

CURSO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO – TCC		
() PRÉ-PROJETO	(X) PROJETO	ANO/SEMESTRE: 2020/2

UM APLICATIVO DE DESENHO EM REALIDADE VIRTUAL UTILIZANDO O LEAP MOTION

Gabriel Brogni Bento

Mauricio Capobianco Lopes - Orientador

1 INTRODUÇÃO

Segundo Moran (2013), as tecnologias estão cada vez mais presentes na educação, ampliando as possibilidades de recursos para os professores usarem em suas práticas. Moran (2013) ressalta que, com as tecnologias atuais, a escola pode transformar-se em um conjunto de espaços ricos de aprendizagens significativas, presenciais e digitais, que motivem os alunos a aprender ativamente, a pesquisar o tempo todo, a serem proativos, a saberem tomar iniciativas e a interagir. Ainda, em outra obra, Moran (2012) consolida a opinião de que essas tecnologias desafiam as instituições a modificar o ensino tradicional, no qual os professores são o centro, para uma aprendizagem participativa e integrada, com momentos presenciais e a distância. O mesmo autor destaca que as tecnologias móveis geram desafios, descentralizam os processos de construção do conhecimento, com aprendizagens diversas que ocorrem a qualquer hora e em qualquer lugar, podendo ser em grupos ou individualmente.

Para Patten *et al.* (2006), os recursos possibilitados pelos dispositivos móveis não visam somente reproduzir ou ampliar os atuais cenários de aprendizagem, mas gerar novas oportunidades que não seriam possíveis sem a tecnologia móvel - celulares, notebooks, tablets, dentre outras. Com isso, as inovações desenvolvidas em escolas, que têm tecnologias móveis na sala de aula, são mais promissoras, uma vez que podem ser utilizadas por professores e alunos sinalizando mudanças na forma de ensinar e aprender. Uma das possibilidades de uso das tecnologias móveis na Educação é em aulas de Artes Visuais para a realização de desenhos. Existem diversas aplicações para isso, desde aplicativos simples para colorir até colaborativos na web como o Desenhos do Google. Em comum entre esses aplicativos está a possibilidade de inserir e colorir formas geométricas ou realizar desenhos livres possibilitando às crianças usar seu potencial imaginativo.

Nesse sentido, o presente trabalho propõe a criação de um aplicativo para desenho utilizando o sensor Leap Motion acoplado a um smartphone para a criação de desenhos virtuais. O Leap Motion é um sensor de rastreamento óptico que captura os movimentos de suas mãos com precisão tornando a interação com o conteúdo digital natural e sem esforço (ULTRALEAP, 2020). O uso do sensor permite interagir com ambientes em realidade virtual usando as mãos em movimentos executados livremente no ar, sem a necessidade de dispositivos como mouse ou teclado. O acoplamento do sensor com o smartphone requer softwares específicos para comunicação entre os aparelhos. Para o presente trabalho foi escolhido o VRidge. “O VRidge é uma aplicação que transforma o smartphone em um óculos de realidade virtual barato como o Google Cardboard” (RIFTCAT, 2020). Espera-se, com o aplicativo, oferecer uma nova experiência de desenho às crianças usando as tecnologias. Destaca-se, entretanto, que o aplicativo não estará limitado a esse grupo de usuários, podendo ser usado livremente por qualquer pessoa que tenha acesso ao Leap Motion e ao VRidge.

1.1 OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho é disponibilizar um aplicativo em realidade virtual que possibilite a criação de desenhos virtuais utilizando o Leap Motion.

Os objetivos específicos são:

- a) oferecer funcionalidades para a criação de desenhos em diferentes cenas;
- b) analisar a aplicação VRidge para fazer a integração entre o smartphone e o computador;
- c) avaliar a efetividade do Leap Motion como recurso para desenho com estudantes de Artes Visuais na Educação Básica.

2 TRABALHOS CORRELATOS

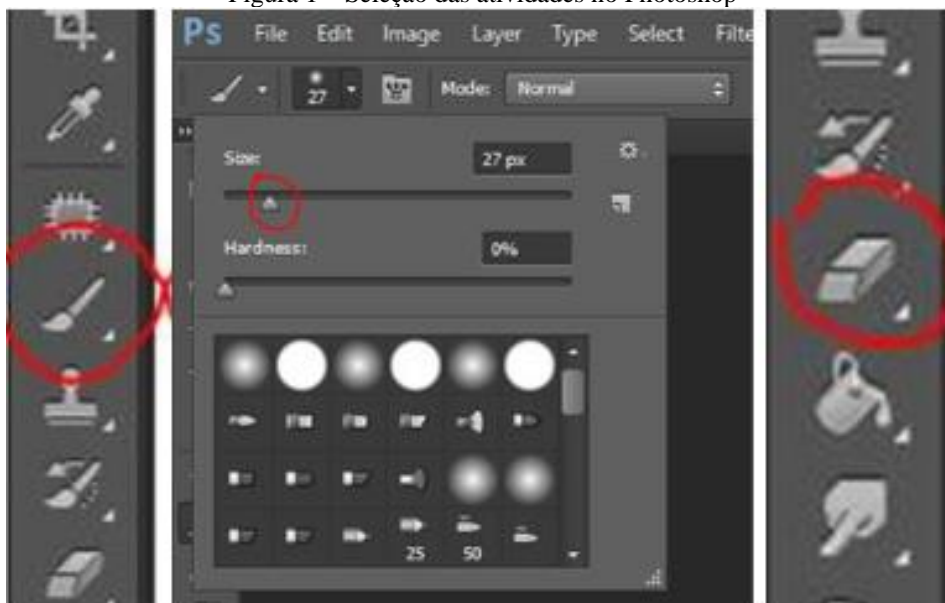
Nesta seção são apresentados trabalhos que apresentam semelhanças com os principais objetivos do aplicativo proposto. O primeiro é uma utilização do Leap Motion como alternativa para o mouse na ferramenta Photoshop (FALCAO; LEMOS; SOARES, 2015). O segundo é uma aplicação de desenho 2D usando o Leap Motion (LYU *et al.*, 2017) e, por fim, um programa para desenho em realidade virtual (GERRY, 2017).

2.1 EVALUATION OF NATURAL USER INTERFACE: A USABILITY STUDY BASED ON THE LEAP MOTION DEVICE

O trabalho desenvolvido por Falcao, Lemos e Soares (2015) tem como objetivo criar um teste de usabilidade para medir a experiência do usuário com a interface do produto. Os autores utilizaram um aplicativo chamado Ethereum que conecta o Photoshop com o Leap Motion e permite realizar desenhos com gestos feitos com a mão do usuário. Segundo os autores, foram selecionadas pessoas que já possuíam experiência na ferramenta sendo adotadas duas métricas para fazer a pesquisa: uma de performance e outra de usabilidade.

Segundo Falcao, Lemos e Soares (2015), um dos testes consiste em realizar uma série de comandos simples no Photoshop. A primeira atividade é selecionar a ferramenta de desenho de formas (identificada pelo círculo em vermelho no pincel na Figura 1). A segunda é mudar o tamanho da linha do desenho e fazer um triângulo (identificada pelo círculo no centro da Figura 1) e a terceira consiste em selecionar a ferramenta de apagar e utilizá-la (círculo mais à direita na Figura 1). No final das atividades os participantes responderam o questionário demonstrando a sua opinião sobre o uso do Leap Motion.

Figura 1 – Seleção das atividades no Photoshop



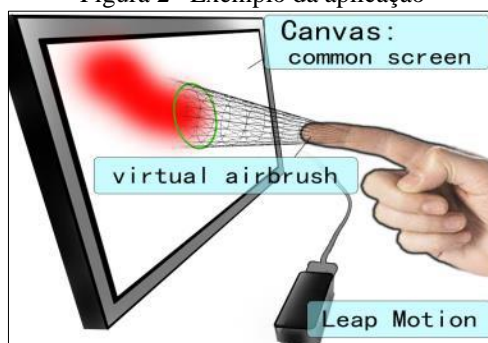
Fonte: Falcao, Lemos e Soares (2015).

Segundo Falcao, Lemos e Soares (2015), os usuários não consideraram os resultados agradáveis nos testes e afirmaram que a usabilidade do Leap Motion junto com a ferramenta Photoshop não é natural pois, para executarem uma ação simples, foi preciso muito mais tempo do que o necessário em relação às atividades realizadas com o uso do mouse e teclado.

2.2 A FLEXIBLE FINGER-MOUNTED AIRBRUSH MODEL FOR IMMERSIVE FREEHAND PAINTING

O trabalho desenvolvido por Lyu *et al.* (2017) consiste em utilizar o Leap Motion como substituto para o mouse em atividades que envolvem o desenho em uma tela de duas dimensões (2D), na qual o usuário posiciona o aparelho em frente à tela e, com sua mão suspensa na parte superior do Leap Motion, pode desenhar com o simples movimento dela. Segundo os autores, a forma de se desenhar funciona de maneira similar à de um pincel. O Leap Motion detecta o movimento do dedo e vai formando o desenho na tela. A distância entre o dedo e a tela importam, uma vez que modificam o tamanho do que está sendo desenhado. Segundo Lyu *et al.* (2017), o desenho é contínuo e representado como um cone, saindo da ponta do dedo indicador da mão direita. Assim que este cone toca a superfície da tela, o desenho começa a se formar até que o usuário retire o dedo, como é mostrado na Figura 2.

Figura 2– Exemplo da aplicação



Fonte: Lyu *et al.* (2017).

Segundo Lyu *et al.* (2017), a utilização do Leap Motion elimina a necessidade de aplicar pressão em um papel. Destaca ainda que ao distanciar o dedo da tela, o tamanho e o espalhamento do desenho são modificados, permitindo ao usuário fazer criações diversificadas. Entretanto, a posição da mão ao fazer o desenho não permite que o Leap Motion pegue todos os dedos o que ocasiona falhas em seu algoritmo de detecção e gera inconsistências na aplicação. Outro quesito comentado é o fato de o aparelho não saber quando parar de desenhar o que ocorre apenas quando o usuário retira a mão do sensor, podendo ocasionar erros no desenho.

2.3 PAINT WITH ME: STIMULATING CREATIVITY AND EMPATHY WHILE PAINTING WITH A PAINTER IN VIRTUAL REALITY

O trabalho desenvolvido por Gerry (2017) consiste em um aplicativo integrado ao óculos DK2 e o Leap Motion, que permite ao usuário desenhar em um ambiente de realidade virtual enquanto um pintor no mundo real realiza movimentos simulando o seu trabalho. O pintor possui um capacete acoplado com uma câmera que transmite a imagem diretamente para o óculos de realidade virtual do usuário, enquanto este tenta replicar os movimentos do pintor e fazer uma cópia do desenho original (Figura 3).

Figura 3– Exemplo da aplicação



Fonte: Gerry (2017).

Segundo Gerry (2017), para aumentar a sensação de imersão do usuário, ele consegue ver suas mãos virtuais geradas pelo Leap Motion em sua tela (Figura 4). Além disso, ele possui recursos idênticos ao pintor a seu alcance, como um pincel e um prato de tinta. O pintor possui um microfone para captar os sons das atividades que ele realiza enquanto trabalha, ao mesmo tempo que o usuário escuta esses sons através de um fone de ouvido. Essa interação acontece para que o usuário consiga ter a sensação de estar no controle dos movimentos e não apenas replicando o trabalho de outra pessoa.

Figura 4– Visualização do usuário



Fonte: Gerry (2017).

Segundo Gerry (2017), conforme o pintor vai realizando seu desenho, o usuário tenta replicá-lo, entretanto, o desenho do usuário acontece em um ambiente virtual e somente ele consegue vê-lo. O experimento consiste em atividades básicas como a de selecionar a cor no seu prato, seguir os movimentos do pintor e desenhar em uma tela virtual. Ainda segundo o autor, essa aplicação diminui a curva de aprendizado entre um novato e um profissional quase que para zero instantaneamente, tornando o aprendizado de pinturas tão simples quanto seguir os movimentos de outra pessoa. Outro ponto que o autor cita é que os usuários têm a sensação de que estão criando algo junto com o artista e que estão no controle do desenho.

3 PROPOSTA DO APLICATIVO

Nesta seção são definidas as justificativas científicas e sociais para realização deste estudo, bem como seus requisitos funcionais, não funcionais e a metodologia a ser aplicada no desenvolvimento do projeto.

3.1 JUSTIFICATIVA

O Quadro 1 faz uma comparação entre os correlatos anteriormente apresentados.

Quadro 1– Comparativo entre correlatos

Trabalhos Características	Falcao, Lemos e Soares (2015)	Lyu <i>et al.</i> (2017)	Gerry (2017)
Permite desenhar?	Sim	Sim	Sim
Utiliza um software próprio?	Não	Sim	Sim
Utiliza realidade virtual?	Não	Não	Sim
Permite controle detalhado sobre o desenho?	Não	Não	Sim

Fonte: elaborado pelo autor.

A partir do Quadro 1, percebe-se que o trabalho realizado por Gerry (2017) possui foco mais preciso sobre o desenho que o usuário está realizando, sendo a principal fonte dessa afirmação o uso de Realidade Virtual (RV). Com o uso de RV o usuário pode visualizar seu desenho em diversos ângulos. Além disso, o rastreamento das mãos é facilitado pois, uma vez que o sensor está preso ao óculos de RV, consegue captar melhor os movimentos devido ao ângulo de inclinação. No trabalho de Lyu *et al.* (2017), o sensor foi utilizado na mesma base que o computador e, por esse motivo, somente foi possível verificar a distância entre a tela e o dedo do usuário, impedindo um maior controle sobre o desenho. O trabalho realizado por Falcao, Lemos e Soares (2015) teve como objetivo testar a eficiência do Leap Motion em uma ferramenta já existente no mercado, entretanto os resultados demonstram que o sensor não foi muito eficaz ao realizar essa tarefa. Um desse motivos é em função do Photoshop não possuir compatibilidade nativa com o aparelho. Nos trabalhos realizado por Lyu *et al.* (2017) e Gerry (2017) esse problema não ocorre por se tratar de aplicações desenvolvidas especificamente para o sensor.

Como relevância tecnológica do trabalho destaca-se o uso do Leap Motion, explorado apenas por Lima (2015), considerando os trabalhos de conclusão produzidos no curso de Bacharel em Ciência da Computação (BCC) da Fundação Universidade Regional de Blumenau (FURB). Nesse sentido, é importante aprofundar as pesquisas e investigações sobre o seu potencial no desenvolvimento de aplicações em RV. Além disso, será feito o uso da aplicação VRidge que é um recurso ainda não estudado em trabalhos de conclusão no BCC da FURB e, portanto, serão realizadas investigações a fim de validar suas características, potenciais e limitações.

Como relevância social, espera-se desenvolver um aplicativo que possa ser utilizado em aulas de Artes Visuais na Educação Básica proporcionando experiências diferentes para os estudantes com base em recursos tecnológicos. Espera-se que aplicações em RV para desenhos utilizando o Leap Motion possa agradar os seus

usuários, tornando a experiência mais natural, o que será avaliado no presente projeto. Essa análise contribuirá cientificamente para a compreensão sobre o uso do Leap Motion em ambientes educacionais.

3.2 REQUISITOS PRINCIPAIS DO PROBLEMA A SER TRABALHADO

O aplicativo proposto deve:

- permitir ao usuário selecionar fundos da cena (Requisito Funcional - RF);
- permitir ao usuário desenhar em um ambiente de RV com o Leap Motion (RF);
- permitir ao usuário mover o desenho na cena (RF);
- permitir ao usuário selecionar a cor do desenho (RF);
- permitir ao usuário escolher a largura da linha (RF);
- permitir ao usuário apagar partes do desenho (RF);
- permitir ao usuário salvar o desenho (RF);
- permitir ao usuário abrir um desenho salvo (RF);
- o aplicativo deve ser compatível com um aparelho smartphone com Android 8 ou superior (Requisito Não Funcional - RNF);
- o aplicativo deve ser compatível com o aplicativo VRidge (RNF);
- o aplicativo deve utilizar o aparelho Leap Motion para detecção das mãos (RNF);
- o aplicativo deve funcionar para várias envergaduras de mãos, desde crianças até adultos (RNF);
- o aplicativo deve ser desenvolvido em C# e Unity (RNF);
- a especificação do aplicativo deve ser realizada no Draw.io (RNF).

3.3 METODOLOGIA

O trabalho será desenvolvido observando as seguintes etapas:

- levantamento bibliográfico: pesquisar sobre desenhos, realidade virtual, características e técnicas para trabalhar com o Leap Motion na Unity, integrado com o VRidge e trabalhos correlatos;
- elicitação de requisitos: detalhar e reavaliar os requisitos de acordo com os objetivos do trabalho e levantamento bibliográfico;
- especificação do trabalho: definir o modelo de análise e projeto do trabalho com base em diagramas de casos de uso, classes e sequência da Unified Modeling Language, utilizando o Draw.io;
- definição do modelo de interação: projetar o modelo de interação do usuário definindo o gestual a ser usado para reconhecimento do Leap Motion;
- desenvolvimento do aplicativo: implementar o aplicativo em C# e Unity, integrado ao VRidge, conforme a especificação;
- testes unitários: testar os requisitos da aplicação;
- testes da integração do Leap Motion com o VRidge: avaliar a efetividade da integração das tecnologias escolhidas;
- testes com os usuários: realizar os testes da aplicação com estudantes de Artes Visuais na Educação Básica para avaliar a experiência dos usuários com o aplicativo.

As etapas serão realizadas nos períodos relacionados no Quadro 2.

Quadro 2- Cronograma

etapas / quinzenas	2021									
	fev.		mar.		abr.		maio		jun.	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
levantamento bibliográfico										
elicitação de requisitos										
especificação do trabalho										
definição do modelo de interação										
desenvolvimento do aplicativo										
testes unitários										
testes da integração do Leap Motion com o VRidge										
testes com os usuários										

Fonte: elaborado pelo autor.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste trabalho serão fundamentadas bibliografias sobre Realidade Virtual e o sensor Leap Motion em conjunto com a aplicação VRidge e Artes Visuais.

4.1 REALIDADE VIRTUAL

A Realidade Virtual (RV) é uma interface avançada do usuário para acessar aplicações executadas no computador, propiciando a visualização, movimentação e interação do usuário, em tempo real, em ambientes tridimensionais gerados por computador. O sentido da visão costuma ser preponderante em aplicações de realidade virtual, mas os outros sentidos, como tato, audição, entre outros, também podem ser usados para enriquecer a experiência do usuário (KIRNER; SISCOUTTO, 2007). O termo RV é bastante abrangente e acadêmicos, desenvolvedores de software e pesquisadores tendem a defini-lo com base em suas próprias experiências. Espinheira Neto (2004 apud SILVA *et al.*, 2017, p. 9) define RV como “uma experiência imersiva e interativa baseada em imagens gráficas 3D, geradas em tempo real por computador”.

Segundo Kirner e Siscoutto (2007), em ambientes virtuais a navegação é a interação mais simples, pois há somente a visualização sem que ocorram mudanças no ambiente virtual. Já as interações que causam algum tipo de alteração no espaço virtual são as consideradas mais complexas e são realizadas por meio de dispositivos não convencionais como capacetes de RV, luvas e até o próprio corpo usando gestos ou comando de voz. (KIRNER; SISCOUTTO, 2007)

De acordo com Tori, Kirner e Siscoutto (2006, p. 8), “Realidade Virtual pode ser classificada, em função do senso de presença do usuário, em imersiva ou não-imersiva”. Segundo os autores, a RV imersiva é quando o usuário está em um mundo virtual utilizando sensores que permitem captar seus movimentos e reações, porém ele está com a sensação de estar no mundo real. Já a RV não-imersiva é quando o usuário é levado parcialmente para o mundo virtual e consegue perceber que está no mundo real. Conforme Baierle e Gluz (2017), a realidade virtual imersiva tem um potencial alto, mas depende de fatores como facilidade de uso e custo acessível para tornar-se mais popular.

4.2 LEAP MOTION E VRIDGE

O Leap Motion é um dispositivo que funciona como um sensor que visa traduzir os movimentos das mãos em comandos do computador. O controlador em si é uma unidade de oito por três centímetros que se conecta à porta USB do computador. Sua área de captação permite o reconhecimento das mãos em uma angulação de até 120 graus, sendo possível captar apenas os movimentos das mãos e não o corpo como um todo (ULTRALEAP, 2020). Para realizar a captação dos movimentos, o aparelho utiliza-se de sensor infravermelho junto com um conjunto de câmeras, os quais são utilizados como entrada de dados para o algoritmo de rastreamento que estima a posição das mãos e dedos (WOZNIAK *et al.*, 2016). A Figura 5 é uma imagem do aparelho Leap Motion.

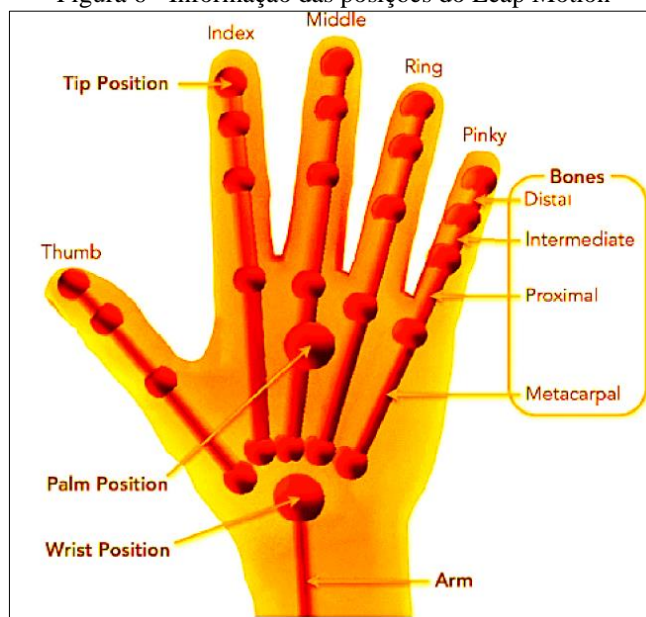
Figura 5 - Leap Motion Controller



Fonte: Ultraleap (2020).

Segundo Vaitkevičius *et al.* (2019), com o aparelho Leap Motion é possível obter o movimento individual da palma, do pulso, dos cinco dedos e de 11 juntas das mãos, conseguindo saber a distância e a posição de cada um deles (Figura 6). Entretanto, o aparelho Leap Motion não realiza o reconhecimento de gestos, tais como apontar o dedo indicador para determinada posição. Neste caso, é possível realizar validações por algoritmos para captar três Graus de Liberdade (Degrees of Freedom - DoF) das mãos, permitindo verificar qual gesto o usuário está realizando, tais como: o movimento de pinça entre dois dedos, apontar um dedo para determinada posição e o movimento dos punhos (VAITKEVIČIUS *et al.*, 2019).

Figura 6 - Informação das posições do Leap Motion



Fonte: Vaitkevičius *et al.* (2019).

Segundo Wozniak *et al.* (2016), o algoritmo de reconhecimento possui algumas falhas, sendo uma delas a quantidade de luminosidade no ambiente ao redor do Leap Motion: se tiver luz em excesso ou a falta dela o aparelho pode não reconhecer os movimentos, ocasionando falhas no rastreamento das mãos. Outro problema citado pelo mesmo autor é a grande variação no tamanho das mãos: se elas forem muito pequenas os movimentos dos dedos podem não ser reconhecidos, o mesmo acontece se o tamanho delas for muito grande.

O Leap Motion disponibiliza um SDK (Software Developer Kit) que facilita o desenvolvimento de novas aplicações que o utilizam. Com esse kit, um desenvolvedor não precisa trabalhar com os dados vindo diretamente do aparelho, mas com as informações previamente processadas. (LEAPMOTION, 2020). Além de facilitar o processamento dos dados do aparelho, o SDK possui um conjunto de modelos 3D de mãos humanas que o desenvolvedor pode utilizar em suas aplicações.

O aparelho Leap Motion não possui compatibilidade nativa com um aparelho smartphone. Assim, para realizar essa integração, a empresa VRidge criou um aplicativo chamado RiftCat, que permite ao usuário transformar um smartphone em um computador com RV. A aplicação permite espelhar a tela do computador diretamente no smartphone, possibilitando utilizá-lo como um óculos de RV, além de possibilitar o compartilhamento dos sensores do aparelho celular, tais como o giroscópio e a bússola. (RIFTCAT, 2020).

4.3 ARTES VISUAIS

O desenho é uma forma de expressão utilizada desde os primórdios da humanidade. “O desenho e a pintura são expressões do corpo, registros do gesto humano sobre a superfície sensível. É esta a função exclusiva destas linguagens num mundo onde a tecnologia dispensa progressivamente o trabalho corporal e o sentido do tato é cada vez menos solicitado” (POESTER, 2005, p. 50). A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) expressa a importância do desenho desde a Educação Infantil, citada especificamente no campo de experiência que trata dos traços, sons, cores e formas, tendo como uma das aprendizagens esperadas que a criança consiga “Expressar-se por meio das artes visuais, utilizando diferentes materiais”. (BRASIL, 2018, p. 54). Também é citada na Educação Fundamental, no componente de Arte, mais especificamente na unidade temática de Artes Visuais.

“As Artes Visuais são um meio de explorar, aprimorar e qualificar a observação, percepção e exploração do mundo” (FERREIRA, 2020, p.15). A arte é uma junção de linguagens e materiais que possibilita revelar algo, sem saber o que exatamente seja, permitindo expressar ações e sentimentos que de outra forma não seria possível. (FERREIRA, 2020). Segundo a mesma autora, as Artes Visuais vinculadas com o desenho infantil permitem entrar no mundo da criança facilitando a compreensão de seu mundo e permitindo ajudá-la a se encaixar no nosso.

Ainda segundo Ferreira (2020), as Artes Visuais têm como objetivo estimular diferentes linguagens por meio de atividades que provocam a capacidade de descobrir, conhecer e aprender das crianças. Elas precisam de estímulos que as levam a desenvolver suas coordenações motoras e a arte atua nesse processo como principal facilitadora (FERREIRA, 2020). A autora ressalta ainda que é importante as crianças entrarem no mundo da arte o mais cedo possível pois isso ajuda no desenvolvimento de sua aprendizagem.

REFERÊNCIAS

- BAIERLE, I. L. F.; GLUZ, J. C.; Watt: Imersão 3D Compartilhada e Acessível na Realidade Virtual do Surgimento da Revolução Industrial, In: BRAZILIAN SYMPOSIUM ON COMPUTERS IN EDUCATION (SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO - SBIE), 10, 2017. Recife. **Anais...** Recife: SBC, 2017. p. 585-594.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**: educação é a base. Brasília: MEC, 2018.
- FALCAO, C.; LEMOS, A.; SOARES, M. Evaluation of natural user interface: a usability study based on the leap motion device. **Procedia Manufacturing**, v. 3, p. 5490-5495, 2015.
- FERREIRA, T. C.; **Artes visuais na educação infantil**: o desenho e o seu papel no desenvolvimento da criança. São Paulo: Contagem, 2020.
- GERRY, L. Paint with me: stimulating creativity and empathy while painting with a painter in Virtual Reality. **IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics**, v. 23, n. 4, p. 1418-1426, Apr. 2017.
- KIRNER, C.; SISCOOTTO, R. **Realidade virtual e aumentada**: conceitos, projeto e aplicações. Rio de Janeiro: Petrópolis, 2007.
- LEAPMOTION. Leap motion developer. [S.l.], [2020]. Disponível em: <https://developer.leapmotion.com/>. Acesso em: 26 nov. 2020.
- LIMA, W. G. **Reconhecimento de sinais em libras utilizando Leap Motion**. 61f. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Ciência da Computação) – Departamento de Sistemas e Computação, Universidade Regional de Blumenau, Blumenau.
- LYU, R. *et al.*, A flexible finger-mounted airbrush model for immersive freehand painting. In: 2017 IEEE/ACIS 16TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTER AND INFORMATION SCIENCE (ICIS), 16, 2017, Wuhan. **Proceedings...** Wuhan: IEEE, 2017. p. 395-400.
- MORAN, J. M. Desafios que as tecnologias digitais nos trazem. In: Moran, J. M.; Masetto, M. T.; Behrens, M. A. **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. 21. ed. Campinas, SP: Papirus, 2013.
- MORAN, J. M. **Tablets e netbooks na educação**. [S.l.], 2012. Disponível em: http://www.eca.usp.br/prof/moran/site/textos/tecnologias_eduacao/tablets.pdf. Acesso em: 12 de out. de 2020.
- PATTEN, B. *et al.* Designing collaborative, constructionist, and contextual applications for handheld devices. **Computers & Education**, Oxford, UK: Elsevier Science Ltd, v. 46, p. 294-308, 2006.
- POESTER, T. Sobre o desenho. **Revista Porto Arte**, Porto Alegre, v. 13, n. 6, p. 49-58, nov. 2005.
- RIFT CAT. VRidge: play PC VR on your cardboard. [S.l.], 2020. Disponível em: <https://riftcat.com/vridge>. Acesso em: 10 out. 2020.
- SILVA, V. A. F. *et al.*. Realidade Virtual. **Revista Interface Tecnológica**, [S. l.], v. 14, n. 2, p. 7-18, 2017.
- TORI, R.; KIRNER, C.; SISCOOTTO, R. **Fundamentos e tecnologia de realidade virtual e aumentada**. Porto Alegre: Editora SBC, 2006. 412 p.
- ULTRALEAP. Leap motion. [S.l.], [2020?]. Disponível em: <https://www.ultraLeap.com/product/leap-motion-controller/>. Acesso em: 26 nov. 2020.
- VAITKEVIČIUS, Aurelijus *et al.* Recognition of american sign language gestures in a virtual reality using leap motion. **Applied Sciences**, [S. l.], v. 9, n. 3, p. 1-26, 2019.
- WOZNIAK, P. *et al.*; Possible applications of the LEAP motion controller for more interactive simulated experiments in augmented or virtual reality. In: SPIE OPTICAL ENGINEERING + APPLICATIONS, 2016, San Diego. **Proceedings Volume 9946, Optics Education and Outreach IV**. San Diego, California: SPIE, set. 2016. p. 1-13.

ASSINATURAS

(Atenção: todas as folhas devem estar rubricadas)

Assinatura do(a) Aluno(a): _____

Assinatura do(a) Orientador(a): _____

Assinatura do(a) Coorientador(a) (se houver): _____

Observações do orientador em relação a itens não atendidos do pré-projeto (se houver):

FORMULÁRIO DE AVALIAÇÃO – PROFESSOR AVALIADOR

Acadêmico(a): _____

Avaliador(a): Joyce Martins _____

ASPECTOS AVALIADOS ¹		atende	atende parcialmente	não atende
ASPECTOS TÉCNICOS	1. INTRODUÇÃO O tema de pesquisa está devidamente contextualizado/delimitado?	X		
	O problema está claramente formulado?	X		
	1. OBJETIVOS O objetivo principal está claramente definido e é passível de ser alcançado?	X		
	Os objetivos específicos são coerentes com o objetivo principal?	X		
	2. TRABALHOS CORRELATOS São apresentados trabalhos correlatos, bem como descritas as principais funcionalidades e os pontos fortes e fracos?	X		
	3. JUSTIFICATIVA Foi apresentado e discutido um quadro relacionando os trabalhos correlatos e suas principais funcionalidades com a proposta apresentada?	X		
	São apresentados argumentos científicos, técnicos ou metodológicos que justificam a proposta?	X		
	São apresentadas as contribuições teóricas, práticas ou sociais que justificam a proposta?	X		
	4. REQUISITOS PRINCIPAIS DO PROBLEMA A SER TRABALHADO Os requisitos funcionais e não funcionais foram claramente descritos?	X		
	5. METODOLOGIA Foram relacionadas todas as etapas necessárias para o desenvolvimento do TCC?	X		
	Os métodos, recursos e o cronograma estão devidamente apresentados e são compatíveis com a metodologia proposta?	X		
	6. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA (atenção para a diferença de conteúdo entre projeto e pré-projeto) Os assuntos apresentados são suficientes e têm relação com o tema do TCC?		X	
	As referências contemplam adequadamente os assuntos abordados (são indicadas obras atualizadas e as mais importantes da área)?	X		
ASPECTOS METODOLÓGICOS	7. LINGUAGEM USADA (redação) O texto completo é coerente e redigido corretamente em língua portuguesa, usando linguagem formal/científica?		X	
	A exposição do assunto é ordenada (as ideias estão bem encadeadas e a linguagem utilizada é clara)?	X		

PARECER – PROFESSOR AVALIADOR: (PREENCHER APENAS NO PROJETO)

O projeto de TCC ser deverá ser revisado, isto é, necessita de complementação, se:

- qualquer um dos itens tiver resposta NÃO ATENDE;
- pelo menos 5 (cinco) tiverem resposta ATENDE PARCIALMENTE.

PARECER: (x) APROVADO () REPROVADO

Assinatura: Joyce Martins _____ Data: 08/12/2020 _____

¹ Quando o avaliador marcar algum item como atende parcialmente ou não atende, deve obrigatoriamente indicar os motivos no texto, para que o aluno saiba o porquê da avaliação.