo de artes.

**Figura 2 - Interface VRmath**



Fonte: VRmath (2018)

A aplicação de TAPVI acessíveis, no padrão da internet, no desenvolvimento de atividades educativas, tanto simples quanto complexas pode promover acessibilidade e sustentabilidade de uso de NTDIC, na formação continuada dos indivíduos.

Esse incremento na acessibilidade aos recursos tecnológicos potencializa às escolas públicas e privadas, que em geral têm poucos recursos econômicos, oferecerem acesso às TAPVI 3D, como apoio à melhoria de processos educativos, de modo integrado com a aprendizagem de conceitos científicos do currículo aos estudantes. Potencializa, também, a formação de educadores, implicando a possibilidade de aprofundamento no domínio tecnológico e no conhecimento científico transdisciplinar (FRANCO et al., 2007; FRANCO; LOPES, 2012; FRANCO, 2015, YOUNGBLUT, 1998).

Além disso, o domínio técnico de recursos digitais e de conhecimentos científicos pelos indivíduos permite aos cidadãos se comprometerem com processos de educação continuada, com base em pesquisa e no uso de TAPVI 3D acessíveis para aprimorar e representar saberes (FRANCO, 2017).

Para além de aprimorar a competência técnica, esse processo interativo de ensino e de aprendizagem também pode impactar, com sustentabilidade, em melhoria das habilidades intelectuais de cidadãos. Esse processo educacional interativo permite

aprimorar capacidades cognitivas de letramento, de numerácia, de pensar espacialmente e transdisciplinarmente, durante processos individuais e colaborativos, formais e informais de ensino e aprendizagem embasados em procedimentos de autoria de conteúdo digital (FRANCO; LOPES, 2012; FRANCO, 2013), contribuindo para estimular processos educativos com foco em multimodalidade e multiletramentos dos indivíduos.

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia desta pesquisa está apoiada em uma revisão bibliográfica qualitativa. A partir da revisão foi feita a seleção de um caso uso de TAPVI 3D com base em uma pesquisa de Youngblut (1998) que avaliou casos de uso de ambientes digitais 3D na educação. Entre os vários casos, a avaliação de Youngblut (1998) apresenta o uso de uma linguagem aberta, no padrão da internet 3D, a Virtual Reality Modeling Language (VRML), como um apoio para atividades experimentais de letramento e numerácia no ensino fundamental.

Para além da compilação e análises realizadas por Youngblut (1998), este trabalho utilizou a biblioteca virtual da Revista Renote, que contém artigos científicos sobre uso de TAPVI na educação (FRANCO et al, 2007); os anais do Congresso Alice Brasil entre 2010 e 2015 (BARROS, 2016); os Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação, entre 2013 e 2017, por exemplo, (FRANCO; LOPES, 2013); os anais V Encontro Brasileiro de Educomunicação (FRANCO, 2014), um e-book sobre educomunicação e diálogos interculturais (SOARES; VIANA; XAVIER, 2017), os anais da conferência *'Immersive Education Europe'* entre 2014 e 2017 (FRANCO, 2017) que apresentam textos com casos de uso de AD3D e RV programáveis, na educação, em particular, no ensino fundamental.

A seleção de caso de uso foi feita com base em exemplos de uso de tecnologias de produção e de visualização de informação que foram construídos com apoio na inter-relação entre o conceito de construcionismo e a construção de um dado artefato digital, por meio de programação. A base para seleção de caso também utilizou estudos de Cope e Kalantz (2009) a respeito do conceito de multiletramentos. E de Papert sobre o uso da linguagem de programação Logo para que crianças produzissem objetos digitais aplicando conceitos matemáticos e de geometria (PAPER, 1993, 2006).

De maneira análoga ao trabalho de Papert (1993, 2006), foi selecionado um caso de uso de TAPVI 3D, no ensino fundamental, com base no critério do caso utilizar uma linguagem script, acessível e ou aberta, no padrão da internet.

O estudo foi realizado para que os potenciais leitores deste trabalho possam reutilizar e ou adaptar os exemplos práticos descritos e usá-los em seus processos de educação presencial, continuada e ou de formação profissional, seja em serviço ou em

espaços não formais como exemplifica uma interação informal entre educadores (PROFESSOR VIRTUAL 3D, 2018).

A investigação, a partir da revisão bibliográfica, inclui o caso de uso selecionado com embasamento, também, nas práticas e reflexões suportadas pela aplicação de TAPVI, nas atividades educativas de construção de AD3D simples e complexos, a partir do ensino fundamental.

As reflexões sobre a escolha do caso de uso se estendem a utilização longitudinal de TAPVI para estimular aprimoramento de conhecimentos tecnológico e científico de estudantes e de educadores, no ambiente natural de uma escola pública de ensino fundamental I e II, situada na periferia de uma metrópole brasileira (FRANCO; CRUZ; FRANCO; LOPES; 2007; FRANCO; LOPES, 2012; FRANCO, 2014; FRANCO; 2017).

Os procedimentos para seleção das fontes ocorreram com suporte de duas pesquisas acadêmicas.

Uma que propôs o uso de plataformas e linguagens, no padrão da internet, para construir e representar narrativas em ambientes digitais tridimensionais (ROUSSOS et al., 1999). Outra apresentou compilação com usos de AD3D, na Educação, envolvendo utilização de AD3D do ensino fundamental ao ensino médio, sendo que um dos exemplos apresenta uso de linguagem '*script*', no padrão da internet como uma forma acessível de estimular leitura, domínio técnico, escrita digital híbrida por produção de conteúdo 3D envolvendo conceitos científicos do currículo (YOUNGBLUT, 1998).

As duas pesquisas convergiram em termos de apresentar a acessibilidade e o uso de TAPVI, por meio da linguagem chamada VRML, que posteriormente foi utilizada para, em ambiente natural, fundamentar trabalho de pesquisa embasada em prática experimental de uso dessa linguagem, através de manipulação direta por parte de educadores e estudantes, em um contexto de ensino fundamental I e II (FRANCO; LOPES, 2004).

Essa experiência inicial e outras experiências empíricas de construção de AD3D, com suporte de RV acessível, no âmbito escolar de ensino fundamental I e II, fazem parte do corpus de uma revista eletrônica chamada Renote (FRANCO; LOPES, 2004; FRANCO et al., 2006; FRANCO et al, 2007).

Entretanto, o corpus publicado na revista Renote se refere à linguagem VRML, que como descrito no capítulo 2, serviu como uma das bases de conhecimentos científicos e tecnológicos para estruturar o padrão X3D (BRUTZMAN; DALY, 2007).



Então, com base no estado da arte da contemporaneidade tecnológica propiciada pelo padrão X3D, foi selecionada como caso de uso, uma publicação do corpus do Congresso Brasileiro de Informática na Educação (FRANCO; LOPES, 2013) que apresenta elementos textuais e visuais relativos à aplicação prática do padrão X3D, no ensino fundamental, para poder-se efetuar no capítulo 5 as análises, tendo como parâmetros, para tanto, o objetivo geral e os específicos, que foram descritos, no capítulo 1, deste trabalho.

#### 4 CASO DE USO

Este caso de uso ocorreu na escola de ensino fundamental I e II, na escola de ensino municipal Ernani Silva Bruno (ESB), Parada de Taipas, São Paulo.

Participaram desse momento do projeto, um professor de língua inglesa, que já havia atuado, entre 2002 e 2010, no laboratório de informática da referida escola, como Professor Orientador de Informática Educativa (POIE).

E 12 estudantes, seis alunos e seis alunas de ensino fundamental I, que foram convidados, em 2012, para voluntariamente, participarem do projeto de estudos transdisciplinares referentes ao uso integrado de TAPVI com a aplicação de conceitos científicos do currículo, por meio de programar computadores. Os estudos foram iniciados no segundo semestre de 2012 e continuaram em 2013, ano que os estudantes iniciaram o ensino fundamental II (FRANCO; LOPES 2012; 2013).

Este caso de uso foi realizado, no laboratório de informática da referida escola, uma vez por semana, período de uma hora-aula (45 minutos), hora de estudos do professor de inglês citado anteriormente, no âmbito de projeto pós/pré-aula para propiciar compreensão e domínio aprofundado de técnicas de NTDIC.

O uso integrado da tecnologia de RV e TAPVI com conceitos científicos do currículo, por meio de atividades de programação de computadores para embasar os processos de ensinar e aprender do projeto, demonstrou, por meio de análise de elementos textuais e visuais, que ao utilizarem linguagens e plataformas, no padrão da internet, os indivíduos comprometidos com seus processos de ensino e aprendizagem puderam aprimorar, de maneira processual, suas capacidades técnicas, habilidades cognitivas diversas, como as de pensar espacialmente e transdisciplinarmente. Eles também ampliaram conhecimento científico, artístico, cultural e criatividade de modo simultâneo e ou inter-relacionado.

Para Sharp, Rogers e Preece (2013) habilidades cognitivas, como as de ler, falar, escrever, memorizar, perceber e reconhecer, atenção, resolver problemas, raciocinar, tomar decisão e aprender são processos inter-relacionados.

As atividades educativas desenvolvidas, no projeto pós/pré-aula, referentes a construir um blog e programar computadores utilizando o arcabouço ou 'framework

X3Dom', possibilitaram aos estudantes, da referida escola pública de ensino municipal, utilizar conhecimentos científicos e tecnológicos de modo integrado, durante as interações humano-computador.

Essas interações foram construídas com suporte conceitual de estratégia pedagógica produtiva, "que implica em aprendizagem pela prática, que é um importante aspecto da assimilação de conhecimentos do século XXI. Os estudantes devem ser levados a explorar a aprendizagem em um nível mais profundo e significativo" (WILSON et al., 2013, p.76).

A referida estratégia pedagógica foi praticada, utilizando-se o framework X3DOM, que contribuiu para estimular processualmente as capacidades cognitivas e competência técnica dos indivíduos comprometidos com seu processo de aprendizagem.

Nos períodos do segundo semestre de 2012 e do primeiro semestre de 2013 ocorreram oficinas interativas sobre tecnologia, cultura e arte digital e sua interconexão com conceitos científicos, como os de geometria, de línguas, e de matemática.

As oficinas, de pequena escala, para criação de e-mails, blogs, aprender técnicas de fazer *'upload'* e *'download'* de arquivos digitais, refletir sobre o uso de arquivos digitais próprios e de terceiros, compreender como armazenar e ou salvar localizar desses arquivos em uma dada máquina do laboratório de informática e ou em algum repositório de sons e imagens na internet. Incluindo produzir e editar imagens por meio de um editor de imagens, por exemplo, o software Paint.

Nesses processos de ensinar e aprender fundamentos de tecnologias digitais houve uso de conceitos de língua portuguesa e inglesa utilizados durante as pesquisas, leituras e escrita de textos. Matemática referente a localização espacial dos objetos na página do blog criado, proporção de tamanhos, largura e altura para equilíbrio entre uma dada imagem usada na ilustração e o texto escrito.

Além disto, houve manipulação direta de arquivos X3DOM, via linguagens, no padrão da internet, como as HTML e X3D, para criação de objetos digitais 3D de modo inter-relacionado com diversos conceitos científicos do currículo escolar. Por exemplo, uso de línguas materna (português) e estrangeira (inglês) ao programar e comentar o programa produzido, como no *'script'* mostrado na figura 3.

Na mesma figura 3, o comando (`<viewpoint position= "0 10 80"></viewpoint>`) é um exemplo de uso de conceitos matemáticos e geoespaciais, como na utilização do plano de coordenadas Cartesianas de modo combinado com números positivos e negativos,

(neste exemplo, números positivos). Com a vantagem de representar e compreender com mais facilidade o conceito de profundidade, por meio das interações de programação e visualização de informação, em tempo real, com o objeto digital de um dado ambiente 3D, que aparece na tela de um computador, do que apenas com o uso do quadro branco ou lousa. Pois, há equivalência entre  $X = 0$ , vista horizontal e no ponto central (de origem, na tela de visualização), com relação a olhar de frente para uma dada tela (de computador, telefone celular inteligente, tablete;  $Y=10$ , vista vertical; e  $Z=80$ , equivalente a distancia profundidade ao olhar de frente para o fundo de uma dada tela.

Incluiu-se, nesse conjunto de exemplos, uma publicação em vídeo demo, produzido pelo professor de inglês citado, e editado por pesquisadores da instituição internacional que coordena pesquisas referentes ao framework X3DOM (PRIMARY SCHOOL, 2012; X3DOM, 2018), com estudantes do projeto pós/pré-aula, da referida escola de ensino fundamental I e II, produzindo conteúdo 3D, no padrão da internet, com apoio em utilizar o framework X3Dom.

Parafraseando (FRANCO; LOPES, 2013), essa estratégia de manipulação direta de tecnologias digitais para criação de conteúdo e reflexões colaborativas e horizontais entre educador e estudantes do projeto pós/pré-aula descrito, facilitou aos estudantes de ensino fundamental I e II refletirem, decomponem e compreenderem a simplicidade e a complexidade de conhecimentos diversos que foram entrelaçados e compuseram os AD3D produzidos, conforme exemplifica o código textual ou programa, na figura-3.

**Figura 3 - Parte do programa escrito com suporte de uma inter-relação entre as linguagens HTML e X3D, que compõem o framework X3Dom**

```
<html>
  <head>
    <title>gale</title>
    <link rel="stylesheet" type="text/css"
      href="http://www.x3dom.org/x3dom/release/x3dom.css">
    </link>
    <script type="text/javascript"
      src="http://www.x3dom.org/x3dom/release/x3dom.js">
    </script>
  </head>
  <body>

    <h1>x3dom a casa x3d</h1>
    <p>
      Projeto de construção de uma casa.
    </p>
    <x3d width="800" height="600">

      <scene>

        <viewpoint position="0 10.0 80"></viewpoint>

        <background skycolor='1 1 1'></background>
        <!--ponto de luz externo-->
        <PointLight ambienteIntensity="0.9" location="0 70 0" on="true" radius="50"></PointLight>
        <!--ponto de luz interno-->
        <PointLight ambienteIntensity="0.9" location="0 8 0" on="true" radius="50"></PointLight>
      </scene>
    </x3d>
  </body>
</html>
```

Fonte: Batista (2013)

O código na figura 3 é parte da descrição textual que forma um dado programa de computador por meio de uso da linguagem X3D no framework X3Dom.

O dado programa tem sua representação simbólica demonstrada na interface da galeria virtual 3D na figura 4.

**Figura 4 - Representação simbólica do programa exemplo, que foi apresentado na figura-3 desta seção.**



Fonte: Batista (2013)

O processo de construção da interface 3D do blog, por meio de interação entre codificar e representar conhecimento científico, refere-se ao currículo de ensino fundamental I e II.

Por exemplo, no estudo de formas geométricas e suas aplicações, que foi realizado com suporte de descrição de uma dada forma, inicialmente a 'box' / 'cubo' na figura 1.

Posteriormente, essa forma recebeu transformações por meio de remixagem e ou reuso e adaptação de código de programação, conforme figura-5 (mostrando o comentário<sup>3</sup> (<! - - teto - ->) e o código (<material diffuseColor= 'red' 'vermelho'>).

<sup>3</sup> Comentário – descrição textual que ajuda a compreender o que acontece em uma dada parte de um determinado programa de computador ou código de programação.

E, também, por meio do comentário (`<!-- parede da frente esquerda ->`) e o código (`<material diffuseColor= 'yellow' 'amarelo'>`) que conforme informação textual na figura 5 e visual e ou representação simbólica na figura 6, se transformou na parede amarela no meio da galeria do AD3D.

**Figura 5 - Descrição textual em forma de reuso de parte da geometria da galeria**

```

977
978 <!--teto -->
979
980
981 <transform translation="0 10. 0">
982   <shape>
983     <appearance>
984
985       <material diffuseColor='red'></material>
986     </appearance>
987     <box size='30.0 0.5 60.0'></box>
988
989   </shape>
990 </transform>
991 <!--parede de frente esquerda-->
992
993
994 <transform translation="-9 5. -0">
995   <shape>
996     <appearance>
997
998       <material diffuseColor='yellow'></material>
999     </appearance>
1000     <box size='11. 10.0 0.5'></box>
1001
1002   </shape>
1003 </transform>
1004 </x3d>
1005 </body>
1006 <!-- html-->

```

Fonte: Franco; Lopes 2013)

Na figura 5, a imagem apresenta descrição textual de parte do reuso de código do programa mostrado na figura 3 com modificações de formas geométricas, iluminação e cores para compor a representação simbólica da galeria na figura 6.

**Figura 6 - Representação simbólica do reuso do código do programa**



Fonte: Batista (2013)

As interações humano-computador iniciadas no laboratório de informática da escola de ensino fundamental I e II, ESB, descrita na seção de materiais e métodos, com apoio em utilizar TAPVI, aconteceram também para além dos muros da escola.

Os procedimentos pedagógicos e técnicos desenvolvidos durante o projeto pós/pré-aula deste caso de uso foram mediados por atividades colaborativas, nas quais educadores e estudantes vivenciaram processos de educação continuada e compartilharam conhecimentos científicos, artísticos, cultural e digital.

Essas atividades educativas e mediações colaborativas suportadas pelo uso de tecnologia digital, referente ao uso de tecnologias avançadas de produção e visualização de informação para a construção de ambientes digitais tridimensionais foram compartilhadas no laboratório da escola figura 7.

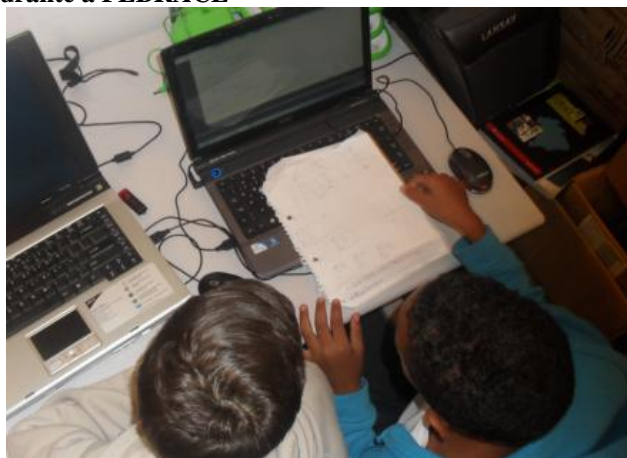
**Figura 7 - Compartilhando e aprimorando conhecimentos durante as interações humano-computador no laboratório de informática da escola de ensino fundamental I e II Ernani Silva Bruno**



Fonte: : Franco; Lopes (2013)

Isso, por meio da participação de educadores e estudantes da escola ESB, objeto deste caso de uso, e suas interações com o público da Feira Brasileira de Ciências e Engenharia (FEBRACE). Nessa feira, os estudantes de ensino fundamental I compartilharam seu conhecimento referente a letramento em codificação de modo integrado com conceitos científicos do currículo, desenvolvendo um trabalho colaborativo de produção de conteúdo digital 3D, relativo à construção da galeria virtual postada no blog matias.com (BATISTA, 2013) figura 8.

**Figura 8 - Estudantes desenvolvendo trabalho colaborativo de produção de conteúdo digital 3D por meio de letramento em codificação durante a FEBRACE**



Fonte: Franco; Lopes (2013)

Apresentadas as descrições sobre as aplicações selecionadas no estudo de Franco e Lopes, apresentam-se, no próximo capítulo, a discussão dos resultados



## 5 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Embora, ainda de maneira restrita a um dado ambiente escolar de ensino fundamental, as atividades de ensino e aprendizagem nesse projeto pós/pré-aula, apresentado na seção caso de uso, propiciam compreensão de como o domínio aprofundado de técnicas de NTDIC / TAPVI, no que se refere a usar de modo integrado a tecnologia de RV com conhecimento científico do currículo, por meio de utilizar linguagens e plataformas, no padrão da internet, podem beneficiar a formação de educadores e educandos.

Como consequência de compreensão e uso processual dessa integração, os indivíduos comprometidos com seus processos de ensino e de aprendizagem e que utilizaram a mencionada integração podem e têm aprimorado suas capacidades técnicas, habilidades cognitivas e conhecimento científico, artístico e cultural (FRANCO; 2014; FRANCO, 2017; FRANCO; OLIVEIRA, 2018).

Ao utilizar, no caso de uso, a linguagem X3D, que possibilitou a criação de AD3D e representação de conhecimento através da inter-relação entre números e palavras que compõem a linguagem de programação mencionada, contribuiu-se por meio de representação simbólica, para estimular operações mentais referentes aos multiletramentos (COPE; KALANTIZ, 2009) e ao raciocínio espacial (SHARP; ROGERS; PREECE, 2013), com suporte de conhecimento e pensamento transdisciplinares.

Conforme indicadores textuais e visuais do caso de uso, os estudantes do ensino fundamental se comprometeram com os processos de ensino e aprendizagem para criação de artefatos digitais 3D, com embasamento em intervenção pedagógica produtiva e exploratória, suporte de interação humano computador (IHC), experimentação e de utilização integrada de conceitos científicos transdisciplinares de modo transversal, por meio de aplicação de TAPVI, que estimulou letramento tradicional/digital e visual, incluindo habilidades cognitivas com raciocínio espacial.

Esse tipo de intervenção pedagógica se articula com as reflexões de Giordan (1999) sobre experimentação por simulação e dimensão cognitiva:

Na elaboração de um modelo mental, destacam-se dois componentes, os elementos e as relações, que representam um estado de coisas específico. Os modelos mentais servem de sistemas intermediários entre o mundo e sua representação, uma espécie de filme interno cujas cenas são formadas por imagens animadas e signos, cuja concatenação expressa o estado de coisas e dialoga com a representação que o sujeito confere à realidade. A experimentação deve também cumprir a função de alimentadora desse processo de significação do mundo, quando se permite operá-la no plano da simulação da realidade. Nas situações de simulação, desencadeia-se um jogo entre os elementos e as relações, que devem manter correspondência com seus análogos no plano do fenômeno. (GIORDAN, 1999, p.47).

Entre outras, as operações mentais de raciocínio espacial dos indivíduos, por exemplo, estão inter-relacionadas com transformações espaciais de deslocamento espacial do objeto digital 3D, 'cubo', que representa o teto (`<!--teto vermelho-->`) da galeria virtual na figura 6.

Conforme foi mencionado no exemplo do comando (`<viewpoint position= "0 10 80"></viewpoint>`), no caso de uso, todo objeto 3D criado com a linguagem X3D tem como referência de ponto de origem inicial o centro de uma dada tela de visualização interligada com um computador, 'tablet', e ou 'smartphone' usado para programação da linguagem X3D.

O ponto (0) zero e ou de origem e o comando ('transform= 0(X) 0(Y) 0(Z)') tem uma inter-relação com o conceito de plano Cartesiano.

Descartes criou o sistema Cartesiano de coordenadas para demonstrar a localização de alguns pontos no espaço (TODAMATÉRIA, 2017).

Assim, observando o comando (`<transform translation="0 10. 0">`), na figura 6, e lendo-o da esquerda para direita, tendo como referência olhar de frente para tela de um dado monitor (de um computador, 'tablet' e ou 'smartphone'), a parte textual 'transform translation' está relativa às translações e transformações de um dado objeto 3D, em um espaço virtual a que ele pertença.

A combinação de valores numéricos que ocorrem entre as três casas numéricas (`<transform translation="0 10. 0">`), que seguem após a parte textual, é que determina a posição do objeto 3D no mundo virtual. No caso de uso, descrito na seção 4, o primeiro número (0) está referente ao eixo horizontal (X) para representar deslocamento lateral para esquerda e ou para direita de um dado objeto digital. O número 10 está relativo o eixo vertical (Y) altura, para deslocamento de um objeto digital para cima e para baixo. E o número (0) da direita está para representar deslocamento em profundidade para frente e para trás no eixo (Z).

Na sequência, o comando (`<'shape'> forma`) apresenta ao leitor o conceito de geometria, nesse caso específico (`<box size='30.0 0.5 60.0'/></box>`) um **cubo**. O comando (`<appearance>`, *aparência*), tende a levar o pensamento do leitor e ou do produtor de conteúdo ao conceito de arte, pois traz a possibilidade de acrescentar uma série de elementos estéticos ao mundo virtual criado, como, por exemplo, a cor (`<material diffuseColor='red', vermelho></material>`).

Nesse exemplo, a cor (**'red' vermelha**) está representada na forma escrita, mas ela poderia, e é mais comum, estar representada na forma numérica (1), como é verificável através do comando (`<material diffuseColor='1 0 0', vermelho></material>`) na figura 1, na seção de introdução deste trabalho.

Além disso, o comando (`<box size='30.0 0.5 60.0'/></box>`) aproxima o pensamento tanto do leitor do código quanto do produtor de conteúdo 3D de conhecimento matemático referente, as transformações de largura com valor de 30 unidades (metros), no eixo (X), espessura 0.5 ou (50cm, meio metro) no eixo (Y) e profundidade de 60m, no eixo (Z), que são identificáveis através da leitura do comando ('box size', tamanho do cubo).

Há limitações nesta análise qualitativa, quanto a como fazer a medição de aprimoramento técnico, cognitivo e de multiletramentos dos indivíduos, que se restringe a ler, observar, refletir sobre e interpretar os processos de ensino e de aprendizagem, que envolveram as interações entre educadores e estudantes no processo de criação do mundo virtual apresentado na seção caso de uso e detalhado durante esta seção de reflexão e discussão de resultados.

No que tange aos multiletramentos envolvendo os processos de ensinar e aprender línguas estrangeiras, os procedimentos de programação de computadores e de visualização de informação descritos envolveram aprender e utilizar, de modo inter-relacionado, diversas linguagens seus códigos e suas tecnologias, por meio de uso de línguas estrangeiras artificiais, referentes às linguagens do mundo digital como a X3D, VRML e a HTML. Incluindo, as linguagens naturais, que no contexto do currículo do caso de uso, são a língua portuguesa como materna e a língua inglesa como estrangeira. Além

disso, de considera-se que TAPVI e de RV foram usadas como materiais autênticos<sup>4</sup> nos processos de ensinar e de aprender língua estrangeira (HANNA, 2012).

Desse modo, na contemporaneidade em que vivemos, utilizar linguagens computacionais referentes às TAPVI e RV, durante os processos de educacionais, corrobora com a ideia de que aprender língua estrangeira significa estar apto a engajar-se discursivamente no mundo social, abrindo-se a novas culturas, reafirmando e/ou construindo a sua própria identidade nacional, sendo endossada pelo exercício da alteridade. Essa consciência, o aluno precisa criar, mas, para isso, ele precisa ser conduzido a este caminho, uma vez que está em processo de formação (CELANI; SOUSA, 2017, p.68).

Ao se refletir sobre a aprendizagem de línguas estrangeiras, e entre elas as linguagens artificiais do mundo digital, há consciência que as linguagens de programação são difíceis de aprender. Entretanto, para além de sua ajuda no desenvolvimento das habilidades dos indivíduos para resolver problemas por meio da programação de computadores, o domínio e uso das linguagens de programação são habilidades de trabalho necessárias em muitas profissões, e mais do que isso, elas são parte relevante da infraestrutura digital que está sendo construída no planeta (GUZDIAL; LANDAU, 2018).

Entretanto, por meio do uso de TAPVI, houve compreensão, domínio e uso de saberes científicos de um dado currículo de modo integrado com utilização de processos técnicos de construção de imagem. Portanto, estimulando que os indivíduos refletissem colaborativamente durante as experimentações a respeito da relevância de aprimorar, também, letramento em codificação e letramento ‘remix’ com tecnologias embasadas na internet, como formas de desenvolverem com sustentabilidade processos de educação continuada.

Pois, parafraseando Freire (2011, p.43), para refletir com os indivíduos qualquer questão de ordem técnica, é necessário que, para eles o tema mencionado já constitua *“um percebido destacado em si”*. Desse modo, os indivíduos captem as relações interativas entre o percebido destacado e outras dimensões da realidade. *“Isso, demanda um esforço não de extensão mas de conscientização que, se bem-realizado, permite aos indivíduos se apropriarem criticamente da posição que ocupam com os demais no mundo”*.

---

<sup>4</sup> Materiais autênticos e contato com a língua-alvo que ele propicia levam ao desenvolvimento de conhecimento léxico-gramatical e, simultaneamente, da competência sociolinguística, pois aspectos sociais e culturais ficam evidenciados (HANNA, 2012, P. 60).

O caso de uso mostrou, no âmbito escolar e para além dos processos de ensino e aprendizagem formais, algumas situações referentes ao uso de tecnologias e técnicas contemporâneas como apoio a uma estratégia pedagógica exploratória, por meio de utilização de TAPVI e de RV na construção de um AD3D.

Essa integração entre tecnologia e pedagogia foi aplicada com mediação de programação de computadores e de visualização de informação, em tempo real, por meio de manipulação direta de linguagens script, favorecendo aos indivíduos compreender, aprender e usar a '*expressividade das linguagens*' para adaptar software e criar interfaces (PREIM; BARTZ, 2007).

A estratégia pedagógica exploratória descrita, por meio de criação e uso de simulações computacionais simples e complexas de modo integrado com conhecimentos científicos transdisciplinares (SHARP et al., 2011) pode implicar em elevação nos níveis de atenção dos indivíduos e de seu processo criativo, que estão relativos a estimular e usar a plasticidade e maior atividade cerebral durante atividades educativas de programação e de visualização de informação (BARRY; GRIFFITHS, 2010).

Além disso, aprimorar o domínio técnico de recursos digitais e de conhecimentos científicos pelos indivíduos, desde o ensino fundamental, permite aos cidadãos que se comprometerem com seus processos de educação continuada, oportunidades de tomar decisões com consciência mais apurada e ou pensamento crítico sobre quais caminhos seguir no futuro.

Como exemplo, Franco (2018) descreve que um ex-aluno da escola ESB, que participou do projeto descrito na seção de materiais e métodos e fez parte da turma de ensino fundamental I e II, objeto do caso de uso deste texto, está fazendo um curso técnico de desenvolvimento de sistemas. Esse ex-aluno da escola ESB visitou o professor de inglês e ex-POIE, que foi mencionado na seção de materiais e métodos. Então, disse ao professor, que o curso de desenvolvimento de sistemas, que frequenta, tem como conteúdo, características técnicas similares às utilizadas durante os estudos realizados no projeto pós/pré-aula.

Resultado de processos longitudinais de ensinar e de aprender, como esse do ex-aluno da escola ESB, indica a relevância de que, cada vez mais, os processos educativos oferecidos pelas escolas sejam inclusivos, propiciando oportunidades de aprimoramento sociotécnico e humano de alta qualidade que possam ser aplicados e aprimorados no presente e no futuro dos cidadãos.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir das análises do caso de uso por meio de seus elementos textuais e visuais, os resultados pedagógicos examinados neste trabalho mostram várias vantagens de usar TAPVI 3D de modo integrado com o desenvolvimento de conhecimento de conceitos científicos de um dado currículo.

Para trabalhos futuros, há a possibilidade de escalar, por meio dos sistemas educacionais, de modo inclusivo e igualitário, o acesso, a compreensão, a aprendizagem e o uso de recursos técnicos de ciência da computação e suas ramificações, tais como computação gráfica e a programação de computadores.

Os procedimentos de estratégia pedagógica produtiva e exploratória por meio de uso de recursos técnicos de produção e de visualização de informação e de realidade virtual no caso de uso corroboram com a necessidade de que os cidadãos tenham acesso sustentável às possibilidades de formação permanente embasada em multimodalidade e multiletramentos para que participem ativamente da economia criativa.

Os exemplos textuais e visuais das figuras 7 e 8 da seção de análise de resultados mostram que é relevante uma escalada de compartilhamento de conhecimentos técnicos embasada em uso de TAPVI e de RV programáveis, no padrão da internet, a partir do ensino fundamental, estimulando aprendizagem ativa e significativa, através de aprender fazendo e construir micromundos por meio de utilizar tecnologias digitais de baixo custo e de alta qualidade técnica.

O domínio técnico e uso de recursos digitais de baixo custo e de alta qualidade técnica na educação pode servir de apoio para uma escalada de compartilhamento de conhecimento da maneira sugerida neste trabalho. Assim, pode-se diminuir o problema de uso de RV como um instrumento que apenas sirva para que os indivíduos vivenciem passivamente conteúdos de mundos virtuais criados por terceiros.

Quando o desejável no contexto da educação contemporânea é que os indivíduos vivenciem experiências de criar conteúdo por meio de uso de técnicas de RV. Nesse sentido os exemplos do caso de uso indicam que é plausível de acontecer desde o ensino fundamental.

Além disso, devido à convivência de gêneros feminino e masculino no cotidiano escolar, tal escalada pode estimular conscientização natural e conseqüente preparação para e participação dos indivíduos de ambos os gêneros em áreas da economia que

necessitem cidadãos com competências e habilidades tecnológicas como a de programação de computadores. Por exemplo, a área da ciência da computação, na qual o gênero feminino tem pouca representatividade.

Para muitos estudantes do ensino fundamental, as primeiras referências de apropriação e uso de recursos técnicos do mundo digital de modo integrado com conhecimento de conceitos científicos do currículo são os educadores. Portanto, projetos e atividades educativas que estimulem os educadores aprenderem manusear tecnologias como as TAPVI 3D por meio de programação de computadores precisam ser realizados, aprimorados e replicados através de criar e sustentar comunidades de prática.

Nessa perspectiva, a bibliografia e os exemplos de caso de uso utilizados neste texto indicam que, também, a formação de indivíduos em serviço corrobora para diminuir os problemas de como aprimorar e escalar as capacidades técnicas e cognitivas de educadores e estudantes para compreenderem e utilizarem meios eletrônicos com aprofundamento de conhecimento, em particular, letramento em codificação de modo integrado com o ensino de ciências.

As análises dos processos de ensino e aprendizagem na formação de professores por meio de codificação indicaram que pode haver desmistificação 'mental' dos indivíduos sobre a complexidade das ações de programar computadores de modo integrado com a construção de conteúdo e aprendizagem de conceitos científicos de um dado currículo de ensino fundamental.

Como identificado na seção do caso de uso, a ida de estudantes e educadores do ensino fundamental para uma feira de ciências com suporte de uma universidade contribuiu para aproximar as ações educacionais da universidade e as ações da educação básica através de interações colaborativas.

As interações educativas colaborativas envolveram, também, cooperação entre educadores e estudantes do ensino fundamental, educadores e pesquisadores da universidade e posteriormente desses com o público da feira de ciências por meio de forte mediação de tecnologias avançadas de produção e visualização de informação e de realidade virtual, abertas e no padrão da internet. Portanto, podendo servir, com sustentabilidade, como um apoio relevante para aprimorar processos de ensinar e aprender desde o início da educação básica.

## REFERÊNCIAS

- ALVES, L.; COUTINHO, I. J. (org.), *Jogos digitais e aprendizagem: fundamentos para uma prática baseada em evidências*. Campinas, SP: Papirus, 2016.
- BARROS, E. A. et al. (Org.) *Anais do Congresso Alice Brasil*, Universidade Presbiteriana Mackenzie, 2016. Disponível em: <<http://www.mackenzie.com.br/21637.html>>. Acesso em: 22 Abr. 2018.
- BATISTA, M. *Galeria*, 2013. Disponível em: <<http://856585.blogspot.com/>>. Acesso em: 28 Jun. 2018.
- BRASIL, Base Nacional Comum Curricular, Ministério da Educação, 2018. Disponível em: <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/wp-content/uploads/2018/02/bncc-20dez-site.pdf>>. Acesso em: 13 Mar. 2018.
- BRASIL. Lei n. 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 23 dez. 1996. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L9394.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9394.htm)>. Acesso em: 6 Jul. 2018.
- BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros curriculares nacionais: terceiro e quarto ciclos: apresentação dos temas transversais / Secretaria de Educação Fundamental*. – Brasília : MEC/SEF, 1998. 436 p.
- BRUTZMAN, D; DALY, L., *X3D: Extensible 3D Graphics for Web Authors*, Cinha: Morgan kaufman, 2007.
- CAVALCANTI, A. C. F. *Educação Matemática e Cidadania: um olhar através da resolução de problemas*. 2010. 252 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa-PB, 2010. Disponível em: <<http://tede.biblioteca.ufpb.br/bitstream/tede/4910/1/arquivototal.pdf>>. Acesso em: 21 Abr. 2018.
- CELANI, Alba, A.; SOUSA, Marcio J. F., A Formação continuada de professores como um processo de autocrítica. In: *VERBUM*, v. 6, n. 3, mar. 2017, p. 66-76. Disponível em: <<https://revistas.pucsp.br/index.php/verbum/article/view/30391/22100>>. Acesso em: 1 Jul. 2018.
- CHEN, C. J., Theoretical Bases for Using Virtual Reality in Education. *Themes in science and technology education*, Special Issue, Pages 71-90, Klidarithmos Computer Books, 2009. Disponível em: <<https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1131320.pdf>>. Acesso em: 12 Mar. 2018.
- CHEN, C., *Information visualization: beyond the horizon*. London: Spring, 2006.
- CLASSVR, *A guide to VR & AR in Education*, White Paper, 2017. Disponível em: <<http://www.classvr.com/download/whitepaper-a-guide-to-ar-vr-in-education/>>. Acesso em: 8 Jul. 2018.
- CODEORG, Code.org students creation, 2018. Disponível em: <<https://code.org/>>. Acesso em: 5 jul. 2018.



COOPER, Steve; GROVER, Shuchi; SIMON, Beth, Education: building a virtual community of practice for k-12 CS teachers. In: *COMMUNICATIONS OF THE ACM*, vol. 57, nº5, 2014, p. 39 -41.

COPE, B.; KALANTIZ, M. Towards a New Learning: the Scholar social knowledge workspace, in theory and practice. In: *E-Learning and Digital Media*, Volume 10, Number 4, 2013. Disponível em: <<http://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.2304/elea.2013.10.4.332>>. Acesso em: 5 jul. 2018.

COPE, B.; KALANTIZ, M., Multiliteracies: New Literacies, New Learning, *Pedagogies: An International Journal*, 4:3, 2009, p. 164 – 195. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/242352947\\_Multiliteracies\\_New\\_Literacies\\_New\\_Learning](https://www.researchgate.net/publication/242352947_Multiliteracies_New_Literacies_New_Learning)>. Acesso em: 5 jul. 2018.

CORRÊA, A. G.; PACHECO, B. CONCILIO, S. I., *Realidade aumentada: aplicação em sala de aula*. São Paulo: Editora Mackenzie, 2016.

CUNHA, R.; SILVA, R. L. S., Virtual Reality as an Assistive Technology to Support the Cognitive Development of People With Intellectual and Multiple Disabilities, In: *Anais XXVIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação – SBIE*, 2017. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/320993131\\_Virtual\\_Reality\\_as\\_an\\_Assistive\\_Technology\\_to\\_Support\\_the\\_Cognitive\\_Development\\_of\\_People\\_With\\_Intellectual\\_and\\_Multiple\\_Disabilities](https://www.researchgate.net/publication/320993131_Virtual_Reality_as_an_Assistive_Technology_to_Support_the_Cognitive_Development_of_People_With_Intellectual_and_Multiple_Disabilities)>. Acesso em: 13 Mar. 2018.

DUDENEY, Gavin; HOCKLY, Nicky; PEGRUM, Mark, *Letramentos digitais*. Tradução Marcos Marcionilo. São Paulo: Parábola Editorial, 2016.

EUR-lex. 2010 joint progress report of the Council and the Commission on the implementation of the 'Education and Training 2010 work programme, NOTICES FROM EUROPEAN UNION INSTITUTIONS, BODIES, OFFICES AND AGENCIES, In: *Official Journal of the European Union*. 2010. Disponível em: <<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:C:2010:117:0001:0007:EN:PDF>> Acessado em 28/03/2013.

FINARDI, K. R.; VIEIRA, G. V. Ensino de línguas adicionais: tecnologias digitais para uma educação linguística híbrida, inclusiva e móvel. In: Rocha; El Kadri; Windle (Orgs.) *Diálogos sobre tecnologia educacional: educação linguística, mobilidade e práticas translíngues*. Campinas, SP: Pontes Editores, 2017.

FRANCO, J. F.; MACHADO, G. M. C.; LOPES, R. D., An interactive knowledge based learning framework which integrates we b2.0 convergence culture and advanced digital tools at primary education and beyond, In: *Proceedings of IADIS International Conference ICT, Society and Human Beings 2011*, Rome, Italy, 20 – 26, July, 2011.

FRANCO, J. F; LOPES, R. D., Knowledge Development through Collaborative Work Supported by Interactive Technologies. In *Representing and Analyzing Collaborative Interactions: What works? When does is Work? To what extent? 12th International Conference on Artificial Intelligence in Education, AIED Workshop 6*, Editor Rosemary

Luckin, 18-22 July, Amsterdam, Holland, 2005. Disponível em:  
<<https://ivi.fnwi.uva.nl/tcs/QRgroup/AIED2005/W6proc.pdf>> Acesso em: 9 jul. 2018.

FRANCO, J. F. Combinando saberes cruzados de língua e de ambientes digitais 3D como suporte para estimular aprendizagem transdisciplinar e continuada: uma experiência de uso a partir do ensino fundamental. In: *Anais do 2º Congresso Nacional Mackenzie "Letras em Rede: Tradição e Inovação"*. Universidade Presbiteriana Mackenzie, 2015, p. 420 – 429. Disponível em:  
<[http://up.mackenzie.br/fileadmin/ARQUIVOS/PUBLIC/SITES/UP\\_MACKENZIE/servicos\\_educacionais/stricto\\_sensu/Letras/2016/Suma\\_uerio\\_e\\_textos\\_finais.pdf](http://up.mackenzie.br/fileadmin/ARQUIVOS/PUBLIC/SITES/UP_MACKENZIE/servicos_educacionais/stricto_sensu/Letras/2016/Suma_uerio_e_textos_finais.pdf)>. Acesso em: 22 Abr. 2018.

FRANCO, J. F. et al. Experiências de Uso de Mídias Interativas como Suporte para Autoria e Construção Colaborativa do Conhecimento. In: *Revista Renote Novas Tecnologias na Educação CINTED-UFRGS*, V. 5 Nº 1, Julho, 2007. Disponível em:  
<<http://www.cinted.ufrgs.br/ciclo9/artigos/2cJorge.pdf>>. Acesso em: 15 Mar. 2018.

FRANCO, J. F., Aplicando uma Inter-relação entre Educomunicação e Tecnologias Digitais de Visualização de Informação para Estimular Conhecimento Transdisciplinar de Conceitos Científicos e Protagonismo Infante-juvenil: um Caso de Uso. In: *Anais do V Encontro de Educomunicação*, São Paulo, Abpeducom, 2014, p. 360 - 365. Disponível em: <[https://issuu.com/marc.ela/docs/livro\\_educom\\_-\\_paginas\\_em\\_sequencia](https://issuu.com/marc.ela/docs/livro_educom_-_paginas_em_sequencia)>. Acesso em: 4 Maio 2018.

FRANCO, J. F., *Identificando requisitos técnicos para produção de conteúdo hipertextual na EaD*. Trabalho de Final de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Pós-graduação da Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro, 2016.

FRANCO, J. F., Stimulating Students Use Web3D-based Technology for Producing Digital Content at K-12 Levels, In: *IED Europe SUMMIT*, 24 – 26, November, Vienna, Austria, 2014, p. 154-163. Disponível em: <[http://jied.org/proceedings/iED\\_EUROPE\\_2014.pdf](http://jied.org/proceedings/iED_EUROPE_2014.pdf)>. Acesso em: 13 Mar. 2018.

FRANCO, J. F., Uma avaliação com base longitudinal sobre o uso de ambientes digitais 3D da web no Ensino Fundamental e seu impacto na educação continuada dos indivíduos. *Anais Alice Brasil Biênio 2014/2015*, Brasil: Páginas e Letras, 2016, a. pp. 81 – 90. Disponível em,  
<[http://www.mackenzie.com.br/fileadmin/Graduacao/EE/Eventos/Alice\\_Brasil/Arqs\\_2016/Anais\\_2014\\_2015.pdf](http://www.mackenzie.com.br/fileadmin/Graduacao/EE/Eventos/Alice_Brasil/Arqs_2016/Anais_2014_2015.pdf)> Acesso em: 6 Jul. 2017.

FRANCO, J. F.; FRANCO, N. F.; CRUZ, S. R. R; LOPES, R. D., *Apresentando uma Arquitetura Pedagógica e Técnica Usada em Sinergia com Recursos Multimídia na Construção Cooperativa de Saberes*, In: *Revista Renote Novas Tecnologias na Educação, CINTED-UFRGS*, V. 4 Nº 1, Julho, 2006. Disponível em:  
<<http://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/13870/7790>>. Acesso em: 18 jun. 2018.

FRANCO, J. F.; FRANCO, N. F.; CRUZ, S. R. R; LOPES, R. D., Experiências de Uso de Mídias Interativas como Suporte para Autoria e Construção Colaborativa do Conhecimento, In: *Revista Renote Novas Tecnologias na Educação, CINTED-UFRGS*, V.

5, Nº 1, Julho, 2007. Disponível em:

<<http://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/13870/7790>>. Acesso em: 18 jun. 2018.

FRANCO, J. F.; LOPES, R. D. Novas Tecnologias em Ambientes de Aprendizagem: Estimulando o Aprender a Aprender, Transformando o Currículo e Ações. In: *RENOTE - Revista Novas Tecnologias na Educação*, v. 2, n. 1, março, 2004. Disponível em: <<http://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/13754>>. Acesso em: 18 jun. 2018.

FRANCO, J. F.; LOPES, R. D., Developing an Interactive Knowledge-Based Learning Framework with Support of Computer Graphics and Web-based Technologies for Enhancing Individuals' Cognition, Scientific, Learning Performance and Digital Literacy Competences. In: Nobuhiko Mukai. (Org.). **Computer Graphics**. (Intech, Croatia, 2012), v. 1, pp. 229-256. Disponível em: <<http://www.intechopen.com/books/computer-graphics/developing-an-interactive-knowledge-based-learning-framework>>. Acesso em: 20 nov. 2017.

FRANCO, J. F.; LOPES, R. D., Three-dimensional digital environments and computer graphics influencing k-12 individuals' digital literacy development and lifelong learning. In: *Proceedings of The 2nd ACM SIGGRAPH Conference and Exhibition in Asia: the pulse of innovation – SIGGRAPH ASIA 2009, Educators Program*, Yokohama, Japan 16-19, December, 2009.

FRANCO, Jorge F. Educação Midiática por Meio de Tecnologias Avançadas de Produção e Visualização de Informação: Uma Análise de Uso no Ensino Fundamental. In: // *Encontro Internacional Comunicação e Educação*, 12 -14, Novembro, São Paulo, Brasil, 2018. (in Press)

FRANCO, Jorge, F; LOPES, Roseli D., Uso do Potencial de Sistemas de Realidade Virtual como Suporte para Aprender através de Processos Exploração, Observação e Construção Colaborativa de Conhecimento, In: *Congresso Brasileiro de Informática na Educação, CBIE, Workshops (WCBIE 2013)*, 2013. Disponível em: <<http://www.br-ie.org/pub/index.php/wcbie/article/view/2716>>. Acesso em: 15 Mar. 2018.

FRANCO, Jorge. F.; OLIVEIRA, Aline. B. S., Educational Transdisciplinary Reflections and Interactions Stimulating Individuals' Multiliteracies with Support of Web Based Technology. In: *Proceedings of Edulearn18*, 2 – 4 July, Palma de Mallorca, Spain, 2018.

FREIRE, P. *Extensão ou comunicação*. 15<sup>o</sup> edição. Rio de Janeiro: Paz & Terra, 2011.

GARDONIO, S., Augmented and Virtual Reality in Education – Part 1: K-12, *Education Week*, Vol. 37, Issue 20, September, 3, 2017a. Disponível em: <<https://www.ietfforall.com/augmented-virtual-reality-in-education/>>. Acesso em: 6 jul. 2018.

GARDONIO, S., Augmented and Virtual Reality in Education – Part 2: Higher Ed, *Education Week*, September, 11, 2017b. Disponível em: <<https://www.ietfforall.com/augmented-virtual-reality-higher-education/>>. Acesso em: 6 jul. 2018.

GARDONIO, S., The Current State of Augmented and Virtual Reality, *Education Week*, September, 11, 2017c. Disponível em: <<https://www.ietfforall.com/augmented-virtual-reality-higher-education/>>. Acesso em: 6 jul. 2018.

GIORDAN, M. *O Papel da Experimentação no Ensino de Ciências*. Química Nova na Escola, v. 10, p. 43-49, 1999.

GUZDIAL, M.; LANDAU, S., Programming Programming Languages, and Analyzing Facebook's Failure. *COMMUNICATIONS OF THE ACM*, VOL. 61, Nº 6, June, 2018.

HANNA, V. L. H., *Línguas estrangeiras: o ensino em um contexto cultural*. São Paulo: Editora Mackenzie, 2012.

HEITIN, L., Digital Literacy: An Evolving Definition, *Education Week*, November, 8, 2016. Disponível em: <<https://www.edweek.org/ew/articles/2016/11/09/what-is-digital-literacy.html?cmp=e-ml-enl-dd-mostpop&M=58529163&U=117218>>. Acesso em: 5 jul. 2018.

HEROLD, B.; MOLNAR, M., Virtual Reality for Learning Raises High Hopes and Serious Concerns, *Education Week*, 4, July, 2018. Disponível em: <<https://www.edweek.org/ew/articles/2018/02/08/virtual-reality-for-learning-raises-high-hopes.html>>. Acesso em: 5 Jul. 2018.

KHANACADEMY, *You can learn anything*, 2018. Disponível em: <<https://www.khanacademy.org/>>. Acesso em: 5 jul. 2018.

KLAMPFER, A., Virtual/Augmented Reality in Education Analysis of the Potential Applications in the Teaching/Learning Process, *Athens: ATINER'S Conference Paper Series*, No: EDU2017-2214, 2016. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/318680101\\_VirtualAugmented\\_Reality\\_in\\_Education\\_Analysis\\_of\\_the\\_Potential\\_Applications\\_in\\_the\\_TeachingLearning\\_Process](https://www.researchgate.net/publication/318680101_VirtualAugmented_Reality_in_Education_Analysis_of_the_Potential_Applications_in_the_TeachingLearning_Process)>. Acesso em: 18 jun. 2018.

LEARNINGFORWARD, High-quality curricula and team-based professional learning: A perfect partnership for equity. LearningForward: The Professional Learning Association, 2018. Disponível em: <[http://lf.informz.net/LF/data/images/curriculaPLEquity.pdf?utm\\_source=edweek&utm\\_medium=email&utm\\_campaign=contentmarketing&utm\\_term=perfectpartnership&utm\\_content=learnmore&e=1](http://lf.informz.net/LF/data/images/curriculaPLEquity.pdf?utm_source=edweek&utm_medium=email&utm_campaign=contentmarketing&utm_term=perfectpartnership&utm_content=learnmore&e=1)>. Acesso em: 9 jul. 2018.

LIMA, A.; RIBEIRO, V. M.; CATELLI, R., *INDICADOR DE ALFABETISMO FUNCIONAL (INAF): Estudo especial sobre alfabetismo e mundo do trabalho*. São Paulo: Instituto Paulo Montenegro, 2016. Disponível em: <[http://acaoeducativa.org.br/wp-content/uploads/2016/09/INAFEstudosEspeciais\\_2016\\_Letramento\\_e\\_Mundo\\_do\\_Trabalho.pdf](http://acaoeducativa.org.br/wp-content/uploads/2016/09/INAFEstudosEspeciais_2016_Letramento_e_Mundo_do_Trabalho.pdf)>. Acesso em: 12 Mar. 2018.

LOCKWOOD, D., *Evaluation of Virtual Reality in Africa: An educational perspective*, United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, 2004. Disponível em: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0013/001346/134607e.pdf>>. Acesso em: 13 Mar. 2018.

LOEWUS, L. H. With Computer Science Ed. Gaining Momentum, Girls Still Well Behind, Education Week, 2, February, 2016. Disponível em: <[http://blogs.edweek.org/edweek/curriculum/2016/02/computer\\_science\\_education\\_gaining\\_momentum\\_get\\_girls\\_involved.html](http://blogs.edweek.org/edweek/curriculum/2016/02/computer_science_education_gaining_momentum_get_girls_involved.html)>. Acesso em: 11 jul. 2018.

LOWE, D.; HALL, W., *Hypermedia & the web: an engineering approach*. England: John Wiley & Sons, 1999.

NASEM - National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, *Art, Design and Science, Engineering and Medicine Frontier Collaborations: Ideation, Translation, Realization: Seed Idea Group Summaries*, Washington DC: The National Academies Press, 2016, p. 33 -36.

O' CONNOR, P. E.; COHN, J. V. (EDS.) *Human performance enhancement in high risk environments: insights, developments, and future directions from military research*. United States of America: ABC-CLIO, LLC, 2010.

ORAÇÕES PODEROSAS, *Prece de Cáritas*, 2018. Disponível em: <<https://oracoespoderosas.info/prece-de-caritas-original-e-completa/>>. Acesso em: 29 Jun. 2018.

PANTELIDIS, V. S. Reasons to Use Virtual Reality in Education and Training Courses and a Model to Determine When to Use Virtual Reality. *Themes in Science and Technology Education*, v2 n1-2, 2009, p59-70. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/268002587\\_Reasons\\_to\\_Use\\_Virtual\\_Reality\\_in\\_Education\\_and\\_Training\\_Courses\\_and\\_a\\_Model\\_to\\_Determine\\_When\\_to\\_Use\\_Virtual\\_Reality](https://www.researchgate.net/publication/268002587_Reasons_to_Use_Virtual_Reality_in_Education_and_Training_Courses_and_a_Model_to_Determine_When_to_Use_Virtual_Reality)>. Acesso em: 13 Mar. 2018.

PAPERT, S. *A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática*. Porto Alegre: Artmed, 2008.

PAPERT, S. *Mindstorms: children, computers and powerful ideas*. New York: Basic Books, 1993.

PIXAR IN A BOX, *Pixar in a box*, 2018. Disponível em: <<https://www.khanacademy.org/partner-content/pixar>>. Acesso em: 5 jul. 2018.

PREIM, B.; BARTZ, D. *Vizualization in medicine: theory, algorithms, and applications*. USA: Morgan Kaufmann, 2007, p. 576-577.

PRIMARY SCHOOL, *Primary School*, 2012. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=75w14n6Wm-w>>. Acesso em: 28 Jun. 2018.

PROFESSOR VIRTUAL 3D, *English Artwork at Ernani Primary School*, 2017. Disponível em: <<http://englishartworkaternaniprimaryschool.blogspot.com.br/>>. Acesso em: 21 Abr. 2018.

ROGERS, Y.; SHARP, H.; PREECE, J., *Design de interação: além da interação humano-computador*, 3º ed., Porto Alegre: Bookman, 2013.

RONCHI, A. M., *eCulture: Cultural content in the Digital Age*. Leipzig: Springer, 2009.

ROUSSOS, Maria, et al., Learning and Building Together in an Immersive Virtual World. In: *Presence Teleoperators & Virtual Environments*, Vol.3, Nº8, 1999. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/2372520\\_Learning\\_and\\_Building\\_Together\\_in\\_an\\_Immersive\\_Virtual\\_World](https://www.researchgate.net/publication/2372520_Learning_and_Building_Together_in_an_Immersive_Virtual_World)>. Acesso em: 18 jun. 2018.

SANTAELLA, L. Educação tradicional e Educação Ubíqua, por Lucia Santaella, 2015. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=gvhAmHXtESE>>. Acesso em: 2 Jun. 2018.

SÃO PAULO (SP), *Secretaria Municipal de Educação. Coordenadoria Pedagógica. Currículo da Cidade: Ensino Fundamental, Língua Inglesa.* – São Paulo: SME / COPED, 2018.

SÃO PAULO (SP), *Secretaria Municipal de Educação. Coordenadoria Pedagógica. Currículo da Cidade: Orientações didáticas do currículo da cidade: Língua Inglesa.* – São Paulo: SME / COPED, 2018b.

SÃO PAULO SME-SP. Secretaria Municipal de Educação. Diretoria de Orientação Técnica. *Orientações curriculares: proposições de expectativas de aprendizagem - Tecnologias de Informação e Comunicação / Secretaria Municipal de Educação* – São Paulo: SME / DOT, 2010. 126p.

SAVIANI, D. *Educação brasileira: estrutura e sistema.* 8º Ed. Brasil: Editora Autores Associados, 2000.

SCHLEMMER, E.; LOPES, D. Q.; Avaliação da aprendizagem em processos gamificados: desafios para apropriação do método cartográfico. In: ALVES, L.; COUTINHO, I. J. (org.), *Jogos digitais e aprendizagem: fundamentos para uma prática baseada em evidências.* Campina, SP: Papirus, 2016, p. 179 - 208.

SCHWARTZ, Sarah, Educators share hopes, concerns about virtual reality at ISTE. *Education Week*, 26, June, 2108. Disponível em: <[http://blogs.edweek.org/edweek/DigitalEducation/2018/06/educators\\_share\\_hopes\\_concerns\\_virtual\\_reality\\_vr.html?cmp=eml-enl-ii-news2&M=58542338&U=1172186](http://blogs.edweek.org/edweek/DigitalEducation/2018/06/educators_share_hopes_concerns_virtual_reality_vr.html?cmp=eml-enl-ii-news2&M=58542338&U=1172186)>. Acesso em: 11 jul. 2018.

SHARP, P. A. et al. *The Third Revolution: The Convergence of the Life Sciences, Physical Sciences and Engineering.* Massachusetts Institute of Technology, 2011. Disponível em: <<http://www.aplu.org/projects-and-initiatives/research-science-and-technology/hibar/resources/MITwhitepaper.pdf>>. Acesso em: 3 jul. 2018.

SNELLING, Jennifer. *Virtual Reality in K-12 Education: How Helpful Is It?* Center for Digital Education, 2016. Disponível em: <<http://www.govtech.com/education/k-12/Virtual-Reality-in-K-12-Education-Is-It-Really-Helpful.html>>. Acesso em: 18 jul. 2018.

SOARES, I. O.; VIANA, C. E.; XAVIER, J. B. (org.). *Educomunicação e suas áreas de intervenção: novos paradigmas para o diálogo intercultural.* São Paulo: ABPEducom, 2017. Disponível em: <[https://issuu.com/marc.ela/docs/livro\\_educom\\_-\\_paginas\\_em\\_sequencia](https://issuu.com/marc.ela/docs/livro_educom_-_paginas_em_sequencia)>. Acesso em: 22 Abr. 2018.

TODAMATÉRIA, Matemática: plano Cartesiano, 2017. Disponível em: <<https://www.todamateria.com.br/plano-cartesiano/>>. Acesso em: 01 Jul. 2018.

UK.DCMS., Department for Culture, Media and Sport. *The Government's response to Next Gen. Transforming the UK into the world's leading talent hub for the video games and visual effects industries*, 2011. Disponível em: <[http://www.dcms.gov.uk/images/publications/Govt-Resp\\_NextGen\\_Cm-8226.pdf](http://www.dcms.gov.uk/images/publications/Govt-Resp_NextGen_Cm-8226.pdf)>. Acesso em: 12 Mar. 2018.

UNESCO, Creative Economy Report, 2013. Disponível em: <<http://www.unesco.org/culture/pdf/creative-economy-report-2013.pdf>>. Acesso em: 11 jul. 2018

VENÂNCIO, V., *Visão antiessencialista de tecnologia na educação: estudo sobre a interpretação, por professores em formação, do software de programação usado em sala de aula*. Tese de doutorado apresentada ao programa de Pós-graduação em Educação da Universidade de São Paulo, 2018. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48134/tde-14052018-141305/pt-br.php>>. Acesso em: 9 Jul. 2018.

VRMath2.0, VRMath, 2018. Disponível em: <<https://vrmath2.net/>>. Acesso em: 15 Mar. 2018.

WANG, J., Is the U.S. education system ready for CS for all? Insights from a recent Google-Gallup national research study seeking to better understand the context of k-12 CS education., *Viewpoints: Education, Communications of the ACM*, August, 2017, Vol. 60, N. 8, USA: ACM, 2017.

WIKIPEDIA, *User generated content*, 2018. Disponível em: <[https://en.wikipedia.org/wiki/User-generated\\_content](https://en.wikipedia.org/wiki/User-generated_content)>. Acesso em: 22 Abr. 2018.

WILSON, C. et alii. *Alfabetização midiática e informacional: currículo para formação de professores*. Brasília:UNESCO, UFTM, 2013. 194 p. Disponível em: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0022/002204/220418por.pdf>>. Acesso em: 12 Mar. 2018.

X3DOMa. *Instant 3D in the HTML way*, 2018. Disponível em: <<https://www.x3dom.org/>>. Acesso em: 15 Mar. 2018.

X3DOMb. X3DOM used in primary school Project. 2012. Disponível em: <<http://www.x3dom.org/?p=3050>>. Acesso em: 15 Mar. 2018.

YEH, A. Three primary school students' cognition about 3D rotation in a virtual reality learning environment. In SPARROW, L.; K., BARRY; HURST, C. (Eds.) *Shaping the Future of Mathematics Education : Proceedings of the 33rd Annual Conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia*, MERGA, Fremantle, Western Australia, pp. 690-697, 2010. Disponível em: <<https://eprints.qut.edu.au/39682/1/c39682.pdf>>. Acesso em: 14 Maio 2018.

YEH, A., Mathematics, Virtual Reality, and Programming. In: *Proceedings of the 22nd Asian Technology Conference in Mathematics*. Chungli, Taiwan. December, 2017.

Disponível em: <[http://atcm.mathandtech.org/EP2017/contributed/4202017\\_21505.pdf](http://atcm.mathandtech.org/EP2017/contributed/4202017_21505.pdf)>. Acesso em: 13 Maio 2018.

YOUNGBLUT, C. *Educational Uses of Virtual Reality Technology*, Tech. Report IDA Document D-2128. Alexandria, Va.:Institute for Defense Analyses, 1998. Disponível em: <<http://papers.cumincad.org/data/works/att/94ea.content.pdf>>. Acesso em: 13 Mar. 2018.