



Aquarela Virtual: Design e Desenvolvimento de um Sistema Socioenativo em Contexto de Isolamento Social

Emanuel Felipe Duarte Yusseli Lizeth Méndez Mendoza
Maria Jêscá Nobre de Queiroz
Josiane Rosa de Oliveira Gaia Pimenta José Valderlei da Silva
M. Cecília C. Baranauskas

Technical Report - IC-22-01 - Relatório Técnico
February - 2022 - Fevereiro

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE COMPUTAÇÃO

The contents of this report are the sole responsibility of the authors.
O conteúdo deste relatório é de única responsabilidade dos autores.

Aquarela Virtual: Design e Desenvolvimento de um Sistema Socioenativo em Contexto de Isolamento Social

Emanuel Felipe Duarte* Yusseli Lizeth Méndez Mendoza*
Maria Jêsa Nobre de Queiroz* Josiane Rosa de Oliveira Gaia Pimenta*[†]
José Valderlei da Silva* M. Cecília C. Baranauskas*[‡]

Resumo

Este relatório técnico apresenta o processo de design e desenvolvimento do sistema Aquarela Virtual, conduzido durante o quinto ano do Projeto Temático Sistemas Socioenativos (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, FAPESP, #2015/16528-0). Neste relatório, apresentamos brevemente o contexto do Projeto Temático Sistemas Socioenativos, e em seguida descrevemos o conceito do sistema Aquarela Virtual, motivado pelo isolamento social decorrente da pandemia de COVID-19. As principais funcionalidades do sistema são descritas e discutidas neste relatório, com o objetivo de documentar decisões de design e desenvolvimento. Por fim, finalizamos o relatório com conclusões sobre o processo e algumas possíveis direções para aprimoramentos do sistema no decorrer do próximo ano.

1 Introdução

Alinhadas ao conceito de computação ubíqua de Mark Weiser [22], tecnologias digitais contemporâneas estão presentes em diversos aspectos de nossas vidas, e são utilizadas para uma variedade de propósitos em qualquer momento, em qualquer lugar, e potencialmente por muitas pessoas ao mesmo tempo. Nesse sentido, tecnologias ubíquas constantemente acompanham nossas vidas ao estarem embutidas em objetos ao nosso entorno, efetivamente influenciando e possibilitando inúmeras atividades humanas e interações sociais. Estas tecnologias, todavia, não podem ser consideradas inteiramente “invisíveis” no sentido proposto por Weiser, pois as mesmas ainda são fortemente baseadas em modelos de interação orientados a objetivos, fazendo uso de interfaces gráficas com dispositivos de entrada e saída tradicionais (*e.g.*, mouse, teclado, tela (sensível ao toque) *etc.*).

*Instituto de Computação, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas - SP, Brasil

[†]Instituto Federal de São Paulo (IFSP), Hortolândia - SP, Brasil

[‡]PPGInf, Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba - PR, Brasil

Este trabalho é parte de um projeto com duração de seis anos intitulado “Sistemas Socioenativos: Investigando Novas Dimensões no Design da Interação Mediada por Tecnologias de Informação e Comunicação” (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), processo #2015/16528-0), ao qual nos referiremos neste relatório técnico como projeto de Sistemas Socioenativos. Com um fundamental teórico enativista [21, 12, 11], o projeto de Sistemas Socioenativos investiga o acoplamento das atividades humanas (sociais) que acontecem nos lugares (ambientes) nos quais as pessoas interagem entre si e com as tecnologias ubíquas ali presentes. O projeto possui como objetivo que as ações e percepções que ocorrem durante essas interações operem de modo a retroalimentar o sistema, proporcionando um dinamismo ao mesmo. Esse dinamismo, por sua vez, não é orientado a objetivos e não se limita a interfaces gráficas e dispositivos convencionais de entrada e saída, e, portanto, contribui para a visão original de Weiser sobre tecnologias ubíquas “invisíveis”.

O projeto de Sistemas Socioenativos possui originalmente três principais ambientes de investigação, são eles um ambiente educacional (escola, *e.g.*, [20, 6]), um ambiente exploratório (museu, *e.g.*, [10, 4, 17]), e um ambiente de cuidados da saúde (hospital, *e.g.*, [15, 19, 18]). Com uma fundamentação teórico-metodológica em Semiótica Organizacional [14] e Design Socialmente Consciente [3, 1, 2, 5], nestes ambientes foram idealizados e construídos diferentes cenários para aplicação e avaliação de sistemas socioenativos. No entanto, o contexto de isolamento social decorrente da pandemia de Covid-19 demandou uma nova abordagem.

Para melhor compreender o problema de se projetar um ambiente socioenativo remoto adequado ao contexto de isolamento social, foram conduzidas discussões sobre o problema utilizando a ferramenta OpenDesign¹ em videoconferências por meio do Google Meet². Nesta ferramenta foram identificadas partes interessadas, foram levantados possíveis problemas e propostas de soluções, e foram especificados alguns requisitos iniciais em diferentes níveis da escada semiótica. Todo o processo e os resultados dessas atividades são descritos em detalhes por Gonçalves e Baranauskas [13]. Partindo do que foi discutido e definido na plataforma OpenDesign, foi formada uma equipe remota de desenvolvimento composta pelos autores deste relatório técnico. A equipe ficou responsável por projetar e desenvolver um sistema computacional para permitir novas investigações dentro do projeto de Sistemas Socioenativos, mesmo em contexto de isolamento social. O público-alvo definido para a aplicação foi o de crianças em idade escolar.

Como tema para o sistema a ser desenvolvido, foi escolhida a música Aquarela, composta por Vinícius de Moraes, Toquinho, Guido Morra, e Maurizio Fabrizio em 1983, e que ganhou vida com a voz do cantor e compositor Toquinho [7]. Essa música, além de seu imensurável valor histórico e cultural, foi escolhida por ser lúdica, possuir uma compreensão no universo infantil, e uma composição com diversos elementos visuais e tangíveis que podem

¹<https://opendesign.ic.unicamp.br/>

²<https://meet.google.com/>

ser apropriados (*e.g.*, sol, castelo, gaivota *etc.*). A letra completa da música é apresentada no Apêndice A. Deste modo, a ideia central que guiou o design e desenvolvimento do sistema Aquarela Virtual foi utilizar alguns dos elementos presentes na música para interagir com a composição, e também com outras pessoas utilizando o sistema simultaneamente.

Para o desenvolvimento do Aquarela Virtual foram utilizadas práticas de desenvolvimento ágil. Foram realizadas reuniões semanais e todas as tarefas foram organizadas, distribuídas e acompanhadas com a utilização do Trello³. As tarefas foram divididas no Trello em três fases: “A fazer”, “Fazendo” e “Concluído”. Dessa forma, foi possível estabelecer uma lista de tarefas, especificá-las e atribuir as atividades aos membros da equipe de desenvolvimento. Comentários específicos sobre o andamento da tarefa eram inseridos dentro do cartão de cada atividade. O código foi centralizado em um repositório Git privado. Entre 12 de abril e 1 de dezembro de 2021, o repositório de código recebeu 383 *commits* e totaliza aproximadamente 3800 linhas de código original distribuído entre as linguagens HTML, CSS, Javascript e Python, além de outras contribuições em multimídia.

Este relatório técnico está organizado da seguinte forma: na Seção 2 apresentamos a especificação técnica do sistema desenvolvido, com ênfase nas tecnologias utilizadas; na Seção 3 apresentamos o design de interação da aplicação, enfatizando as funcionalidades do sistema e como ocorre a interação; e, por fim, na Seção 4 apresentamos uma conclusão com considerações sobre o processo e o sistema, e direcionamentos para trabalhos futuros.

2 Especificação Técnica

As escolhas e definições para o desenvolvimento de um sistema técnico devem estar diretamente relacionadas com as pessoas que afetam e serão afetadas por ele. Desse modo, é natural que as tecnologias adotadas estejam de acordo com o tipo de ação prevista sobre o sistema, bem como com o tipo de dinamismo necessário em um sistema socioenativo. Além disso, o contexto de isolamento social torna essencial a operação remota do sistema, de forma simultânea e em diferentes ambientes.

Nesta seção, partindo de um nível de abstração mais alto, apresentamos a arquitetura projetada para o sistema Aquarela Virtual, bem como as linguagens escolhidas para realizar essa arquitetura. Posteriormente, considerando um nível mais baixo de abstração, detalhamos os *frameworks* e bibliotecas utilizados no desenvolvimento.

2.1 Arquitetura e Linguagens

Tratando-se de um sistema técnico para conectar crianças por meio de uma narrativa e de forma distribuída, a arquitetura base adotada foi a de cliente(*frontend*)-servidor(*backend*) *web*, conforme ilustrado na Figura 1. Desse modo, pessoas em locais diferentes podem se conectar simultaneamente ao sistema, ou em termos mais técnicos, diversas instâncias

³<https://trello.com>

frontend podem se conectar ao mesmo tempo a uma única instância *backend*. Outro ponto importante para a escolha de uma arquitetura *web* foi a facilidade de acesso pelos participantes, já que a oficina se daria em ambiente remoto e não havia certeza se os pesquisadores poderiam atuar *in loco* para que o sistema fosse iniciado e configurado. Essa escolha eliminou a necessidade de instalar ou configurar alguma tecnologia adicional, bastando um computador com capacidade de navegação na *web* e acesso a uma *webcam* e microfone, requisitos facilmente atendidos por praticamente qualquer *laptop*.

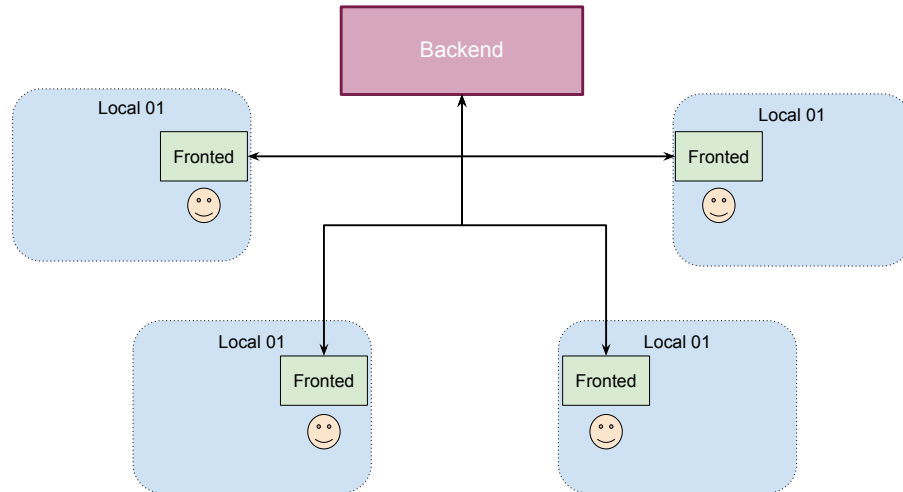


Figura 1: Arquitetura base com interface *web* conectando os locais distribuídos.

Com a definição de uma arquitetura *web*, a equipe de desenvolvimento então selecionou as linguagens e tecnologias a serem utilizadas para realizar essa arquitetura. Para o *backend* foi escolhida a linguagem Python⁴, uma linguagem de livre e de código aberto, amplamente documentada e utilizada, e considerada de fácil uso. Para o *frontend* foram utilizados os padrões *web* em suas versões mais atuais: HTML5, CSS3 e Javascript. A adoção dos padrões *web* assegura a facilidade de acesso, sendo necessário apenas um navegador *web* atualizado para utilizar a aplicação.

2.2 Frameworks e Bibliotecas

Reuso de códigos já estruturados é uma boa prática para uma melhor qualidade de software e o ganho em agilidade durante o desenvolvimento. Desse modo, foram adotados alguns *frameworks* e bibliotecas para subsidiar determinadas funcionalidades do sistema e acelerar o desenvolvimento do Aquarela Virtual.

No *backend* foi utilizado o *framework* Flask em sua segunda versão⁵ para gerenciar as

⁴<https://www.python.org/>

⁵<https://flask.palletsprojects.com/en/2.0.x/>

páginas da aplicação e direcionar o seu fluxo de acesso. Trata-se de um *framework* amplamente conhecido na comunidade Python e ativamente mantido por ela. O Flask possui uma relativa baixa curva de aprendizado quando comparado com outros *frameworks* concorrentes. Além disso, para compartimentalizar diferentes partes da aplicação foram utilizados Flask Blueprints⁶. Blueprints permitem, por exemplo, que a aplicação possua módulos que operem de forma independente e que não se misturam em código e em organização com a funcionalidade principal do Aquarela Virtual, que é interagir com a música e com outras crianças. Um exemplo de módulo é um painel de administração a ser utilizado pelos pesquisadores para acompanhamento e coleta de dados. Devido à natureza pouco convencional da aplicação, especialmente como se dá a interação, não foi utilizado nenhum *framework* no *frontend*, apenas bibliotecas.

A Tabela 1 sumariza todas as bibliotecas utilizadas no projeto, sua versão, sua linguagem, e o seu propósito, enquanto a Figura 2 ilustra como as tecnologias utilizadas compõem uma arquitetura mais específica da aplicação. Na figura é possível observar o *backend* representado por um servidor contendo as tecnologias Python e Flask, incluindo Blueprints e a biblioteca Flask-SocketIO. No *frontend* é possível notar as tecnologias HTML5, CSS3 e Javascript, incluindo as bibliotecas para acesso à câmera, leitura de Códigos QR (*Quick Response*, Resposta Rápida), comunicação bidirecional em tempo real, animações e outros aspectos da interface.

Inicialmente também foram realizados, de forma experimental, testes com a biblioteca de visão computacional OpenCV, para reconhecimento de cores, e com a biblioteca de aprendizado de máquina TensorFlow, para o reconhecimento do som de aplausos. Os resultados mostraram que essas bibliotecas são promissoras, mas ainda seria necessário um esforço significativo de desenvolvimento para obter resultados consistentes e confiáveis. Por este motivo, nesta primeira versão do Aquarela Virtual tais bibliotecas foram descartadas em prol da leitura de códigos QR, que se mostrou mais confiável.

3 Design da Interação

A proposta de interação com o sistema Aquarela Virtual gira em torno de permitir que crianças, remotamente situadas, sejam capazes de interagir com trechos e elementos da música Aquarela [7] e umas com as outras por meio desses trechos e elementos.

Para ir além de uma interface gráfica manipulada por mouse, teclado e tela, as crianças devem utilizar artefatos físicos que, por meio de códigos QR embutidos nos mesmos, são reconhecidos pela câmera do equipamento que acessa o sistema e ganham vida dentro do Aquarela Virtual. Por exemplo, um castelo construído com material de artesanato e com o respectivo código QR colado em uma de suas superfícies permite que a criança interaja com uma animação da primeira estrofe da música, que menciona um castelo feito com cinco ou seis retas. Essa proposta de interação também vai além de um paradigma

⁶<https://flask.palletsprojects.com/en/2.0.x/blueprints/>

Tabela 1: Lista de bibliotecas utilizadas.

Biblioteca	Versão	Linguagem	Propósito
Flask-SocketIO	5.0.1	Python	Estabelecer e manter uma comunicação bidirecional em tempo real do <i>backend</i> com todos os <i>frontends</i> conectados na aplicação.
Socket.IO	4.2.0	Javascript	Estabelecer e manter uma comunicação bidirecional em tempo real de um <i>frontend</i> com o <i>backend</i> da aplicação.
WebcamJS	1.0.25	Javascript	Obter, com permissão, acesso à câmera do computador do usuário para tirar fotos e efetuar a leitura de códigos QR.
qrcode-decoder	0.2.2	Javascript	Identificar e decodificar códigos QR nas imagens produzidas pela biblioteca WebcamJS.
anime.js	3.2.1	Javascript	Implementar animações visuais relativamente complexas de elementos da interface (<i>e.g.</i> , fazer uma gaivota voar pela página).
iTooltip	1.1.1	Javascript	Produzir dicas visuais (<i>tooltips</i>) dentro da aplicação quando necessário.
Normalize.css	8.0.1	CSS	Normalizar a aparência da aplicação em diferentes sistemas e navegadores <i>web</i> , aumentando sua compatibilidade.
Font Awesome Free	5.15.3	CSS	Utilizar um conjunto específico, gratuito, de ícones vetoriais na aplicação.
Animate.css	4.1.1	CSS	Implementar animações visuais relativamente simples de elementos da interface (<i>e.g.</i> , aplicar efeitos visuais e suavizar transições).
Bootstrap	3.3.7	CSS	Facilitar a criação do layout e dos elementos presentes no painel de administração.

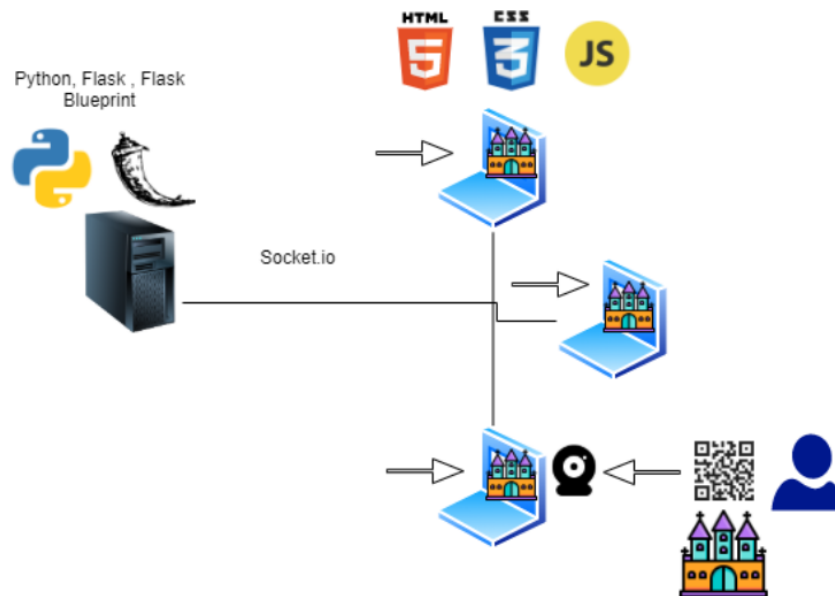


Figura 2: Arquitetura com base nas tecnologias utilizadas.

orientado a tarefas, pois as crianças possuem liberdade para escolher como e com quais elementos interagir. Por fim, olhando para o aspecto social da aplicação, a arquitetura com comunicação bidirecional em tempo real permite que todas as crianças, mesmo em locais diferentes, acompanhem de forma sincronizada as animações executadas, trechos da música tocados, e até mesmo as ações umas das outras sobre o sistema, fomentando um sentimento de exploração conjunta e colaboração.







Nas seções seguintes entramos em detalhes sobre como ocorre a interação, mostrando quais elementos podem ser utilizados para interagir com o sistema, e quais são as interfaces, animações, e funcionalidades presentes no Aquarela Virtual.

3.1 Objetos para Interagir com o Sistema

Quatro trechos da canção foram selecionados para serem considerados no design da interação desta primeira versão do sistema Aquarela Virtual, são eles as estrofes 1, 3, 4, 5, 6 e 7 (as estrofes 3 e 4, e 6 e 7 foram tratadas como um único trecho). Para cada estrofe, a equipe identificou substantivos promissores da letra da canção que pudessem ser objetos físicos com os quais crianças pudessem interagir e o sistema gerar algum tipo de *feedback* (animações, sons, *etc.*). Assim, seis objetos foram selecionados: 1) sol, 2) castelo, 3) gaiivota, 4) pingo de tinta, 5) barco a vela, e 6) avião. Partindo desses seis objetos selecionados, a ideia é que as crianças usem brinquedos que já possuem, ou então construam brinquedos novos

com materiais a sua escolha e criatividade, que representem cada um desses seis objetos. Além desses seis objetos, as crianças também podem interagir com o sistema por meio de um conjunto pré-selecionado de *emojis* que representam estados afetivos: feliz, calmo, sonolento, raiva, triste, e medo (vide Tabela 2).

Tabela 2: Emojis e o estado afetivo que eles representam.

Emoji						
Estado Afetivo	Feliz	Calmo	Sonolento	Raiva	Medo	Triste

Com os brinquedos prontos, na superfície de cada um deles é colado um código QR específico que será posteriormente reconhecido pelo sistema. Os *emojis*, por sua vez, são impressos com o *emoji* em uma face do papel e o código QR em outra, e então são colados na ponta de um palito para um uso prático e lúdico. A Figura 3 ilustra alguns objetos e *emojis* com códigos QR embutidos prontos para serem utilizados com o Aquarela Virtual. Conforme mencionado na Seção 2 (Especificação Técnica), a equipe decidiu utilizar códigos QR para identificar os brinquedos e os *emojis* no sistema. Deste modo, um trecho da música é acionado quando os códigos QR dos objetos pertencentes a esse trecho são detectados pelo sistema por meio da câmera do computador. Os códigos QR dos *emojis*, por sua vez, geram animações de estados afetivos que podem ser vistos pelos colegas, mas que atuam de forma independente (não estão diretamente relacionados à uma estrofe).



Figura 3: Exemplos de objetos e *emojis* com códigos QR embutidos.

3.2 Interfaces e Animações do Sistema

Para o design das interfaces do sistema Aquarela Virtual, primeiramente foram criados protótipos não funcionais de todas as interfaces inicialmente planejadas. Essa abordagem permitiu a rápida adaptação e validação de ideias antes da efetiva criação de código, evitando possíveis retrabalhos. A Figura 4 ilustra algumas das interfaces prototipadas, entre elas uma interface de login, duas interfaces de interação com diferentes trechos da música Aquarela, e uma interface de encerramento da atividade.

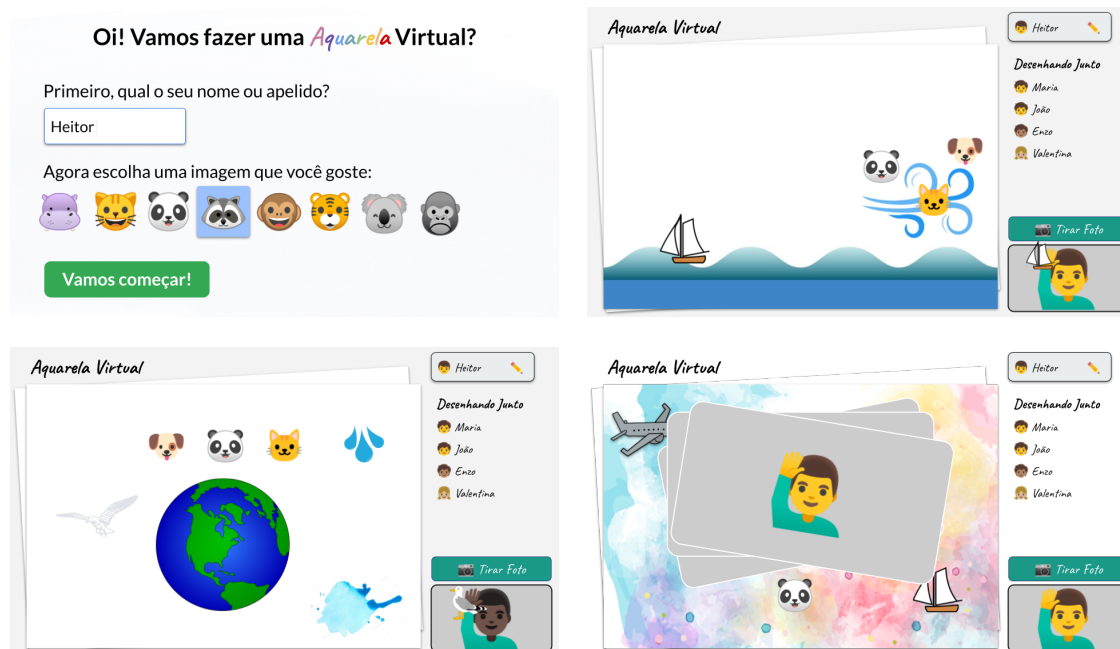


Figura 4: Protótipos de diferentes interfaces do Aquarela Virtual.

3.2.1 Interface de Login

Na interface de login, cada criança que acessar o sistema pode inserir seu nome (ou apelido) e selecionar um avatar para representá-la no sistema. O avatar pode ser selecionado entre uma lista com 16 opções lúdicas de *emojis* de animais: hipopótamo, gato, panda, guaxinim, macaco, tigre, coala, gorila, coelho, raposa, vaca, urso, cachorro, porco, leão, e lobo, como ilustrado na Figura 5. Como ponto de entrada para o sistema e fonte de uma primeira impressão, houve um esforço significativo para que a interface de login fosse adequada e agradável para crianças, especialmente de uma perspectiva não verbal por meio do uso de gráficos coloridos e animados, em sintonia com a própria música Aquarela.

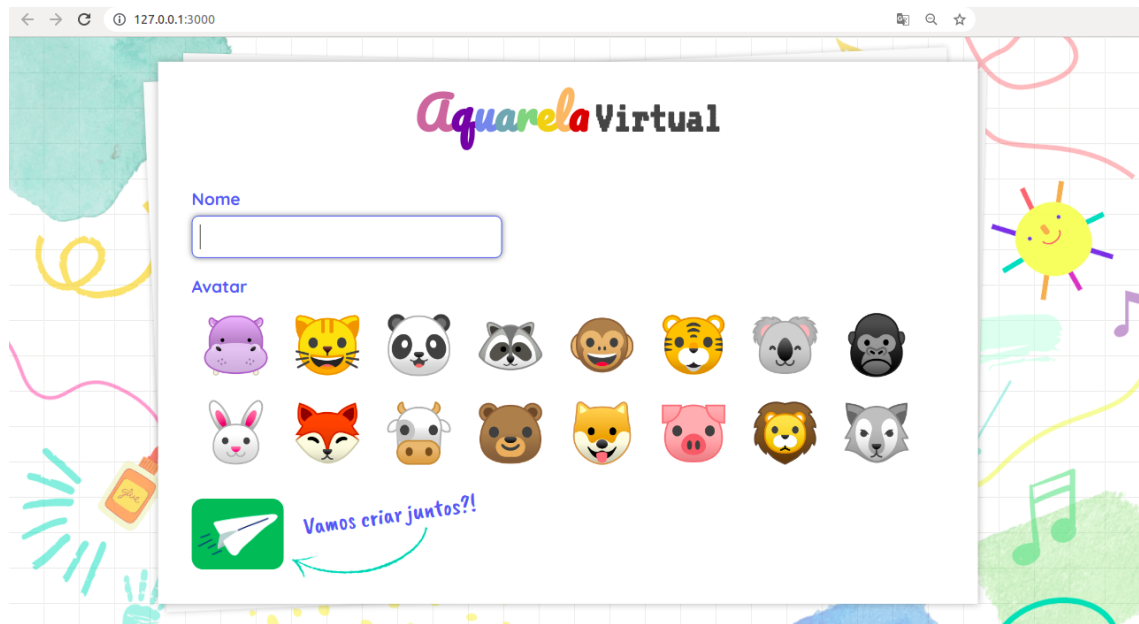


Figura 5: Interface do *login* do Aquarela Virtual.

3.2.2 Layout da Aplicação

A partir do momento em que o participante estiver logado, a interface principal do sistema é composta pelo logotipo do Aquarela Virtual no canto superior esquerdo, uma folha em branco ocupando a maior parte da página (que durante o uso será ocupada com ilustrações e animações), e uma barra na lateral direita. No topo da barra lateral há uma identificação do nome e avatar da criança utilizando o sistema, e logo abaixo há uma lista (“desenhando junto”) com as outras crianças que também estão *online*, participando na interação. Na parte inferior da barra lateral há uma janela de visualização da *webcam* do próprio participante, e acima dela há um botão de nome “Tirar Foto”. Dada a prominência do espaço em branco reservado nesta página, e o seu propósito de inevitavelmente ser preenchida com trechos e objetos da música Aquarela ao longo da interação, essa interface inicial do sistema é chamada de “folha em branco”. A Figura 6 ilustra o layout da aplicação e seu estado inicial, com uma folha em branco pronta para ser preenchida.

3.2.3 Interação com a Música Aquarela

A interação com o sistema ocorre da seguinte forma: quando um objeto com código QR relacionado com a música Aquarela é detectado, o trecho da música relacionado ao objeto é tocado, e a folha em branco da interface principal é preenchida com uma animação criada para aquele trecho da música. Na animação, o objeto que foi mostrado pela criança possui

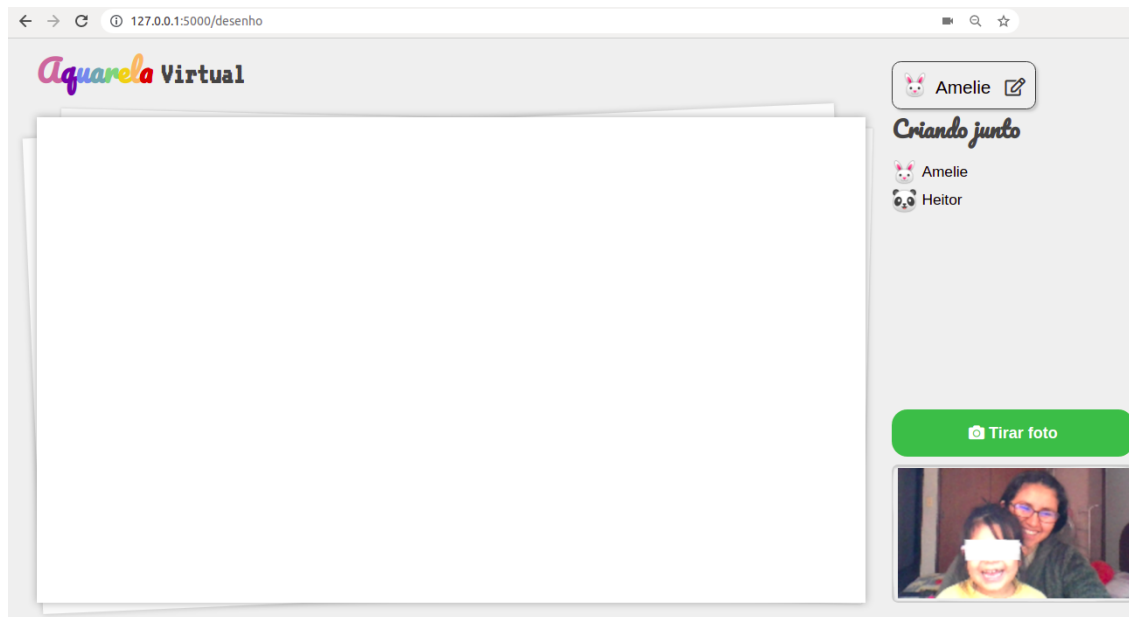



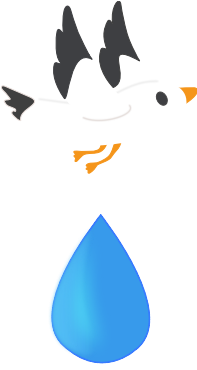

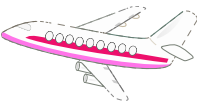
Figura 6: Layout do Aquarela Virtual e estado inicial de folha em branco.

algum tipo de destaque (*e.g.*, o sol fica maior e sobe no horizonte, a gaivota voa pela tela do computador *etc.*). A Tabela 3 apresenta os trechos da música que possuem interação, quais os objetos associados, as ilustrações originais criadas para esses objetos, e quais animações ocorrem de acordo com cada tipo de interação.

Para criar uma maior percepção de participação individual, sempre que a animação de um trecho é iniciada, o avatar da criança que mostrou o objeto é parte atuante da animação. A Figura 7 ilustra essa funcionalidade, com o avatar da criança (coelho) soprando o barco a vela. Por outro lado, para também criar uma percepção de participação coletiva, outras crianças participando *online* também podem fazer parte da animação em curso ao mostrarem o um código QR relacionado com aquele trecho. Ainda ilustrado na Figura 7, um segundo avatar (panda) pode ser visto soprando o barco a vela ao lado do primeiro avatar (coelho). Essas ações do sistema são sincronizadas entre todos os participantes *online*, ou seja, todos estão recebendo simultaneamente o mesmo trecho da música e as mesmas animações. Essa percepção da ação do outro por meio de seus avatares pode ser caracterizada como uma forma de *feedback* social.

Durante uma animação em curso, quando uma criança mostra um objeto com código QR relacionado com outro trecho nada ocorre naquele momento. Todavia, essa ação fica registrada como um voto para a escolha do próximo trecho a ser tocado.

Tabela 3: Objetos, ilustrações e animações por trecho da música Aquarela.

Trecho	Objetos	Ilustrações	Animações
Estrofe 1	Sol e Castelo		<p>Ao detectar o código QR do sol, a sua imagem na área da animação aumenta de tamanho e sobe no horizonte por alguns segundos.</p> <p>Ao detectar o código QR do sol ou do castelo, o avatar da criança que mostrou o objeto aparece pulando na frente do castelo.</p>
Estrofes 3 e 4	Gaiivota e Pingo de Tinta		<p>Ao detectar o código QR da gaiivota, a imagem da gaiivota na área da animação começa a voar sobre o mundo, e o avatar da criança que mostrou o objeto aparece pulando sobre o mundo.</p> <p>Ao detectar o código QR do pingo de tinta, um pingo de tinta cai sobre o fundo a animação, e o avatar da criança que mostrou o objeto aparece pulando sobre o mundo.</p>
Estrofe 5	Barco a Vela		<p>Ao detectar o código QR do barco a vela, a imagem do barco na área da animação se movimenta sobre o mar, e o avatar da criança que mostrou o objeto aparece soprando o barco.</p>
Estrofes 6 e 7	Avião		<p>Ao detectar o código QR do avião, a imagem do avião que aparece na área da animação voa pelo céu, e o avatar da criança que mostrou o objeto aparece pulando em uma nuvem.</p>

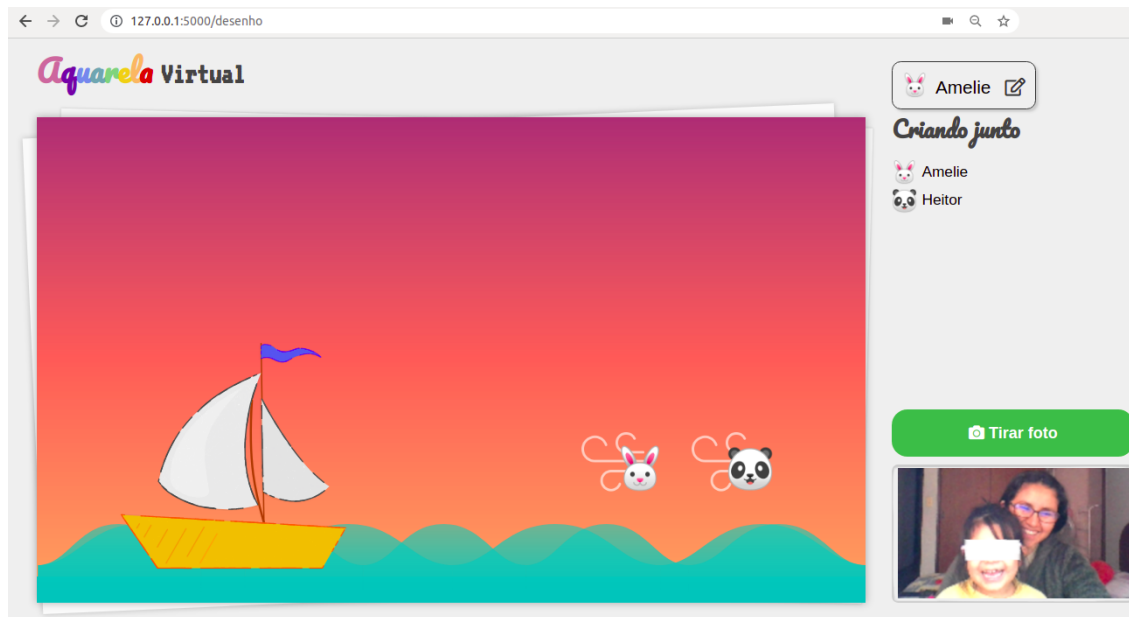


Figura 7: Interface de interação com um trecho da música Aquarela.

3.2.4 *Feedback Afetivo*

De forma paralela aos trechos da música e suas animações, os *emojis* de estados afetivos são um outro tipo de elemento que compõe a interação com o Aquarela Virtual. A qualquer momento, qualquer criança pode mostrar o código QR com o *emoji* que melhor represente seu estado afetivo atual. Em resposta, o sistema mostra vários *emojis* daquele estado afetivo subindo na interface do sistema. O sistema também adiciona brevemente o *emoji* escolhido ao lado do avatar da criança na barra lateral, para que todos possam tomar ciência do seu estado afetivo naquele momento. A funcionalidade de expressão de estados afetivos por meio de *emojis* pode ser visualizada na Figura 8.

3.2.5 **Funcionalidade de “Tirar Foto”**

Durante a interação as crianças podem tirar fotos. A ação gera um *feedback* lúdico com um som de máquina fotográfica e uma breve animação para visualizar por alguns segundos a foto que foi tirada. Essa funcionalidade permite que as crianças mostrem suas criações baseadas em objetos da música Aquarela. As fotos são posteriormente utilizadas para compor uma sequência de encerramento, na qual todas as fotos tiradas são mostradas em sequência enquanto a música Aquarela é tocada na íntegra ao fundo. Ao término da música, são tocados aplausos e é mostrado um efeito de fogos de artifício que sinalizam o fim da atividade. Um exemplo da sequência de encerramento pode ser visualizado na Figura 9.

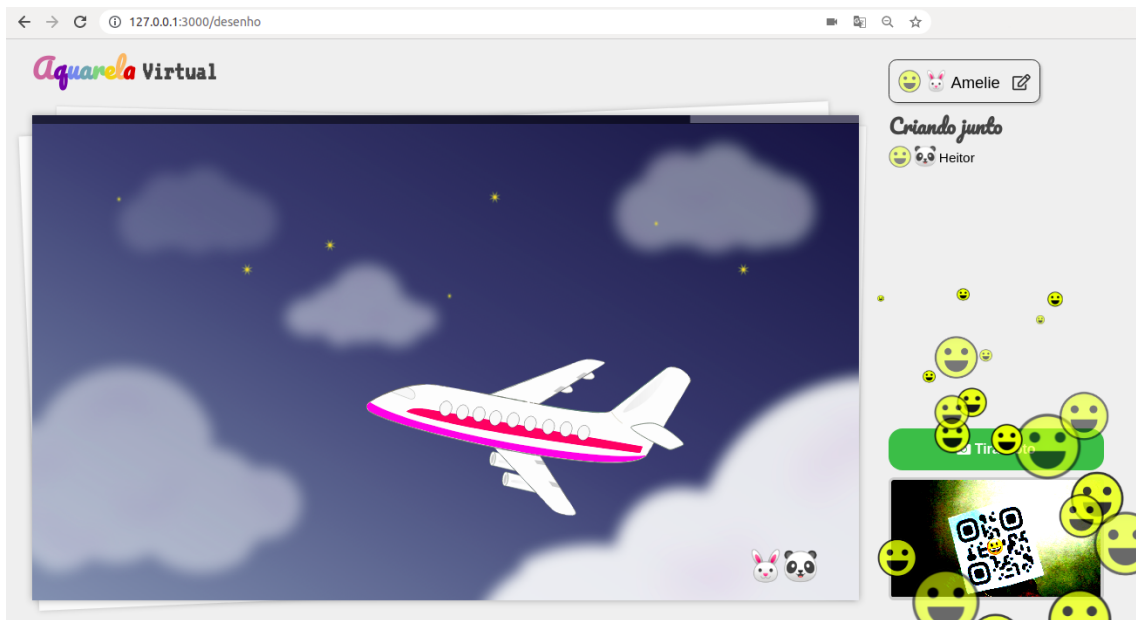


Figura 8: *Feedback* da expressão de um estado afetivo com o emoji “feliz”.

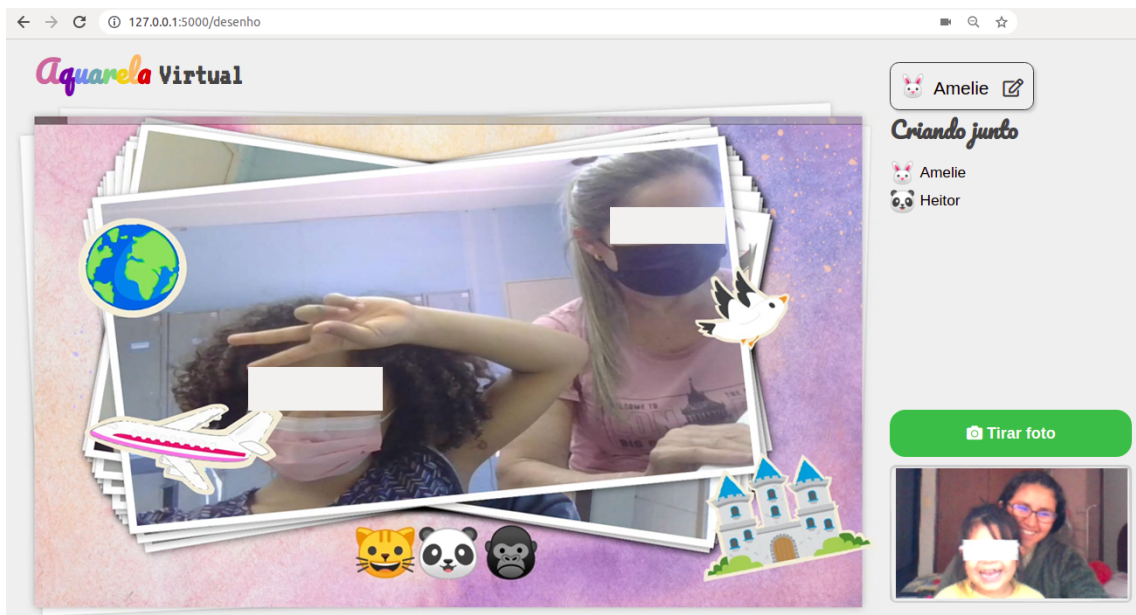


Figura 9: Interface da sequência de encerramento.

3.2.6 Área de Administração

Por questões de segurança e gerenciamento de atividades e dados de pesquisa, o sistema Aquarela Virtual conta com um painel de administração protegido por senha. No painel, é possível criar, controlar, e encerrar oficinas (atividades no Aquarela Virtual com um grupo pré-determinado de crianças, com início, meio e fim), permitindo de forma segura a organização e coleta de dados de pesquisa, como *logs* do sistema e fotos tiradas. O painel de administração ainda permite que os pesquisadores acompanhem e controlem em tempo real quem está *online* no sistema, e as fotos tiradas por esses participantes. Considerando que as fotos serão utilizadas na sequência de encerramento, no painel há a possibilidade de excluir fotos potencialmente inapropriadas antes que elas sejam mostradas para os participantes. A Figura 10 ilustra a interface do painel de administração durante o uso do sistema.

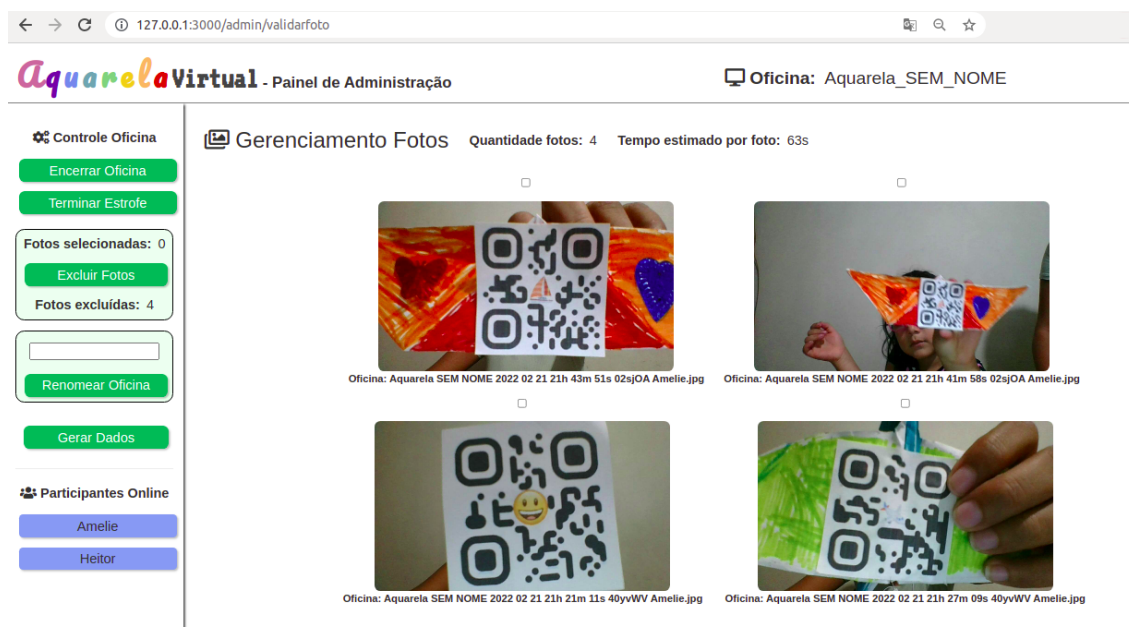


Figura 10: Interface do Painel de Administração do Aquarela Virtual.

4 Conclusão

O sistema técnico proposto, Aquarela Virtual, foi construído para ser integrado às atividades físicas desenvolvidas por crianças geograficamente distribuídas em um contexto de isolamento social. Embora seja um sistema *web*, o uso de objetos físicos lúdicos, de origem artesanal e percebidos computacionalmente por meio de códigos QR, apresenta um paradigma de interação diferente daquele composto por mouse, teclado e tela sensível ao toque. Nesse sentido, o sistema Aquarela Virtual representa uma substancial contribuição para o projeto de Sistemas Socioenativos, especialmente no limitante contexto de isolamento social em virtude da pandemia de Covid-19.

Resultados preliminares de experimentações com o Aquarela Virtual ressaltaram algumas limitações técnicas do sistema, como alguns equipamentos pessoais dos participantes uma resolução de captura da *webcam* inferior ao esperado, resultando em alguma dificuldade na leitura de códigos QR. Essas limitações, no entanto, não são impeditivas ao uso do sistema. Por outro lado, preliminarmente foi possível identificar como atividades com o Aquarela Virtual trouxeram um contexto diferente ao cotidiano remoto que as crianças participantes estavam habituadas devido ao isolamento social. O fato de que diversas crianças podem interagir simultaneamente e perceber a presença e as ações umas das outras no sistema também apontam para uma contribuição na dimensão de interação social. Essas e outras contribuições relacionadas ao acesso equitativo, imaginação, e emoções, são apresentadas em detalhes nos relatórios técnicos [16, 8, 9] e serão analisadas e discutidas em profundidade em publicações futuras.

4.1 Trabalhos Futuros

Em termos computacionais, as tecnologias e decisões técnicas adotadas permitiram a concepção de um sistema robusto e modular, possibilitando a sua continuidade, manutenibilidade e expansão em futuras novas versões. Nesse sentido, a base técnica idealizada e construída para o Sistema Aquarela Virtual já foi projetada visando receber novas funcionalidades futuras. Dentre essas novas possíveis funcionalidades, destacamos a possibilidade de comunicação com objetos físicos de *Internet of Things* (IoT) de modo a permitir que o Aquarela Virtual perceba e atue não apenas sobre objetos da música, mas também sobre o próprio ambiente. No momento, alguns objetos físicos foram idealizados para serem experimentados em um ambiente de cuidados de saúde (hospital), com o objetivo de atuar positivamente sobre o ambiente e permitir que crianças em tratamento interajam com o Aquarela Virtual e, por meio desse, com outras crianças também conectadas ao sistema.

Agradecimentos

Este trabalho foi apoiado financeiramente pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) por meio dos processos #2015/16528-0, #2020/04242-2 e

#2020/03503-7, pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) - Código de Financiamento 001, e pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) por meio do processo #304708/2020-8. Agradecemos ao Instituto Federal de São Paulo (IFSP) por apoio e suporte a um dos pesquisadores, e ao grupo de pesquisa InterHAD pelo apoio no design e desenvolvimento do Aquarela Virtual. Agradecemos ao pesquisador Luã Marcelo Muriana por implementar a parte do sistema relacionada aos estados afetivos. As opiniões, hipóteses e conclusões ou recomendações expressas neste material são de responsabilidade do(s) autor(es) e não necessariamente refletem a visão da FAPESP.

Referências

- [1] BARANAUSKAS, M. C. C. O modelo semioparticipativo de design. In *Codesign de Redes Digitais: Tecnologia e Educação a Serviço da Inclusão Social*, M. Baranauskas, M. Martins, and J. Valente, Eds. Penso Editora, 2013.
- [2] BARANAUSKAS, M. C. C. Social awareness in hci. *interactions* 21, 4 (July 2014), 66–69.
- [3] BARANAUSKAS, M. C. C., AND BONACIN, R. Design—indicating through signs. *Design Issues* 24, 3 (2008), 30–45.
- [4] BARANAUSKAS, M. C. C., MENDOZA, Y. L. M., AND DUARTE, E. F. Designing for a socioenactive experience: A case study in an educational workshop on deep time. *International Journal of Child-Computer Interaction* 29 (2021), 100287.
- [5] C. BARANAUSKAS, M. C. Being socially aware in technology design. In *Extended Abstracts of the 2021 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 2021.
- [6] CACEFFO, R., ADDAN GONÇALVES, D., BONACIN, R., DOS REIS, J. C., VALENTE, J. A., AND BARANAUSKAS, M. C. C. Children’s social interactions within a socioenactive scenario. *Computers & Education* 176 (2022), 104324.
- [7] DE MORAES, V., TOQUINHO, MORRA, G., AND FABRIZIO, M. Aquarela, 1983.
- [8] DE O. GAIA PIMENTA, J. R., DUARTE, E. F., DE QUEIROZ, M. J. N., MENDOZA, Y. L. M., DA SILVA, J. V., AND BARANAUSKAS, M. C. C. Aquarela virtual: Avaliação de acesso equitativo em instalação socioenativa em contexto de isolamento social. Tech. Rep. IC-22-03, Institute of Computing, University of Campinas, February 2022.
- [9] DE QUEIROZ, M. J. N., DE OLIVEIRA GAIA PIMENTA, J. R., DUARTE, E. F., MENDOZA, Y. L. M., DOS RAIS, J. C., AND BARANAUSKAS, M. C. C. Imaginação

- no aquarela virtual: Uma experiência socioenativa. Tech. Rep. IC-22-04, Institute of Computing, University of Campinas, February 2022.
- [10] DUARTE, E., MAIKE, V., MENDOZA, Y., BRENNAND, C., AND BARANAUSKAS, M. The magic of science: beyond action, a case study on learning through socioenaction. In *Anais do XXV Workshop de Informática na Escola* (Porto Alegre, RS, Brasil, 2019), SBC, pp. 501–510.
- [11] FUCHS, T. *Ecology of the brain: The phenomenology and biology of the embodied mind*. Oxford University Press, 2017.
- [12] GALLAGHER, S. *Enactivist interventions: Rethinking the mind*. Oxford University Press, 2017.
- [13] GONÇALVES, F. M., AND BARANAUSKAS, C. Opendesign of scientific research in pandemic context. In *X Latin American Conference on Human Computer Interaction*. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 2021.
- [14] LIU, K. *Semiotics in Information Systems Engineering*. Cambridge University Press, New York, NY, USA, 2000.
- [15] MURIANA, L. A. M., SILVA, J. V. D., SANTOS, A. C. D., AND BARANAUSKAS, M. C. C. Affective state, self-esteem and technology: An exploratory study with children in hospital context. In *Proceedings of the 18th Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems* (New York, NY, USA, 2019), IHC '19, Association for Computing Machinery.
- [16] MURIANA, L. M., DE O. GAIA PIMENTA, J. R., DE QUEIROZ, M. J. N., MENDOZA, Y. L. M., AND BARANAUSKAS, M. C. C. Resultados preliminares de uma experiência sócio-afetiva enativa: Um estudo de caso com o sistema aquarela virtual. Tech. Rep. IC-22-02, Institute of Computing, University of Campinas, February 2022.
- [17] PIMENTA, J. R. D. O. G., DUARTE, E. F., AND BARANAUSKAS, M. C. C. Investigating access in ubiquitous scenarios: A case study and evaluation instrument. In *X Latin American Conference on Human Computer Interaction* (New York, NY, USA, 2021), CLIHC 2021, Association for Computing Machinery.
- [18] SANTOS, A. C. D., MURIANA, L. A. M., PIMENTA, J. R. O. G., SILVA, J. V. D., MOREIRA, E. A., AND REIS, J. C. D. Investigating aspects of affectibility for universal access in socioenactive system scenarios. In *Proceedings of the 18th Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems* (New York, NY, USA, 2019), IHC '19, Association for Computing Machinery.

- [19] SILVA, J. V. D., AND BARANAUSKAS, M. C. C. Interaction spaces and socioenactive dimensions: Exploring perturbations of ioh. In *Proceedings of the 19th Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems* (New York, NY, USA, 2020), IHC '20, Association for Computing Machinery.
- [20] VALENTE, J. A., CACEFFO, R., BONACIN, R., DOS REIS, J. C., GONÇALVES, D. A., AND BARANAUSKAS, M. C. C. Embodied-based environment for kindergarten children: Revisiting constructionist ideas. *British Journal of Educational Technology* 52, 3 (2021), 986–1003.
- [21] VARELA, F., THOMPSON, E., AND ROSCH, E. *The Embodied Mind: Cognitive Science and Human Experience*. Cognitive science: Philosophy, psychology. MIT Press, 1993.
- [22] WEISER, M. The computer for the 21st century. *Scientific american* 265, 3 (1991), 94–104.

Apêndice A: Letra da Música “Aquarela”, por Toquinho

Numa folha qualquer
 Eu desenho um Sol amarelo
 E, com cinco ou seis retas
 É fácil fazer um castelo

Corro o lápis em torno da mão
 E me dou uma luva
 E, se faço chover, com dois riscos
 Tenho um guarda-chuva

Se um pinguinho de tinta
 Cai num pedacinho azul do papel
 Num instante, imagino
 Uma linda gaivota a voar no céu

Vai voando, contornando
 A imensa curva norte-sul
 Vou com ela viajando
 Havaí, Pequim ou Istambul

Pinto um barco à vela
 Branco navegando
 É tanto céu e mar
 Num beijo azul

Entre as nuvens vem surgindo
 Um lindo avião rosa e grená
 Tudo em volta colorindo
 Com suas luzes a piscar

Basta imaginar, e ele está partindo
 Sereno e lindo
 E, se a gente quiser
 Ele vai pousar

Numa folha qualquer
 Eu desenho um navio de partida
 Com alguns bons amigos
 Bebendo, de bem com a vida

De uma América a outra
 Eu consigo passar num segundo
 Giro um simples compasso
 E, num círculo, eu faço o mundo

Um menino caminha
 E caminhando chega no muro
 E ali logo em frente, a esperar
 Pela gente, o futuro está

E o futuro é uma astronave
 Que tentamos pilotar
 Não tem tempo, nem piedade
 Nem tem hora de chegar

Sem pedir licença
 Muda nossa vida
 E depois, convida
 A rir ou chorar

Nessa estrada, não nos cabe
 Conhecer ou ver o que virá
 O fim dela, ninguém sabe
 Bem ao certo onde vai dar

Vamos todos
 Numa linda passarela
 De uma aquarela que, um dia, enfim
 Descolorirá

Numa folha qualquer
 Eu desenho um Sol amarelo
 Que descolorirá

E, com cinco ou seis retas
 É fácil fazer um castelo
 Que descolorirá

Giro um simples compasso
 E, num círculo, eu faço o mundo
 Que descolorirá
 Que descolorirá