



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE INFORMÁTICA
PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

ALESSANDRA ALELUIA ALVES

**AMA: Um sistema especialista de aprendizado para balé adulto
através de feedback verbal automático**

Recife
2022

ALESSANDRA ALELUIA ALVES

**AMA: Um sistema especialista de aprendizado para balé adulto
através de feedback verbal automático**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação do Centro de Informática da Universidade Federal de Pernambuco como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciência da Computação.

Área de Concentração: Mídias e Interação

Orientador: Prof. Dr. Giordano Ribeiro
Eulálio Cabral

Recife

2022

Catálogo na fonte
Bibliotecária Monick Raquel Silvestre da S. Portes, CRB4-1217

A474a Alves, Alessandra Aleluia
Ama: um sistema especialista de aprendizado para balé adulto através de feedback verbal automático / Alessandra Aleluia Alves. – 2022.
167 f.: il., fig., tab.

Orientador: Giordano Ribeiro Eulalio Cabral.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CIn, Ciência da Computação, Recife, 2022.

Inclui referências.

1. Mídia e interação. 2. Inteligência artificial. I. Cabral, Giordano Ribeiro Eulalio (orientador). II. Título.

006.7 CDD (23. ed.) UFPE - CCEN 2022-123

Alessandra Aleluia Alves

“Ama: um sistema especialista de aprendizado para balé adulto através de feedback verbal automático”

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciência da Computação. Área de Concentração: Mídia e Interação

Aprovado em: 18/01/2022.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Filipe Carlos de Albuquerque Calegário

Centro de Informática / UFPE

Profa. Dra. Marlini Dorneles de Lima

Faculdade de Educação Física e Dança / UFG

Prof. Dr. Giordano Ribeiro Eulalio Cabral

Centro de Informática / UFPE

(Orientador)

Às mulheres na área da computação e aos bailarinos de balé adulto - pessoas que desafiam o padrão.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de começar primeiramente agradecendo a Deus por ter me proporcionado tantos privilégios nesta minha existência e saúde nestes anos de pandemia. Sou grata pelos pais (Eraldo e Valdete), tias (Nena e Pupu) e tio (Júlio) incríveis que possuo e que sempre me apoiam nos estudos e na vida.

Um agradecimento enorme ao meu querido orientador, Professor Giordano Cabral, que me ofereceu uma oportunidade que mudou a minha vida. Sem sua ajuda e orientação, essa pesquisa jamais teria saído desse jeito. Obrigada por toda confiança em mim e no meu trabalho, a nossa parceria acadêmica ainda irá muito longe. Se eu cheguei até aqui também foi graças à orientação e apoio da minha maravilhosa orientadora de TCC, Professora Roberta Vilhena, que me ajudou a criar asas fortes para voar cada vez mais alto. Agradeço também aos colegas Ricardo Barioni e Willams Costa que contribuíram nos primeiros passos dessa pesquisa e deram ouvidos às minhas “invenções”.

Agradeço ao grupo Mustic por ser o melhor grupo de pesquisa em arte e tecnologia do mundo. Eu me sinto muito honrada de ter começado minha trajetória na pós-graduação ao lado de pessoas tão boas. Um agradecimento especial às pessoas que agora chamo de amigas, Chaina Santos, Erika Pessôa, Horhanna Almeida e Reydne Bruno pelo apoio e incentivo nessa jornada. E por falar de incentivo, não poderia deixar de agradecer às pessoas especiais que foram um apoio quase que diário nessa trajetória - em especial João Victor e Ingryd Viana - e muitas outras as quais não irei mencionar aqui porque corro muito risco de esquecer algum nome. Vocês são as melhores companhias que alguém poderia ter, obrigada pela compreensão.

Agradeço ao CIn-UFPE e ao CNPq, o qual tenho orgulho em dizer que fui bolsista, por terem me fornecido os meios necessários para conduzir essa pesquisa da melhor forma possível. Viva a ciência.

Gostaria de finalizar esses agradecimentos expressando minha profunda gratidão pela minha eterna mestra de balé, Professora Selma Pimentel. E agradecendo do fundo do meu coração à todas as pessoas que aceitaram participar dessa pesquisa - pessoas da minha eterna Cia El Gibbor, de Recife e do Brasil. Esse trabalho foi feito graças a vocês, para vocês e para muitas outras pessoas. Eu espero muito que seja permitido a todas as pessoas a alegria de dançar.

RESUMO

Com a introdução da computação no balé clássico, podemos pensar em novas possibilidades de ensino-aprendizagem que sejam mais inclusivas e democráticas. Na literatura científica atual, existem trabalhos voltados para o aprendizado do balé, mas pouco se fala do público de balé adulto. Esse público, caracterizado por pessoas com 18 ou mais anos de idade e que não necessariamente possui o objetivo de se tornar bailarino profissional, possui um perfil e objetivo diferentes do tradicional bailarino de uma grande companhia de dança e é cada vez mais frequente de ser encontrado em diversas academias de balé. Portanto, este trabalho trata-se de uma pesquisa baseada em inovação que explorou as possibilidades de uso da tecnologia para auxiliar o aprendizado de balé clássico através do feedback, especializando-se posteriormente no público de balé adulto e fornecendo feedback verbal automatizado. Após uma pesquisa junto ao público-alvo que utilizaria esse tipo de tecnologia que auxiliasse nos treinos de balé em casa, foi desenvolvido um sistema especialista chamado Ama. O primeiro protótipo de Ama contou com uma interface visual e feedback verbal em tempo real e foi avaliado por bailarinos e professores de balé clássico. Os resultados obtidos demonstraram a possibilidade de fornecimento de feedback útil ao bailarino de maneira inclusiva e que atendesse suas necessidades, além das possíveis funcionalidades propostas terem sido consideradas pertinentes pelo público que poderia utilizar a ferramenta futuramente. Assim, conseguimos avançar na área que une dança e tecnologia e no entendimento científico e prático de formas de interação e design de tecnologias voltadas para o aprendizado de balé clássico.

Palavras-chave: tecnologias para aprendizado de balé; feedback automático em tempo real; inteligência artificial.

ABSTRACT

When we use technology in classical ballet, we could think of new possibilities of teaching and learning being more inclusive and democratic. In the current scientific literature, there are works for ballet learning however, it's not common to talk about adult ballet. This public, which are people with 18 or more years old and who do not necessarily want to be a professional dancer, have a different profile and goals in comparison with a traditional ballet dancer from a big company. Therefore, this work is about innovative-based research which explored the possibilities of the use of technology to support the learning of classical ballet through feedback, after focusing on adult ballet and providing automatic verbal feedback. After research with the target audience which could use this kind of technology that helps the ballet training at home was developed an expert system called Ama. The first Ama prototype had a visual interface and verbal real-time feedback and was evaluated by dancers and ballet teachers. The results showed the possibility of useful feedback to the dancers in an inclusive way that meets their needs and the proposed functionalities were considered relevant by the audience that could use the tool in the future. Thereby, we could go further in the area joining dance and technology and in the scientific and practical understanding of ways of interaction and design of ballet learning technologies.

Keywords: ballet learning technologies; dance interactive learning systems; dance education; automatic real-time feedback.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Fases de nossa pesquisa	17
Figura 2 -	Áreas envolvidas na pesquisa	22
Figura 3 -	Atitude de acordo com diversos métodos	25
Figura 4 -	Características do feedback	31
Figura 5 -	Principais funções do feedback	32
Figura 6 -	Efetividade do feedback de acordo com a complexidade da tarefa	33
Figura 7 -	RoBallet	38
Figura 8 -	Representação de movimento	39
Figura 9 -	YouMove	42
Figura 10 -	Super Mirror	43
Figura 11 -	Ambiente CAVE com feedback visual	45
Figura 12 -	Relevé	46
Figura 13 -	Testes com variações no feedback	47
Figura 14 -	Testes com realidade virtual, (A) condições totais de feedback, (B) condições reduzidas de feedback	50
Figura 15 -	Testes com feedback vibrotátil e/ou visual	51
Figura 16 -	Sensor utilizado no Saltate!	52
Figura 17 -	Feedback visual proposto para Khon	53
Figura 18 -	Tela inicial do BalletVR	58
Figura 19 -	Tela de treinamento do BalletVR	58
Figura 20 -	Posições de braço de acordo com o método francês	59
Figura 21 -	Feedback textual (orientação)	60
Figura 22 -	Feedback do avatar fantasma	61
Figura 23 -	Skype no computador	66
Figura 24 -	Skype no celular	66
Figura 25 -	Discord	67
Figura 26 -	Mural.co	68
Figura 27 -	Google Meet	69
Figura 28 -	Sumarização dos feedbacks desejáveis para um sistema	72
Figura 29 -	Áreas de conhecimento das pessoas participantes	73
Figura 30 -	Ideias geradas	76

Figura 31 - Ideia escolhida	79
Figura 32 - Módulos de Ama	83
Figura 33 - Estrutura dos algoritmos de aprendizagem de máquina	85
Figura 34 - Interface de interação do Mágico de Oz	88
Figura 35 - Processo proposto com o Mágico de Oz	89
Figura 36 - Representação de esqueleto pelo Microsoft Kinect	90
Figura 37 - Representação do esqueleto pelo Android ML Kit	90
Figura 38 - Partes de um sistema especialista	95
Figura 39 - Regras para fornecimento de feedback	98
Figura 40 - Passos da primeira versão de Ama	99
Figura 41 - Tela inicial de Ama	100
Figura 42 - Tela após selecionar “Aula completa”	101
Figura 43 - Tela após selecionar “Treino específico”	102
Figura 44 - Filtros disponíveis	103
Figura 45 - Tela após selecionar “Vocabulário”	104
Figura 46 - Tela após selecionar “Meu perfil”	105
Figura 47 - Tela após selecionar “Meus passos”	105
Figura 48 - Demonstração do battement jeté	106
Figura 49 - Demonstração do grand battement pointé	107
Figura 50 - Experimento para coletar ambas as visões	108
Figura 51 - Etapas do experimento com alunos	113
Figura 52 - Idade dos participantes	115
Figura 53 - Melhorias para o sistema	117
Figura 54 - Opiniões sobre o protótipo	119
Figura 55 - Sugestões para o protótipo	121
Figura 56 - Opiniões sobre a demonstração	126
Figura 57 - Opiniões sobre a comparação entre as versões testadas	130
Figura 58 - Opiniões sobre o feedback recebido	133
Figura 59 - Resultados primeira questão do questionário	143
Figura 60 - Resultados segunda questão do questionário	144
Figura 61 - Resultados terceira questão do questionário	145
Figura 62 - Resultados quarta questão do questionário	146
Figura 63 - Resultados quinta questão do questionário	147

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Eixos analisados durante a seleção	77
Tabela 2 - Características sugeridas	91
Tabela 3 - Estrutura de dados	97

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

API	Application Programming Interface
DILS	Dance Interactive Learning Systems
PNPICS	Política Nacional de Práticas Integrativas e Complementares
SUS	System Usability Scale

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	CONTEXTO	15
1.2	ABORDAGEM, OBJETIVOS E UM BREVE RESUMO	17
1.3	PRÓXIMOS CAPÍTULOS	20
2	UM OLHAR MULTIDISCIPLINAR	22
2.1	O BALÉ CLÁSSICO	23
2.1.1	Origem e métodos do balé clássico	23
2.1.2	Dança: qualidade de vida e praticável por qualquer pessoa	25
2.1.3	O balé adulto	27
2.2	O APRENDIZADO DE DANÇA	28
2.2.1	Aprendizado de habilidades motoras, motivação e estado de fluxo	28
2.2.2	Pedagogia da Dança	29
2.2.3	A importância do feedback no aprendizado da dança	30
2.3	A TECNOLOGIA ENCONTRA A DANÇA	35
2.3.1	Breve histórico	35
2.3.2	Exemplos para a dança	37
2.3.3	Exemplos para o balé	43
2.3.4	Exemplos visando aprendizado e feedback	49
3	CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA	55
3.1	FASE 1: EXPLORAÇÃO	56
4	PRIMEIRA EXPLORAÇÃO: BALLETVR	57
4.1	GAMIFICAÇÃO NO BALLETVR	59
4.2	FEEDBACKS PROPOSTOS	59
4.2.1	Texto	60
4.2.2	Relógio	60
4.2.3	Avatar fantasma	60
4.3	TESTES E RESULTADOS	61
4.4	FASE 2: CONCEPÇÃO	63

5	CONTEXTO ONLINE E PLATAFORMAS UTILIZADAS	65
5.1	SKYPE	65
5.2	DISCORD	66
5.3	MURAL.CO	67
5.4	GOOGLE MEET	68
6	PROBLEMATIZAÇÃO	70
6.1	MÉTODO	70
6.2	RESULTADOS DA PROBLEMATIZAÇÃO	70
7	IDEAÇÃO	73
7.1	DESCRIÇÃO DAS PESSOAS PARTICIPANTES E DIVISÃO DOS GRUPOS	73
7.2	MÉTODO	74
7.3	RESULTADOS DA IDEAÇÃO	75
8	SELEÇÃO	77
8.1	FASE 3: PROTOTIPAÇÃO	81
9	A PONTA DO ICEBERG	82
9.1	MÁGICO DE OZ	84
9.2	RECONHECIMENTO DE GESTOS	85
9.3	SIMULAÇÃO DE CARACTERÍSTICAS UTILIZANDO MÁGICO DE OZ	86
9.4	CARACTERÍSTICAS SUGERIDAS	89
10	MODELAGEM DO FEEDBACK	94
10.1	SISTEMAS ESPECIALISTAS	94
10.2	FEEDBACK DO SISTEMA	96
11	FUNCIONALIDADES E PROTÓTIPO DE INTERFACE	100
12	DEMONSTRAÇÃO	106
12.1	FASE 4: VALIDAÇÃO	108
13	MÉTODO DOS EXPERIMENTOS	110
14	EXPERIMENTO 1: VISÃO DOS ALUNOS	112
14.1	OBJETIVO	112

14.2	DESIGN	112
14.3	PARTICIPANTES	115
15	15 RESULTADOS DO EXPERIMENTO 1	117
15.1	ANÁLISE DAS ENTREVISTAS	118
15.1.1	O que você achou do protótipo de interface e das funcionalidades propostas?	118
15.1.2	Quais sugestões você teria para o nosso protótipo?	120
15.1.3	O que você achou da demonstração do exercício?	125
15.1.4	Você utilizaria esse sistema?	128
15.1.5	Qual das duas versões você preferiu? Por quê?	130
15.1.6	O que você achou do feedback recebido?	132
15.1.7	Quais outros tipos de feedback você gostaria de receber?	137
15.1.8	A escolha da linguagem não-técnica ajudou no entendimento do feedback?	139
15.1.9	Por que você dança balé?	139
15.1.10	Você já utilizou outros aplicativos para treinamento de atividades físicas?	140
15.2	AVALIAÇÃO OBJETIVA	142
16	EXPERIMENTO 2: VISÃO DOS PROFESSORES	148
16.1	OBJETIVO	148
16.2	DESIGN E PARTICIPANTES	148
16.3	RESULTADOS	149
17	DISCUSSÃO	151
18	CONCLUSÃO	155
18.1	CONTRIBUIÇÕES	155
18.2	TRABALHOS FUTUROS	156
	REFERÊNCIAS	158

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTO

O balé é uma arte que surgiu nas cortes italianas no período do renascimento. Naquela época, esta dança era uma forma de entretenimento para a aristocracia. Com o passar dos anos, duas guerras mundiais e a disseminação do balé pelo mundo, o balé clássico passou a estar cada vez mais próximo das pessoas até mesmo através da televisão (KASSING, 2016). Atualmente, pessoas que praticam balé clássico o fazem pelos mais diversos motivos, tais como prazer e sociabilidade, e a prática desta arte não está mais limitada apenas ao alto desempenho técnico e à aspiração de uma carreira profissional (DE OLIVEIRA et al., 2020). A dança além de uma arte é uma atividade física que promove qualidade de vida, gerando saúde física e mental (MARBÁ et al., 2016).

A expectativa de vida em boa parte do mundo está aumentando¹. Com isso, têm-se não apenas o fato de se viver mais, mas também o desejo de se viver com qualidade de vida. O bem-estar proporcionado por atividades físicas é evidenciado cientificamente e vivenciado por diversas pessoas em seus cotidianos. Assim, a dança surge como uma possibilidade para pessoas de todas as idades e perfis que buscam esse bem-estar.

Neste trabalho, a ênfase será dada ao público do balé adulto - pessoas que possuem mais de 18 anos e praticam balé clássico, que não necessariamente aspiram se tornar bailarinos profissionais. Mesmo durante a pandemia iniciada em 2020 causada pela COVID-19 a necessidade da prática de atividade física continua sendo importante e é possível fazer essas atividades em casa e utilizando recursos tecnológicos (PITANGA et al., 2020). Com as academias de balé fechadas, muitas pessoas continuaram suas práticas em casa. Porém, ver um vídeo e copiá-lo não garante que a pessoa de fato está executando o passo correto e nem que a pessoa sabe exatamente o que errou ou como corrigir. A falta de um feedback adequado pode criar hábitos ruins na técnica do bailarino e até mesmo provocar lesões (GIBBONS, 2019).

¹ <https://www.bbc.com/portuguese/vert-cap-52928468>

A dança e a tecnologia são campos que se conversam, às vezes timidamente, há algumas décadas. Com o avanço das áreas de visão computacional, inteligência artificial, machine e deep learning, percebemos as inúmeras possibilidades que podem ser atingidas até mesmo através do nosso celular ou tablet (USUI et al., 2015). Ferramentas acessíveis voltadas para o ensino do balé clássico ao público adulto são atualmente limitadas por gravações ou aulas ao vivo de professores de balé que passam instruções aos alunos (ZIKAN et al., 2020) - e, até mesmo devido à limitação da conexão com a internet, nem sempre possuem correções no movimento.

O interesse acadêmico em soluções que utilizam a tecnologia na área da dança não é algo recente (SMOLIAR, 1980) e as soluções atuais contam com diversas limitações, não apenas em termos de tecnologia por necessitar melhorar a captação dos gestos por exemplo, mas também por não serem acessíveis (KYAN et al., 2015) e não contemplarem públicos específicos. Mas os avanços tecnológicos feitos nos últimos anos possibilitam que essas fronteiras sejam expandidas ainda mais com técnicas que parecem ser promissoras (FOURIE, 2020).

Os trabalhos atuais, conforme serão discutidos posteriormente nesta pesquisa, apresentam limitações não somente em termos computacionais de acurácia e precisão em reconhecer gestos na dança, mas também em como fornecer feedback adequado, como criar coreografias ou sequências, entre outros. Os sistemas propostos atuais necessitam de equipamentos que já estão descontinuados² ou que muitas vezes são caros e também quando comparam o gesto ou a pose que um bailarino executa sempre é limitado ao “bailarino ideal” - aqui tido como uma meta a ser alcançada e que representa o padrão de excelência do balé profissional (MCCORMACK et al., 2019). Todavia, a não execução de um passo fora desse ideal não significa necessariamente um erro de execução daquele passo. Com diversos perfis de bailarinos atualmente podendo praticar o balé, a tecnologia pode servir como uma ferramenta de inclusão para os mais diversos públicos. Possibilitando até mesmo a prática por pessoas que não possuem condições financeiras para pagar uma academia ou por aquelas que simplesmente desejam se aperfeiçoar em casa.

Esta pesquisa se propõe a entender quais são as demandas do público adulto de balé clássico, propor um modelo de sistema acessível para auxiliar no treinamento remoto de balé clássico, sugerir características a serem extraídas de vídeos para

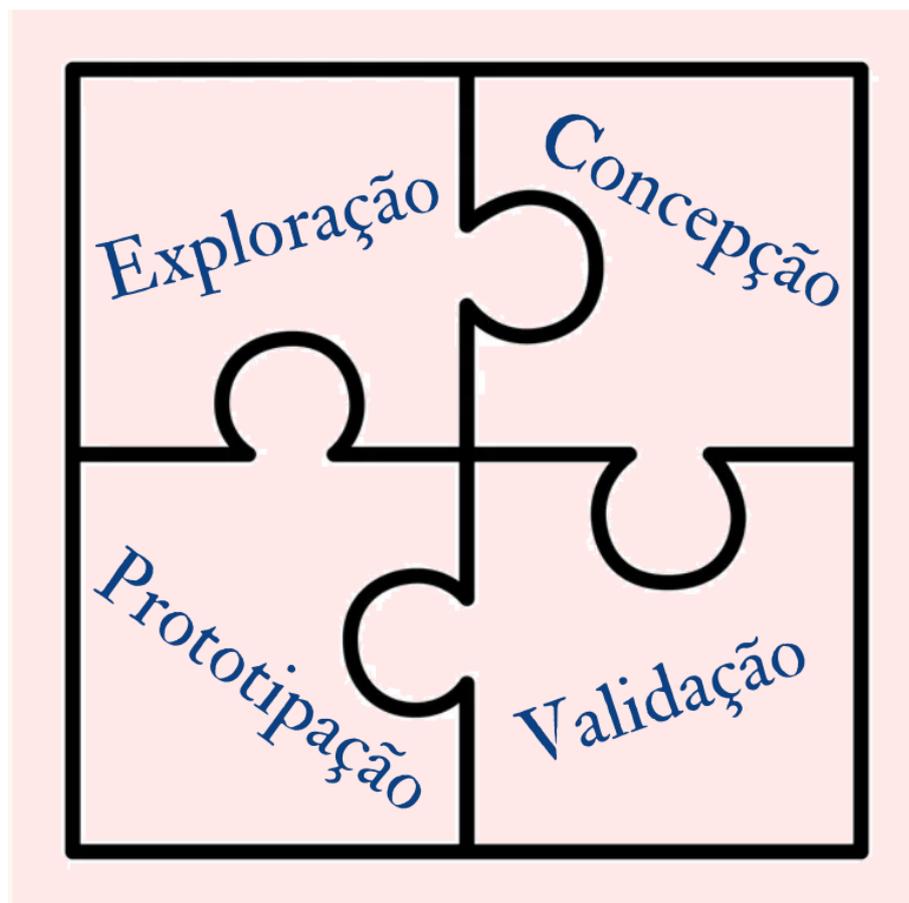
² <https://jovemnerd.com.br/nerdbunker/kinect-e-descontinuado-pela-microsoft/>

fornecer feedback verbal e explorar as percepções dos bailarinos e professores em relação a esse tipo de feedback fornecido através de uma máquina.

1.2 ABORDAGEM, OBJETIVOS E UM BREVE RESUMO

Nesta pesquisa, seguimos uma abordagem baseada em processos de design de interação (SHARP et al., 2019) e sendo constituída de várias fases (Figura 1). Para cada uma dessas fases há um refinamento do que será nosso objetivo de acordo com os resultados obtidos.

Figura 1 - Fases de nossa pesquisa



Fonte: A autora (2021) baseada em Sharp et al (2019).

Nosso objetivo geral é construir um sistema para auxiliar treinos de balé clássico para o público de balé adulto fornecendo um feedback considerado útil de acordo com bailarinos, professores e com a literatura científica. Entretanto, esse não

é um processo trivial e necessita de várias etapas e interações com os usuários para que possamos criar uma ferramenta que atenda às necessidades reais. Cada uma das fases possui um objetivo e uma saída diferente que servirá como ponto de partida para a próxima como podemos resumir abaixo:

- Fase 1: Exploração
 - **Objetivo:** ter uma noção geral da área
 - **Saída:** levantamento de desejos e possibilidades iniciais
- Fase 2: Concepção
 - **Objetivo:** conceber a ideia do protótipo através de interações com especialistas e público-alvo
 - **Saída:** ideia a ser desenvolvida
- Fase 3: Prototipação
 - **Objetivo:** desenvolver a ideia esboçada
 - **Saída:** ferramenta computacional
- Fase 4: Validação
 - **Objetivo:** testar protótipo desenvolvido
 - **Saída:** percepções de uso da ferramenta

Inicialmente, na primeira fase chamada de Exploração, tivemos uma investigação sobre as possibilidades de uso da tecnologia para auxiliar no aprendizado do balé clássico, mais especificamente para posições de braço básicas de acordo com o método francês. Entretanto, o escopo seria muito amplo e gostaríamos de ouvir mais sobre as demandas do público de balé adulto. Ou seja, as pessoas que já possuem 18 ou mais anos e não necessariamente praticam balé com o objetivo de tornarem-se profissionais e dançarem em grandes companhias.

Assim, ao verificarmos ser possível ter soluções tecnológicas usáveis para o aprendizado de balé clássico iniciamos uma nova fase que parte da escuta dos principais problemas enfrentados por bailarinos adultos. Nesta fase, chamada de Concepção, necessidades foram ouvidas (etapa de problematização), ideias foram geradas (etapa de ideação) e selecionadas (etapa de seleção). A etapa de problematização consistiu em um grupo focal com cinco bailarinas adultas que conversaram sobre suas motivações e problemas na prática do balé clássico. Na etapa de ideação, um grupo de 10 pessoas de áreas diversas executou um processo

de brainstorming com uma adaptação do método 635. Na seleção, outro grupo de especialistas avaliou as ideias geradas e selecionou a mais adequada para implementação.

Com a ideia concebida, começamos então a fase de Prototipação na qual o sistema ganhou forma computacional. Entretanto, inúmeras barreiras tecnológicas surgiram em nossas implementações iniciais e o intuito principal deste trabalho não era desenvolver uma ferramenta completa do zero e apenas depois testá-la. Seguimos a ideia do design em que gostaríamos de errar o mais cedo possível (BROWN, 2019) e nosso esforço se concentrou em permitir validar nossas ideias com nosso público e fazê-los participar ativamente do processo de criação e melhorias do sistema. Iniciamos assim a próxima fase, chamada de Validação, que consistiu de dois experimentos feitos com bailarinos e professores de balé adulto para avaliarmos o sistema e os feedback propostos.

De várias interações e intensas sessões criativas, surgiu Ama. Nosso sistema, nossa inteligência artificial, nossa ferramenta que visa ajudar bailarinos adultos a praticarem balé de maneira remota sem a presença do professor através de vídeos e fornecendo feedback sobre a execução feita. Nesta primeira versão, Ama contou com o protótipo de interface contendo as principais funcionalidades que poderão ser posteriormente implementadas e com o fornecimento em tempo real de feedback verbal feito por um sistema especialista. No processo, várias lições foram aprendidas e contribuições foram geradas. Entre elas, sugerimos um conjunto de características a serem extraídas por algoritmos de aprendizagem de máquina para fornecer feedback de balé clássico.

É importante ressaltar que este trabalho é apenas o primeiro passo em direção a solução de diversas dificuldades encontradas pelo público de balé adulto em uma possível prática remota, cuja intenção nunca será substituir o professor e sim ser um auxílio no aprendizado. O processo foi exploratório, onde sempre tentamos ouvir as partes envolvidas que usariam o sistema. Pensamos em uma solução de maneira coletiva e não encontramos na literatura referências que atendessem as necessidades relatadas. A partir disso é que o protótipo foi desenvolvido e testado e ainda há muito a ser melhorado.

Logo, seria de extrema dificuldade resumir esta pesquisa em um único objetivo ou em um único método. Ao tratarmos de problemas reais, com pessoas reais, percebemos que várias áreas de pesquisa interagem entre si e que em cada fase

teremos objetivos diferentes e que serão refinados conforme os desafios, limitações e desejos forem sendo apresentados e encontrados. Gostaríamos de entender como poderíamos utilizar a tecnologia para auxiliar nos treinos de balé clássico em casa para o público de balé adulto sem a presença de um professor, mas que essa ferramenta levasse em consideração as demandas desse público.

1.3 PRÓXIMOS CAPÍTULOS

Este trabalho possui várias interações que estão divididas de maneira macro em fases. Antes de iniciar as fases, gostaríamos de começar situando a pessoa leitora desta pesquisa nas mais diversas áreas que este trabalho tangencia. Portanto, o Capítulo 2 pretende situar todas as pessoas no mesmo nível de conhecimento básico necessário para se entender os mais diversos aspectos dessa pesquisa.

Após termos os primeiros conhecimentos nivelados e a noção inicial de como se encontra a literatura científica da área, no Capítulo 3 explicamos como se desenvolve nosso problema de pesquisa a partir das lacunas científicas encontradas.

A primeira fase (Exploração) aborda o primeiro trabalho de investigação feito nesta pesquisa, a fim de entender os possíveis desdobramentos técnicos, a utilização de Realidade Virtual para o aprendizado do balé clássico e o interesse de bailarinos pelo tema. Com os primeiros resultados obtidos, verificando-se o interesse por soluções tecnológicas na área da dança, o escopo da pesquisa limitou-se ao público adulto que possuía necessidades diferentes do público de balé profissional.

A segunda fase (Concepção) inicia-se com o levantamento das principais necessidades e desejos dos praticantes de balé adulto. Com essas necessidades mapeadas, soluções para o ensino de balé em casa foram propostas (etapa de ideação). Depois, com várias ideias geradas por pessoas de diferentes formações, especialistas filtraram essas ideias e selecionaram o que poderia ser feito que atendesse ao nosso público-alvo.

A terceira fase (Prototipação) consiste no desenvolvimento de Ama - nosso protótipo - que teve sua interface modelada por um software de prototipação e fornece feedback verbal em tempo real através de um sistema especialista e utilizando a estratégia do Mágico de Oz.

A quarta fase (Validação) procurou avaliar a forma que nosso protótipo foi recebido pelos possíveis usuários do sistema. A ideia foi verificar se as

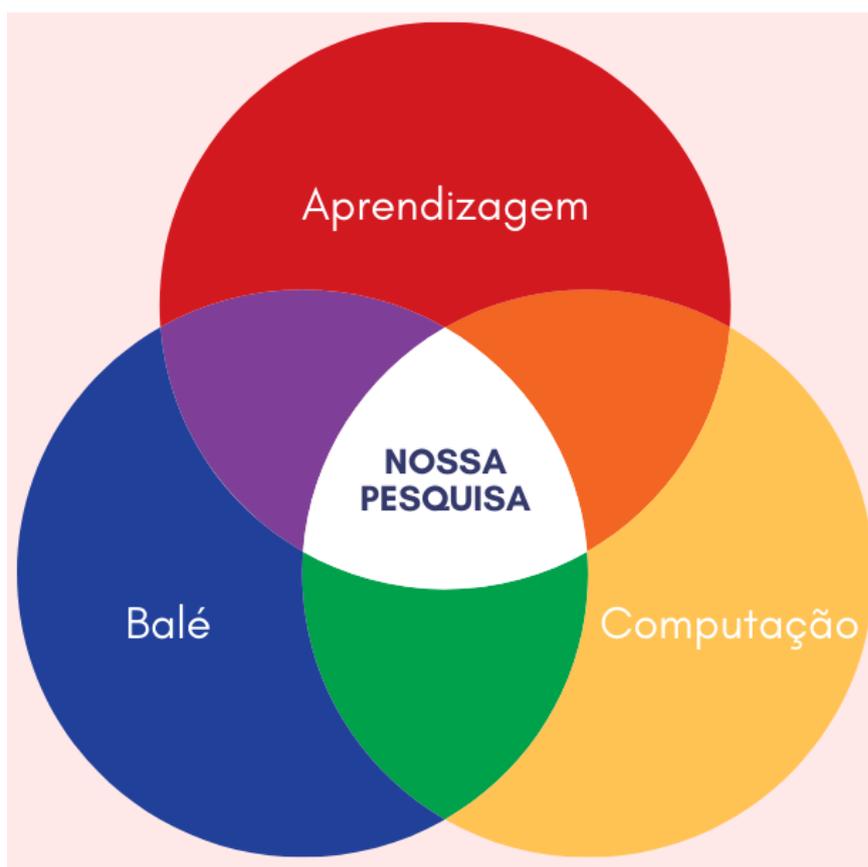
funcionalidades propostas atendiam aos desejos e necessidades dos usuários e se o feedback modelado seria útil, baseando-se nas principais funcionalidades do mesmo encontradas na literatura existente. Dois experimentos foram realizados e validados por alunos e professores com entrevistas qualitativas - e por parte dos alunos, uma avaliação mais objetiva também foi executada. Após os resultados apresentados, uma breve discussão é feita em cima dos mesmos no Capítulo 17.

Por fim, a conclusão desta pesquisa é feita no Capítulo 18 onde serão discutidas as lições aprendidas e os possíveis trabalhos futuros a serem feitos a partir dos resultados obtidos e de todo conteúdo multimídia gerado a partir dos experimentos.

2 UM OLHAR MULTIDISCIPLINAR

Por se tratar de uma pesquisa multidisciplinar, que envolve várias áreas do conhecimento (Figura 2), optamos por contextualizar os conteúdos e explicar alguns conceitos para nivelar o conhecimento. Abaixo, contaremos um pouco da história do balé clássico, os benefícios de se praticar dança e como cada vez mais há a disseminação da prática pelos mais diversos públicos. Precisaremos também entender um pouco como as pessoas tendem a aprender atividades motoras complexas e como a tecnologia e a arte vêm interagindo ao longo dos anos. Quais são as soluções tecnológicas existentes para a área da dança e quais contribuições as mesmas fizeram para essa arte de um modo geral.

Figura 2 - Áreas envolvidas na pesquisa



Fonte: A autora (2021).

2.1 O BALÉ CLÁSSICO

2.1.1 Origem e métodos do balé clássico

O balé clássico surgiu na Itália renascentista como forma de entretenimento para a aristocracia. Reis e demais aristocratas encomendavam as apresentações de balé para celebrar ocasiões especiais. Nesta época, o balé estava diretamente ligado às danças populares e agregavam apresentações de poesia, música e teatro (KASSING, 2016).

Catarina de Médici foi a responsável por levar o balé para a França e anos depois a paixão do rei Luís XIV pelo balé mudou para sempre os rumos dessa arte que se tornou cada vez mais popular. É interessante mencionar que até esta época apenas homens dançavam e interpretavam os papéis femininos do balé, a primeira bailarina profissional que há nos registros é Mademoiselle de La Fontaine que fez sua estreia em 1681 no balé *Le Triomphe de l'Amour*.

Pierre Beauchamps foi o responsável pelas cinco posições de pés do balé, base esta seguida até os dias atuais. Cada vez mais o balé foi se profissionalizando e os cortesãos foram substituídos por bailarinos profissionais. Em *Chorégraphie*, manual escrito por Raoul Auger Feuillet, é que haviam as instruções sobre como a dança deveria ser executada, o *en dehors* das pernas e o uso do francês na terminologia do balé. Jean Georges Noverre escreveu *Lettres sur le Danse et le Ballet* em 1760 que separava o balé da ópera, estabelecendo o que conhecemos como Balé de Repertório que possui princípios relacionados à integração dos movimentos, figurinos, enredo e gestos ao balé e sem o uso de palavras.

Ao final do século XVIII histórias sobre questões humanas foram ganhando espaço nos balés e o papel da mulher estava aumentando. No século XIX, no Romantismo, o balé se firmou como uma arte independente e com uma técnica muito bem definida. Os balés românticos tinham um estilo próprio e as mulheres ficavam com o papel de maior destaque interpretando o ideal romântico da época. Foi nesta época que Marie Taglioni - importante figura do balé romântico na Europa - apresentou as sapatilhas de ponta para os olhos humanos (alguns historiadores acreditam que pela primeira vez) e surpreendeu a todos com suas incríveis habilidades de se sustentar na ponta dos pés.

O fim do século XIX marca o auge do balé clássico, Marius Petipa, um importante coreógrafo dos Teatros Imperiais de São Petersburgo, que junto com Piotr Ilitch Tchaikovsky (compositor russo) criaram inúmeros balés que eram espetáculos que são dançados e encenados até os dias atuais como O Lago dos Cisnes e O Quebra-Nozes.

No século XX, houve grandes mudanças no balé. Por conta de conflitos mundiais, diversos bailarinos migraram da Europa para o mundo. Assim, o século foi marcado não apenas pelos balés clássicos ou românticos, mas também por balés abstratos - que exploram conceitos criados pelo coreógrafo. Sergei Diaghilev disseminou o balé russo e o transformou explorando outras formas de arte (figurinos, música contemporânea e cenários inovadores). Ele conseguiu reunir inúmeros artistas de grande renome e que influenciaram o rumo do balé. Nos Estados Unidos, na década de 70 e 80, programas de televisão sobre dança ajudaram a popularizar e tornar mais acessível diversos estilos de dança, entre eles, o balé.

No Brasil, a primeira escola de dança clássica foi a do Theatro Municipal do Rio de Janeiro, fundada em 1927 por Maria Olenewa. Embora desde o século XIX o Brasil recebesse bailarinos e pessoas ligadas às companhias estrangeiras para se apresentar nos teatros, ainda era pouca a familiaridade do público brasileiro com essas obras. Por isso, na primeira apresentação, dividida em três partes, de Olenewa e seus alunos, ela explicou na primeira parte como era a formação de uma bailarina e algumas noções básicas. Porém, já nas décadas de 20 e 30, havia professoras que ministravam aulas de balé fora deste ambiente do Theatro Municipal e cujo foco não era profissionalizar as pessoas praticantes e sim questões mais relacionadas à prática do exercício físico, postura e etiqueta (FERREIRA e STRAZZACAPPA, 2012).

O balé, como uma dança clássica, possui métodos bem definidos e estruturados. O que também permitiu que esse conhecimento fosse passado e aperfeiçoado ao longo dos séculos. Atualmente, existem sete métodos legitimados: francês, russo (Vaganova), inglês (Royal Academy of Dance), americano (Balanchine), dinamarquês (Bournonville), italiano (Cecchetti) e cubano (CASTRO e VALESKA, 2013). Cada um desses métodos possui suas especificidades que levaram em consideração a cultura e tipo corporal do local onde foram desenvolvidos. Assim, há uma complexidade envolvida na variação da representação e denominação dos passos em cada método (Figura 3).

Figura 3 - Atitude de acordo com diversos métodos



Fonte: <http://ibtacademy.org/content/Vaganova-at-IBT>

A autora desta pesquisa possui mais familiaridade com o método russo, criado por Agrippina Vaganova que dava aulas na *Imperial Ballet School* (atualmente *Vaganova Ballet Academy*) em São Petersburgo. Em 1934, ela publicou o livro “Basic Principles of Classical Ballet” que possui em detalhes a explicação e codificação de seu método de ensino do balé clássico.

2.1.2 Dança: qualidade de vida e praticável por qualquer pessoa

A dança tem se tornado cada vez mais popular não apenas pelo seu caráter artístico, mas também pela melhoria na qualidade de vida. Ela promove a melhora da saúde física e mental de seus praticantes de todas as idades e gêneros (SIVVAS et al., 2015). A dançaterapia (terapia que possui a dança como elemento principal) é uma área que está emergindo cada vez mais e estudos indicam a melhoria no bem-estar, redução de estresse e aumento da autoeficácia corporal para seus praticantes (WIEDENHOFER e KOCH, 2017).

No Brasil, a dança já possui modalidades que fazem parte da Política Nacional de Práticas Integrativas e Complementares (PNPICS) de 2017, na portaria nº 849, de 27 de março de 2017³. Uma revisão integrativa realizada em 2020 por pessoas pesquisadoras do Brasil mostra os inúmeros benefícios da dançaterapia para promoção de saúde nos mais diversos grupos (homens, mulheres, pessoas autistas, idosos, grupos de reabilitação física) e evidenciam a melhora da qualidade de vida, na saúde mental e física dos mesmos (SCHNEIDER et al., 2020).

A propriocepção, que é definida como a noção da posição dos membros e movimentação no espaço, o equilíbrio e a sincronização de ritmo (coordenação motora de acordo com a música) são considerados fatores importantes para o desenvolvimento motor e prevenção de lesões em crianças. Porém, programas de treino que são rígidos e podem desenvolver essas habilidades raramente despertam o interesse delas. Um estudo realizado em 2019, feito com meninas de 7 anos, mostra que com a prática de 3 meses de aulas de balé, elas apresentaram uma melhora nesses três aspectos (CHATZOPOULOS, 2019).

Para o público de terceira idade, os efeitos da dança na cognição global, funções executivas e memórias puderam ser comprovados através de vários estudos sendo a dança uma maneira segura e efetiva de melhorar essas funções cognitivas neste público (MENG et al., 2020). Com o crescimento da população idosa no mundo, algumas medidas devem ser tomadas para retardar o declínio de funções cognitivas e prevenir a demência: ter convívio social, fazer uma atividade cognitiva prazerosa e praticar exercícios físicos regulares. Como apontado por MENG et al. (2020), a dança envolve esses três fatores mencionados.

Assim, podemos ver que a dança possui vários benefícios para a saúde de seus praticantes e pode ser praticada por um público diverso. Posteriormente o foco deste trabalho será nas pessoas praticantes de balé adulto então iremos explicar mais detalhes sobre esse público a seguir e entender sobre suas motivações para a prática do balé.

³ https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2017/prt0849_28_03_2017.html

2.1.3 O balé adulto

Nesta pesquisa estaremos caracterizando praticantes de balé adulto pessoas que possuem 18 ou mais anos, que praticam balé clássico e que não necessariamente possuem o objetivo de tornarem-se bailarinos profissionais. No balé clássico profissional, os bailarinos também são vistos como atletas e possuem atributos físicos que são mais desejáveis pelas academias. Não apenas a magreza é algo amplamente requisitado, como no geral é exigido certo nível de flexibilidade e força (MCCORMACK et al., 2019). Porém, essa exigência não é imposta no balé adulto. Segundo SILVA (2018), esse público procura a prática por causa da paixão pelo balé e música clássica, desejos de infância ou do passado e também o prazer de se movimentar. SOUZA et al. (2018), também encontra resultados semelhantes além do aspecto social - de conhecer novas pessoas - e a busca por saúde e estética.

Um estudo feito em 2016 com 50 alunas de dança entre 20 e 60 anos na cidade de Araguaína-TO ressalta como a dança atrai pessoas interessadas em diversos estilos e que buscam, de uma forma dinâmica, melhorar sua saúde, condicionamento físico e até mesmo fazer novas amizades. Neste estudo, todas as participantes relataram gostar de praticar a dança e a maioria a buscou com o objetivo de perda de peso (MARBÁ et al., 2016).

Cada ser humano tem uma maneira própria de se expressar e se movimentar, o que torna a dança única para cada indivíduo (DE NADAI, 2011). Quando as aulas de balé são direcionadas para o público adulto, que possuem percepções e motivações diferentes do público de balé profissional, os resultados para saúde mental e física são notórios. Para esse público, as aulas de balé são, acima de tudo, boas interações sociais, momentos de relaxamento e descontração, onde o apoio, o ambiente não competitivo e sem julgamentos possuem um papel fundamental na prática (ALI-HAAPALA et al., 2018). Mesmo o balé clássico possuindo um ambiente bastante competitivo, conforme a idade do bailarino avança, menos ele demonstra motivação para praticar pela competição (THESLEFF, 2014).

Entretanto, o balé clássico, com suas origens na realeza, continua sendo uma modalidade difícil de ser praticada por várias pessoas. Seja por questões financeiras ou por não haver um local disponível próximo para se praticar. Estima-se que o custo

para um treinamento profissional de um bailarino ultrapasse 100 mil dólares⁴. Há também uma visão, que aos poucos está sendo alterada, de que o balé é feito apenas para pessoas jovens mesmo com pesquisas demonstrando os benefícios da prática em pessoas com idades mais avançadas. Em vista disso, é necessário explorar maneiras mais inclusivas de ensinar e aprender dança.

2.2 O APRENDIZADO DE DANÇA

2.2.1 Aprendizado de habilidades motoras, motivação e estado de fluxo

Quando falamos sobre aprendizado, as pessoas possuem diferentes concepções do que de fato é aprender algo. Conforme crescemos nos tornamos mais cientes em relação aos estudos de algo e fazemos distinções, como por exemplo a diferença entre “aprender” e “entender”, e cada pessoa possui uma visão subjetiva do conceito de aprendizado (SÄLJÖ, 1979).

Quando se trata de habilidades motoras, ou seja, aquelas em que o movimento e o resultado da ação são relevantes (NEWELL, 1991), encontramos diferentes linhas de estudo. Existem vertentes de estudo para aquisição de habilidades motoras, controle motor, aprendizagem motora, desenvolvimento motor, entre várias outras. Esta última (desenvolvimento motor) sendo até entendida como uma área distinta por ser direcionada às crianças. A área de aquisição de habilidades motoras também pode ser chamada de treinamento de habilidades motoras e conversa com muitas outras que possuem o intuito de facilitar essa aquisição (como o feedback, por exemplo). Porém, embora possamos não ter uma definição exata do que seria desenvolver uma habilidade motora, como a dança, sabemos que este é um processo contínuo e que necessita de várias habilidades (como coordenação, ritmo, memorização, etc). Informações que são passadas podem afetar a performance motora, ou seja, o modo como aquela pessoa faz o movimento, e isso ser refletido no aprendizado. Essa informação pode ser passada de diversas formas: através da demonstração do movimento, feedback e até mesmo do ambiente (NEWELL, 1991).

As pesquisas sobre o estado de flow, que é bastante observado em esportes e jogos, foram feitas para buscar entender o fenômeno de se estar intrinsecamente

⁴ <https://fivethirtyeight.com/features/high-price-of-ballet-diversity-misty-copeland/#fn-2>

motivado (NAKAMURA e CSIKSZENTMIHALYI, 2009). A pessoa quando se encontra nesse estado está completamente absorta naquela atividade que está executando. Existem condições conhecidas que estão presentes nesse estado: o sentimento de que se está em uma atividade com nível apropriado para as capacidades da pessoa e o objetivo é claro com um feedback rápido sobre o progresso feito. Trata-se de uma experiência subjetiva em que geralmente o objetivo final é menos importante do que o processo em si. O equilíbrio entre o que a pessoa de fato sabe fazer e o que ela poderá chegar a fazer é de extrema importância para esse estado é bastante complexo de ser atingido.

2.2.2 Pedagogia da Dança

Segundo KOFF (2000), existe uma diferença entre *Dance Education* e *Dance Training*. O primeiro explora a maneira não-verbal natural do corpo humano se expressar, o objetivo não é dominar com maestria algum tipo de movimento. Já o termo *dance training* determina como o movimento deverá ser feito para aprender habilidades motoras específicas para uma performance das mesmas no futuro. *Dance education* fundamenta-se no autoconhecimento da expressividade do próprio corpo, enquanto *dance training* possui uma codificação e ensino mais específicos. Entretanto, na literatura nacional encontramos termos como Pedagogia da Dança e Dança-educação que se direcionam à reflexão sobre como o ensino da dança é feito. Algo inerente ao termo utilizado é o estudo sobre o ensino-aprendizagem na área da dança e sua importância até para pessoas com idades mais avançadas.

Conforme mostrado anteriormente o público praticante de balé clássico tem se tornado cada vez mais diverso e com objetivos e motivações distintos do tradicional balé profissional de grandes academias. Portanto, abordagens pedagógicas para o ensino de balé clássico que respeitam a singularidade dos corpos e não apenas enfatizam “a perfeição” também são criadas e exploradas aqui no Brasil e no mundo.

O método LBO - Lateral Box Organization - criado pela bailarina e fisioterapeuta Juliana Stagliorio que dá aulas de balé clássico visa desenvolver um entendimento no aluno acerca de seu próprio corpo e não apenas uma repetição mecânica de movimentos (ALMEIDA, 2015). Propostas aplicadas em projetos de extensão de universidades federais também exploram novas formas de se pensar o ensino do balé clássico utilizando educação somática, exercícios de respiração e até mesmo jogos

(MATIAS, 2021). Como diz o autor desta última pesquisa sobre o objetivo da aula com essa metodologia mais democrática e inclusiva: *“Uma aula que não fere, que não humilha e que marca o balé numa vida não como um trauma ou uma frustração frente ao impossível, mas como uma experiência enriquecedora, uma oportunidade para o aprofundamento na dança.”* (p.32).

De maneira internacional, a forma como seria feita a dança-educação durante a pandemia também foi discutida e avaliada por profissionais da área. As novas maneiras de engajamento e interação internacional, além de formas criativas em tempos de ensino online também tiveram seus rumos questionados (HEYANG e MARTIN, 2020). Com várias incertezas, mesmo não sendo possível fazer conclusões sobre o futuro dessas interações, a tecnologia e a inovação são fatores fundamentais para o progresso na área. Apesar das interações virtuais não serem iguais às interações ao vivo de ensino e aprendizagem de dança, há uma oportunidade clara em entender como a tecnologia pode auxiliar no aprendizado remoto.

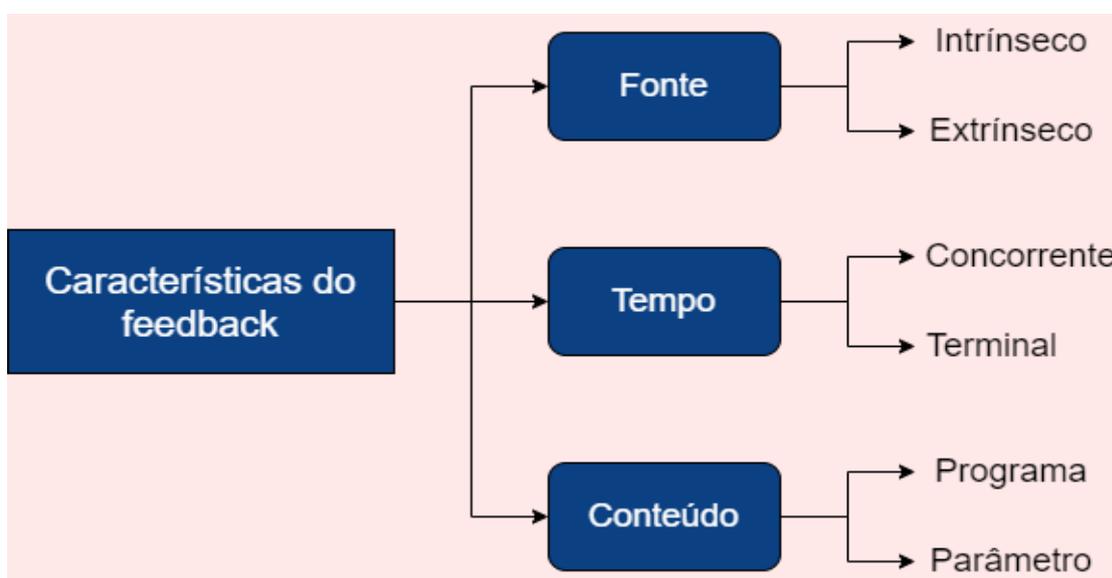
Pelos resultados experienciados pelos praticantes e instrutores de métodos mais inclusivos no balé clássico, como a melhora de engajamento e motivação dos praticantes, percebemos que é possível pensar um balé clássico que ultrapasse apenas uma repetição mecânica de movimentos sem considerar o corpo e especificidades do bailarino. Mas para que esse aprendizado seja absorvido por seus praticantes é necessário também entender a forma como a comunicação é feita nesse ensino, para que o praticante possa evoluir o feedback é bastante importante conforme será discutido na seção adiante.

2.2.3 A importância do feedback no aprendizado da dança

O feedback na dança é importante para que o bailarino possa melhorar sua execução do passo e evitar de fazer movimentos de maneira incorreta podendo se lesionar (GIBBONS, 2019). Em uma turma de balé clássico com vários estudantes de perfis distintos, o trabalho de fornecer feedback adequado pode ser desafiador para o professor. Além do próprio processo de comunicação do feedback ser um fenômeno complexo que envolve muito mais do que apenas dizer se um movimento está “certo” ou “errado”. Embora o feedback fornecido pelo professor seja importante, é necessário lembrar que ele deve permitir que o aluno pense em seu próprio corpo, reflita sobre sua execução e tenha sua própria auto-consciência.

Existem diversas características que compõem o feedback (Figura 4). Ele pode ser intrínseco (quando o bailarino está sentindo algo dentro de si) ou extrínseco (também chamado na literatura de “feedback aumentado” ou “*augmented feedback*”, quando ele é fornecido por uma fonte externa). Em relação ao tempo, o feedback pode ser concorrente (fornecido durante o movimento) ou terminal (após o movimento). E em relação ao conteúdo, ele pode ser de programa (quando está relacionado ao padrão fundamental do movimento) ou de parâmetro (quando foca em detalhes, aspectos variáveis ou qualidades).

Figura 4 - Características do feedback



Fonte: A autora (2021). Baseada em Gibbons (2019).

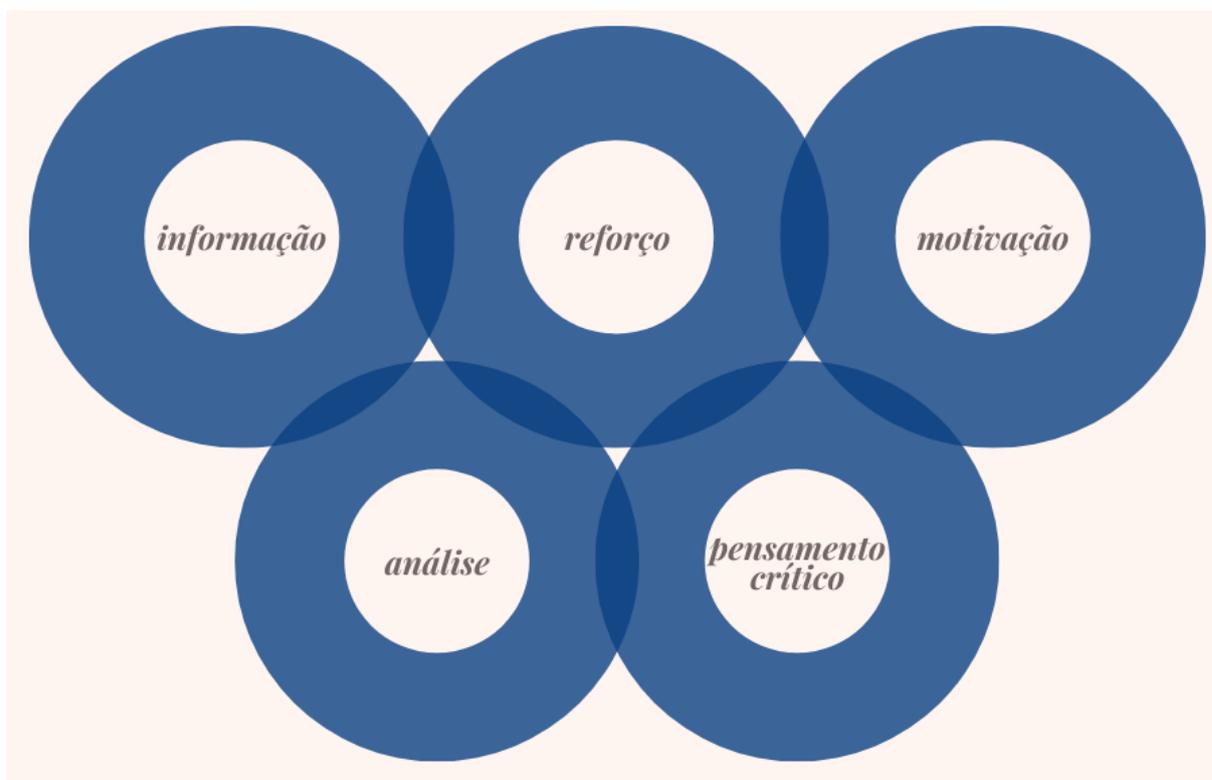
É possível comunicar o feedback através dos meios visuais, verbais/auditivos e cinestésicos. No modo visual é possível ter a demonstração do movimento, imagens ou descrições e análises escritas. O feedback cinestésico, em que o estudante sente as correções feitas, pode ser passivo (quando outra pessoa, normalmente o professor, faz o ajuste) ou ativo (quando o próprio bailarino faz a mudança). Já o feedback verbal/auditivo pode incluir vocalizações, palavras e até mesmo o bater de palmas para indicar ritmo, por exemplo.

Estes três tipos mencionados de feedback podem assumir quatro categorias: valor, corretivo, neutro ou ambíguo. Conforme Gibbons (2019) menciona em seu livro, este último tipo (ambíguo) deve ser evitado pois não fornece informações e pode ser

mal interpretado. Quando o feedback é de valor, ele está focado em expressões que revelam algum tipo de julgamento, se está fazendo bem ou ruim, e ele pode ser específico ou não-específico. Já quando é corretivo, o feedback está focado em identificar o erro e até mesmo instruir como corrigi-lo. No feedback neutro, não há um julgamento ou uma correção, apenas uma descrição ou exposição (por exemplo, um aluno ver o vídeo dele mesmo executando um passo), ele é um tipo de feedback que pode promover reflexão e interação.

As cinco principais funções do feedback são: informação, reforço, motivação, análise e pensamento crítico (Figura 5). Para a informação é necessário que o feedback seja capaz de identificar e corrigir erros. O reforço está relacionado à possibilidade de se fazer os movimentos de maneira correta. A motivação parte da vontade de continuidade da prática. A análise está relacionada com a forma como a performance é analisada. E por fim a ideia de desenvolvimento do pensamento crítico através do feedback possibilita que o bailarino tenha suas próprias ideias e reflexões para aprimorar sua técnica.

Figura 5 - Principais funções do feedback

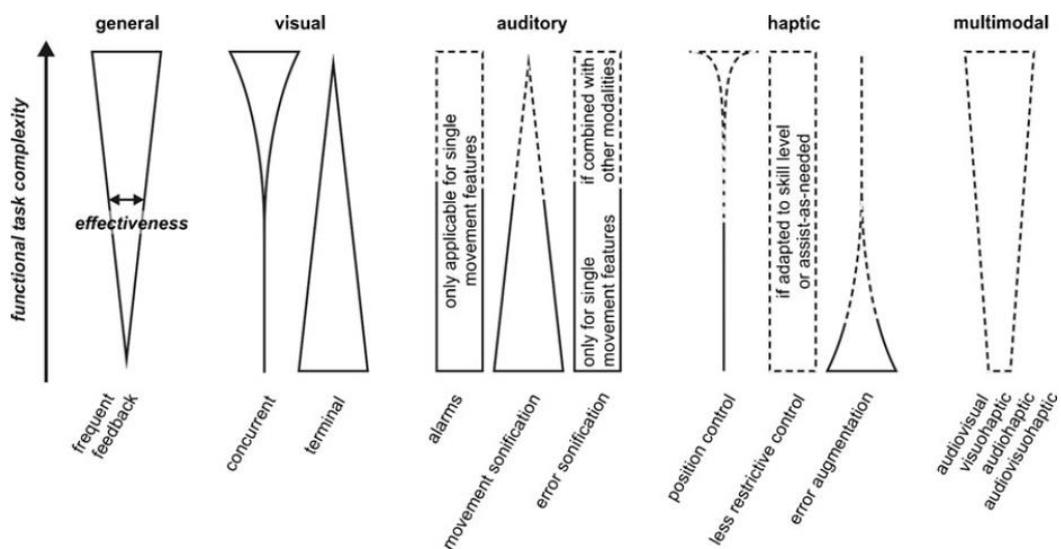


Fonte: A autora (2021). Baseada em Gibbons (2019).

Na área esportiva, apenas utilizando o feedback visual já é possível obter melhoras na performance. Crianças de 7 a 10 anos praticantes de ginástica competitiva após executarem um determinado movimento da ginástica, após a execução ter assistido um vídeo de um profissional executando o passo corretamente e depois delas mesmas executando o mesmo passo já puderam demonstrar uma melhora na execução (BOYER et al., 2009).

Pela literatura existente, sabemos que o feedback aumentado melhora o aprendizado de habilidades motoras. Porém, a forma como esse feedback é passado também influencia o quão efetivo esse feedback é. Um trabalho de revisão mapeou o potencial uso de diversos tipos de feedback: visual, auditivo, háptico e multimodal (SIGRIST et al., 2013). O termo háptico, nesta pesquisa citada, se refere tanto ao feedback tátil quanto ao cinestésico. Os resultados da revisão foram sumarizados na imagem abaixo (Figura 6), sendo o feedback visual o mais explorado na literatura nos últimos anos de quando a revisão foi realizada.

Figura 6 - Efetividade do feedback de acordo com a complexidade da tarefa



Fonte: SIGRIST et al., 2013.

A partir dessa revisão, entendemos que o feedback visual concorrente é bom para aprender inicialmente o movimento, mas a longo prazo ele parece não contribuir para a retenção do mesmo. Além de gerar uma possível dependência por parte da pessoa que receberá esse feedback porque essa “ajuda guiada” faz com que seja

ignorado o feedback intrínseco, esse cuidado também deverá ser exercido ao fornecer o feedback terminal. É natural também que, conforme a pessoa que recebe o feedback, vá desenvolvendo uma maior ideia do movimento a ser feito e ela consiga se beneficiar mais de uma redução na quantidade de feedbacks recebidos. Para atividades complexas (como a dança) é importante também que o feedback não apenas indique que há algo errado, como também especifique esse erro e como corrigi-lo. O design do feedback, assim como sua demonstração, também possui grande impacto na maneira como ele é absorvido pela pessoa.

Como uma forma de reduzir a sobrecarga cognitiva - ou seja, o grande volume de informações a serem processadas de uma única vez - de um feedback aumentado, é possível explorar maneiras de utilizar o feedback auditivo e háptico. Há especulações na literatura que a sonificação, som que varia de acordo com o movimento sendo feito, também pode aumentar a motivação das pessoas envolvidas e por isso esses efeitos motivacionais também são considerados em algumas pesquisas. A consideração desses impactos na motivação também deve ser considerada quando se elabora um feedback.

O feedback multimodal estimula mais áreas do cérebro do que um feedback unimodal e possibilidades de pesquisa se encontram ao combinar essas modalidades de feedback. Conforme a complexidade da atividade aumenta, por também aumentar os canais que são estimulados, é preferível se trabalhar com feedback multimodais. A modelagem desses feedbacks deve ser feita levando em consideração o tipo de atividade para a qual serão projetados, para que eles possam ser ajustados e balanceados. Entretanto, os impactos de feedbacks multimodais para atividades motoras complexas ainda necessitam de mais estudos para entender sua eficiência.

Na área da dança, especificamente do balé clássico, existe a utilização do espelho como forma de feedback visual, mas não há um consenso na literatura sobre o real benefício da prática com o espelho. Porém, um estudo feito com 22 estudantes de dança com idade entre 17 e 22 anos e média de 13 anos de experiência ao avaliar a efetividade do treinamento com e sem espelho como fonte de feedback externo mostrou que as pessoas participantes que tiveram o auxílio do espelho se saíram melhor na performance ao lembrar dos passos uma semana após o aprendizado dos passos (DEARBORN e ROSS, 2006). Essa pesquisa apresenta limitações e o cenário testado não representa as reais dificuldades da dança, mas abre caminhos para

explorarmos o impacto dessa modalidade de feedback no alinhamento, no foco, na musicalidade e na expressão.

Através da literatura, conseguimos perceber a importância que o feedback possui para o ensino-aprendizagem no balé clássico e o consideramos essencial nesse processo. Portanto, podemos utilizar a tecnologia para fornecê-lo a fim de contribuir para o aprendizado do bailarino.

2.3 A TECNOLOGIA ENCONTRA A DANÇA

Nesta seção iremos mostrar como a área da dança e computação se conversam para termos uma visão geral dos trabalhos já encontrados na literatura. Veremos em mais detalhes o que apresentam os sistemas construídos especificamente para o ensino de balé e também os sistemas que de alguma forma exploraram feedbacks através da computação. Sabendo um pouco sobre o que a computação já ofereceu para a área da dança, podemos pensar em novas maneiras para que a tecnologia possa contribuir ainda mais.

2.3.1 Breve histórico

Mesmo com trabalhos encontrados em 1967 que envolvam dança e computação, a dança foi uma das áreas mais lentas em utilizar a tecnologia (JOSHI e CHAKRABARTY, 2021). O pouco desenvolvimento das interfaces humano-computador, falta de investimento em pesquisa e desenvolvimento na área da dança e tecnologia, além da natureza artística da dança e complexidade do movimento humano eram tidos como fatores para o crescimento da área ser lento (POLITIS, 1990).

O estudo do movimento do corpo humano feito através do computador já é um tema bastante discutido e no fim da década de 90 já se falava da possibilidade de análise de movimento feita por visão computacional para a área da dança auxiliando treinos e coreografias (GAVRILA, 1999). No final do século XX começou a ser explorado o potencial de sistemas tutores de dança interativos. Em 1998, no trabalho de Sukel e colegas, foram realizadas entrevistas com 70 bailarinos para levantar quais questões eles consideram relevantes para um bom design de sistemas tutores de dança interativos (SUKEL et al., 1998). Discutindo quais são as principais

características que esses sistemas deveriam ter e apresentando a possibilidade deles suprirem as necessidades individuais dos alunos que não são comumente atendidas nas salas de aula de balé clássico. De uma maneira geral, é definido que o sistema deve: ter uma maneira de apresentar o movimento para o usuário, observar o movimento do estudante, prover feedback para o bailarino e ter maneiras um-a-um para se comunicar/interagir com o sistema proposto. Vale ressaltar que nesta época o kinect não havia sido inventado e as técnicas de visão computacional para detecção de poses ou gestos não eram tão eficazes quanto as atuais (RALLIS et al., 2020).

Em 2001, já era possível ver a preocupação dos pesquisadores em criar ferramentas em tempo real para auxiliar o balé clássico. No trabalho de Soga e colegas, foi criado um sistema de animação 3D que utilizava dados de movimento de um bailarino profissional para ser gerado (SOGA et al., 2001). A aplicação poderia ser rodada na Web e nela era possível criar composições de balé. Foi comparado o modo de compor coreografias do sistema proposto com o Life Forms, uma conhecida aplicação para coreografia. Obtiveram como resultado a geração coreográfica quatro vezes mais rápida no “Pas Editor”, aplicativo proposto, do que com o Life Forms e também afirmaram que a composição de passos é feita de uma maneira melhor apesar do Life Forms ter algumas vantagens na edição por permitir alterações em detalhes. Ainda no início dos anos 2000, o potencial ao utilizar sensores de captação de movimento e tecnologias de realidade mista demonstrou que havia interesse de uso por parte de pessoas da dança, mas que para a época os sensores - que ainda eram pesados e possuíam fios - dificultavam a movimentação e uso disseminado de ferramentas desse tipo (HACHIMURA et al., 2004).

Há também um estudo comparativo entre sistemas que se propõem a ensinar as posturas do balé (HONG et. al., 2016). Ao discutir o estado da arte desses sistemas, os mesmos foram divididos em três categorias: sistemas baseados em equipamentos vestíveis, sistemas baseados no Kinect e outros sistemas. Embora alguns sistemas tenham apresentado resultados interessantes, para realmente serem efetivos e úteis no ensino do balé as soluções ainda se apresentaram limitadas. As tecnologias vestíveis não são acessíveis e possuem custo elevado. O kinect não consegue apropriadamente detectar elementos essenciais do balé. Os demais sistemas não detectam a execução e, portanto, não conseguem prover feedback.

Existem projetos de pesquisa e inovação, como o WhoLoDancE, criados para preservar a herança cultural da dança como uma forma de arte e explorar os meios

que a tecnologia pode contribuir para o ensino, aprendizagem e criação coreográfica contemporâneos (RIZZO et al., 2018). Esse mesmo projeto também possui o objetivo de criar um grande repositório de movimento, com estilos como o balé, contemporâneo, flamenco e outras danças tradicionais, e também criar novas aplicações para a área da dança.

A Casa Paganini-InfoMus também é outro exemplo de centro de pesquisa que une arte e tecnologia e que possuem contribuições para outras áreas, como a educação (CAMURRI e VOLPE, 2016). Há o desenvolvimento de ferramentas que visam expandir as capacidades e as linguagens artísticas, com trabalhos feitos com crianças e até mesmo óperas. Na área da dança, há trabalhos que envolvem o mapeamento de qualidades de movimentos transformados em som - também chamado de sonificação. Onde as características qualitativas dos movimentos, como fluidez e impulsividade, é que produzem som de maneira interativa.

A partir da literatura encontrada constatamos a complexidade desta área multidisciplinar e identificamos lacunas de pesquisa nas áreas de feedback, visualização, inteligência artificial e interação humano-computador que pretendemos continuar explorando neste e nos próximos trabalhos.

2.3.2 Exemplos para a dança

A exploração da interação entre dança e tecnologia possui várias vertentes e também pode assumir diversos nomes na literatura. Há o termo Automação da Dança (*Dance Automation*) e Informática da Dança (*Dance Informatics*), o primeiro usado para representar a utilização da computação para os aspectos da dança e o segundo para as pesquisas voltadas para auxiliar essa automação feita por computadores (JOSHI e CHAKRABARTY, 2021). Quando nos voltamos para o ensino e aprendizagem da dança, encontramos também a denominação de Sistemas Interativos de Aprendizagem para Dança, do inglês *Dance Interactive Learning Systems* (Raheb et al., 2019). Especificando mais podemos encontrar a área de Tecnologias para o Aprendizado de Balé (*Ballet Learning Technologies*) (TRAJKOVA e CAFARO, 2021) que também pode ser considerado um sistema interativo de aprendizagem para dança que é uma forma de automação da dança.

Na área de Automação da Dança podemos encontrar seis grandes categorias de áreas de pesquisa: representação da dança, captação da dança, semântica da

dança, geração de dança, abordagens de processamento de dança e aplicações de sistemas de automação de dança. As aplicações possíveis de sistemas desse tipo são bastante diversificadas e vão desde jogos à reabilitação e ensino. Entretanto, os jogos voltados para a dança funcionam como uma forma de entretenimento, pois não são suficientes para o ensino da dança (CHARBONEAU et al., 2011).

A união da dança e da tecnologia pode também ter benefícios para além da parte física, sendo utilizada para estimular o aprendizado de outras disciplinas escolares para crianças e até para aprender a escrever códigos em linguagens computacionais (OWEN et al., 2017). O RoBallet (Figura 7) é um ambiente interativo criado para permitir que crianças se expressem ao utilizar sensores e microcontroladores para criar coreografias, sons e animações e também utilizando robôs para dançar (CAVALLO et al., 2014).

Figura 7 - RoBallet



Fonte: CAVALLO et al, 2014.

A criação de coreografias no balé clássico também é uma das áreas exploradas na computação. O Web3D Dance Composer é um sistema online que permite ao usuário criar sequências em 3D a partir de uma lista de passos e que também possui a criação automática de coreografias, embora não conste no trabalho a realização de testes com usuários (SOGA et al., 2006).

Também podendo ser relacionada à coreografia, outras formas de visualizar os movimentos feitos por bailarinos também são estudadas. Utilizando sensores de captura de movimento em tempo real e modelos 3D é possível se explorar novas formas de representar e apresentar um movimento (Figura 8), o que além de ser estimulante e interessante pode inspirar os usuários a tentarem novos movimentos e pensar em novas formas de ensino além do clássico “ver e fazer” da dança (TSAMPOUNARIS et al., 2016). A maneira como o bailarino se movimenta também pode ser transformada em música, explorando outros meios de interação entre o bailarino e um instrumento acústico, por exemplo (PALACIO e BISIG, 2017).

Figura 8 - Representação de movimento



Fonte: TSAMPOUNARIS et al., 2016.

O aprendizado de coreografias de dança também pode ser estudado através do uso da tecnologia. Pensando em termos de fazer um movimento ao copiá-lo, um sistema que gera automaticamente aulas de dança foi proposto e testado com 40 universitários sem experiência prévia em dança para o estilo latino e hip-hop (YANG et al., 2011). Esse sistema ao capturar uma determinada sequência, separava-a em gestos e criava um “caminho de aprendizagem” que levava em conta a complexidade do movimento. O tempo que foi necessário para aprender a coreografia, nos experimentos realizados, foi menor utilizando o sistema do que simplesmente vendo os passos várias vezes sem seguir uma ordem.

É possível também explorar de maneira mais tecnicamente computacional como que o movimento de dança é reconhecido pelo computador. Ao construir uma base de dados de dança no estilo k-pop utilizando o sensor Kinect, foi proposto um método que classifica a performance melhor do que utilizando técnicas mais convencionais de aprendizagem de máquina como KNN (k-nearest neighbor) e SVM (Support Vector Machine) (KIM et al., 2017). Mais adiante falaremos mais sobre o reconhecimento de gestos, seu papel importante em sistemas que envolvem esse processamento e como o utilizamos em nossa pesquisa.

Danças tradicionais também podem ser beneficiadas através do ensino online e como forma de preservação de herança cultural. Uma plataforma online foi utilizada para o ensino de Karsilamas (dança folclórica da Grécia) e Valentine Morris (Inglaterra) e os dançarinos que a utilizaram demonstraram grande interesse na mesma, tanto para fins de documentação quanto para fins didáticos (BAKOGIANNI et al., 2007). Podendo assim ser expandido para outros estilos e auxiliar na criação de novas ferramentas para se aprender dança.

Ao pensarmos no uso da tecnologia para melhorar o aprendizado de dança, integrando conhecimentos das áreas de neurociência, educação e computação, também é possível ver que a utilização de ambientes virtuais de interação - como a utilização de um avatar, por exemplo - podem vir a ampliar a imaginação dos bailarinos e criar novos meios da dança se desenvolver tecnicamente e criativamente (CISNEROS et al., 2019). Esse tipo de ambiente virtual pode ser benéfico principalmente para pessoas que não possuem acesso em seus locais à prática da dança, além de viabilizar novas formas de adquirir esse tipo de conhecimento.

Raheb et al. (2019), analisou sistemas interativos de aprendizagem para dança (*Dance Interactive Learning Systems*) e propôs um framework com os principais

parâmetros de design para esses sistemas. Identificaram quais são os padrões das soluções propostas atualmente e onde é possível fazer avanços. Examinaram os feedbacks fornecidos, qualidades de movimento, abordagens de aprendizado, contexto e qual tecnologia foi utilizada. É ressaltado também que a área que envolve esses sistemas precisa da colaboração de pesquisadores das mais diversas áreas e na computação isso pode representar novas oportunidades para as áreas de Interação Humano-Computador, Computação do Movimento (Movement Computing) e Inteligência Artificial.

Neste trabalho de Raheb et al. (2019), foram discutidos 17 trabalhos de acordo com os critérios propostos e foi explicitado como eles faziam o processo de inicialização, captura do movimento do estudante, quais parâmetros de movimento foram utilizados para avaliar, os tipos de visualização do avatar do estudante e da posição correta no feedback, como foi dada a correção, julgamento e a reflexão e se foi fornecido de maneira contínua ou discreta.

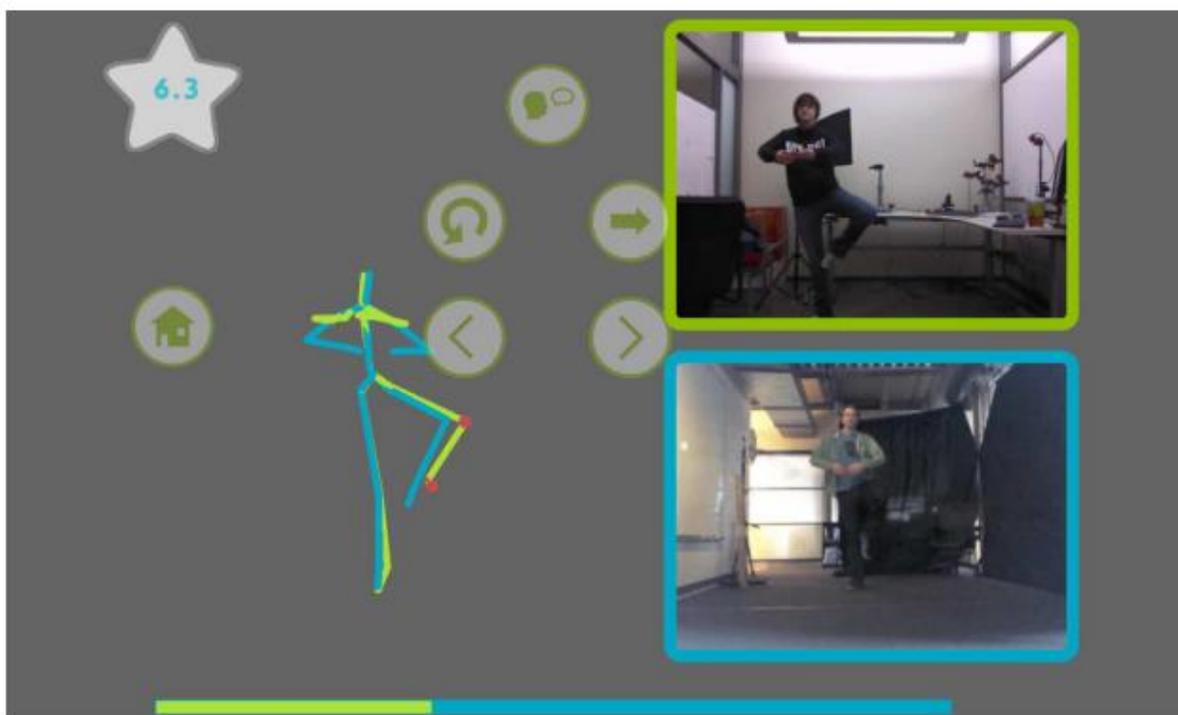
São inúmeras as contribuições desse tipo de sistema para o aprendizado e ensino de dança, preservação de herança cultural, aumento da experiência de performance e revolução da maneira como se cria coreografias. Há vários desafios presentes nesta área complexa que vão desde a criação de novas técnicas para comparação e avaliação de gestos, formas de se fornecer feedback, visualização de movimento até novos sensores de captura de movimento com menor custo e maior acurácia.

Há sistemas criados (porém não comercializados) que visam treinamento de dança ao imitar um professor virtual e utilizam marcadores corporais e sistemas de captura de movimento óptico (optical motion capture system) (CHAN et al., 2010), outros utilizam o kinect como MARQUARDT et al. (2012) e MUNEESAWANG et al. (2015). Mas sempre parece haver uma comparação com o professor e uma “expectativa” para um tipo ideal de movimento ser atingido. Como foi abordado anteriormente, para o público de balé adulto o objetivo principal não necessariamente é atingir algum ideal de perfeição na execução técnica do passo (ALENCASTRO e PINTO, 2015).

O YouMove (Figura 9) é um sistema que ensina aos usuários sequências de movimentos pré-gravados através de um espelho aumentado (ANDERSON et al., 2013). O estudo realizado mostra que o desempenho do sistema para o aprendizado

e a retenção de curto-prazo é maior do que utilizando demonstrações de vídeos tradicionais.

Figura 9 - YouMove



Fonte: ANDERSON et al., 2013.

O sistema tenta inovar ao trazer o espelho do balé clássico, mas dessa vez utilizando um kinect para capturar os movimentos e um projetor para auxiliar na orientação e feedback. Como nos demais sistemas, o feedback fornecido é resultado da comparação entre a execução do usuário atual com a pré-gravada por um profissional anteriormente. Além também de ser destacada a limitação do kinect em capturar adequadamente os movimentos executados.

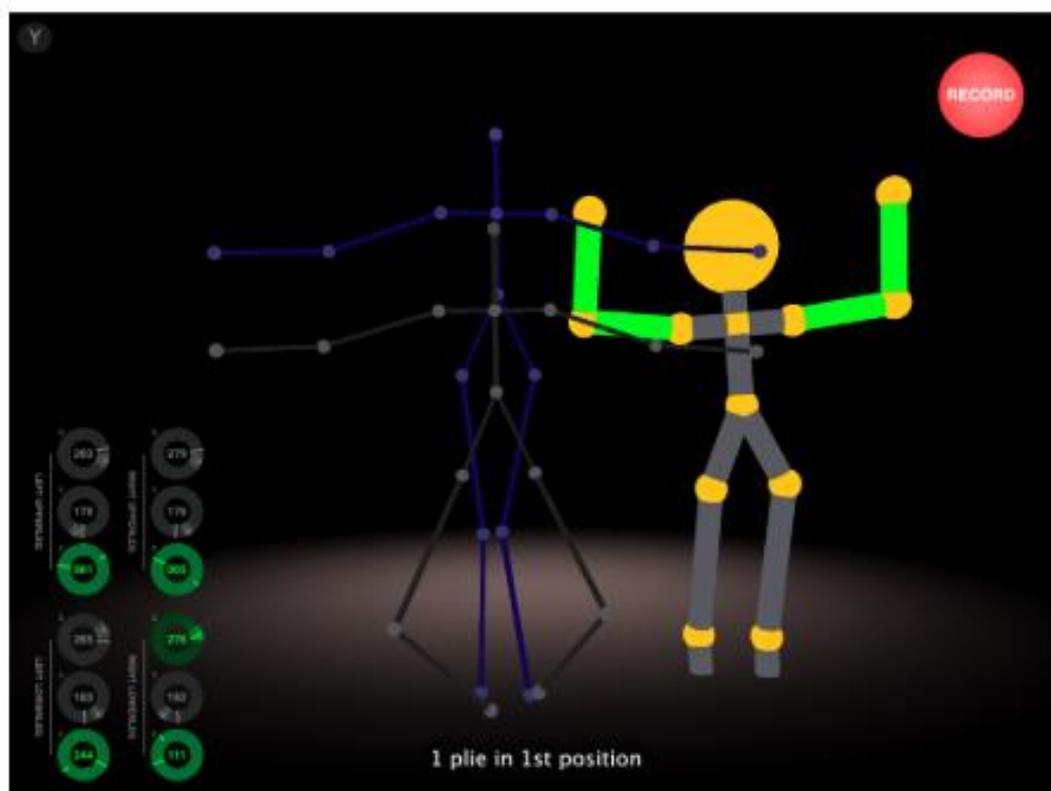
Há a possibilidade de utilizar vídeos para melhorar os treinos de bailarinos até mesmo de maneira manual, sem automatização (TWITCHETT et al., 2009). Porém, pouco ainda se sabe qual a melhor maneira de se comunicar possíveis melhorias para os alunos, ou seja, a melhor maneira de se fornecer feedback.

2.3.3 Exemplos para o balé

Quando observamos na área de ferramentas para auxiliar o ensino-aprendizagem de balé clássico também encontramos alguns trabalhos que abordam o assunto. Entretanto, em nossas pesquisas, não encontramos trabalhos voltados para o público de balé adulto.

Um sistema bastante referenciado na área envolvendo dança e tecnologia é o Super Mirror - que aponta também a escassez de trabalhos para ensino de balé (MARQUARDT et al., 2012). Nele, o sensor kinect é utilizado para capturar os movimentos feitos pelo usuário do sistema e sua pose é comparada com a pose pré-gravada no sistema. Ao comparar ambas as poses é fornecido um feedback instrucional em tempo real (Figura 10). Embora no trabalho seja mencionada a possibilidade de personalizar os limiares (*thresholds*) de um movimento que em teoria permite o professor alterar o nível de precisão necessário para o movimento ser considerado “correto”, essa característica não é explorada.

Figura 10 - Super Mirror



Fonte: MARQUARDT et al., 2012.

Além disso, a análise é feita em termos apenas da acurácia - ou seja, o quão próxima está a posição do usuário com a posição desejada. Reforçando a medida única para se prover feedback a ser essa “distância para o ideal” - que não é necessariamente o único foco para as pessoas que praticam balé adulto conforme mencionado anteriormente neste trabalho.

Os testes deste sistema foram feitos em três rodadas no total com 5 graduandos de dança da The University of Texas (Austin), porém na primeira e na terceira rodada apenas 2 estudantes participaram. A acurácia do sistema nos testes foi medida pela quantidade de acertos e erros que o sistema identificava na execução de determinado passo. Foram utilizados oito passos do balé: plié, élevé, battement tendu frente, battement tendu lado, battement tendu atrás, passé, grand plié e développé. Após a execução dos passos, foi conduzida uma entrevista semi-estruturada com 3 participantes para saber como melhorar o protótipo.

Os participantes foram instruídos a executar versões corretas e incorretas dos passos. Na segunda seção apenas 3 passos foram testados por todos os 5 participantes - 7% dos pliés foram corretos, nenhum passé foi registrado como correto e 4 dos 30 développés foram considerados corretos. Já na terceira seção, apenas dois estudantes participaram, mas executaram os oito passos propostos - de cada passo, 3 versões corretas e 3 versões incorretas. O sistema identificou todos os pliés corretos, cerca de 67% dos élevés e développés e 50% dos tendus frente e passés. Mas 50% dos pliés incorretos e dos tendu atrás também foram considerados corretos pelo sistema. Foi concluído que o sistema aparenta reconhecer melhor plié, élevé e développé do que battement tendu, passé e grand plié.

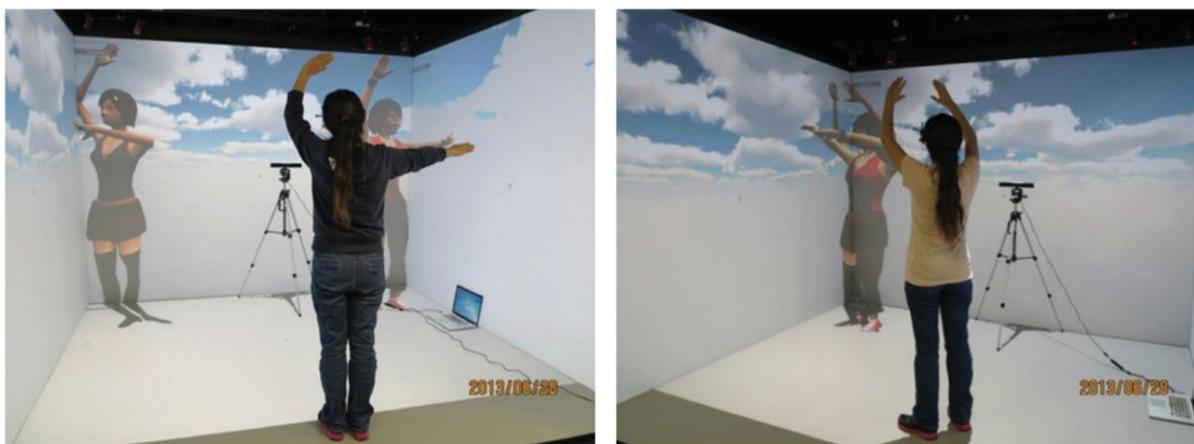
Nas entrevistas, todos os estudantes reportaram que a visualização lateral poderia ser incluída para ajudar a corrigir o alinhamento e também que ter um resumo dos erros cometidos seria de grande ajuda. Sugeriram também os passos serem sequências e não apenas execuções individuais e que fossem separados por níveis (básico, intermediário e avançado). Lembraram também que há vários métodos do balé, então é importante ter essa diferenciação refletida no sistema. E ressaltaram que o sistema poderia levar em consideração a diversidade de corpos e que o corpo do bailarino poderia influenciar na performance em certos movimentos.

Este trabalho também está limitado apenas para poses estáticas e o balé é constituído de inúmeros gestos dinâmicos, mas foi mencionado no trabalho que futuramente haverá uma composição de poses para formar um passo. Além de uma

possível versão que utilize dois kinects para refinar e melhorar os resultados e uma maneira de permitir a gravação e personalização de novos movimentos para o sistema.

Há também o uso de CAVE (Cave Automatic Virtual Environment), um ambiente que conta com vários projetores e o sensor kinect para uma maior imersão, para fazer uma análise e visualização em tempo real de movimentos do balé (KYAN et al., 2015). Esse trabalho fornece feedback visual terminal, se o sistema identificar posteriormente à execução o passo que foi executado, e fornece feedback visual concorrente se o sistema conhecer previamente o passo a ser feito (Figura 11).

Figura 11 - Ambiente CAVE com feedback visual

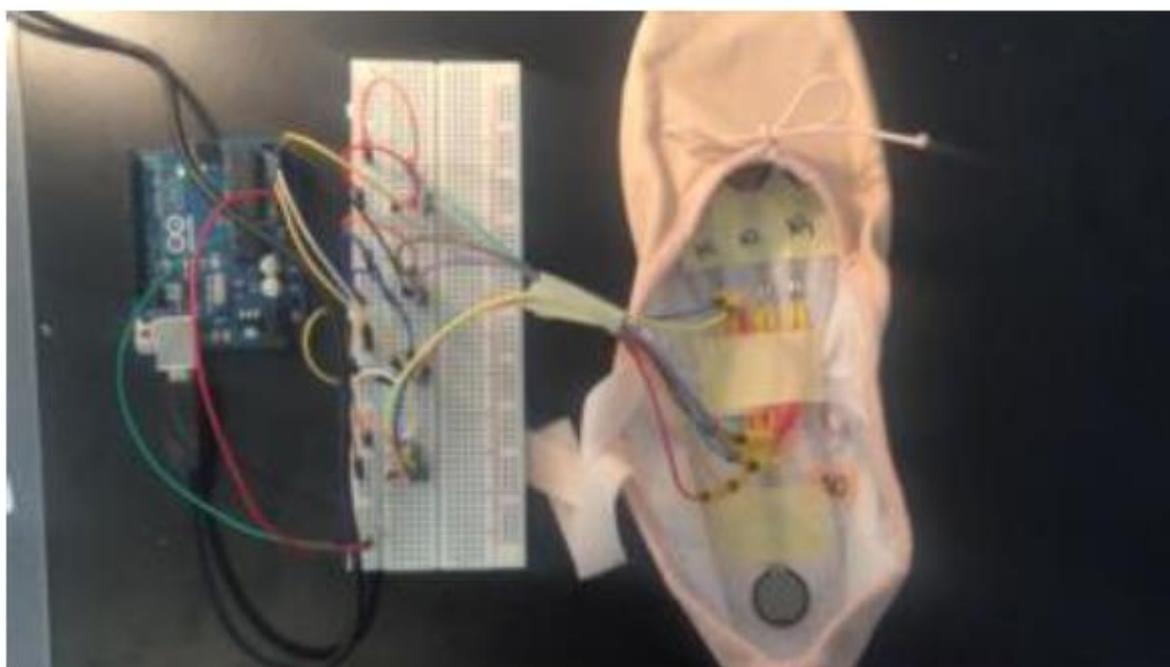


Fonte: KYAN et al., 2015.

Os testes foram feitos para seis gestos simples de balé com dois estudantes e os resultados mostraram uma acurácia de 92% e 95% para cada um. Porém também foi evidenciado que o sensor kinect possui algumas limitações em termos de captação e identificação dos gestos. Além de não especificar o nível dos dois estudantes que testaram o sistema, essa pesquisa também se concentra em comparar o passo com o ideal, visto que um professor gravou os movimentos que foram comparados com os dos estudantes e nenhum outro ajuste foi relatado - apenas um comparativo do “quão próxima” foi a execução do aluno em relação à do professor. Além disso, a utilização de um espaço imersivo também pode requerer um maior investimento financeiro e a necessidade de um espaço físico mais amplo.

Visando diminuir os custos tanto de tempo quanto financeiro, existem sistemas propostos que visam o treino de balé em casa para iniciantes e amadores evitando possíveis lesões. É o caso do Relevé (Figura 12) que, além de ser a proposta de uma plataforma para aprendizagem de balé online, também propõe um protótipo de uma sapatilha de meia-ponta que possui um kit de sensores na sola (WANG, C e WANG, J; 2016). As pessoas pesquisadoras envolvidas neste projeto também mencionam a ideia do feedback em tempo real que irá ser desenvolvido de acordo com dados coletados. Porém, nesta pesquisa não é mencionada nenhuma avaliação empírica, testes feitos com os usuários ou o detalhamento do funcionamento e regras do sistema proposto.

Figura 12 - Relevé



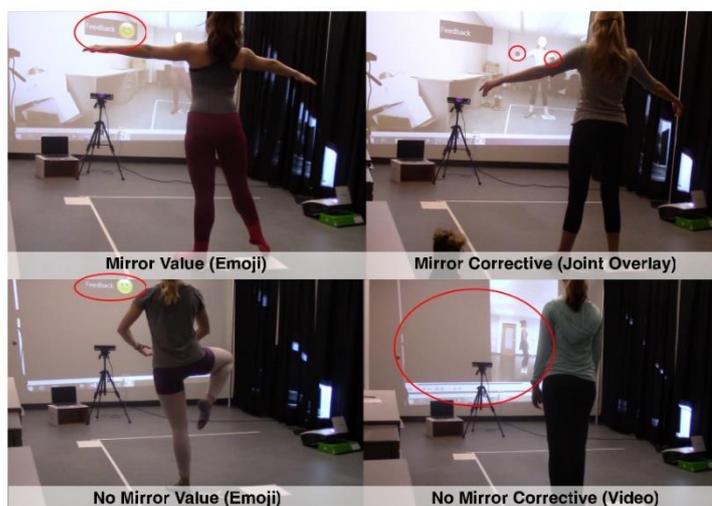
Fonte: WANG, C e WANG, S, 2016.

Os acelerômetros (sensor que também estão contidos em smartphones) podem ser uma alternativa de tecnologia viável e acessível para ser utilizada por diversas pessoas. O posicionamento dos mesmos no pulso e no sacro do bailarino efetivos para mensurar a primeira posição e o demi-plié do balé clássico (THIEL et al., 2014). Entretanto, formas de fornecer esse feedback e até mesmo a viabilidade de se executar movimentos com esses sensores ainda devem ser estudadas.

Existem trabalhos que serviram de grande inspiração para nossa pesquisa feitos pela pesquisadora Milka Trajkova e seus colegas. Suas pesquisas estão voltadas para um aperfeiçoamento - através do feedback - do ensino e aprendizagem do balé clássico, mais especificamente para espelhos aumentados (do inglês, *augmented mirror*). Esses espelhos possuem tecnologia capaz de captar os movimentos feitos pelos bailarinos e fazer inferências sobre os movimentos, fornecendo feedback. Sendo o espelho tradicional da sala de balé clássico limitado a fornecer apenas feedback visual, ela explora formas que um espelho aumentado poderia contribuir no aprendizado do bailarino, além de fornecer um maior entendimento sobre os impactos do feedback aumentado (*augmented feedback*) na performance do movimento.

Em 2018, ela e seus colegas realizaram um experimento com 32 pessoas (16 iniciantes e 16 experts) no qual demonstraram que o feedback precisa de ajustes de acordo com o nível do bailarino (TRAJKOVA e CAFARO, 2018). Neste trabalho foram realizadas variações no modo de comunicação do feedback (verbal e visual), no tipo do feedback (de valor ou corretivo) e no nível de instrução (com ou sem espelho) totalizando 8 combinações testadas que foram avaliadas por um professor de maneira remota ao executar 8 sequências de balé clássico (Figura 13). A ideia proposta é de um espelho que poderá fornecer feedback ao bailarino em tempo real. A maneira ideal para se fazer o design de um feedback aumentado efetivo para balé ainda é um problema em aberto na literatura existente.

Figura 13 - Testes com variações no feedback



Fonte: TRAJKOVA e CAFARO, 2018.

Outro ponto interessante da pesquisa foi a utilização da estratégia do Mágico de Oz (uma técnica de design) para fornecer o feedback visual e verbal através de uma pessoa que apertava em botões ou clicava em certos ícones durante a execução do movimento do bailarino. Mais adiante, iremos explicar como adaptamos esse método também em nossa pesquisa. A forma como o feedback verbal foi informado para o bailarino também serviu como inspiração para a nossa modelagem.

Com os resultados obtidos através de suas pesquisas, percebemos que deveríamos levar em consideração as necessidades específicas do público de balé adulto para fornecer o feedback. O grau de exigência da técnica ao executar um movimento é diferente do grau de exigência para bailarinos profissionais.

Anteriormente a esse estudo, em 2016, ela e seus colegas fizeram um experimento parecido com o citado acima, mas com apenas 4 combinações e com 16 pessoas (que possuíam entre 5 e 10 anos de experiência de balé). Já com esse estudo foram encontrados alguns resultados preliminares interessantes: a necessidade do feedback ser específico ao detectar e corrigir o erro, ser inicialmente simples e direto, além da variação de acordo com o nível do usuário (TRAJKOVA e CAFARO, 2016). Desde esse momento, a partir de seus resultados, já podíamos ver o quão promissor seria projetar sistemas para o aprendizado remoto de balé clássico e também a falta de estudos que medissem o impacto de feedback automatizados.

Quando pensamos na prática sobre o uso, não uso e até futuro uso de tecnologias voltadas para o aprendizado de balé percebemos que ainda existem muitos caminhos a serem explorados. O que parece acontecer na prática é que, embora haja o interesse por parte de bailarinos e professores de utilizarem a tecnologia no aprendizado de balé, não há um design satisfatório dessas ferramentas para auxiliá-los e suprir as reais necessidades desse público, além da falta de infraestrutura de estúdios de dança ser um fator limitante para possíveis implementações tecnológicas e a falta de um currículo que permita essa integração (TRAJKOVA e CAFARO, 2021). Entretanto, algumas lições podem ser aprendidas e executadas para quando pensarmos em tecnologias para o aprendizado de balé:

- A adaptação de acordo com o método de ensino do balé e de com o corpo o qual está dançando, levando em consideração as limitações do mesmo e uma maior personalização;
- A ferramenta poder ser uma nova forma de expandir as capacidades de ensino-aprendizagem da dança e não apenas uma simples automação ou “substituição do professor”;
- A ideia da ferramenta não ser invasiva nem limitar os movimentos dos bailarinos;
- Ter uma diferenciação dos tipos de erros mais grosseiros e mais sutis ao fornecer um feedback;
- A linguagem ser próxima do professor para estabelecer confiança no sistema;
- Promover a maior sensação de que o bailarino é dono do próprio corpo e concedê-lo maior autonomia, afastando-se do padrão autoritário do método tradicional de ensino do balé clássico e encorajando o desenvolvimento da propriocepção do aluno.

De acordo com esta pesquisa de Trajkova e Cafaro (2021) que levantou esses pontos citados, também podemos pensar em utilizar o design colaborativo para construir protótipos que possam atender o público do balé e até mesmo considerando os impactos que a pandemia causada pela COVID-19 pode ter gerado na percepção das aulas online e no modo de ensino remoto.

2.3.4 Exemplos visando aprendizado e feedback

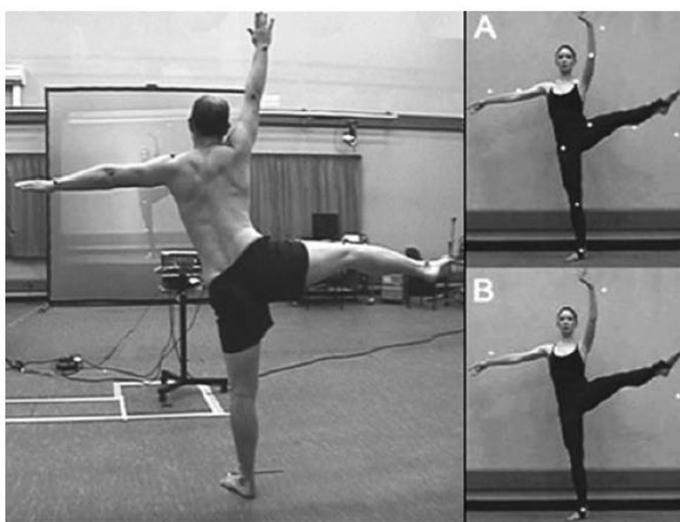
Quando falamos sobre o aprendizado de habilidades motoras complexas, como a dança, mediados por tecnologia é possível fazer um mapeamento sobre o modo de interação e o feedback que esses sistemas que auxiliem no aprendizado da dança podem possuir de acordo com a interação entre professor-aluno: o modo de intervenção, frequência de intervenção, contínuo ou discreto e corretivo ou reflexivo (RAHEB et al., 2016). Pela natureza da dança, também é um desafio a ser constantemente vencido pela tecnologia ao fornecer esse feedback em tempo real.

No modo de intervenção precisamos escolher a modalidade do feedback - auditiva, visual, tátil, háptica, etc - que pode variar de acordo com o modo de aprendizado do aluno, o modo de ensino e estilo de ensino. Em relação à frequência de intervenção é a influência de quanto que um professor interfere ou não para fornecer feedback. Se o feedback for discreto ele acontece após a movimentação

(conhecido como terminal) e não durante (conhecido como contínuo ou concorrente). Para a parte de correção um sistema computacional irá comparar “o quão certo” um movimento está próximo de algum padrão pré-estabelecido, já para o modo reflexivo não necessariamente uma escala rígida de certo e errado é definida pois o feedback pode ser mais amplo a fim de gerar um maior raciocínio por parte do aluno. Esses são apenas alguns dos desafios encontrados para serem pensados ao se modelar a interação humano-computador aplicada na área de pedagogia da dança, além de outros desafios relativos à aprendizagem e ao tipo de tecnologia a ser utilizada como forma de interação entre o usuário e o sistema - como sistemas de realidade virtual ou telas touchscreen.

30 participantes sem experiência prévia em dança participaram de um experimento para verificar a melhor forma de feedback - entre não receber feedback, receber de forma reduzida e receber de forma completa - e se ambientes de Realidade Virtual seriam adequados para ensinar habilidades motoras na dança (Figura 14). Os resultados indicaram que era possível utilizar esses ambientes e que um feedback reduzido, porém direcionado, que indicava partes-chaves do corpo para correção era a opção que mais diminuía a quantidade de erros cometidos pelos participantes (EAVES et al., 2011).

Figura 14 - Testes com realidade virtual, (A) condições totais de feedback, (B) condições reduzidas de feedback



Fonte: EAVES et al., 2011.

Não especificamente para a dança e sim para atividades motoras em geral, LIEBERMAN e BREAZEL (2007) propuseram uma roupa com tecnologia vestível que possui sensores que emitem vibração, fornecendo um feedback vibrotátil (ou seja, uma forma de feedback cinestésico). Testes foram realizados (Figura 15) em 40 participantes (20 deles apenas recebia feedback visual e os outros 20 recebiam feedback visual e vibrotátil) e para os que recebiam também o feedback pela roupa, embora relataram uma maior fadiga, houve uma melhora de 27% na acurácia do movimento e um aumento de até 23% da taxa de aprendizagem.

Indicando que é possível também explorar este tipo de feedback para ajudar na aprendizagem de novas habilidades motoras, porém a captura de movimento foi realizada utilizando sistema Vicon que é um sistema de preço elevado no mercado e os próprios pesquisadores mencionaram a possibilidade de se trabalhar com sensores como giroscópio e acelerômetro no futuro de modo a tornar a solução mais acessível.

Figura 15 - Testes com feedback vibrotátil e/ou visual



Fonte: LIEBERMAN e BREAZEL, 2007.

Mesmo no contexto online, é possível que os estudantes de dança desenvolvam meios de reflexão e habilidades de pensamento crítico. O feedback regular de um professor nesse contexto é fundamental para estimular a participação dos alunos e pode até mesmo ajudá-los a desenvolver consciência corporal.

Mostrando assim que é possível o ensino de dança em um contexto remoto desde que esses ambientes forneçam o suporte necessário para os alunos (LEIJEN et al., 2008). Em um curso específico de balé, os resultados revelaram que é possível utilizar vídeos para autoavaliação e ajudar na auto-reflexão dos alunos (LEIJEN et al., 2009).

O Saltate! é um protótipo desenvolvido para auxiliar iniciantes em dança de salão provendo feedback auditivo através dos dados coletados por um sensor localizado nos pés dos participantes (Figura 16) que detecta o passo e compara com o tempo da música (DROBNY et al., 2009). A ideia do sistema é ajudar para que o praticante não fique fora do ritmo ao dançar, por isso se é detectado que ele está fora do tempo da música há uma ênfase na batida da mesma para indicar um erro. Os testes iniciais do sistema feitos com oito casais voluntários demonstraram que, mesmo com uma pequena diferença, quem recebeu feedback do sistema performou melhor do que quem não teve. É interessante ressaltar que os autores do trabalho enfatizam a importância do feedback concorrente, mas que ainda é desconhecido o quanto o feedback concorrente afeta o aprendizado se for devidamente controlado.

Figura 16 - Sensor utilizado no Saltate!

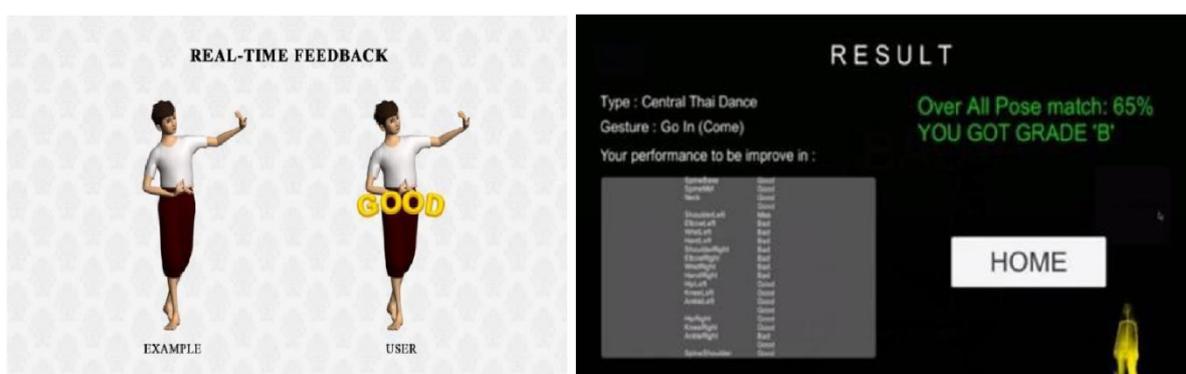


Fonte: DROBNY, WEISS e BORCHERS, 2009.

De maneira a evitar que o movimento praticado esteja incorreto, pesquisadores da Tailândia propuseram um sistema que corrige a acurácia do movimento da dança tailandesa conhecida como Khon (TONGPAENG et al., 2018). A ideia proposta compara o movimento do aluno captado através do kinect com o de um professor previamente gravado com um sensor de captura de movimento. O sistema trabalha

com dois tipos de feedback visuais, um em termos de qualidade (excelente, bom ou ruim) e outro em porcentagem de acertos em relação ao professor (Figura 17). Há também a ideia do sistema verificar o erro e informar instruções adequadas para que o usuário possa melhorar sua execução. Como se trata de uma dança com movimentos únicos e complexos é possível que apenas um kinect seja insuficiente para capturar os movimentos em sua completude. Entretanto, neste trabalho não é mencionado testes executados com usuários.

Figura 17 - Feedback visual proposto para Khon



Fonte: TONGPAENG, SRIBUNTHANKUL e SUREEPHONG, 2018.

Também é possível utilizar o feedback para verificar o ritmo da pessoa que dança. Um sistema que funciona em smartphones e utiliza o acelerômetro dos mesmos foi criado para fornecer feedback automático para Forró (DIAS et al., 2017). A ferramenta foi criada em co-design, testada com 7 alunos de dança que recebiam feedback terminal do sistema e a ferramenta foi considerada fácil de utilizar pelas métricas utilizadas.

O feedback auditivo é explorado em conjunto com o feedback visual em alguns trabalhos. KNUDSEN et al. (2017) conseguiu demonstrar que, utilizando um kinect v2, há uma melhora na performance em relação à posição do quadril de crianças de 9 a 12 anos praticando um movimento clássico do balé (o plié). Essas crianças possuíam uma melhora maior na acurácia dessa execução quando recebiam o feedback do que quando não recebiam o feedback. A parte auditiva do feedback consistia em um som de água corrente que se intensificava de acordo com a piora do alinhamento da postura do usuário. Uma limitação importante levantada neste mesmo trabalho é a

dificuldade do kinect em detectar o en dehors - rotação para fora dos membros inferiores e quadril, de grande relevância na técnica do balé clássico.

O feedback visual por meio de score também é utilizado em algumas ferramentas. Em ambientes interativos online, resultados experimentais mostram que essas interações em tempo real podem ser promissoras (ALEXIADIS et al., 2011). Porém, ainda é muito comum que o movimento ainda seja comparado com um padrão de execução e o feedback seja baseado nesta distância. Uma característica interessante também presente em alguns trabalhos é capacidade de rotacionar ou alterar a velocidade de avatares 3D no modo de visualização das ferramentas que permite o usuário analisar o passo de várias maneiras.

Os efeitos positivos de feedback auditivos, através da sonificação de certos parâmetros de movimento, também são percebidos por professores e bailarinos de balé clássico. Ao fornecer feedback auditivo em tempo real os professores de dança conseguiram perceber uma diferença na consciência de seus bailarinos ao praticarem saltos (GROSSHAUSER et al., 2012). Sensores foram colocados na perna e pés de bailarinas para coletar dados que seriam convertidos para som como forma de feedback auditivo, a percepção das estudantes sobre esse sistema foi positiva, elas gostariam de utilizar novamente no futuro e o feedback foi bastante claro. Um ponto interessante a se observar é que estes sensores coletam dados (como distribuição de peso dos pés) que são difíceis até mesmo para professores observarem, o que permite se pensar novas formas da tecnologia contribuir para o ensino da dança.

Através do uso da tecnologia, percebemos que vários tipos de feedbacks podem ser explorados. Cada um possui suas particularidades e seus desafios, desde a utilização de sensores que podem se tornar incômodos até a necessidade de acurácia na captação dos movimentos para inferir algo sobre a execução feita. Neste trabalho, para uma primeira versão do sistema a ênfase será dada ao feedback verbal.

3 CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA

Através das pesquisas apresentadas anteriormente, percebemos ser possível utilizar a tecnologia para auxiliar no aprendizado de balé clássico. Não apenas isso, mas como a utilização de feedback aumentado pode até mesmo melhorar a performance dos bailarinos e também oferecer novos horizontes para se pensar o ensino-aprendizagem do balé.

Entretanto, pouco se sabe na literatura como esses sistemas tecnológicos e o feedback fornecido pelos mesmos devem ser projetados - principalmente voltando-se para o público de balé adulto que ainda parece não ser alvo de pesquisas científicas na área. Embora os benefícios da prática do balé em idades mais avançadas possam ser confirmados através de estudos, na área da computação pouco desse universo é explorado atualmente. Conforme apresentado, desde o reconhecimento de gestos, personalização, visualização de movimentos, novos meios de interação com sistemas de realidade virtual ou aumentada e até criação de coreografias ou robôs que dançam, são inúmeras as possibilidades de contribuição que a computação pode oferecer.

Vimos então a oportunidade de criar um sistema de apoio ao aprendizado de balé clássico para esse público que não é o foco de pesquisas na área. Ao utilizar a tecnologia, poderíamos prover um aprendizado mais eficiente, engajador e acessível

Mas para criar um sistema desse tipo existem inúmeros desafios a serem enfrentados. Precisamos entender quais são as necessidades desse público, explorar os recursos tecnológicos disponíveis já que há tantas possibilidades e cada um possuirá suas devidas complexidades envolvidas. Isso apenas para citar algumas das dificuldades que esta pesquisa enfrenta, além do inerente tempo necessário para se medir um aprendizado, e isso tudo em um escopo de uma dissertação de mestrado.

Para que esses desafios pudessem ser explorados em tempo hábil, para que pudessemos conversar, discutir com os possíveis usuários, projetar um sistema que atendesse as necessidades levantadas, implementá-lo e testá-lo, adotamos um método baseado em inovação e design que está dividido em várias fases com objetivos distintos, porém complementares à pesquisa como um todo.

3.1 FASE 1: EXPLORAÇÃO

Esta fase consiste em nossa primeira tentativa para adentrar na área que une tecnologia e aprendizagem de balé clássico. Neste primeiro momento, o foco não estava no público de balé adulto e sim em pessoas - das mais diversas idades - que poderiam aprender as posições de braço do balé clássico e por isso os testes realizados incluíram pessoas que não praticavam balé.

O objetivo foi a exploração do uso da tecnologia para auxiliar o aprendizado em um ambiente de realidade virtual (do inglês Virtual Reality, VR) utilizando elementos de gamificação e fornecendo feedback visual em tempo real. O sistema foi bem recebido pelas pessoas que o experimentaram e pontuou uma nota superior em termos de usabilidade em relação a outros trabalhos existentes na literatura.

Com essa primeira fase, conseguimos desenvolver uma ferramenta que apesar de suas limitações e pré-requisitos, como o uso do sensor Microsoft Kinect, despertou o interesse de possíveis usuários como uma forma de complementar o aprendizado tradicional de balé. Entretanto, o público praticante de balé clássico, por ser diverso, possui necessidades diferentes e optamos por restringir a nossa solução para o público de balé adulto - que não necessariamente irá atingir um nível profissional na modalidade.

Assim, ao detectarmos esse interesse por parte dos praticantes, fomos conversar diretamente com esse público para identificar quais seriam as necessidades que uma ferramenta para auxiliar o treino de balé clássico deveria atender.

4 PRIMEIRA EXPLORAÇÃO: BALLETVR

O ensino do balé clássico está majoritariamente centrado em questões visuais. A maneira mais comum de aprendizado é através da mimetização dos movimentos, ou seja, em aulas - principalmente para iniciantes - o professor demonstra o exercício e após a demonstração os bailarinos presentes o executam conforme o tempo da música. Em uma aula acompanhada por um professor, o bailarino possui feedback, entretanto, ao praticar em casa o bailarino não possui esse auxílio aumentando os riscos de se lesionar (FOURIE e VAN DER HAAR, 2018).

Atualmente existem tecnologias, um pouco mais acessíveis, que possibilitam o uso da tecnologia para auxiliar esses possíveis treinos em casa. Sensores como o Microsoft Kinect ou o Intel RealSense capturam imagens RGB-D e a partir delas podemos avaliar e reconhecer movimentos feitos por pessoas. A utilização da Realidade Virtual também abre caminhos para se pensar em novos meios imersivos de se prover feedback e criar sistemas mais interativos.

Portanto, ao analisar a literatura existente, construímos um sistema - denominado BalletVR (Figura 18) - que poderia auxiliar no aprendizado das posições básicas de braço do balé clássico segundo o método francês (BARIONI et al., 2019). Optamos por explorar a solução com realidade virtual para fornecer um feedback visual imersivo, além de também conter características de gamificação.

Inicialmente, planejamos elaborar o sistema para o treinamento tanto para as posições clássicas de braço quanto para as dos pés. A escolha de restringirmos apenas para as posições de braço nessa versão se deu devido à limitação na captação do movimento dos membros inferiores pelo sensor Microsoft Kinect através do método que utilizamos.

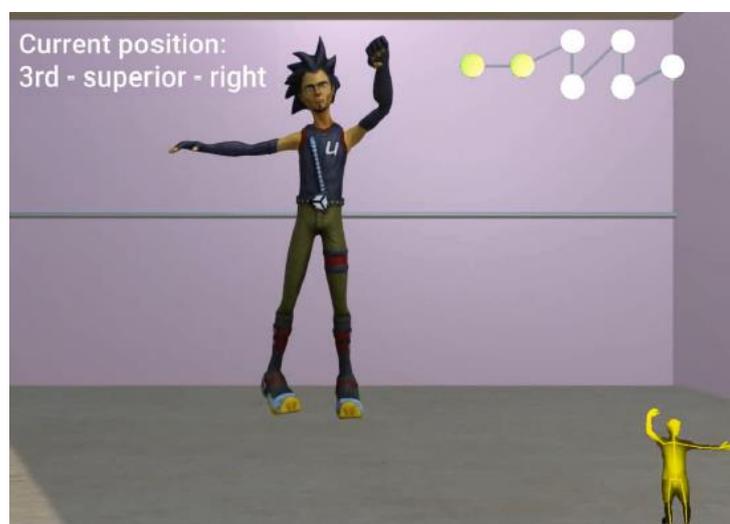
Figura 18 - Tela inicial do BalletVR



Fonte: A autora (2019).

Na tela vista pelo usuário (Figura 19) quando se inicia o treino há um avatar 3D que é a representação do usuário, no lado superior esquerdo a indicação da posição a ser executada e no lado superior direito uma representação dos níveis a serem completados. No canto inferior direito havia uma representação do esqueleto do usuário capturado pelo Kinect.

Figura 19 - Tela de treinamento do BalletVR



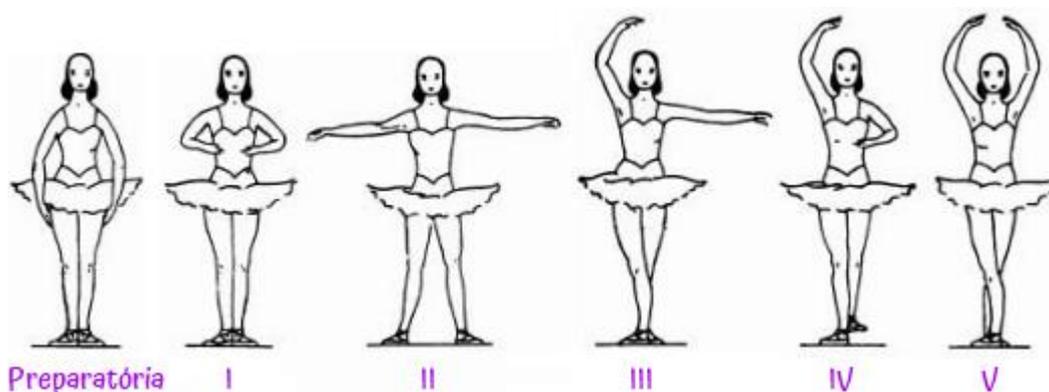
Fonte: A autora, 2019.

4.1 GAMIFICAÇÃO NO BALLETVR

A gamificação consiste em utilizar mecanismos provenientes de jogos como, por exemplo, níveis, objetivos, recompensas, para realizar atividades que não são jogos - mas tornam-se “jogáveis” (HUNTER e WERBACH, 2012). Incorporando à atividade elementos de jogos com o intuito de manter a pessoa que a realiza motivada e engajada, assim como os jogos o fazem. Assim, há diversos benefícios em se utilizar abordagens gamificadas para manter o usuário entretido.

Em nosso sistema, cada posição de braço implicava em um nível, um estágio a ser completado pelo usuário. O método francês, além da preparatória (ou Bras au repos), possui cinco posições de braço, entretanto a terceira e a quarta posição possuem lado esquerdo e lado direito, portanto nosso sistema possuía sete níveis no total (Figura 20). As esferas brancas que representavam esses estágios, à medida que o usuário iria conseguindo executar a posição, assumiam uma cor verde.

Figura 20 - Posições de braço de acordo com o método francês



Fonte: <https://balletparatodos.com.br/2020/posicoes-dos-bracos-no-ballet/>

4.2 FEEDBACKS PROPOSTOS

Para facilitar a compreensão do usuário para o que deveria ser feito, elaboramos três tipos de feedback em que dois deles indicavam para o usuário diretamente se ele estava fazendo corretamente ou não o passo

4.2.1 Texto

Para orientar o usuário sobre qual passo está sendo avaliado e deverá ser executado, no canto superior esquerdo durante todo o tempo é exibida uma *string*, ou seja, um texto que segue o padrão de “número da posição - superior - lado (condicional)”. Um exemplo pode ser visto na imagem abaixo (Figura 21).

Figura 21 - Feedback textual (orientação)



Fonte: A autora (2021).

4.2.2 Relógio

Caso o usuário conseguisse acertar a posição indicada também seria necessário mantê-la por dez segundos. Neste caso, aparece um relógio no canto direito da tela onde passam-se os segundos e também contém uma barra circular que vai sendo preenchida até o tempo finalizar. Se o usuário não conseguir manter a posição, o tempo é resetado e ele deverá novamente fazer a posição e permanecer nela por 10 segundos.

4.2.3 Avatar fantasma

Existem casos em que o usuário pode não lembrar da posição a ser feita, para isso construímos um feedback visual que consiste de um “fantasma”. Ou seja, ele é o mesmo avatar sendo transparente, ficando sobreposto ao avatar que representa o usuário, e indica qual é a posição desejada (Figura 22). Esse tipo de feedback apenas é ativado quando o usuário permanece vinte segundos sem acertar a posição informada.

Figura 22 - Feedback do avatar fantasma



Fonte: A autora (2019).

4.3 TESTES E RESULTADOS

Para avaliar este sistema, convidamos 22 pessoas - 11 delas com experiência prévia em balé clássico e 11 sem experiência prévia na modalidade, com média de idade de 24 anos. Para as pessoas sem experiência em balé, indicamos uma vez ao início do experimento quais seriam as posições de braço que deveriam ser feitas.

A primeira parte do experimento consistia em a pessoa participante utilizar o sistema e passar pelas fases propostas. Após isso, as participantes respondiam seis questões subjetivas que foram elaboradas para melhor entender a experiência e seus pontos positivos e negativos. Depois respondia um teste de usabilidade do sistema (SUS, do inglês, System Usability Scale) que continha dez questões para avaliar a eficácia, eficiência e satisfação do usuário em relação ao sistema.

Ao considerarmos todos os participantes obtivemos uma nota SUS de 84.43. Além do questionário SUS, as perguntas que foram feitas aos participantes estavam relacionadas à clareza sobre a posição a ser feita, ao cenário virtual utilizado, opiniões sobre o feedback do relógio e do avatar fantasma, se houve algum aprendizado gerado pelo sistema e se haveriam outras sugestões que gostariam de fazer.

Os resultados obtidos conseguiram ser, em termos de nota do SUS, melhores do que em outros sistemas encontrados na literatura que visam o aprendizado de dança. Algumas pessoas tiveram problemas no espelhamento do avatar, gerando confusão. A maioria dos participantes relataram ter entendido qual era a posição a ser feita, mas os participantes sem experiência aguardavam o feedback visual (do fantasma) para indicar qual a posição a ser feita e assim prosseguir nas execuções.

Várias melhorias foram apontadas pelos usuários, dentre elas a alteração da composição dos nomes das posições já que aparecia “superior” neste padrão e isso não é comum em aulas tradicionais de balé clássico, a opção de personalizar o gênero do avatar e também a inclusão de música.

Uma das perguntas contidas no questionário SUS é a afirmação “Eu acho que gostaria de utilizar esse sistema frequentemente” e os participantes que possuíam experiência prévia em balé demonstraram interesse na utilização de um sistema que pudesse complementar o aprendizado de balé. Um feedback mais específico também foi sugerido por esses participantes. Assim, conseguimos perceber que havia o interesse por parte dos bailarinos em novas tecnologias para auxiliar no treinamento e aprimorar suas técnicas. A partir dessa inquietação, procuramos entender melhor quais as reais necessidades do público de balé, mais especificamente o público de balé adulto, e como poderíamos ajudá-los através da tecnologia.

4.4 FASE 2: CONCEPÇÃO

Ao perceber o interesse de bailarinos em testar novas tecnologias para aprimorar sua técnica, precisávamos entender melhor as principais dificuldades e especificidades do público praticante de balé clássico. Entretanto, atualmente não apenas pessoas que aspiram tornar-se profissionais de grandes companhias de balé praticam esta modalidade. Portanto, um recorte para o público do balé adulto, ou seja, pessoas que praticam balé e possuem mais de 18 anos e não necessariamente possuem o objetivo de tornarem-se bailarinos profissionais, foi realizado. Buscamos entender as demandas e necessidades deste público específico e desenvolver uma solução que realmente os atendesse baseada em princípios do design, como o Design Thinking, com um processo de criação colaborativo e centrado no usuário.

O processo de Design Thinking é composto por três grandes etapas (inspiração, ideação e implementação) que não necessariamente são uma sequência ordenada e que pode ser sobreposta ou repetida (BROWN e KATZ, 2019). Na etapa de inspiração é onde surge a motivação para resolver um determinado problema e entendê-lo melhor. A etapa de ideação é onde as ideias serão geradas, desenvolvidas e testadas comumente feita de várias formas e de maneira iterativa. Já a implementação é a etapa de conclusão, a entrega da solução final que pode futuramente passar por novas alterações e ajustes. É importante ressaltar que o processo de Design Thinking é um processo exploratório e que não há uma única maneira correta de executá-lo, cabendo aos participantes envolvidos fazerem os devidos ajustes necessários para se chegar a uma solução satisfatória.

Neste processo um grande número de ideias e soluções podem ser geradas, porém é fundamental ter clareza nos critérios de viabilidade e desejabilidade (do inglês: *feasibility*, *viability* e *desirability*) que impõe restrições ao que será desenvolvido. No critério de viabilidade há a questão do quão possível é realizar, implementar daquela ideia e também e do quanto aquilo poderá se sustentar enquanto solução, já o critério de desejabilidade está relacionado ao desejo de uso por parte das pessoas que serão as usuárias finais.

O processo de desenvolvimento desta pesquisa também contou com um design participativo, ou seja, o público-alvo do sistema participou ativamente do processo de design (SHARP et. al., 2019). Fizemos vários ciclos de interação para

desenvolver o sistema e nesta segunda fase discutiremos as etapas de problematização, ideação e seleção.

A etapa de problematização teve como objetivo levantar quais as dificuldades e necessidades do público de balé adulto, a etapa de ideação contou com pessoas de diversos perfis que contribuíram para a geração de ideias para o aprendizado de balé em casa e a etapa de seleção reuniu especialistas para que pudéssemos selecionar qual ideia (ou a fusão de várias) seria implementada. Todas as entrevistas foram gravadas para extrairmos as informações relevantes e todos os processos e artefatos gerados também foram documentados e analisados. No fim desta segunda fase obtivemos a ideia, em nível conceitual, elaborada e partir dela é que poderíamos desenvolver o sistema para posteriormente testá-lo com usuários.

5 CONTEXTO ONLINE E PLATAFORMAS UTILIZADAS

Devido à pandemia causada pela COVID-19 no ano de 2020, a pesquisa - que antes consistiria de etapas presenciais e in loco - teve que ser remodelada para acontecer totalmente de maneira virtual. Academias de balé de todo o Brasil fecharam temporariamente suas portas e bailarinos e professores de todo o mundo tiveram que se reinventar e explorar o mundo das aulas online.

O uso de novas tecnologias de comunicação facilitou os modos possíveis de se conduzir pesquisas, especialmente as qualitativas que com frequência executam entrevistas com participantes. Entrevistas online síncronas podem ser usadas como complemento ou até mesmo para substituir entrevistas face-a-face, mas na literatura há ainda poucas discussões sobre o uso dessa modalidade e utilizando múltiplas técnicas de entrevista em um mesmo projeto de pesquisa (DEAKIN e WAKEFIELD, 2014). Abaixo, apresentamos as ferramentas utilizadas para se conduzir a pesquisa de maneira online.

5.1 SKYPE

O Skype é um software de uso gratuito disponibilizado pela Microsoft que pode ser utilizado através de smartphones ou computadores - por aplicativo ou na Web (Figura 23 e Figura 24). Há a opção de gravar toda a chamada e os participantes podem optar pelo uso apenas do áudio ou do áudio e do vídeo. Também há um espaço para comunicação via texto - que facilita a comunicação principalmente nos casos em que há algum problema na conexão de um ou mais participantes. Nesta pesquisa, o Skype foi a plataforma escolhida para a primeira etapa (problematização).

Figura 23 - Skype no computador



Figura 24 - Skype no celular



Fonte: <https://www.skype.com/pt-br/>

5.2 DISCORD

O Discord é um aplicativo de voz, que recentemente também permite a opção de transmitir vídeo e compartilhar tela, disponível para computador (Linux, MacOS, Windows), smartphones (Android e iOS) e também na Web (Figura 25). Nele, foi criado um servidor e várias salas dentro do mesmo que foram utilizadas na etapa de ideação da pesquisa que consistiu de brainstorming. Os participantes foram divididos em equipes e puderam trabalhar tanto dessa forma (em uma sala separada) quanto colaborando com todos (em uma sala central).

A utilização do mesmo foi mediada pela pesquisadora condutora da pesquisa e contou com o apoio de mais quatro pessoas para gravação (de voz e vídeo) do que estava acontecendo nas salas das equipes.

Figura 25 - Discord



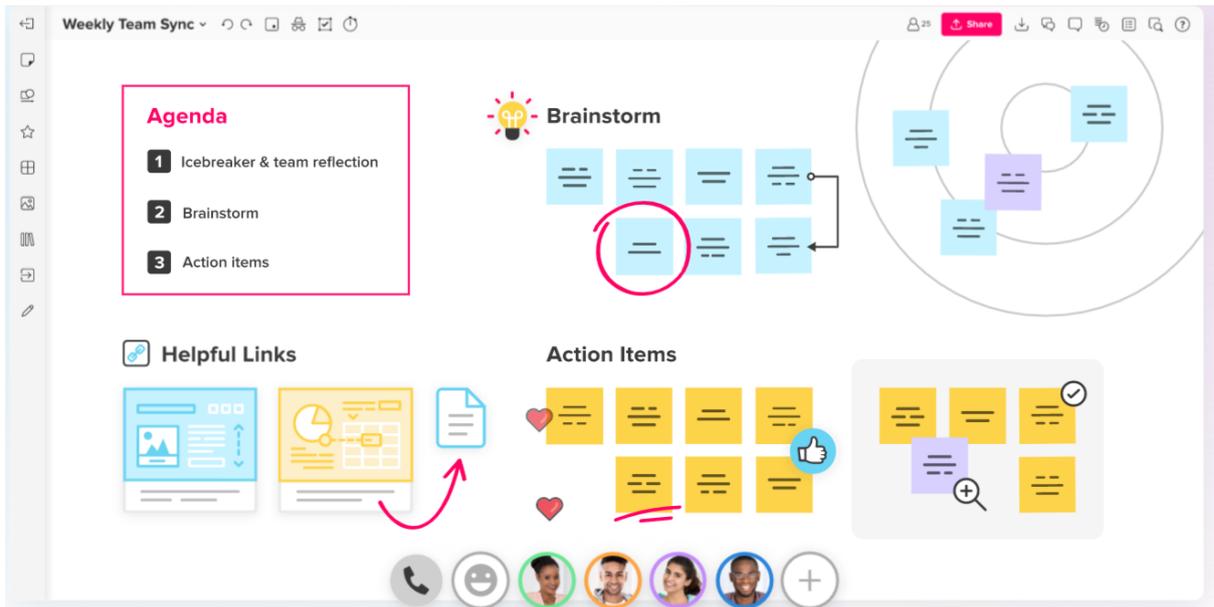
Fonte: <https://www.dci.com.br/tecnologia-e-games/o-que-e-como-funciona-discord/109166/>

5.3 MURAL.CO

O Mural.Co é um ambiente digital para colaboração visual que pode ser acessado pela Web (Figura 26). Um quadro foi criado pela autora da pesquisa e compartilhado com os participantes da etapa de ideação durante a sessão de brainstorming.

Neste ambiente é possível simular um quadro em que podem ser inseridas imagens, notas auto-adesivas, texto e outros recursos. Os participantes ficaram livres para inserir suas ideias em todo espaço disponível que foi dividido entre as equipes.

Figura 26 - Mural.co



Fonte: <https://www.mural.co/>

5.4 GOOGLE MEET

O Google Meet é uma plataforma da Google para realização de videochamadas que foi utilizada nas etapas de seleção e na etapa de validação com professores de balé clássico. Assim como a plataforma Skype, há a opção de compartilhamento de tela e comunicação via texto (Figura 27). Não foi a única plataforma utilizada pois a mesma não permite o compartilhamento de áudio do computador, apenas quando utilizada uma aba do navegador Google Chrome.

Figura 27 - Google Meet



Fonte: https://support.google.com/meet/answer/10550593?hl=pt-BR&ref_topic=7306097

6 PROBLEMATIZAÇÃO

Na primeira etapa desta fase foi realizado um grupo focal de maneira remota, utilizando a plataforma Skype, constituído de cinco mulheres bailarinas. O objetivo desta etapa foi identificar quais os motivos que as levaram a praticar balé clássico, quais as dificuldades que elas enfrentam enquanto bailarinas adultas, como elas interpretavam seus próprios erros e faziam auto-correções e como elas achavam que a tecnologia poderia contribuir para a prática de balé. Também foi discutido sobre o que elas esperavam de feedback de um possível sistema computacional e o impacto do espelho tanto para correção quanto para auto-imagem.

6.1 MÉTODO

Optamos por utilizar a técnica de coleta de dados em pesquisas qualitativas conhecida como Grupo Focal (em inglês, *Focus Group*) que condiz com uma abordagem de pesquisa exploratória. Ao realizar um grupo focal, o objetivo é gerar ideias e hipóteses sobre um determinado assunto - entendendo como a pessoa participante pensa e experiencia a realidade (DIAS, 2000). Essa técnica consiste na reunião de um grupo de pessoas de modo que todos sejam estimulados a contribuir e discutir sobre o assunto de modo que essa troca feita entre as pessoas e mediada por uma pessoa moderadora possa produzir mais informações e riqueza de detalhes.

6.2 RESULTADOS DA PROBLEMATIZAÇÃO

Todas as participantes relataram ter a vontade de praticar balé, mas que fatores como idade avançada, falta de flexibilidade, peso e condições financeiras impediram essa prática por um tempo. Elas relataram que o balé é uma atividade muito prazerosa, embora também ocasionalmente sentem dor, ela é desafiadora de uma maneira positiva.

A questão de um “corpo ideal” para a prática foi surgida na discussão como um grande problema e questão a ser tratada dentro do mundo do balé clássico, sendo apontada pelas participantes questões como a vergonha de praticar por não se encaixar nesse padrão, que algumas possuíam dificuldade até mesmo para encontrar roupas adequadas para a prática e que existiam academias de balé que

discriminavam esses corpos. Das cinco participantes, três ressaltaram a importância do professor como um fator para se continuar ou não a prática.

Sobre as principais dificuldades encontradas na prática do balé clássico foram mencionadas a questão da lateralidade (a dificuldade em discernir lado esquerdo e direito), memorizar os exercícios (porque geralmente praticam ao sair do trabalho e a mente vem muito acelerada), a falta de tempo para praticar (pois envolve o deslocamento para ir praticar na academia de dança com regularidade), a associação do nome ao passo (com um acréscimo na dificuldade pelo nome ser em francês) e a falta de flexibilidade.

Em relação à autocorreção, 3 participantes relataram utilizar o espelho e 2 participantes relataram olhar para uma companheira de turma como referência, mas uma das participantes que disse utilizar o espelho relatou olhar também para colegas através do espelho. Entretanto, quatro participantes conversaram sobre o incômodo gerado ao se olhar no espelho, principalmente por insatisfações com o próprio peso.

Ao conversarem sobre os erros e como faziam suas identificações, todas relataram a importância de um feedback externo. Uma participante mencionou sempre esperar o feedback do professor e duas mencionaram frequentemente pedir ajuda de colegas de turma para avaliar suas execuções. Como já estavam acostumadas à prática do balé, mencionaram já conhecerem os próprios erros mais comuns e sempre tentarem corrigi-los. Também enfatizaram a importância de um bom desenvolvimento de consciência corporal para conseguir reconhecer os erros.

Quando incitadas a conversar sobre os possíveis usos da tecnologia, o fator de maior importância foi relacionado à questão da correção. Sendo um aplicativo no celular ou um espelho, o desejo era que fosse possível que o sistema informasse se o movimento estava correto ou não. Todas as participantes expressaram sua vontade em poder praticar aulas de balé em casa, através de um sistema que indicasse correções e apontasse onde o bailarino precisaria melhorar.

Houve também a sugestão de uso da tecnologia em sala de aula, com uma análise do que foi executado durante a mesma e houvesse informações sobre quais movimentos não foram bem executados e sugestões para praticá-los em casa.

Uma participante também informou sua vontade de poder utilizar um aplicativo que permitisse fazer aulas com os amigos em casa, para evitar se sentir só. E outra participante relatou desejar algum tipo de ajuda da tecnologia para memorizar

coreografias, de forma que pudesse controlar a velocidade de demonstrações coreográficas.

Como a questão da correção foi o fator mais desejável para a possível tecnologia, a forma como o sistema poderia prover feedback também foi explorada no grupo focal. O que foi pontuado pode ser encontrado na imagem abaixo (Figura 28).

Figura 28 - Sumarização dos feedbacks desejáveis para um sistema



Fonte: A autora (2021).

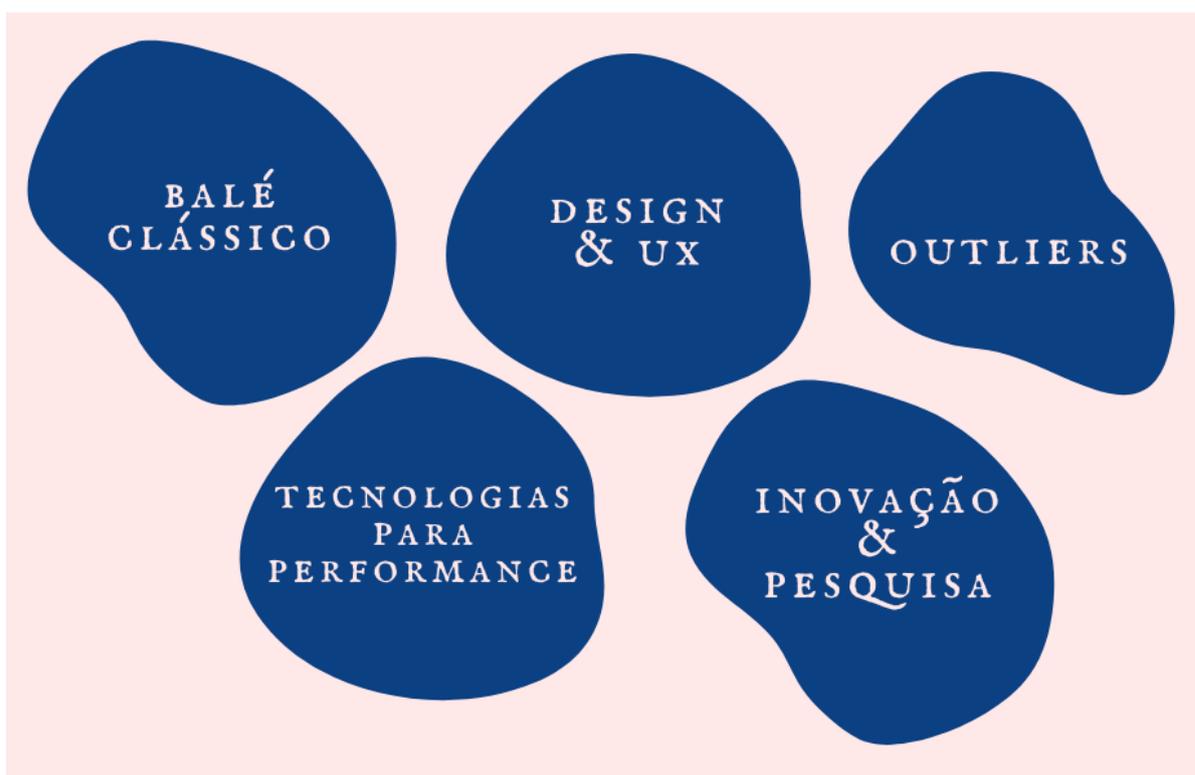
7 IDEAÇÃO

Com as principais dificuldades e necessidades do público de balé adulto mapeadas, iniciamos a etapa de ideação. O objetivo desta etapa foi gerar ideias em que a tecnologia pudesse auxiliar nos treinos de balé em casa.

7.1 DESCRIÇÃO DAS PESSOAS PARTICIPANTES E DIVISÃO DOS GRUPOS

Nesta etapa contamos com a presença de 10 participantes que possuíam conhecimentos diversos (Figura 29). Havia dois participantes em cada uma das áreas do conhecimento previamente estabelecidas.

Figura 29 - Áreas de conhecimento das pessoas participantes



Fonte: A autora (2021).

Os participantes foram divididos em quatro times (Time Rosa, Time Laranja, Time Roxo e Time Verde) para que pudessem realizar os métodos de ideação propostos. Os times foram elaborados de modo a enfatizar a diversidade de pensamentos e conseqüentemente das ideias geradas. De acordo com essas áreas, a distribuição consistiu de:

- **Time Rosa:** uma pessoa outlier, uma pessoa especialista em tecnologias para performance e uma pessoa com experiência em balé clássico
- **Time Laranja:** uma pessoa com experiência em design/UX e uma pessoa e especialista em tecnologias para performance
- **Time Roxo:** uma pessoa com experiência em inovação/pesquisa e uma pessoa outlier
- **Time Verde:** uma pessoa com experiência em balé clássico, uma pessoa com experiência em inovação/pesquisa e uma pessoa com experiência em design/UX

7.2 MÉTODO

O brainstorming é uma técnica utilizada para gerar, desenvolver e refinar ideias (SHARP et al., 2019). Um grupo de pessoas é reunido e poderá comentar e debater várias ideias que tiverem sobre um determinado problema, é indicado que essas pessoas venham de contextos diversos, mas que também existem pessoas que entendam diretamente do problema a ser solucionado. Nessa técnica genérica, nenhuma ideia é descartada, tudo é documentado e poderá ser posteriormente considerado ou descartado.

Para termos uma maneira mais estruturada para gerar essas ideias e só então debatê-las, utilizamos uma adaptação do Método 635. Originalmente, o Método 635 também é um método para desenvolver a criatividade e consiste da reunião de 6 pessoas que irão gerar ideias sobre um dado tema informado, cada pessoa escreve 3 ideias em uma folha em um tempo de até 5 minutos (ORTIZ, 2014). Ao final desse tempo, a pessoa passa a folha para a colega do lado e repete o processo de escrever mais 3 ideias até que o ciclo se complete e ela esteja com o seu papel em que escreveu suas três ideias iniciais - agora complementada pelas ideias das outras pessoas envolvidas. Esse método também é interessante porque estimula formas de pensar que não necessariamente são convergentes.

No nosso caso, as pessoas participantes foram divididas em 4 times (dois com 2 pessoas e dois com 3 pessoas) que poderiam formular até 4 ideias em 6 minutos e ao término desse tempo iria propor modificações e melhorias nas ideias do time seguinte. Esse ciclo se repetia até que o time chegasse nas próprias ideias novamente (ponto de partida inicial). Após essas rodadas, todas se reuniram e realizaram uma discussão sobre as ideias geradas analisando possíveis pontos positivos e negativos das mesmas.

7.3 RESULTADOS DA IDEAÇÃO

Após 2h54m de dinâmicas de geração de ideias e debate sobre as mesmas, concluímos esta etapa com 21 ideias geradas (Figura 30). Cada ideia foi discutida por todos os participantes e considerações foram feitas em termos dos pontos positivos e negativos de cada uma delas. Várias ideias possuíam a preocupação com correções, elementos de gamificação, o uso de sensores vestíveis ou não, questões relacionadas à forma de interação, o risco da prática sem acompanhamento profissional, a necessidade de personalização e também o lado motivacional.

As ideias giraram em torno de possíveis tecnologias vestíveis (collant de balé, sapatilha, braceletes), o uso do celular, sensores (tapetes, papéis de parede, exoesqueleto, kinect). A solução também poderia ser um jogo ou uma rede social. Discussões sobre ambientes virtuais ou ambientes imersivos também foram levantadas. Além da presença de sugestões de alongamentos, visualização de movimentos em 3D, possíveis alertas, a questão de voz, texto, vídeo ou vibração para correção.

Poderíamos sumarizar que uma solução ideal para aulas de balé em casa faria correções, seria motivadora, trataria o usuário de forma individualizada, se preocuparia com questões de saúde (para evitar lesões) e também seria acessível.

8 SELEÇÃO

A etapa de seleção foi realizada a partir das ideias geradas na etapa anterior (21 ideias no total). Cada ideia gerada foi analisada através de quatro óticas e por cinco especialistas (Tabela 1). O propósito desta etapa era escolher qual a ideia considerada mais engajadora, que pudesse gerar aprendizado e fosse tecnicamente/computacionalmente possível.

Tabela 1 - Eixos analisados durante a seleção

EIXOS ANALISADOS			
Tecnologia	Ensino/ Aprendizagem	Motivacional/ Aluno	Inovação/ Pesquisa
Uma pessoa participante mestra em Ciência da Computação, especialista em análise de gestos e criação de datasets.	Uma pessoa participante professora de balé adulto.	Duas pessoas participantes praticantes de balé adulto.	Uma pessoa participante doutora em Computação e empreendedora.

Fonte: A autora (2021).

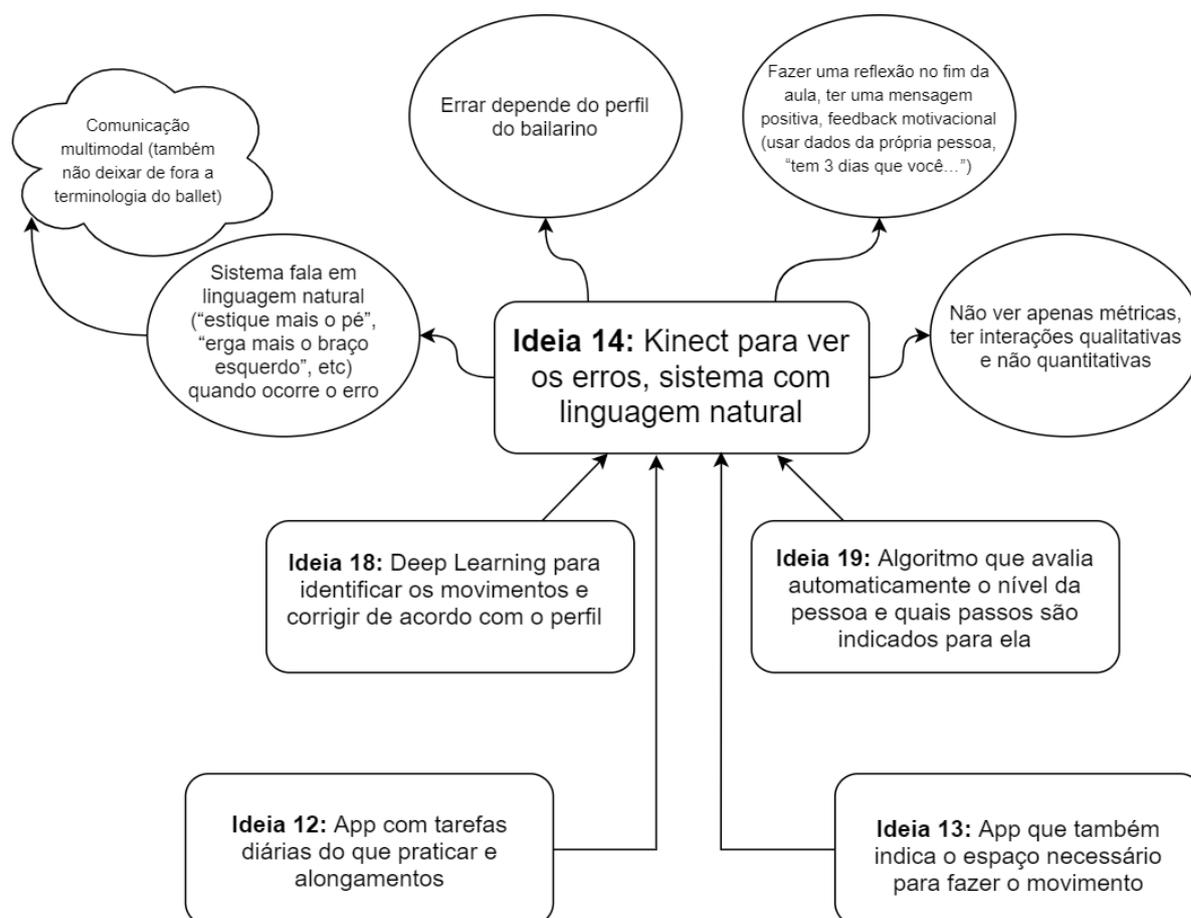
Algumas ideias foram apresentadas, mas imediatamente descartadas e não participaram ativamente da seleção - portanto não foram avaliadas segundo os eixos mencionados anteriormente - devido a inviabilidade de desenvolvimento das mesmas.

Foram elas:

- Ideia 1: Kinect + Óculos, vê seu próprio esqueleto se movendo
- Ideia 2: Sala virtual 3D imersiva com várias pessoas dançando
- Ideia 3: Um ambiente virtual conectado com avatares 3D que são os usuários (captados pelo kinect)
- Ideia 4: espaço virtual 3D, uma sala de balé com um espelho que mostre o que errou
- Ideia 5: tapete que sente o pé
- Ideia 6: Exoesqueleto que corrige o bailarino
- Ideia 7: Sapatilha com sensores
- Ideia 8: Roupas com sensores
- Ideia 9: Papel de parede que captura os movimentos (ou um local todo adaptado)

Portanto, as demais ideias foram avaliadas de acordo com os eixos mencionados anteriormente. Foi possível perceber que várias delas possuíam pontos em comum e tentavam resolver problemas parecidos. A partir disso, a ideia a ser implementada se constituiu de uma junção e adaptação da ideia 14 como base, com as ideias 18 e 19 como complementos e com as ideias 12 e 13 com outras possíveis funcionalidades (Figura 31).

Figura 31 - Ideia escolhida



Fonte: A autora (2021).

Entretanto, o Microsoft Kinect foi um sensor descontinuado em 2017 e a possibilidade de realizar reconhecimento de gestos através de câmera RGB está continuamente sendo desenvolvida na literatura (NGUYEN, 2020). Então, para tornar a solução mais acessível a seus usuários, optamos por desenvolvê-la para ser utilizada no celular.

A Ideia 14 foi escolhida por unanimidade para ser o principal ponto de partida para a prototipação pois sugeria satisfazer as principais dificuldades do público de balé adulto e foi bem avaliada pelos especialistas nos eixos considerados - embora também, possui um grande desafio técnico devido à sua complexidade.

A Ideia 18 foi escolhida por aparentar ser um desdobramento técnico da Ideia 14, pois há o frequente uso de técnicas de Deep Learning para reconhecimento de gestos. E a Ideia 19 também seria algo a ser implementado na Ideia 14.

A Ideia 12, durante a etapa anterior (ideação), também envolvia outros aspectos: avisos para evitar lesões (textuais/auditivos), utilização de sensores para detectar cansaço do usuário, ensino de movimentos do básico ao avançado, treinamentos de flexibilidade e força e que houvesse exemplos em vídeo. Entretanto, essa ideia na etapa de seleção foi considerada com poucos diferenciais em relação aos aplicativos que já existem - mesmo que desconheçamos algum específico para o balé. Entretanto, foi considerada a possibilidade da integração desta ideia como uma função adicional ao nosso sistema.

A Ideia 13 também foi considerada como uma funcionalidade possível adicional e que na etapa de ideação muitas outras ideias foram “agrupadas” com ela, portanto algumas considerações interessantes foram reforçadas pela mesma como, por exemplo, ter propostas de movimentos em função do perfil que já havia sido considerada para o protótipo com as ideias anteriores. Algumas sugestões desta ideia também poderiam resolver outros problemas que não são as principais dificuldades para o público, mas que poderiam ser interessantes de explorar (como a sugestão de novos movimentos baseados no que o usuário executou).

Por fim, acreditamos que uma possível solução para aulas de balé clássico para o público de balé adulto sem a presença de um professor envolveria aspectos de correção (feedback) em linguagem não-técnica de maneira individualizada, respeitando o corpo do bailarino e evitando possíveis lesões e frustrações. Promovendo um aprendizado acessível, informativo e engajador. Assim, após a definição da ideia a ser prototipada, visitamos novamente a literatura científica existente para entender quais pontos em comum haviam sido levantados por pesquisas anteriores e como o estado da arte da computação poderia contribuir para o desenvolvimento de nosso sistema.

8.1 FASE 3: PROTOTIPAÇÃO

Na fase anterior, concebemos a ideia do protótipo a ser desenvolvido. Começamos então essa terceira fase com a implementação prática desse sistema - que demos o nome de Ama - tirando-o do campo das ideias. O objetivo dessa fase foi o desenvolvimento desse protótipo para que na próxima fase pudéssemos realizar os testes com nosso público-alvo.

O desenvolvimento da ferramenta passou por vários desafios, pois a solução ideal possui uma alta complexidade de desenvolvimento e que não seria possível de ser elaborada no tempo de pesquisa disponível. A pandemia causada pela COVID-19 nos forçou a procurar alternativas para desenvolver nosso protótipo utilizando estratégias de design em certas etapas e escolhendo técnicas computacionais viáveis para o que tínhamos à disposição no momento da pesquisa.

Elencamos os módulos que o sistema iria possuir baseando-se nas necessidades expressadas pelos possíveis usuários e também na literatura existente. Como discutiremos a seguir, optamos por iniciar os testes com a implementação do módulo de feedback o qual julgamos ser de extrema importância para a prática do balé clássico de maneira remota.

9 A PONTA DO ICEBERG

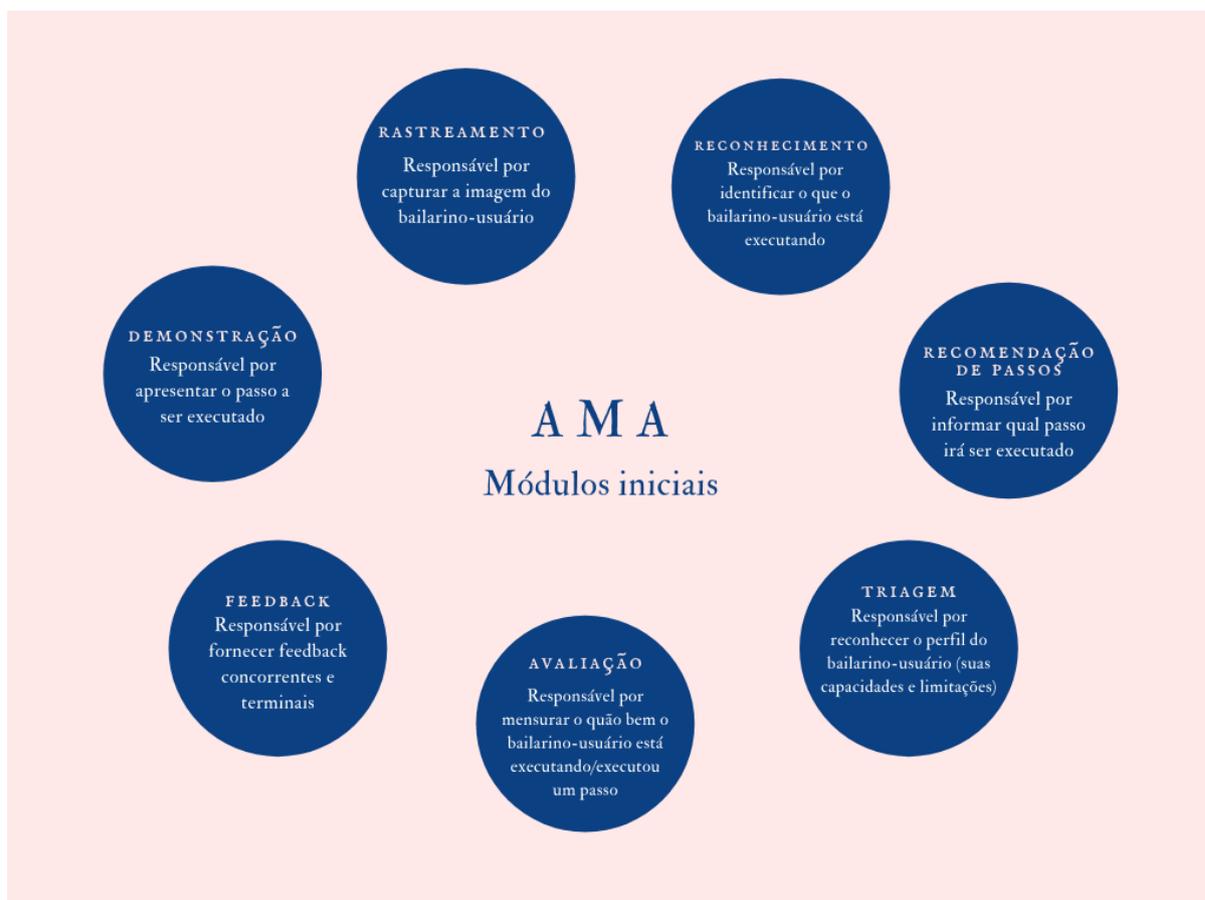
Nosso desenvolvimento da solução é centrado no usuário, portanto após as sessões de problematização, ideação e seleção que nos permitiu entender as demandas deste público, surgiu nosso protótipo o qual chamamos de **Ama**. A escolha deste nome seria para indicar o que une todos os bailarinos e bailarinas do mundo: o amor pela dança. Também foi considerado que Ama deveria ser um substantivo que possibilitasse a referência tanto com o pronome feminino (a Ama) quanto com o pronome masculino (o Ama) para impedir estereótipos de gênero em relação à prática do balé. O nome pode fazer referência ao sistema como um todo, à inteligência artificial desenvolvida, ao feedback dado, ao avatar apresentado ou ao que o usuário desejar se referir para o que foi desenvolvido.

Elencamos sete principais módulos que deveriam constituir Ama: rastreamento, reconhecimento, recomendação de passos, triagem, avaliação, feedback e demonstração (Figura 32). Cada módulo possui sua própria importância para o sistema com um todo. Os módulos de rastreamento e reconhecimento trabalham em conjunto para conseguir interpretar computacionalmente o que o usuário está fazendo, alinhados ao módulo de avaliação que irá inferir o quão bem está a execução de um determinado passo. O módulo de triagem possui papel fundamental na personalização do sistema de acordo com as necessidades e limitações do usuário, pois irá identificar o perfil do mesmo e essa informação também será útil para o módulo de recomendação de passos que será ajustado de acordo com esses dados. O módulo de demonstração que indicará qual passo será executado pelo usuário também necessita de estudos para identificar a melhor forma de entregar essa informação. Portanto trata-se de um sistema complexo com vários desafios a serem cuidadosamente trabalhados.

Inicialmente os módulos de rastreamento e reconhecimento seriam os primeiros a serem desenvolvidos pois o sistema precisaria primariamente deles para funcionar, coletar informações sobre o bailarino que seriam passadas para o módulo de avaliação e fornecer feedback relevante, entretanto verificou-se que uma implementação robusta desses módulos seria inviável no tempo disponível e não encontramos na literatura científica datasets específicos para o balé adulto para treinar possíveis algoritmos de aprendizagem de máquina. Além disso, a construção dessa base para treinamento se tornou inviável devido ao isolamento social causado

pela pandemia de COVID-19. Ainda foram realizados alguns experimentos com bibliotecas de rastreamento disponíveis, porém verificando-se o longo tempo e esforço necessários para implementação, alteramos nossa abordagem.

Figura 32 - Módulos de Ama



Fonte: A autora (2021).

O nosso sistema proposto se diferencia da tecnologia existente (como por exemplo vídeos de aulas de balé clássico no YouTube) justamente por proporcionar uma forma de interação e personalização através do feedback. O bailarino não está apenas diante de uma tela repetindo movimentos e sim, possuindo a interação com um sistema que irá avaliá-lo - sua performance importa. Como já mencionado anteriormente, o feedback é necessário para o desenvolvimento de uma boa técnica na execução dos passos e pode evitar lesões ou maus hábitos causados por uma prática incorreta (GIBBONS, 2019). Assim, optamos por explorar esta forma de comunicação com o usuário através do feedback. Entretanto, existem vários tipos de feedback em termos do modo de comunicação (tátil, auditivo e visual) e para nossa

primeira versão escolhemos trabalhar com o feedback verbal - concorrente e terminal, corretivo e de valor.

Nosso interesse, além de projetar um sistema que atendesse às necessidades do público de balé adulto, também se centrava na percepção dos bailarinos sobre o feedback verbal automático fornecido pelo sistema proposto. Como discutido anteriormente, há poucas pesquisas que envolvem computação, balé clássico e feedback que avaliem essas percepções e reais impactos e não encontramos na literatura essas questões voltadas para as especificidades do público de balé adulto. Entretanto, para que obtivéssemos um feedback automático em tempo real precisaríamos de uma análise da performance dos passos a serem executados no experimento proposto. Essa análise da performance apenas seria possível com os módulos de rastreamento, reconhecimento e avaliação que exigiam bastante tempo e esforço e tornaram-se inviáveis a serem implementados nesta pesquisa. Logo, devido a essa alta complexidade, optamos por utilizar um método de prototipação rápida para obtermos respostas no início do desenvolvimento do sistema. Assim saberíamos se nossa proposta é realmente relevante, se o feedback seria considerado útil e se estaríamos em um caminho coeso que atendesse às necessidades do público antes de desenvolvermos o sistema completamente para só então testar com os usuários. Abaixo iremos explicar em mais detalhes a técnica de design que utilizamos para a prototipação, uma breve explicação sobre conceitos computacionais necessários para um melhor entendimento sobre o que iríamos simular, para quem serviria a simulação e como de fato implementamos na prática.

9.1 MÁGICO DE OZ

Mágico de Oz é um método de prototipação de baixa fidelidade utilizado para protótipos de software. A ideia desta técnica é que o usuário interaja com o protótipo acreditando que está interagindo com o sistema em si, mas na verdade existe uma pessoa (conhecida como Mágico) que está controlando esse sistema.

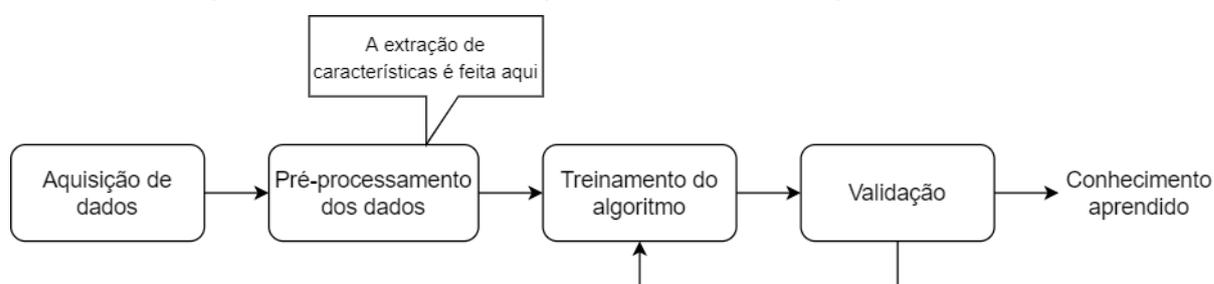
Ou seja, simulando o funcionamento do sistema, a resposta do software, pois o mesmo não está implementado. Essa técnica também foi bastante utilizada na década de 90 para simular as respostas fornecidas por inteligências artificiais para interações de diálogo (DAHLBÄCK et al., 1993).

9.2 RECONHECIMENTO DE GESTOS

Visão Computacional é a forma que o computador vê o mundo - através de técnicas matemáticas aplicadas em imagens ou vídeos capturados por dispositivos (SZELISKI, 2010). Embora para nós humanos seja fácil olhar um objeto e saber identificá-lo, para o computador esta é uma tarefa complexa que requer vários cálculos para recuperar a forma tridimensional e aparência de um objeto. Essa área, embora não seja nova, ainda apresenta grandes desafios, mas recentemente há vários avanços encontrados unindo-a com outra área conhecida como Aprendizagem de Máquina.

A aprendizagem de máquina consiste em o computador aprender através de dados. De maneira geral, esses algoritmos seguem a estrutura de: em um determinado conjunto de dados, características são extraídas desses dados e fornecidas para um algoritmo de treinamento que irá aprender os padrões daqueles dados e posteriormente será submetido a uma avaliação (Figura 33).

Figura 33 - Estrutura dos algoritmos de aprendizagem de máquina



Fonte: A autora (2021).

O reconhecimento de gestos é uma das áreas com maiores desafios pela complexidade do movimento humano e dos cenários de onde essas imagens são extraídas (NGUYEN et al., 2020). Inicialmente utilizava-se técnicas computacionais conhecidas como Support Vector Machine (SVM) e Hidden Markov Model (HMM).

Entretanto, com o avanço de técnicas de aprendizagem de máquina e aprendizagem profunda outras abordagens têm se mostrado promissoras tais como a utilização de Convolutional Neural Network (CNN), Recurrent Neural Network (RNN) e Long Short-Term Memory Network (LSTM).

Os dados que são utilizados para esse treinamento, ou seja, para fazer o computador reconhecer os gestos feitos por um humano estão contidos em imagens ou vídeos - RGB ou RGB-D (este último, quando há a profundidade captada, com algum sensor específico). Para que este gesto seja reconhecido pelo computador, precisamos extrair características dele. Essas características podem ser extraídas de um esqueleto, que é a representação do corpo humano feita pelo computador e que possui vários pontos chamados de juntas. Entretanto, esse rastreamento, extração de características e reconhecimento podem demandar bastante tempo e pode ser necessário um grande poder computacional (KHALID et al., 2014) principalmente se estivermos tratando com processamento em tempo real.

As características extraídas possuem níveis de acordo com o seu grau de abstração e são denominadas características de alto ou de baixo nível (do inglês high/low level features), alguns autores também utilizam características de médio nível (mid level features) para transformar em sonificação do movimento (CAMURRI et al., 2016). Quanto mais alto o nível da característica mais refinado será o seu processamento, ou seja, mais etapas para reconhecê-la serão necessárias.

9.3 SIMULAÇÃO DE CARACTERÍSTICAS UTILIZANDO MÁGICO DE OZ

Para verificar o status atual em tempo real do esqueleto do bailarino que apresentava o passo desenvolvemos uma estratégia utilizando a técnica de design conhecida como Mágico de Oz. Porém nossa aplicação dessa técnica não seguiu os moldes tradicionais para ter uma simulação completa do sistema. O papel de nosso mágico era atuar como o módulo de rastreamento e reconhecimento, apenas informando para um outro sistema qual era a situação atual do corpo do bailarino que executava o passo. Este outro sistema, que entraremos em mais detalhes em breve, recebia essas informações e provia o feedback em tempo real. Logo, sugerimos uma maneira inovadora de utilizar esta técnica de design que poderia ajudar na prototipação rápida de sistemas de aprendizagem de máquina ao evitar o gasto de tempo necessário para se criar uma base de dados e treinar algoritmos.

Através de uma interface gráfica (Figura 34) desenvolvida em Python utilizando a biblioteca PySimpleGUI⁵, o Mágico enviava para o sistema o que conseguia detectar da situação do corpo do bailarino conforme ele executava o passo. Por ser um humano operando, assim como em todas as situações do Mágico de Oz, sabemos que há a possibilidade de erro e limitações de velocidade até mesmo ao selecionar os botões. Entretanto, os ganhos por utilizar essa técnica e viabilizar o teste justificaram essa escolha. Assim, conforme o usuário iria executando o passo informado o papel do Mágico era ir preenchendo e enviando essas informações para o sistema que iria tratar esses dados de forma a fornecer um feedback verbal em tempo real para o usuário.

⁵ <https://pysimplegui.readthedocs.io/en/latest/>

Figura 34 - Interface de interação do Mágico de Oz

Machine learning do bailarino

Nome do bailarino

0

Status do bailarino

Passo correto

Lado correto

Braço correto

Cabeça correta

Pé esticado

En Dehors

En Dedans Pouco aberto Aberto Muito aberto

Postura

Encaixada Desencaixada

Amplitude da Perna

Não aplicável Baixa Mediana Alta

Cotovelos

Não aplicável Baixos Corretos Levantados

Ombros

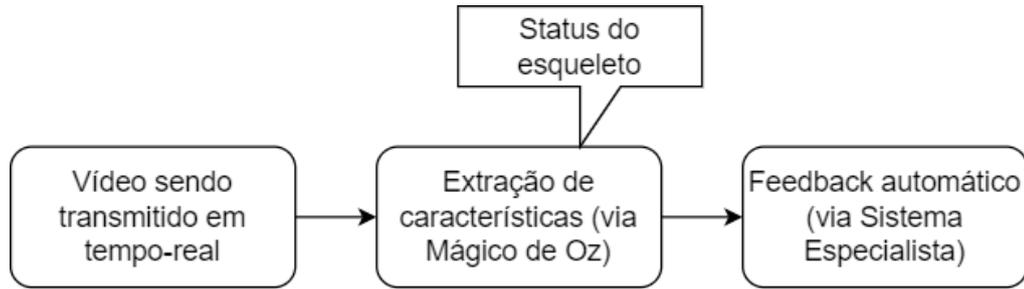
Tensos/Levantados Relaxados

Enviar status do bailarino

Fonte: A autora (2021).

A ideia era abstrair a parte do computador de captar um esqueleto e, a partir das posições das juntas, inferir o que estava sendo executado para que pudéssemos prosseguir em nossa análise do feedback fornecido (Figura 35). Aqui, o Mágico de Oz não estava simulando todo o sistema e sim apenas uma parte dele (a extração das características).

Figura 35 - Processo proposto com o Mágico de Oz



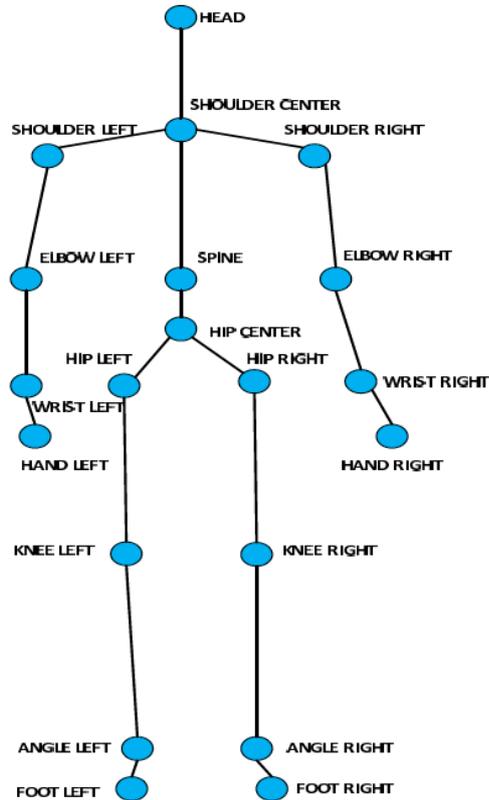
Fonte: A autora (2021).

9.4 CARACTERÍSTICAS SUGERIDAS

Posteriormente, a ideia é que essas características sejam extraídas de forma automatizada através de algoritmos de aprendizagem de máquina. Portanto, como uma contribuição de nossa pesquisa, listamos as características que mapeamos para fornecer o feedback de nosso sistema.

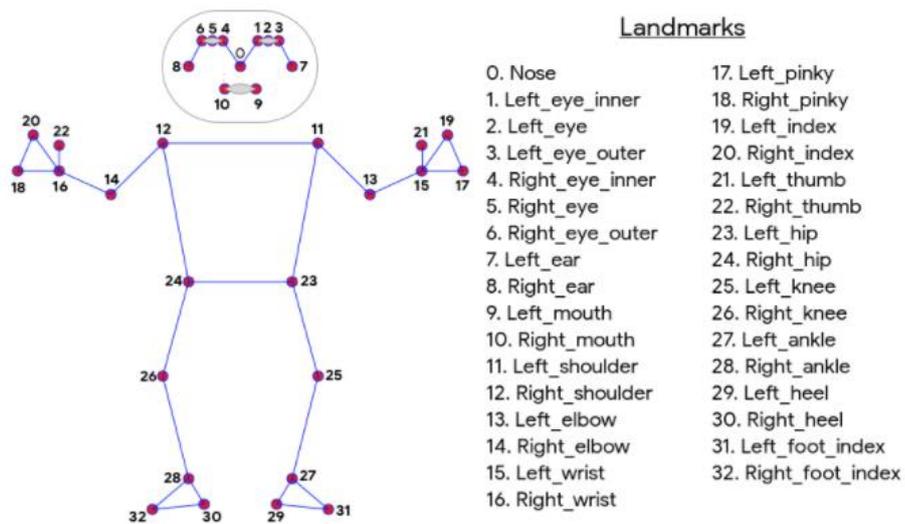
Como mencionado anteriormente, um corpo humano a ser rastreado pela câmera RGB ou por dispositivos como o Microsoft Kinect tende a ser representado como um esqueleto constituído de várias juntas. Sendo assim, nos baseamos nos esqueletos do Microsoft Kinect (Figura 36) e do Android ML Kit (Figura 37) para descrever o que deverá ser analisado e extraído dessas estruturas.

Figura 36 - Representação de esqueleto pelo Microsoft Kinect



Fonte: WANG, P et al., 2014.

Figura 37 - Representação do esqueleto pelo Android ML Kit



Fonte: <https://developers.google.com/ml-kit/vision/pose-detection>

É importante ressaltar que essas características são apenas sugestões para futuras implementações, mas se faz necessário estudar a viabilidade de extração das mesmas. Ainda neste trabalho, testamos se essas características levantadas foram suficientes para se prover um feedback relevante - que será discutido nos próximos capítulos. Abaixo apresentamos a lista com as características e suas respectivas condições de satisfação (Tabela 2).

Tabela 2 - Características sugeridas

Característica	Condição	Esqueleto Kinect	Esqueleto ML Kit	Possíveis valores
Passo correto	Comparar com possíveis execuções	*	*	Verdadeiro; Falso
Lado correto	Verificar se os membros superiores e/ou inferiores em movimento condizem com o que foi informado	Elbow left, elbow right, knee left ou knee right	13, 14, 25 ou 26	Verdadeiro; Falso
Braço correto	Comparar com possíveis execuções	*	*	Verdadeiro; Falso
Cabeça correta	Comparar com possíveis execuções	*	*	Verdadeiro; Falso
Pé esticado	Ângulo maior que 90° na junta do tornozelo	Entre <code>angle_right-knee_right</code> e <code>angle_right-foot_right</code> OU	Entre 27-25 e 27-31 OU entre 28-26 e 28-30	Verdadeiro (>90°); Falso (<=90°)

		entre angle_left-knee_left e angle_left-foot_left		
En dehors	Rotação “para fora” dos joelhos e quadril	*	*	En dedans; Pouco aberto; Aberto; Muito aberto
Postura	Alinhamento entre quadril e ombros	Shoulder_center , spine e hip_center devem estar no mesmo plano (ou próximos de um plano feito por hip_center , hip_left , hip_right)	11 , 12 , 23 e 24 devem estar no mesmo plano (ou próximos de um plano de 23 e 23 - tem como criar um plano?)	Encaixada; Desencaixada
Amplitude da perna	O quão alta está a perna	Ângulo em hip_right ou hip_left	Ângulo em 24 ou 23	Não aplicável; Baixa (abaixo de 90°); Mediana (em torno de 90°); Alta (acima de 90°)
Cotovelos	De maneira simplificada*: 180° na junta do cotovelo	elbow_left e elbow_right	13 e 14	Não aplicável; Baixos; Levantados; Corretos
Ombros	Precisam estar levemente abaixo da linha do pescoço (ou	Distância entre o ponto shoulder_center e a reta	Calcular o ponto médio entre 11 e 12 para ser “o pescoço”	Relaxados; Levantados

	seja, não podem estar alinhados)	formada por shoulder_left- shoulder_right		
--	--	---	--	--

Fonte: A autora (2021).

Na tabela acima, as características “Passo correto”, “Braço correto” e “Cabeça correta” podem ser entendidas como características de alto nível que precisarão de um maior nível de processamento a fim de reconhecer o que está sendo feito e comparar com outras execuções.

Em relação à característica “En dehors”, achamos ser possível encontrar uma solução que utilizasse visão computacional e outra técnica (ao invés de reconhecer através do esqueleto) para encontrar o direcionamento dos joelhos do bailarino e assim verificar o estado do en dehors dele.

Para nosso primeiro protótipo, visto que o experimento seria conduzido de forma online e através de videochamada, optamos por não incluir mais duas características que acreditamos serem pertinentes ao avaliar um passo do balé clássico: “Tempo” e “Coluna”. A primeira se refere ao usuário estar seguindo o ritmo correto da música, comumente chamado “estar dentro do tempo”, e no experimento ocorreria um atraso entre som e imagem afetando tanto o usuário quanto o condutor do experimento. A segunda característica se refere à inclinação da coluna do bailarino que não seria possível visualizar e inferir corretamente através da videochamada com o participante executando o movimento de frente para a câmera.

10 MODELAGEM DO FEEDBACK

A partir dessas características, desenvolvemos um sistema especialista de inteligência artificial baseado em regras para fornecer feedback verbal desenvolvido na linguagem Python. A escolha desta linguagem se dá pelo fato dela ser amplamente utilizada para aplicações que utilizam aprendizagem de máquina e profunda. Portanto, pretendemos facilitar a integração dos demais módulos do sistema.

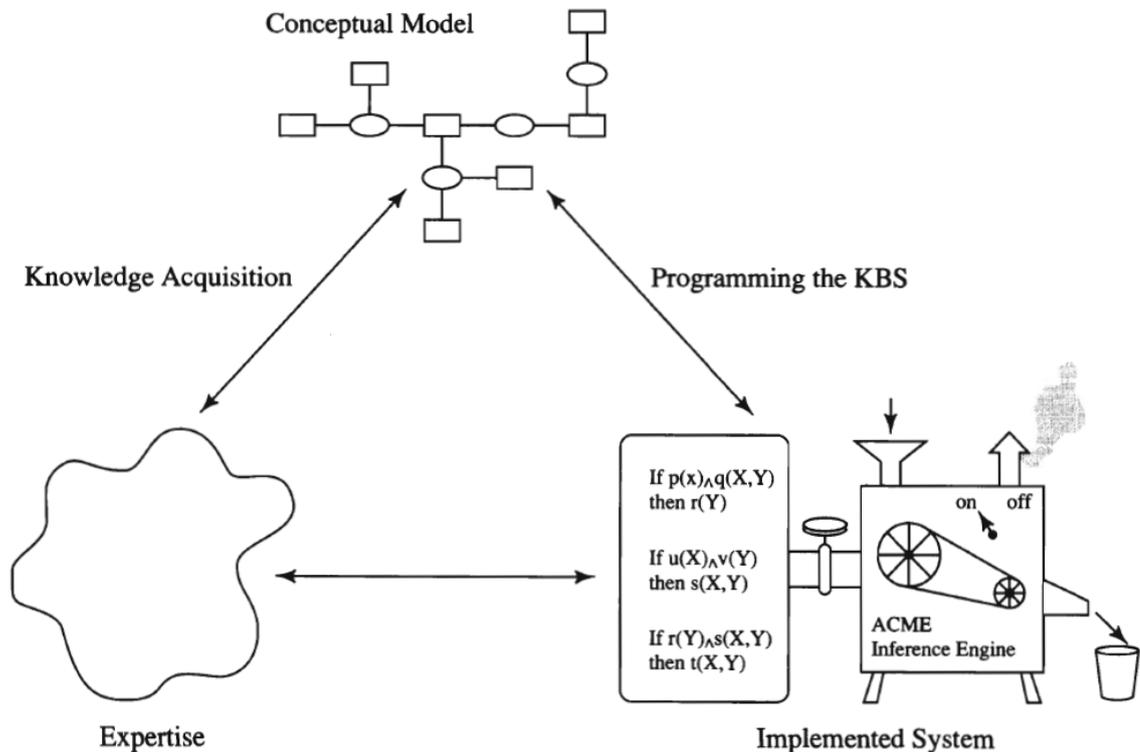
O mágico interagiu com a interface desenvolvida. Ao marcar ou desmarcar caixas ou selecionar opções e clicar no botão de enviar, o status atual do usuário era informado ao sistema especialista que era encarregado de prover o feedback verbal. Veremos abaixo uma breve explicação do que são sistemas especialistas, sua importância e porque optamos por utilizar essa estratégia. Depois explicaremos como a modelagem do feedback do sistema foi feita seguindo os princípios da técnica computacional adotada.

10.1 SISTEMAS ESPECIALISTAS

Um sistema especialista é um programa que codifica o conhecimento de um humano, chamado de especialista, para o computador (DURKIN, 1994). Pertencendo à área de inteligência artificial, a ideia do desenvolvimento de sistemas desse tipo é permitir um melhor uso de nosso conhecimento. As discussões sobre esse tipo de sistema datam da década de 70, mas só na década de 90 é que os olhos de pesquisadores se voltaram para a área.

A ideia desse tipo de sistema é produzir resultados de forma consistente e poder aumentar nossa produtividade e até mesmo entendimento da área específica para a qual o sistema foi desenvolvido. Com a ajuda de uma pessoa especialista na área, esse conhecimento é modelado de maneira computacional para que possa ser processado por um programa de computador. Esse sistema é a integração de três partes: o conhecimento do especialista, o modelo conceitual que é a modelagem desse conhecimento e o sistema implementado que possuirá uma máquina de inferência que ditará a “resposta” do sistema (Figura 38).

Figura 38 - Partes de um sistema especialista



Fonte: DURKIN, 1994.

Em nosso caso, a autora da pesquisa se colocou no papel de desenvolvedora do sistema, do modelo conceitual e como especialista da área - assumindo os três papéis necessários para criação desse tipo de sistema. Existem vários tipos de sistemas especialista, como o *frame-based* ou de lógica *fuzzy*, adotamos o sistema especialista baseado em regras que consiste na associação de informações com ações. Portanto, criamos regras para o computador que são estruturas lógicas na forma de conexão entre antecedentes (premissas) e consequentes (conclusões). Por exemplo, de maneira simplificada:

Se você está dançando de sapatilha de ponta (*premissa*)

Então você está dançando balé (*conclusão*)

Optamos por adotar esta técnica por se tratar de uma técnica consolidada que nos permitiria testar o sistema rapidamente para validar o caminho escolhido através dos ciclos de design. Com o avanço da computação, atualmente contamos com outras técnicas computacionais viáveis, mas que demandam mais esforço e tempo, que poderemos investigar no futuro e comparar com os resultados de nosso sistema especialista.

10.2 FEEDBACK DO SISTEMA

O feedback do sistema é fornecido por um sistema especialista a partir das características levantadas. O status da pessoa é enviado para o sistema que, através de uma fila de prioridade e regras, organiza os principais erros e seus respectivos feedbacks.

Os erros foram divididos em camadas de acordo com sua ordem de prioridade. Na Camada 0 (prioridade máxima) primeiro é verificado se o passo e o lado de execução estão corretos. Por exemplo, se foi solicitado para o bailarino executar um battement tendu simple com a perna direita, o sistema irá detectar este erro caso ele execute um battement tendu jeté com a perna direita. Estes erros foram tidos como primários e essenciais para que os demais feedbacks pudessem ser fornecidos pois estão relacionados ao padrão fundamental do movimento, portanto quando a execução ou lado do passo estão incorretos o sistema não fornece nenhum outro tipo de feedback além da solicitação para que este erro seja corrigido.

Na Camada 1 estão os erros relacionados à posição de braço e de cabeça. Na Camada 2, erros da condição do pé, tempo, en dehors e postura - porém, devido às limitações do protótipo inicial o tempo da música não foi considerado. Na Camada 3, foram consideradas as posições dos ombros e dos cotovelos. E na Camada 4, as amplitudes, ou seja, altura da perna e extensão da coluna - porém como limitação do primeiro protótipo, a posição da coluna não foi considerada.

Implementamos três estruturas de dados para armazenar e gerenciar os erros identificados e quais feedbacks a serem fornecidos (Tabela 3). Uma fila de prioridade para distinguir os erros de acordo com seu nível de importância. Uma pilha para armazenar os feedbacks concorrentes fornecidos. Uma lista para fornecer feedback terminal. Além de termos utilizado tuplas para fazer a associação de quais áudios de feedback pré-gravados seriam executados em determinados momentos.

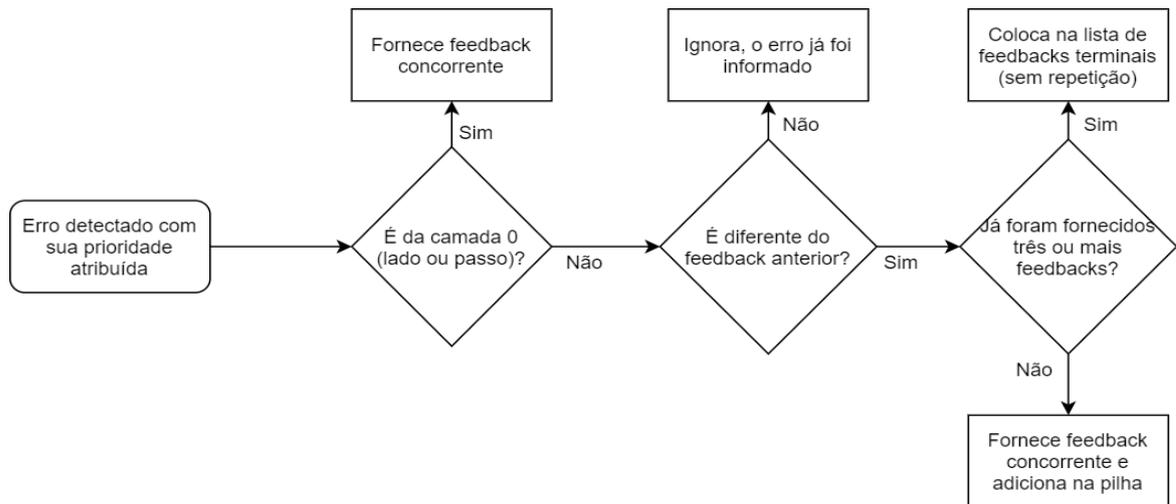
Tabela 3 - Estrutura de dados

Estruturas de dados utilizadas		
Fila de prioridade	Pilha	Lista
Distinção de erros	Armazenamento de feedback concorrentes	Fornecimento de feedback terminal
Complementar: Tuplas para associação dos áudios pré-gravados		

Fonte: A autora (2021).

Após detectado os status de cada parte do corpo, eles são colocados em uma fila de prioridade. Para fornecer o feedback relativo àqueles status detectados é sempre checado qual foi o último feedback fornecido para que ele não se repita (com exceção dos feedbacks da primeira camada, Camada 0, que são repetidos até que haja a correção dos mesmos) por isto neste momento é consultada a pilha do sistema que possui todos os feedbacks concorrentes fornecidos. Se mais de três erros forem detectados simultaneamente, os demais erros são armazenados pelo sistema e serão repassados na forma de feedback terminal e não de feedback concorrente para não sobrecarregar o usuário com tantas correções. Para melhor ilustrar o processo de tratamento de cada erro identificado, elaboramos uma imagem resumizando a regra para o fornecimento do feedback (Figura 39).

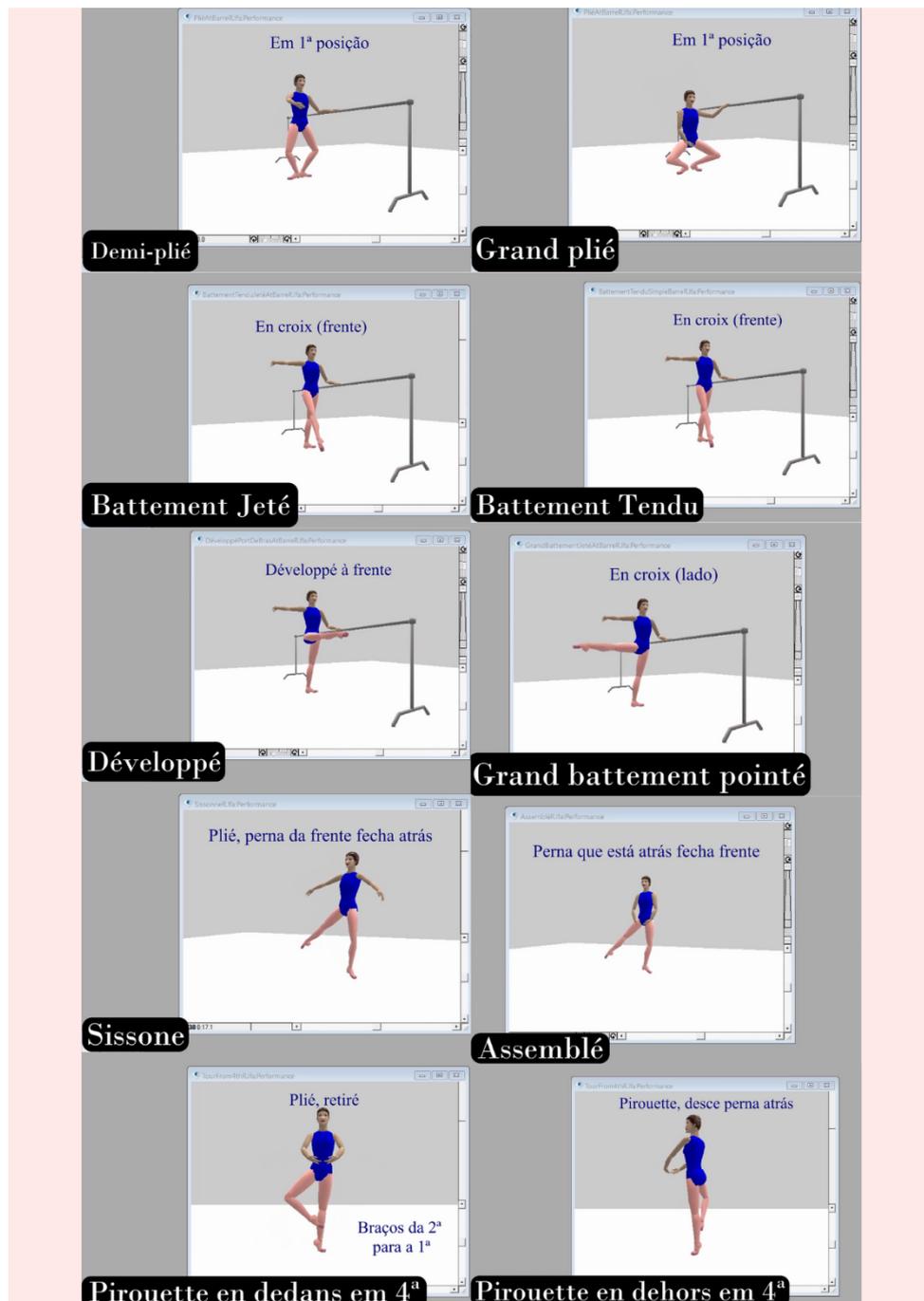
Figura 39 - Regras para fornecimento de feedback



Fonte: A autora (2021).

Na primeira versão do sistema, foram inseridos os passos referentes aos experimentos que seriam conduzidos. Portanto, o sistema possuía áudios de feedbacks terminais relativos aos passos: demi-plié, battement jeté, développé, sissonne, pirouette em 4ª en dedans, grand plié, battement tendu, grand battement pointé, assemblé, pirouette em 4ª en dehors (Figura 40).

Figura 40 - Passos da primeira versão de Ama



Fonte: A autora (2021).

11 FUNCIONALIDADES E PROTÓTIPO DE INTERFACE

Para a prototipação rápida da interface, utilizamos a plataforma InVision⁶ e InVision Studio para elaborar as telas e possíveis interações entre as mesmas. As imagens que representavam as telas foram inicialmente esboçadas pela pesquisadora autora desta pesquisa e refinadas por uma pessoa designer.

Além do “Meu perfil”, propusemos três funcionalidades principais nomeadas: “Aula completa”, “Treino específico” e “Vocabulário”. A tela referente à “Configurações” não foi implementada pois julgamos desnecessária sua avaliação inicial.

Figura 41 - Tela inicial de Ama



Fonte: A autora (2021).

⁶ <https://www.invisionapp.com/>

Figura 42 - Tela após selecionar “Aula completa”

<

Deseja incluir o aquecimento?

SIM **NÃO**

Deseja incluir o relaxamento?

SIM **NÃO**

Selecione a duração da aula

1H **1H30** **2H**

Selecione a intensidade

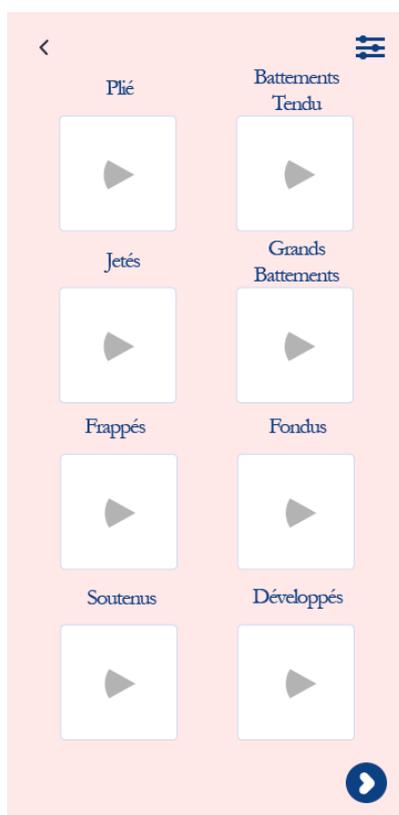
LEVE **MODERADO** **PUXADO**

Dançar!

Fonte: A autora (2021).

“Aula completa” (Figura 42) consiste na opção em que o aluno desejará praticar uma aula inteira de balé clássico - que possui a etapa de barra e a de centro. Permitimos a personalização da mesma em relação à intensidade do treino e duração, além de fornecer a opção de aquecimento (pré-aula) e relaxamento (pós-aula) conforme pode ser visto em. A opção “Dançar” que implicaria o início da aula não estava implementada pois fugiria do objetivo inicial do desenvolvimento do protótipo.

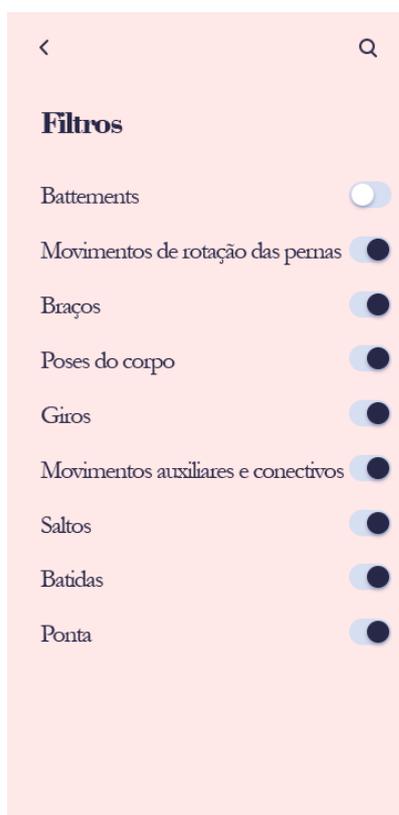
Figura 43 - Tela após selecionar “Treino específico”



Fonte: A autora (2021).

O “treino específico” (Figura 43) foi uma funcionalidade proposta com o intuito de atender às necessidades dos bailarinos que não desejassem utilizar o aplicativo para fazer uma aula completa de balé. A fim de permitir que o aluno treinasse apenas passos específicos que desejasse. É comum em aulas de balé clássico que os professores peçam para que seus alunos estudem determinados movimentos para aulas posteriores ou que próximo à apresentações os bailarinos queiram treinar movimentos específicos para melhorar sua execução. Portanto, nesta funcionalidade proposta o aluno poderia treinar apenas passos que lhe interessassem por conta de algum objetivo individual. Também seria possível filtrar os passos (Figura 44), para facilitar a busca, de acordo com sua categoria (battements, movimentos de rotação das pernas, braços, poses do corpo, giros, movimentos auxiliares e conectivos, saltos, batidas, ponta) (VAGANOVA, 2012).

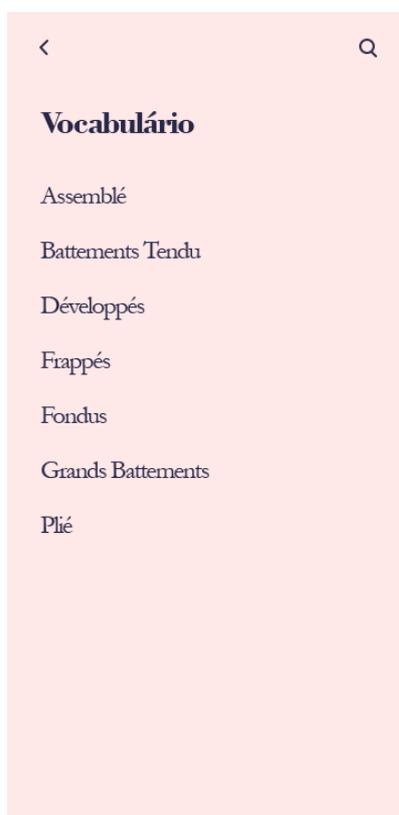
Figura 44 - Filtros disponíveis



Fonte: A autora (2021).

A nomenclatura dos passos do balé clássico é no idioma francês, o que pode gerar dificuldades na memorização e associação do nome do passo à execução do mesmo. Visando facilitar essa associação, propusemos também uma função de “Vocabulário” (Figura 45) que consistiria de um dicionário do balé - com os nomes dos passos, sua pronúncia, significado e sua execução. Podendo ser consultado pelos bailarinos e até mesmo professores que utilizassem a plataforma. Para talvez facilitar a busca, inserimos o ícone de lupa no canto superior direito da tela que permitiria - através do teclado - o usuário digitar o nome do passo que desejasse ouvir a pronúncia, significado ou execução.

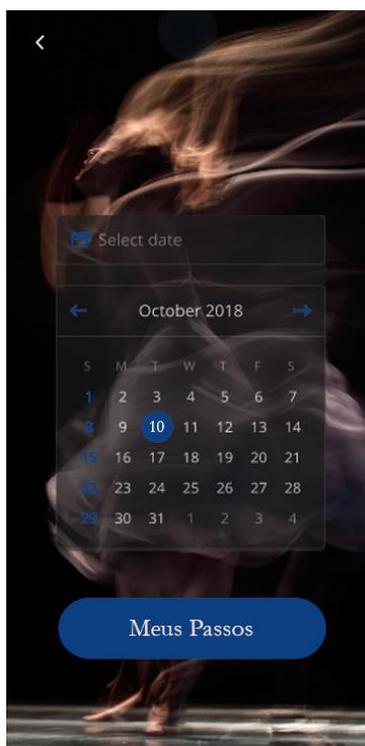
Figura 45 - Tela após selecionar “Vocabulário”



Fonte: A autora (2021).

Na aba “Meu perfil” (Figura 46) é mostrado ao usuário um calendário, a ideia é que nele seja apresentado os dias em que o bailarino treinou utilizando o aplicativo e o que foi feito no treino, tanto para ser informativo quanto motivacional. Em “Meus passos” (Figura 47) a tela mostrada é uma foto da tela do Duolingo, um famoso aplicativo de ensino de idiomas, o qual utilizamos a mesma metáfora para aprendizado de passos do balé. O usuário poderia ver quais passos ele já executou com o aplicativo (que estariam coloridos) e quais ele ainda não executou (em cinza). A ideia é que cada esfera seja um passo do balé clássico e o nível de execução do bailarino daquele passo. Porém, um diferencial do nosso sistema quando for implementado é que este nível de execução não será calculado em comparação com um ideal a ser atingido e sim de acordo com a própria execução do aluno e suas execuções anteriores.

Figura 46 - Tela após selecionar “Meu perfil”



Fonte: A autora (2021).

Figura 47 - Tela após selecionar “Meus passos”

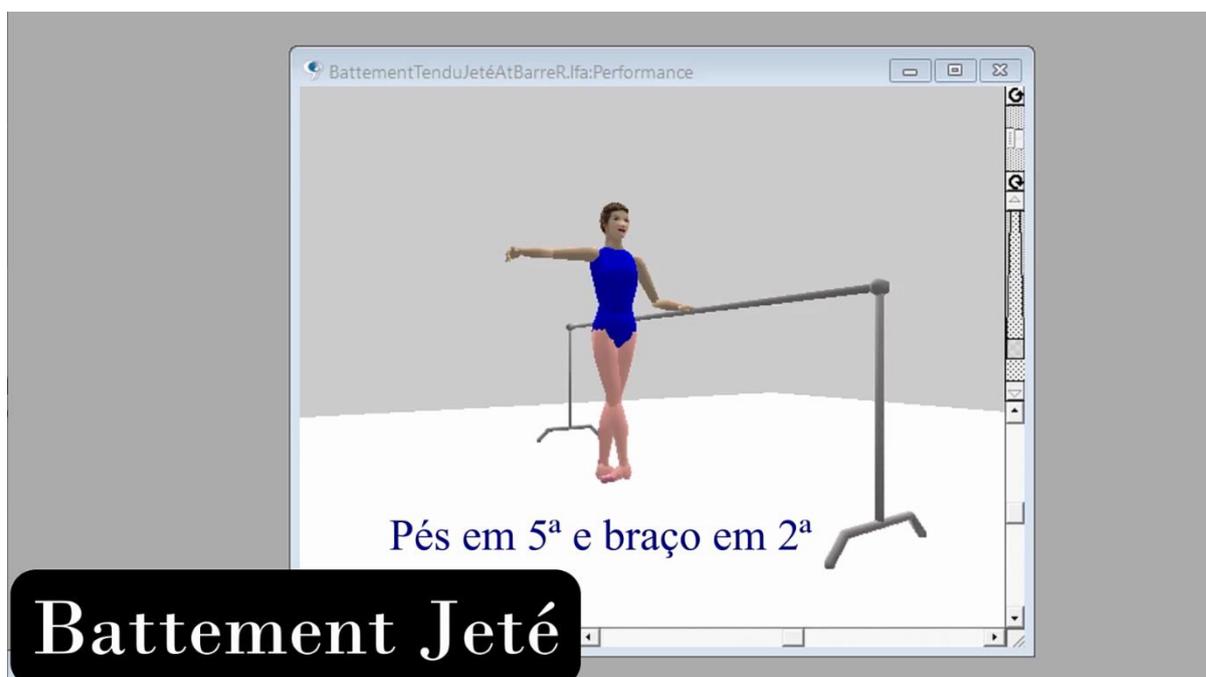


Fonte: A autora (2021).

12 DEMONSTRAÇÃO

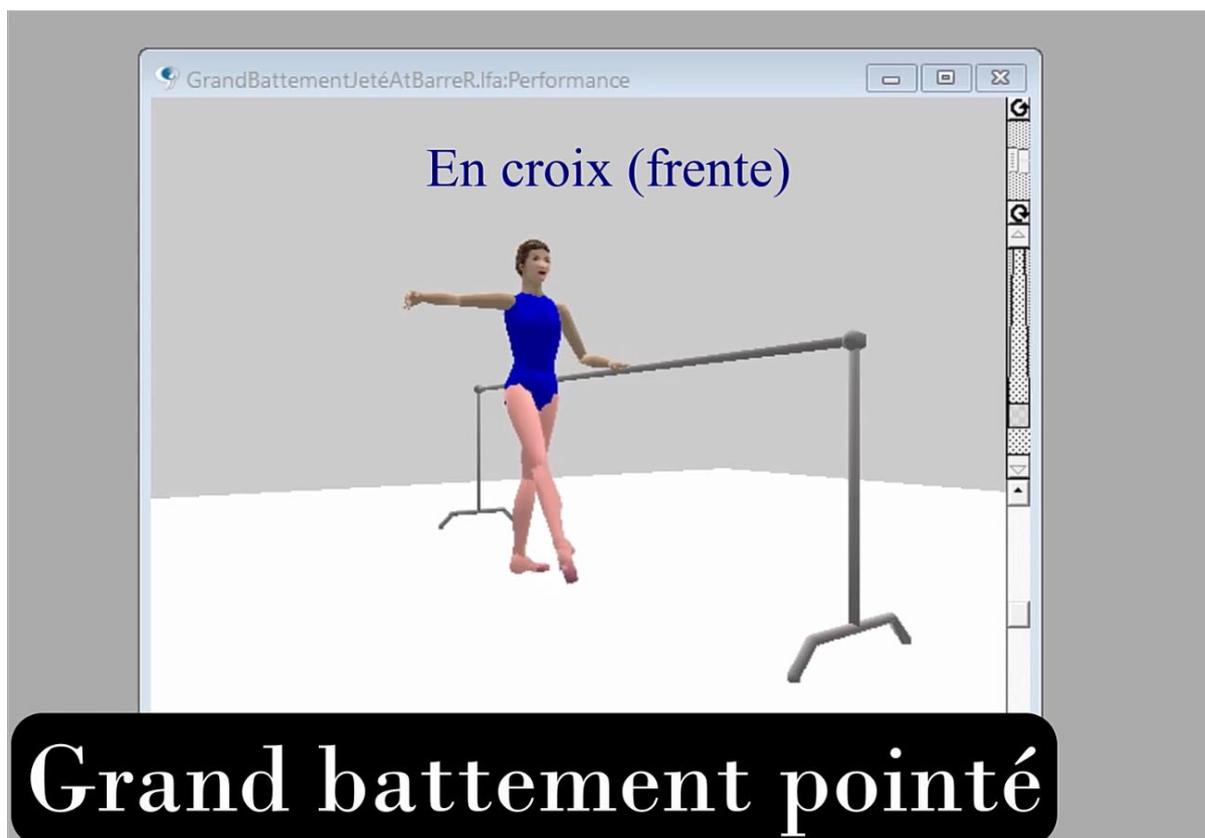
A demonstração de movimentos através de uma animação é efetiva para pessoas que já possuem experiência prévia em dança sendo até mesmo melhor do que utilizando vídeos (SUKEL et al., 2003). Por possuir a visualização de um avatar 3D e um módulo específico com movimentos do balé clássico, decidimos utilizar o DanceForms para a etapa do experimento em que o passo a ser executado seria mostrado ao usuário. Entretanto, optamos por gravar vídeos dessas execuções e realizar edições manuais com a explicação escrita na tela sobre o passo que deveria ser executado para auxiliar o participante em sua execução (Figura 48 e Figura 49).

Figura 48 - Demonstração do battement jeté



Fonte: A autora (2021).

Figura 49 - Demonstração do grand battement pointé



Fonte: A autora (2021).

O DanceForms é uma versão do LifeForms que possui o intuito de ser mais acessível e amigável aos profissionais da dança por ser uma ferramenta de pedagogia da dança criada pela Credo Interactive. LifeForms é um software que permite a criação de coreografias e a exploração dos movimentos do corpo humano através de um avatar 3D (PARRISH, 2007). Em 1991, o coreógrafo Merce Cunningham utilizou esse software para compor sua dança chamada Trackers, sendo a primeira da história criada com auxílio do LifeForms.

Na plataforma DanceForms, utilizamos o módulo Ballet Moves II criado por Rhonda Ryman que contém a demonstração de inúmeros passos e posições do balé clássico de acordo com o método Russo e Inglês e alguns exemplos do método Italiano (CALVERT et al., 2005).

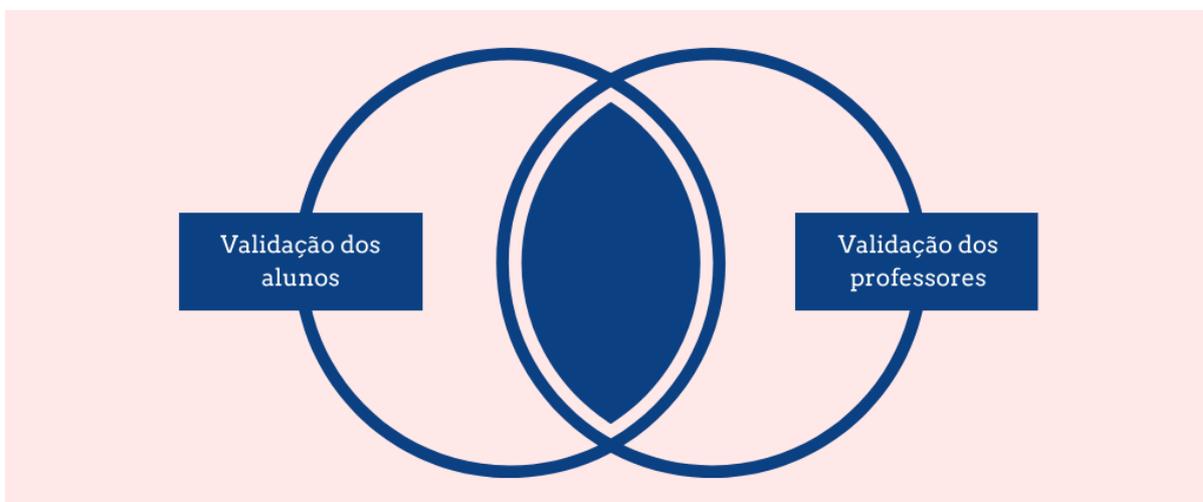
12.1 FASE 4: VALIDAÇÃO

Esta quarta fase se inicia após termos nosso artefato, que leva em consideração as necessidades do público de balé adulto, criado e que será validado - tanto por bailarinos, quanto por professores de balé. Assim, o objetivo desta fase será entender se nossa modelagem conseguiu prover um feedback relevante e as percepções dos bailarinos sobre esse feedback e sobre o protótipo em si para as futuras melhorias e novas versões.

Com o protótipo desenvolvido, procuramos validá-lo com nosso público-alvo e especialistas. Os testes com nosso protótipo foram divididos em dois experimentos (Figura 50). O primeiro experimento coletou as impressões dos bailarinos (alunos) sobre o protótipo, forneceu feedback e avaliou as percepções sobre o mesmo. O segundo experimento aconteceu com professoras de balé adulto na qual buscamos validar o feedback fornecido pelo sistema e identificar possíveis melhorias no protótipo.

O objetivo dos experimentos foi verificar se o feedback fornecido pelo sistema se mostrou útil para bailarinos adultos e o sistema proposto poderia atender as necessidades. A ideia de incluir professores de balé para avaliar o feedback fornecido de acordo com as performances dos bailarinos foi para inserir um outro ponto de vista, desta vez do lado de quem ensina, se havia coerência e se as percepções iriam diferir das opiniões dos alunos.

Figura 50 - Experimento para coletar ambas as visões



Fonte: A autora (2021).

Pelos resultados obtidos nesta etapa há fortes indícios de que nosso protótipo poderá suprir necessidades reais dos praticantes e que poderá servir como um auxílio ao aprendizado de balé clássico de maneira remota e sem a presença de um professor real.

13 MÉTODO DOS EXPERIMENTOS

Dos quatro principais tipos de entrevistas (aberta, estruturada, semi-estruturada e em grupo) optamos por conduzir entrevistas semi-estruturadas porque forneceriam liberdade suficiente para as pessoas envolvidas expressarem suas opiniões sobre o protótipo ao mesmo tempo que poderíamos conduzir a conversa para pontos específicos pré-determinados - como o feedback verbal elaborado (SHARP et al., 2019). Para obter também dados quantitativos que poderiam corroborar ou não com os resultados encontrados através da análise qualitativa, no primeiro experimento optamos por elaborar um curto questionário em escala Likert que avaliava os principais aspectos relacionados a um feedback considerado útil. A escolha da utilização do questionário em escala Likert se deu por seu amplo uso para medir a satisfação de usuários com produtos (SHARP et al., 2019).

Todas as entrevistadas foram gravadas e transcritas e no primeiro experimento submetidas à análise de conteúdo (BARDIN, 2011) onde foi executada a pré-análise, codificação e interpretação dos resultados. A análise de conteúdo é um método de investigação - constituído de várias técnicas que estão em constante evolução - aplicado a discursos e que se baseia na inferência.

Na etapa de pré-análise fizemos a transcrição e uma leitura flutuante dos dados para que pudéssemos organizá-los e ter uma noção inicial das primeiras ideias. Foi nesta etapa que escolhemos utilizar trechos (frases) das entrevistas para serem codificados e categorizados. Para auxiliar no processo de transcrição, o áudio de cada um dos vídeos das entrevistas foi extraído e utilizamos a biblioteca de processamento de linguagem natural da Google⁷ - Application Programming Interface (API) de Speech-To-Text - para transcrever inicialmente de maneira automática. Entretanto, esse processo automatizado não é perfeito e todas as transcrições feitas foram revisadas e corrigidas por humanos. Na primeira etapa (com alunos) contamos com 39 vídeos com duração entre 20 min e 1h35min e na segunda etapa (com professores) com 3 vídeos com duração média de 50 minutos, o que demandou grande esforço e tempo. Todas as transcrições foram importadas para o software ATLAS.TI⁸ -

⁷ <https://cloud.google.com/speech-to-text>

⁸ <https://atlasti.com/>

comumente utilizado em análises qualitativas - pelo qual fizemos a codificação e categorização dos dados.

As entrevistas do primeiro experimento foram codificadas utilizando métodos elementares e afetivos de codificação - Descriptive Coding, Evaluation Coding (SALDAÑA, 2013) - para tentarmos entender melhor a experiência subjetiva dos participantes. O primeiro (Descriptive) se propõe com que cada código seja atribuído em relação ao tópico da passagem codificada, já o segundo é bastante utilizado para avaliar programas (que envolvem descrições das percepções dos participantes, possíveis comparações e predições que são sugestões de mudanças). A partir dos códigos criados, os mesmos foram distribuídos em categorias e subcategorias através de uma análise categorial temática (BARDIN, 2011) e baseando-se em sua respectiva codificação.

Após realizado este processo de análise qualitativa dos dados e uni-los com os resultados encontrados através da escala Likert (para o caso dos alunos) é que pudemos realizar nossas inferências e interpretações sobre os mesmos que estão detalhadas nas próximas seções.

Além dos resultados obtidos através da análise das entrevistas, obtivemos um total de 579 execuções de passos de balé clássico sendo 94 performances com feedback em tempo real. Estas execuções com feedback automático foram sorteadas para serem avaliadas por professores de balé clássico na segunda parte do experimento proposto e no futuro poderão ser utilizadas para os trabalhos seguintes de pesquisa e desenvolvimento da ferramenta.

14 EXPERIMENTO 1: VISÃO DOS ALUNOS

14.1 OBJETIVO

Em relação ao protótipo de interface, gostaríamos de discutir se as funcionalidades propostas estavam de acordo com as expectativas dos possíveis usuários do sistema, se havia alguma forma de melhorar ou algo que não havia sido projetado anteriormente. Portanto, as perguntas elaboradas questionavam as necessidades dos recursos e os problemas que eles se propunham auxiliar.

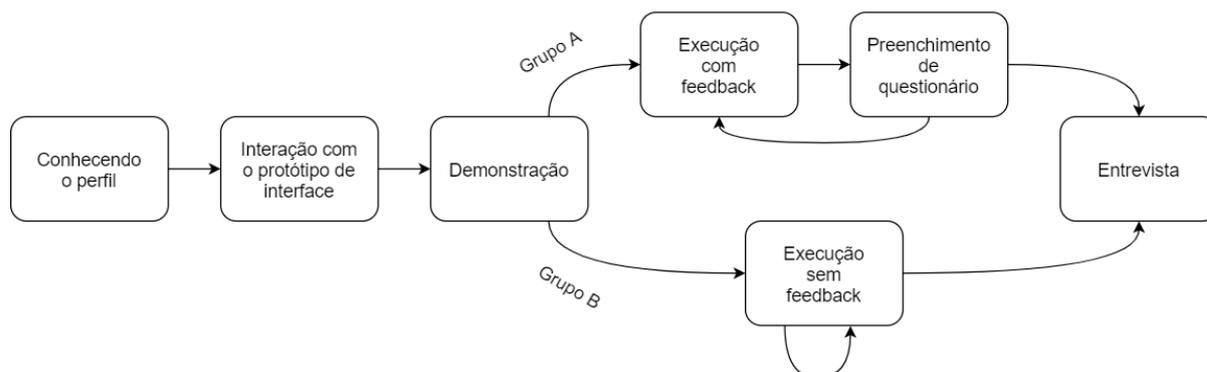
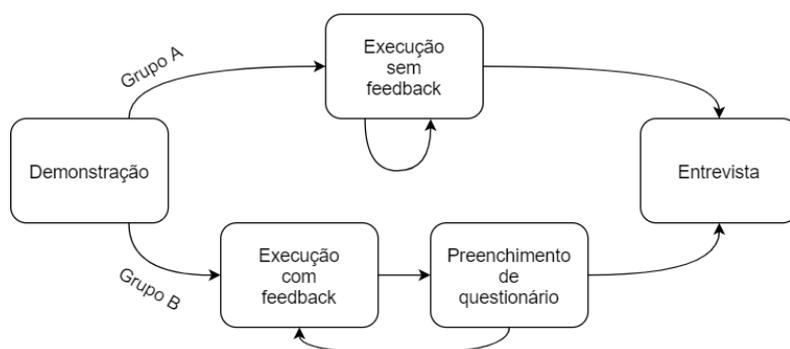
Para o feedback verbal gostaríamos de entender se ele foi de fato útil e se seria possível uma progressão na técnica do bailarino através do uso contínuo do mesmo. A ideia inicial era que pudéssemos comparar a performance do bailarino antes e depois de receber feedback, mas não foi possível realizar esta etapa de uma maneira simples e automática.

Nesta primeira versão do sistema apenas trabalhamos com o feedback verbal, mas a ideia é que futuramente possamos incluir outras formas de feedback e por isso perguntas foram feitas também em relação a outras modalidades de feedback que os usuários poderiam achar interessantes.

14.2 DESIGN

No primeiro experimento, a solução proposta foi testada por pessoas que com 18 ou mais anos e com experiência na prática de balé clássico, ou seja, o público de balé adulto. Todos os experimentos ocorreram de forma online via Skype por conta da pandemia causada pela COVID-19 e consistiam do teste do sistema proposto, preenchimento de questionário e entrevista semi-estruturada. O experimento foi dividido em dois estágios que foram conduzidos com uma semana de diferença, uma ilustração desse processo encontra-se abaixo (Figura 51). Para cada semana havia uma sequência de exercícios a ser executada três vezes pelo bailarino entrevistado.

Figura 51 - Etapas do experimento com alunos

Semana 1Semana 2

Fonte: A autora (2021).

Na primeira semana, foram apresentadas as telas do sistema (protótipo de interface) e explicadas as funcionalidades que o sistema viria a ter no futuro. Após essa apresentação, houve a demonstração através de vídeos de passos do balé clássico e requisitado para que os bailarinos executassem três vezes os passos informados.

Previamente os bailarinos foram divididos em dois grupos (A e B) de maneira aleatória. As pessoas que estavam alocadas no Grupo A na primeira semana do experimento recebiam feedback verbal na segunda execução de cada exercício demonstrado. Já as pessoas alocadas no Grupo B recebiam feedback, também na segunda execução do exercício, somente na segunda semana. O preenchimento do questionário fechado em escala Likert estava condicionado ao recebimento do feedback no exercício executado e algumas questões da entrevista apenas eram feitas caso o participante tivesse recebido feedback do sistema. Para evitar enviesar os participantes, a explicação sobre o que se tratava a pesquisa diferia entre os grupos justamente pela omissão da avaliação sobre o feedback.

As sequências de passos do balé clássico foram criadas de acordo com o Método Russo (Vaganova) e seguiam a estrutura tradicional da aula, com exercícios de barra seguidos de exercícios de centro com progressão de dificuldade. Para a primeira semana a sequência consistiu dos seguintes passos: demi-plié, battement tendu jeté, développé, sissonne e pirouette en dedans. Para a segunda semana a sequência consistiu dos seguintes passos: grand plié, battement tendu simples, grand battement pointé, assemblé, pirouette en dehors. Ambas as sequências possuem níveis semelhantes de dificuldade para execução.

Na primeira semana, após o bailarino ser cumprimentado, ter as informações referentes à pesquisa e aos objetivos, duração do experimento e direitos explicados, o experimento era iniciado com uma breve conversa para entender melhor o perfil e motivação em praticar balé da pessoa envolvida. Depois, as telas do protótipo eram apresentadas acompanhadas de explicações por parte da pesquisadora que conduziu o experimento e o bailarino podia navegar livremente e tirar eventuais dúvidas que surgissem. A tela do usuário que estava testando o sistema era compartilhada com a pesquisadora na chamada para facilitar explicações.

Os testes da demonstração e possível feedback se iniciavam com a demonstração de um vídeo com um avatar 3D do LifeForms em conjunto com explicações escritas também no vídeo conforme o avatar ia executando o passo. Essa demonstração era repetida três vezes a fim de sanar as possíveis dúvidas de execução para os bailarinos.

Era requisitada a execução (três vezes) do passo apresentado e a presença ou não do feedback era determinada por qual grupo aquela pessoa pertencia. Ao finalizar a terceira execução, caso houvesse sido fornecido algum feedback no passo (na segunda execução), a pessoa era instruída a preencher um formulário no Google Formulários para avaliar sua experiência e percepções sobre o feedback recebido que consistia do nosso questionário em Escala Likert.

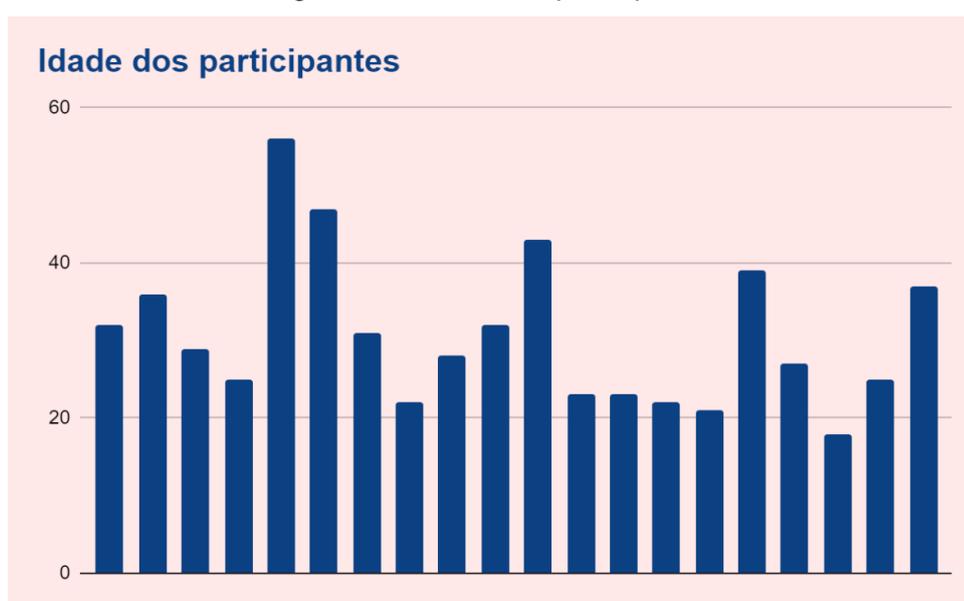
Finalizando a execução de todos os passos contidos na sequência e os respectivos feedbacks recebidos avaliados (caso recebido), iniciava-se a etapa da entrevista semi-estruturada para entender as impressões sobre o sistema, as telas, o feedback recebido (caso recebido) e possíveis pontos de melhoria do sistema em geral.

Na segunda semana, não era apresentado o protótipo de interface e apenas a etapa de demonstração e execução de passos permanecia com a mesma estruturação da semana anterior. Ao final de todas as execuções e avaliações de feedbacks recebidos (caso aplicável), na entrevista semi-estruturada mais percepções sobre a demonstração, diferença entre as versões (com e sem feedback), questões envolvendo o interesse e continuidade de uso do sistema proposto e considerações finais sobre o protótipo eram coletadas.

14.3 PARTICIPANTES

Contamos com a participação voluntária de 20 bailarinos com idade a partir de 18 anos (média de 34,5 anos), praticantes de balé adulto (Figura 52). Destes participantes, apenas 3 possuíam menos de 5 anos de experiência na prática do balé, 6 possuíam entre 5 e 9 anos e 11 possuíam 10 ou mais anos de experiência. 10 participantes já haviam praticado balé antes dos 10 anos de idade. Entretanto, 15 participantes alegaram haver períodos de interrupção na prática e 6 participantes ainda não retomaram as aulas devido à pandemia causada pela COVID-19. Das 20 pessoas participantes, 19 (dezenove) se identificavam como mulheres e 1 (um) se identificava como homem.

Figura 52 - Idade dos participantes



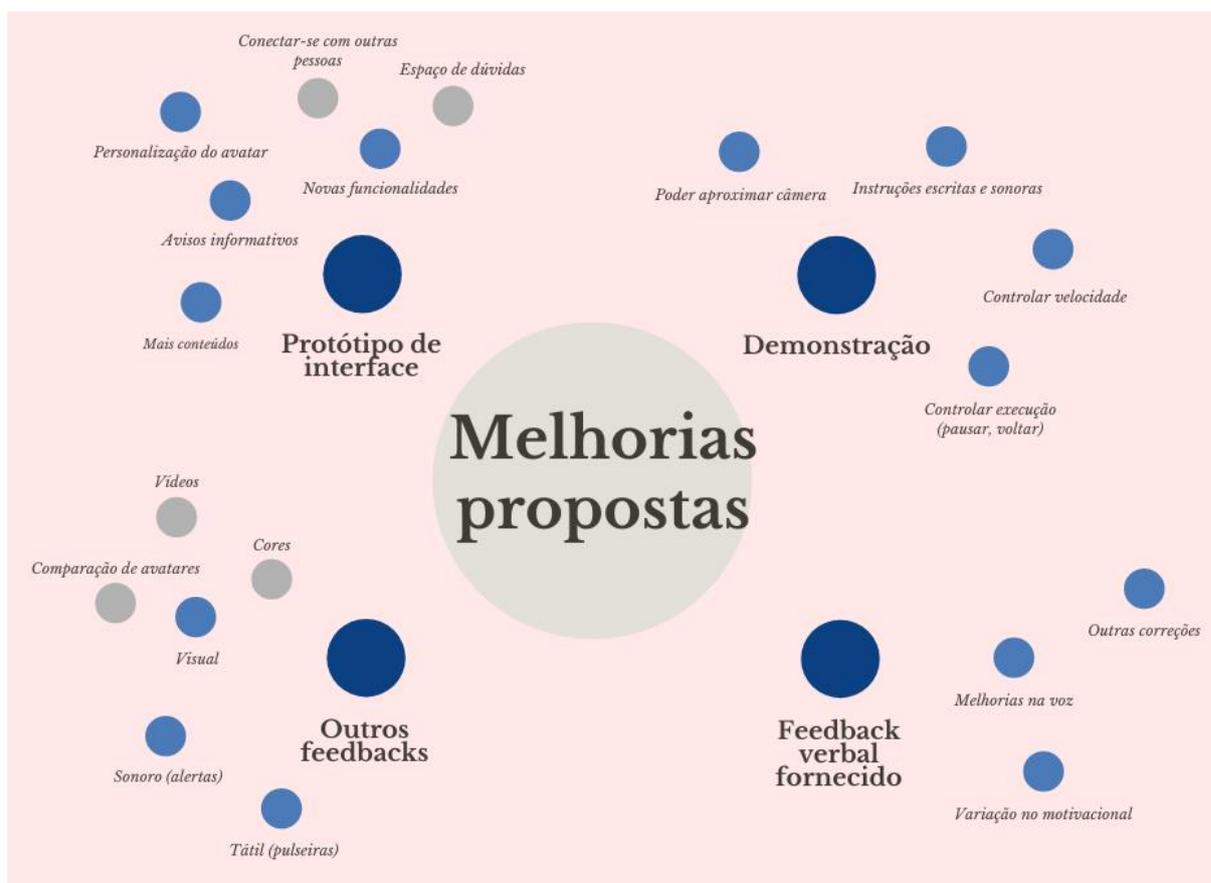
Fonte: A autora (2021).

Metade dos participantes pertenciam ao Grupo A que recebiam feedback do sistema na primeira seção do experimento e na segunda seção (uma semana depois) não recebia feedback e a outra metade pertencia ao Grupo B que recebia o feedback somente na segunda seção do experimento. Apenas um participante não conseguiu realizar ambas as sessões, ou seja, não participou do experimento na segunda semana. Este participante pertencia ao Grupo B, portanto não foi capaz de avaliar o feedback do sistema.

15 RESULTADOS DO EXPERIMENTO 1

Como veremos a seguir na análise das entrevistas, os resultados foram considerados positivos no sentido de contemplar os objetivos para os quais o sistema foi desenvolvido centrado no usuário e em suas demandas. As funcionalidades propostas no protótipo pareceram contemplar as principais dificuldades enfrentadas pelo público de balé adulto. O feedback verbal, concorrente e terminal, foi considerado útil para os participantes do experimento. Todos - independentemente do grupo ao qual pertenciam - optaram pela versão do sistema com feedback do que uma possível versão sem feedback. Abaixo, expusemos algumas das melhorias propostas para o nosso protótipo de maneira geral que foram explicitadas pelos participantes desta fase do experimento (Figura 53).

Figura 53 - Melhorias para o sistema



Fonte: A autora (2021).

15.1 ANÁLISE DAS ENTREVISTAS

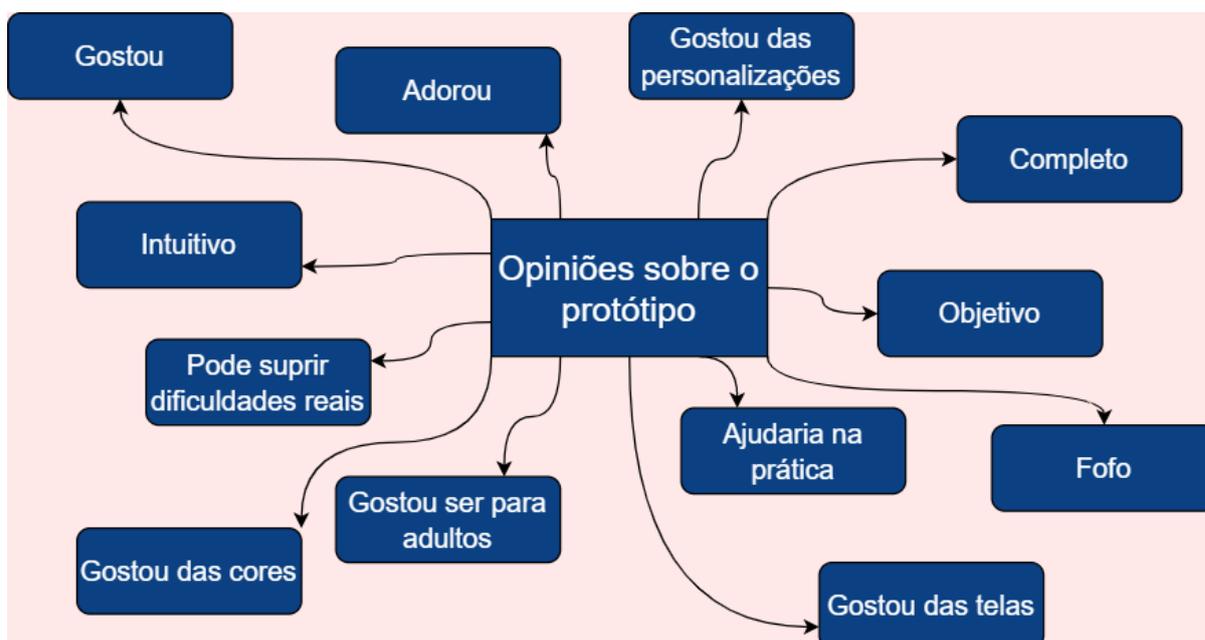
As grandes categorias estão relacionadas ao que estava sendo discutido na entrevista e são observações relativas a: Comparação entre as versões, Demonstração, Sugestões para o protótipo, Uso do sistema a longo prazo, Feedback, Sugestões de outros feedbacks e Protótipo, além das perguntas iniciais sobre a Motivação e Experiências anteriores. Abaixo discutiremos em detalhes sobre as categorias e subcategorias criadas.

15.1.1 O que você achou do protótipo de interface e das funcionalidades propostas?

A categoria Protótipo se refere às opiniões relativas ao protótipo de interface e as funcionalidades propostas no mesmo, apresentado no início do experimento para todas as pessoas participantes da primeira semana. Nesta categoria, identificamos relatos sobre as percepções positivas e opiniões sobre as funcionalidades. Devido à sua complexidade, optamos por separar as sugestões de melhorias em uma outra grande categoria para podermos analisar com maior granularidade.

De um modo geral, as percepções sobre o protótipo foram bastante positivas pois todos os participantes relataram gostar do mesmo e consideraram que as funcionalidades também eram importantes. Abaixo podemos verificar de maneira visual algumas percepções coletadas (Figura 54).

Figura 54 - Opiniões sobre o protótipo



Fonte: A autora (2021).

Percepções positivas

Todas as pessoas participantes relataram gostar do protótipo proposto. Sete delas expressaram o quanto **adorou Ama** (“Eu quero dizer que eu adorei.” (B1:128), “Nossa, eu achei maravilhoso. Continue investindo nisso que arrasaram...” (B11:118)). Alguns participantes relataram que o sistema os **ajudaria** (“Ajuda bastante na principalmente na parte das opções de executar tal passo... Eu acho que ajuda bastante. Então eu achei ótimo essas opções que vocês colocaram.” (B12:73)). Uma delas inclusive relatou que **Ama poderia suprir dificuldades reais** (“...como eu tentei fazer o balé em casa, eu entendi quais foram as minhas dificuldades e eu achei que [o protótipo] foi bem legal. (B1:132)).

Comentários sobre a aparência relatando que as participantes gostaram das **telas** (“Maravilhosas, tô apaixonada. Achei lindas.” (B12:69)) ou das **cores** (“... as cores também é bem bacana.” (B14:42)), que não estavam sendo necessariamente avaliadas, também foram feitos. As personalizações possíveis também receberam bastante impressões positivas revelando que as participantes gostaram das **personalizações** (“Eu acho que você tem bastantes opções. Você vai escolher de acordo com o que você se sente à vontade...” (B17:32), “A parte da aula é muito boa

porque você praticamente programa né. Se você quer um aquecimento, se você quer um relaxamento após a aula, a duração da sua aula.” (B14:46)).

A interface do protótipo também foi considerada bastante **intuitiva** (“Facinho de mexer. Facinho de achar. Muito intuitivo.” (B9:28)) e **objetiva** (“É bem objetivo e é bem didático assim. Não tive dificuldade nenhuma. Bem claro.” (B3:30)) por vários participantes.

Sobre as funcionalidades

As funcionalidades propostas também foram bem recebidas pelos participantes. Nove participantes relataram ter gostado do **vocabulário** (“E o vocabulário também é sempre importante porque eu acho que tem muita gente que não se assemelha o passo ao nome né. Pela questão de ser francês e tal.” (B14:54)) e cinco relataram terem gostado das **funcionalidades no geral** (“Eu gostei bastante de tudo na verdade” (B7:63)).

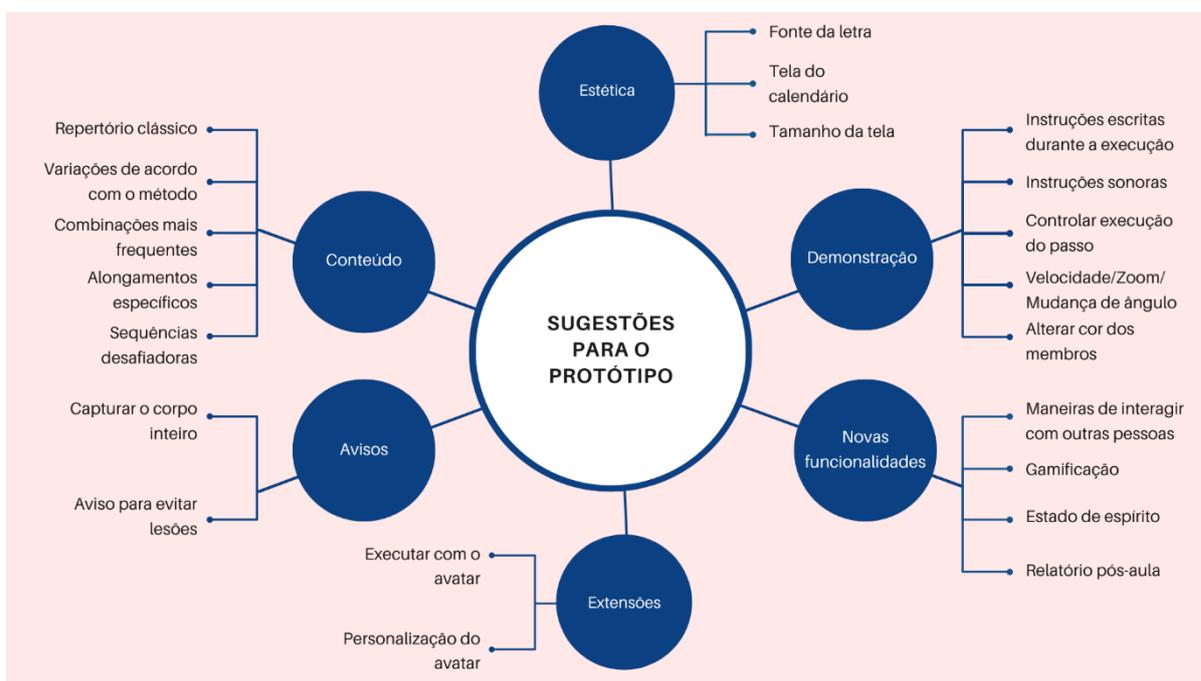
Seis participantes deram ênfase que gostaram do **acompanhamento de progresso** e até mesmo citaram o caráter motivacional da função (“eu acho legal também porque eu acho que quando... Eu pelo menos sou assim, quando eu consigo tipo ou escrever alguma coisa ou marcar alguma coisa, eu fico mais motivada a fazer, entendeu?” (B16:55)).

Duas participantes expressaram que gostaram da **comparação individual** (“...eu gostei da ideia de que você... ser comparado com você mesmo não tem tipo nível 1 e nível 2 de... de mundo. É como você tá indo e eu gostei bastante disso.” (B1-S1:48), (“E comparar como eu tô fazendo agora e como eu estava fazendo antes. O que eu melhorei, o que eu ainda preciso melhorar. Eu achei isso bastante interessante.” (B3-S1:34)).

15.1.2 Quais sugestões você teria para o nosso protótipo?

Para facilitar o entendimento das questões levantadas pelas participantes, optamos por nesta categoria separar as contribuições em: Conteúdo, Avisos, Na demonstração, Novas funcionalidades, Alterações, Extensões (pequenos acréscimos) e Estética. Na imagem abaixo é possível conferir alguns dos resultados (Figura 55).

Figura 55 - Sugestões para o protótipo



Fonte: A autora (2021).

Conteúdo

Em termos de conteúdos disponíveis no sistema, uma mesma participante sugeriu ter **repertório clássico** e as **variações dos passos nas escolas** mais famosas, além das **combinações mais frequentes** de certos movimentos. Duas participantes relataram o desejo do sistema possuir **alongamentos específicos** (“...alongamento para que a gente consiga abrir mais [o espacate] e também fazer um alongamento de repente fortalecer o pé...” (B5-S1:150)), além da possibilidade do **sistema criar sequências desafiadoras** ao invés de poder selecionar os passos individualmente para treinar (“...o aplicativo criando a sequência seria mais desafiador.” (B18-S1:56).

Avisos

Duas participantes esboçaram preocupação em relação ao sistema estar conseguindo **capturar o corpo inteiro**, por isso sugeriram algum tipo de alerta ser feito pelo sistema para indicar se a captação está completa ou não (“a questão de eu me enxergar mesmo sabe? eu não sei se tem como ela identificar que eu tô- que eu

tô totalmente aparecendo na tela dela. Fiquei preocupada com isso, que eu realmente... Se ficar pequenininha a pessoa, eu não enxergaria porque preciso de uma distância né se você tá no celular. Aí talvez ela indicar aí tá ótimo.” (B4-S1:179)).

Já uma outra participante expressou sua preocupação em ter um **aviso para evitar lesões** ao bailarino (*“Eu acho que... uma coisa que eu não vi que precisa ter assim estampado quando a pessoa abrir o aplicativo é informações importantes de autocuidado assim né. De não se lesionar, do que fazer, do que não fazer né. Alertando a pessoa de que se ela tá ali é muito importante que ela tenha consciência né.” (B17-S1:36).*

Na demonstração

Também para facilitar a compreensão dos dados adquiridos, separamos as sugestões feitas para uma melhor demonstração das percepções sobre a demonstração vista.

Duas participantes acharam interessante também colocar **instruções escritas durante a execução** (*“Uma coisa que eu acho legal também, ela botando em cima da tela o nome do da posição que a gente tá fazendo.” (B4-S1:155)*). Enquanto quatro participantes acharam interessante ter **instruções de maneira sonora** (*“poderia ter um áudio falando a legenda também.” (B10-S1:58)*) ressaltando a importância desse apoio auditivo tanto para pessoas mais idosas quanto para pessoas com algum tipo de deficiência visual.

Em relação ao controle das execuções dos passos, uma participante gostaria dela mesma ter o **controle de passar os passos** (*“...tipo é terminei as [sequências] de salto perai vou tomar água e depois eu clico acho que é legal.” (B8-S1:304)*), outra gostaria de **poder interromper a execução** (*“...se não começa no tempo eu já sei que tá errado então já vou saber que eu vou perder...” (B19-S1:65)*) para caso ela já soubesse que estava executando errado ou desistisse. Já quatro participantes gostariam de **poder voltar e ver novamente o movimento** para tirar eventuais dúvidas que surgissem ou caso tivessem dificuldade de decorar a sequência (*“...acho importante ter isso de voltar, ter a possibilidade de ficar vendo de novo o que ela mandou porque a pessoa pode perder” (B4-S1:179)*).

Como houve dificuldades encontradas na visualização da demonstração, principalmente devido a condução do experimento ter sido feita online e através de compartilhamento de telas, alguns participantes propuseram maneiras para facilitar essa visualização. Duas soluções consistiam em colocar **setas para melhor demonstrar o movimento** no avatar (*“bota uma setinha de ‘crescer as costas’ ou ah, o caminho do joelho vai fazer um developpé assim.”* (B9-S1:64)) e outra em **cores diferentes para diferenciar os lados** do mesmo (*“...coloração se esquerda vermelho direita é azul...”* (B19-S2:54)) - esta última sendo proposta duas vezes por pessoas diferentes. Porém, a grande maioria das participantes relataram o interesse em interagir com o avatar da demonstração em termos de **controlar a velocidade, mudar o ângulo** ou girá-lo e poder **dar zoom**. Nessas últimas possibilidades, apenas uma participante relatou **não precisar de zoom** (*“Pelo que você mostrou, eu acho que só mudar a posição da câmera já estava bom pra mim.”* (B13-S1:123)) e outra **não precisar mudar ângulos** (*“Não. Achei que foi super de boa do jeito que tava.”* (B11-S1:86)).

Novas funcionalidades

Formas de interação através de novas funcionalidades no sistema também foram propostas pelas participantes. Uma participante lembrou de outro aplicativo que já utiliza que permite o compartilhamento de treinos e sugeriu uma maneira para **conectar-se com outros** (*“eu acho que é porque eu já fiz isso com o downdog sabe que a gente marcou uma hora e fala olha vamos fazer e tal vê como foi o avanço depois de compartilhar mesmo as experiências”* (B8-S1:140)). Outra participante, que também é professora de balé, sugeriu a possibilidade de **criar competições** para estimular os alunos principalmente durante o período de pandemia (*“...fazer uma competição mesmo acho que tipo isso, traduzindo isso para o balé seria muito legal. Ainda mais na pandemia que tá todo mundo com preguiça de fazer alguma coisa.”* (B9-S1:76)). Já duas participantes sugeriram um **espaço para tirar dúvidas** como forma de interagir no sistema (*“Eu acho que poderia ser muito legal essa parte de... Tipo meio que unir né, as pessoas que estão utilizando o celular como se fosse abrir uma sala de bate-papo. É pra... até mesmo pra mostrar se algum tem algum dificuldade em relação ao aplicativo”* (B14-S1:98)).

Para fornecer ainda mais informações, uma participante comentou que gostaria que o sistema mostrasse o **gasto calórico** após a execução dos passos (*“um gasto calórico pra entender como atividade física mesmo né” (B15-S1:65)*). Uma participante teve a ideia de gamificar a experiência da execução dos passos propondo **ter vidas**, como em um jogo, para poder utilizar quando fizesse execuções erradas (*“ter uma vida para fazer novamente” (B19-S1:69)*).

Para enriquecer a experiência do feedback, uma participante sugeriu haver um **relatório pós-aula** (*“um relatório pós-aula, você fez tantos exercícios, você foi bem tal, tal, pode melhorar isso, assista tal coisa pra melhorar isso” (B8-S1:272)*) para o bailarino ter uma noção geral do que fez e do que pode melhorar e outra participante pensou em personalização do feedback ao **perguntar o estado de espírito** do bailarino (*“Então eu não sei se existe como ele ter uma pergunta Inicial. Um pouco pra sentir qual é o estado, como é que aquela pessoa tá é... Não sei, pra ter alguma variação, sabe?” (B15-S2:18)*).

É interessante mencionar que apenas uma pessoa, que pertencia ao Grupo B (que não recebia feedback na primeira semana), sugeriu ter **alguma forma de feedback** no sistema (*“Eu acho que a ideia de... Do celular conseguir realmente captar o que a pessoa tá fazendo e sinalizar pra ela se ela tá fazendo alguma coisa errada, se ela tá indo pra o lado errado, enfim, se a execução de alguma coisa não tá certa seria legal.” (B6-S1:76)*).

Alterações

Apenas uma participante sugeriu mudanças na forma como as funcionalidades estavam propostas. Esta mudança consistia em **unir a função de vocabulário com a de treino específico** (*“porque daí a gente viu isso meio que no outro [no treino específico] né que tem até a partezinha pra ver o vídeo ai eu fiquei é será que num dá pra juntar os dois” (B8-S1:168)*).

Extensões

Pequenas alterações no que estava sendo proposto também foram mencionadas e elas estavam centradas no avatar e na execução. Uma participante relatou querer **executar junto com o avatar** como ela fazia em aplicativos de treino

fitness (*“Você faz junto com ela porque às vezes eu ficava pensando assim, caramba agora a mão desceu ou subiu. Eu não me lembro mais. Então ver e executar, não achei tão bom assim. Eu queria executar junto com ela.”* (B15-S1:37)). Já cinco participantes afirmaram que **gostariam de personalizar o avatar** tanto pela diversão (*“Com certeza eu ia querer personalizar, como brincar de boneca, com certeza.”* (B5-S2:42)) quanto para gerar mais identificação (*“eu acharia muito massa porque aí eu realmente ia poder me identificar com o que eu tô vendo né”* (B6-S2:78)) e uma participante **não acha necessário essa personalização** (*“Não. Acho que é irrelevante. [...] Acho que não precisa, sabe? Acho que a gente tá aprendendo o passo, isso não interfere.”* (B17-S1:90)).

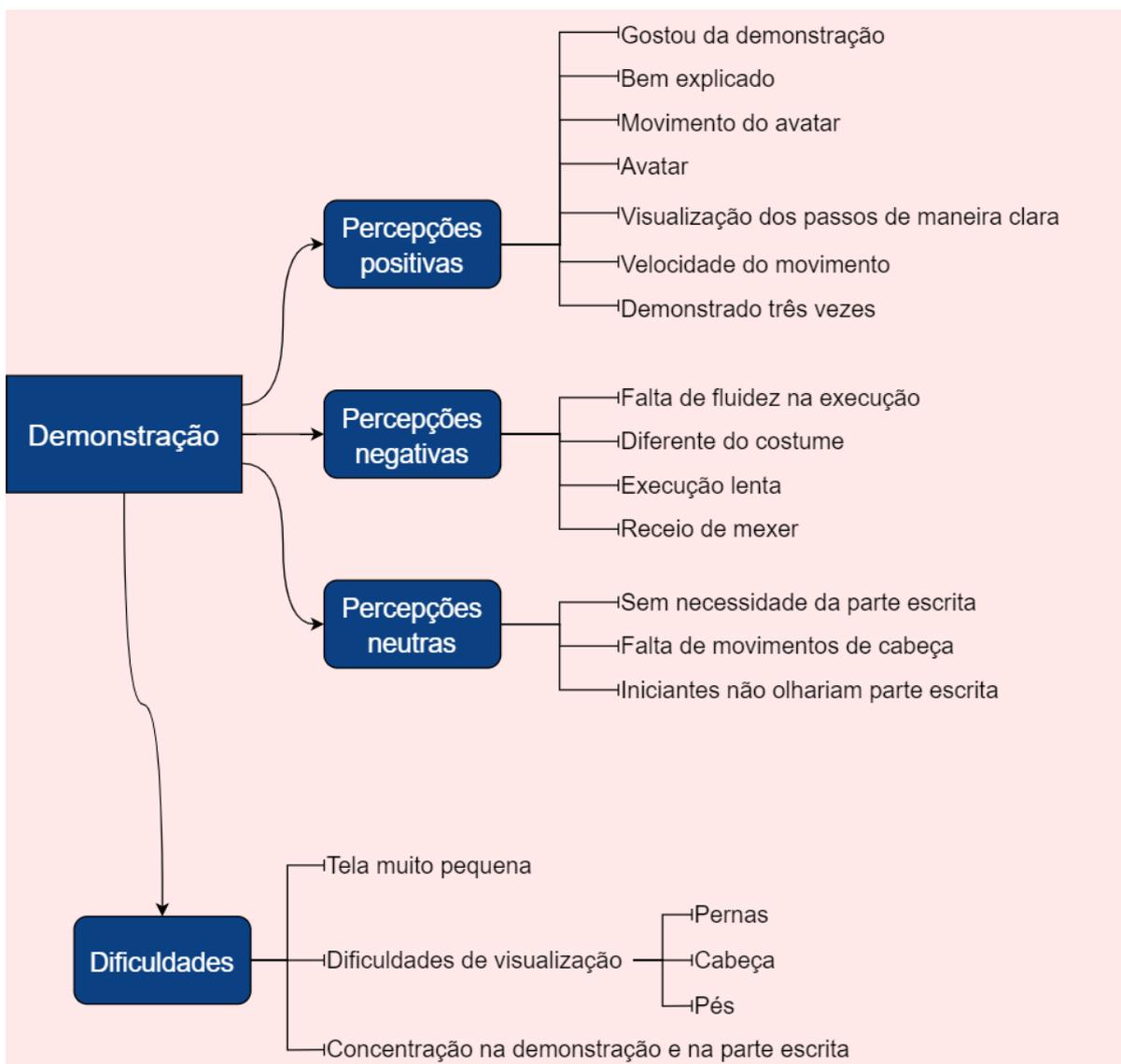
Estética

Algumas questões em relação ao design do protótipo de interface foram levantadas pelos participantes. Uma participante sugeriu a **alteração da fonte da letra** utilizada (*“acho que você poderia de repente ver para ficar mais moderna de repente a fonte da letra”* (B5-S1:193)) e outra comentou sobre a **tela do calendário estar destoante** das demais e sobre o protótipo estar **fora do tamanho da tela**.

15.1.3 O que você achou da demonstração do exercício?

Para explicar o modo como a demonstração foi avaliada pelos participantes (Figura 56), dividimos em quatro categorias: Percepções positivas, Percepções negativas, Percepções neutras e Dificuldades. Esta última categoria apontaria quais foram as principais dificuldades encontradas pelos participantes ao visualizar a demonstração.

Figura 56 - Opiniões sobre a demonstração



Fonte: A autora (2021).

Percepções positivas

Todas as pessoas que participaram relataram ter **gostado da demonstração** (“*Eu achei super legal.*” (B14-S1:86)), tendo ficado **bem explicado** (“*eu gostei porque eu achei que ficou bem explicado*” (B5-S1:184)), **gostado do movimento do avatar** (“*Muito bem feito os braços assim bem feito o movimento da perna*” (B19-S1:50)) e até mesmo **gostado do avatar em si** (“*Eu já tinha até elogiado né, da bonequinha que eu tinha achado ela fofinha*” (B2-S2:34)). Mesmo com dificuldades causadas pelo tamanho e compartilhamento de tela do experimento, os quais veremos mais adiante,

oito participantes relataram ter conseguido **ver os passos de maneira clara** (*“Achei bem clara a visualização, consegue ver tudo bem certinho.”* (B9-S1:56)).

Uma participante relatou ter **gostado da velocidade que o movimento** foi demonstrado (*“Em relação a bonequinha eu achei bom porque, exemplo, acho independentemente do movimento né, ela fazia devagarzinho que dá para gente conseguir visualizar melhor, por exemplo”* (B2-S1:82)) e outra sobre o movimento ter sido **demonstrado três vezes** (*“Eu gosto da ideia de ver três vezes”* (B9-S1:56)), embora essa característica fosse apenas para fins do experimento.

Percepções negativas

Houve poucas considerações negativas sobre a experiência da demonstração. Das quatro situações encontradas, três delas foram feitas pela mesma participante que se referia a: **falta de fluidez na execução** feita pelo avatar em um dos passos (*“Foi muito brusco”* (B8-S2:42)), **diferente do que está acostumada** (*“demonstrar três vezes é diferente porque por exemplo quando eu to na sala de aula do balé normal né a professora às vezes nem mostra só fala também então é bem diferente você demonstrando”* (B8-S1:199)), **execução muito devagar** (*“eu só achei um pouco devagar...”* (B8-S1:199)). Já sobre o **receio de mexer em algo e dar um problema** foi relatado por duas participantes (*“e eu não queria mexer muito na tela para tentar mexer porque eu ficava com medo de dar problema”* (B1-S1:72)).

Percepções neutras

Dois participantes relataram **não haver a necessidade de ler a parte escrita** pois apenas com a demonstração feita pelo avatar já era possível entender o movimento (*“Eu acho que nem precisava olhar o que tava escrito. Porque pelo avatar ele tão preciso e tão objetivo que acho que o que tava lá escrito não, não pra mim, pelo menos pra mim, não foi necessário.”* (B14-S1:86)). Outra participante **sentiu falta de ter mais movimentos de cabeça** nos passos demonstrados (*“eu senti falta um pouco do movimento da cabeça”* (B19-S1:48)). E outra participante suspeitou que **iniciantes não iriam prestar atenção à parte escrita** (*“Eu acho que pra quem conhece o nome do passo é super válido, mas pra quem tá iniciando talvez realmente*

não vai nem notar mesmo nome porque não vai fazer diferença, vai ficar ligada muito na execução né.” (B11-S1:70)).

Dificuldades

Seis participantes consideraram **a tela muito pequena** o vídeo de demonstração (*“aqui ficou muito pequenininho, mas eu acho que se aumentasse assim eu acho que ficaria legal.” (B16-S1:90)*). As dificuldades mais frequentes na visualização foram em: **distinguir as pernas** e de ver a **posição dos pés**. Com a primeira sendo relatada por quatro participantes e a outra por seis - totalizando nove participantes distintos, pois um dos participantes relatou ambos os problemas.

Três participantes também reportaram dificuldade em **se concentrar na demonstração feita pelo avatar e ler o que estava escrito** (*“Porque eu ficava prestando atenção ou no pé ou no que tava escrito porque eu sou assim, entendesse?” (B18-S1:83)*). Apenas uma participante relatou dificuldade em **ver os movimentos da cabeça** (*“eu não tava entendendo para onde estava indo rosto ou se ele ao menos tava mexendo.” (B1-S1:72)*).

15.1.4 Você utilizaria esse sistema?

Nesta categoria estão representados os motivos para uso e não uso do sistema proposto no futuro, bem como possíveis problemas que poderão aparecer e atrapalhariam o uso do mesmo.

Motivos para usar

Em relação à utilização do sistema, treze participantes explicitaram que **usariam** o sistema (*“Eu gostei muito. Eu usaria sim, eu na verdade queria muito um aplicativo assim.” (B3-S1:106)*), três participantes pensam em **usar como complemento** às aulas (*“Não usaria sozinho, usaria para complementar as minhas aulas de balé.” (B13-S1:175)*), uma gostaria de **usar como estratégia pedagógica** (*“Eu usaria como estratégia pedagógica sem pensar duas vezes. Principalmente pro povo do online” (B9-S1:72)*) e dois expressaram vontade de **testar para avaliar** se

utilizariam (*“eu testaria eu usaria um tempo e aí eu ia sentir se nessa comunicação eu achava que eu ia evoluir se eu não achava sabe, é eu testaria sim”* (B20-S1:135)).

Quatorze participantes acreditaram que o **com o uso contínuo do sistema com o feedback, poderiam melhorar a técnica de balé** (*“Com certeza absoluta. Assim, tipo, 100% de certeza. Eu não tô brincando quando eu tô dizendo que eu quero.”* (B1-S1:136)).

Motivos para não usar

Uma participante relatou a dificuldade que teria em encontrar um espaço físico que permitisse praticar, que esse **espaço limitado** impediria o uso (*“Eu não sei se eu usaria porque... Não sei. É... O fato de precisar mostrar o corpo todo é um pouco incômodo de tá tendo que achar uma posição... E aí acaba que os movimentos não ficam legais também... Mas eu achei que é perfeito, quem tiver espaço, quem tiver como, com certeza vai usar.”* (B7-S2:87)).

Duas participantes **não sabem se melhorariam a técnica** utilizando o sistema (*“Não sei. Porque eu acho que pra a gente evoluir, visão enquanto professora agora, a gente precisaria de mais, sabe? Assim, mais quando eu falo é das correções.”* (B17-S1:98)) e (*“não sei resposta indefinida”* (B20-S1:107)).

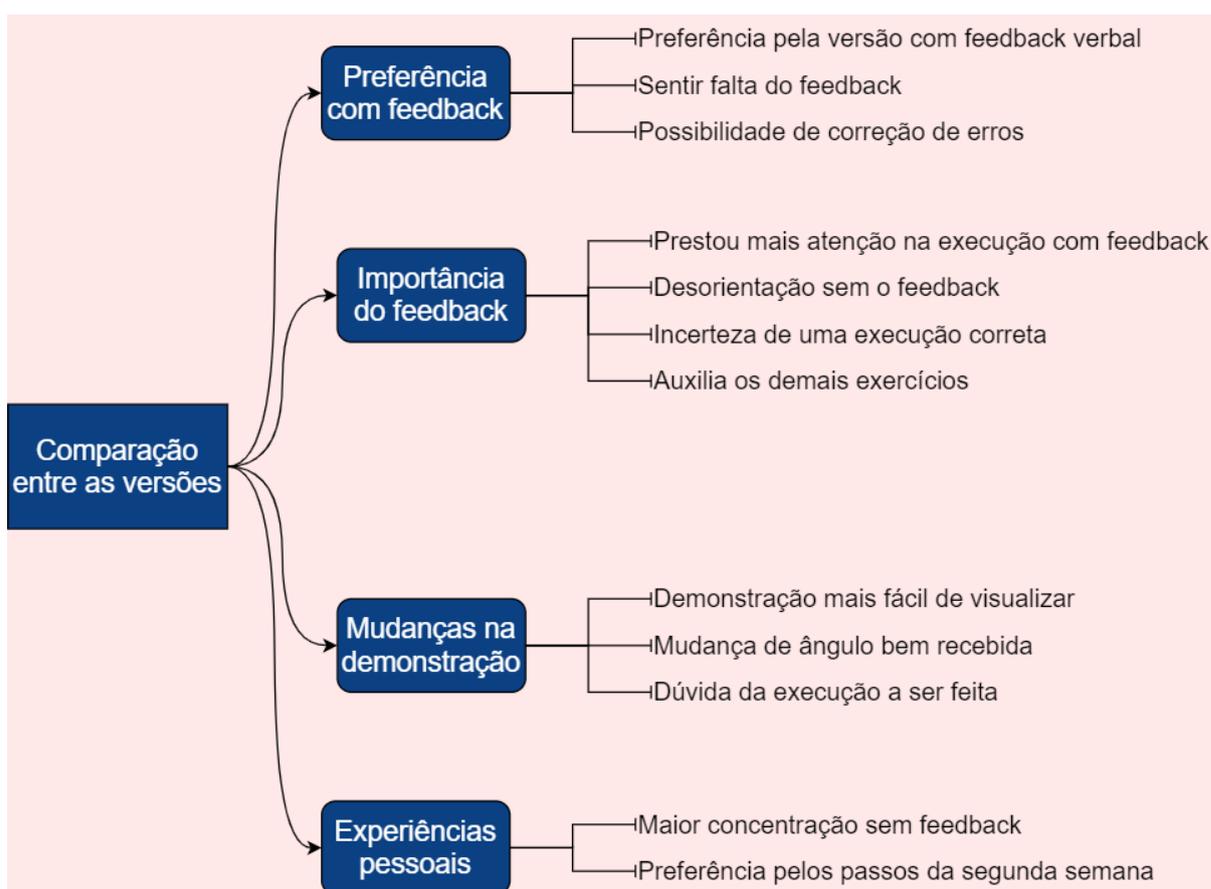
Riscos para a continuidade

Cinco participantes relataram **incertezas em relação à continuidade no uso do sistema** (*“Talvez a única coisa que talvez acontecesse que é o que acontece basicamente com todo aplicativo Fitness é... sei lá, a pessoa fazer e pegar birra do exercício porque não entendeu direito e falar que é culpa do aplicativo.”* (B9-S1:72), (*“e também pela questão de ser online eu não costumo não me adaptei ainda”* (B7-S1:96)) e também questões relacionadas à **preferência da prática presencial** (*“porque eu prefiro de fato presencial. Mas se a gente tiver realmente a situação por exemplo a gente não pode sair de casa. Faria sim entendeu? Porque é assim, a vida da gente sempre foi o presencial né”* (B10-S2:22)).

15.1.5 Qual das duas versões você preferiu? Por quê?

Como o experimento foi realizado em duas etapas, dividimos os grupos de acordo com a presença ou não do feedback fornecido pelo sistema. Participantes do grupo A receberam feedback de suas execuções na primeira semana e participantes do grupo B receberam feedback de suas execuções na segunda semana. Vale lembrar que nenhum dos participantes tinha conhecimento prévio sobre o feedback, apenas que iriam “testar versões diferentes do sistema”. Nesta categoria apresentamos os dados obtidos sobre a experiência com ambas as versões (Figura 57), a qual dividimos nas seguintes categorias: Preferência com feedback, Importância do feedback, Mudanças na demonstração e Experiências pessoais.

Figura 57 - Opiniões sobre a comparação entre as versões testadas



Fonte: A autora (2021).

Preferência com feedback

Todas as pessoas participantes relataram **preferir a versão do sistema com feedback verbal** após terem testado ambas as possibilidades (*“Preferi com feedback, mil vezes com.” (B8-S2:14)*) e também o feedback se mostrou bastante positivo para quem havia experimentado pela primeira vez na segunda semana, ou seja, os participantes do Grupo B (*“Sensacional esse feedback aqui eu amei amei amei amei mesmo muito bom” (B9-S2:10)*). Já os participantes do Grupo A, que na primeira semana receberam feedback e na segunda não, relataram **sentir falta do feedback** (*“Eu senti falta dele falando (...) bastante falta” (B4-S2:13)*).

Seis participantes enfatizaram que preferiram com o feedback por já **ir corrigindo os erros durante a prática** (*“ porque a gente consegue ter uma ideia do que a gente pode melhorar do que a gente tinha executado no primeiro movimento, a gente vai automaticamente se consertando e conhecendo um pouco mais da dificuldade que a gente pode não ter no próximo” (B10-S2:10)*).

Importância do feedback

Três participantes relataram explicitamente que **prestaram mais atenção às suas execuções com o feedback** (*“...o feedback é bom porque a gente realmente presta atenção.” (B5-S2:8)*). Uma participante também relatou que a experiência sem o feedback fez com que ela **não tivesse certeza se executou corretamente** o passo e que **se sentiu perdida sem o feedback verbal**.

Outra participante também enfatizou que o **feedback ajuda nos demais exercícios**, não apenas naquele o qual é dado o feedback (*“Por mais que não seja um exercício igual, mas tem coisas que a gente, por exemplo, muita coisa no braço a gente precisa manter pra não errar um outro, na outra sequência né. Então por exemplo quando ele fala “mantenha seus cotovelos pra cima, não coloque pra baixo” isso é uma coisa que eu vou lembrar quando eu for executar qualquer sequência.” (B17-S2:10)*).

Mudanças na demonstração

Na segunda semana de experimentos, a demonstração de um dos passos possuía uma rotação do avatar e uma das participantes considerou a **demonstração mais fácil de visualizar** (“*eu não sei se da outra vez era igual, mas eu achei hoje melhor*” (B13-S2:33)). Outras três participantes **gostaram da mudança de ângulo** (“*Eu gostei que ele deu uma giradinha da câmera foi bom o exercício de solo, eu entendi melhor*” (B1-S2:10)), apenas uma outra participante relatou que isso gerou **dúvida se o exercício era para ser executado na diagonal** por conta da alteração do ângulo.

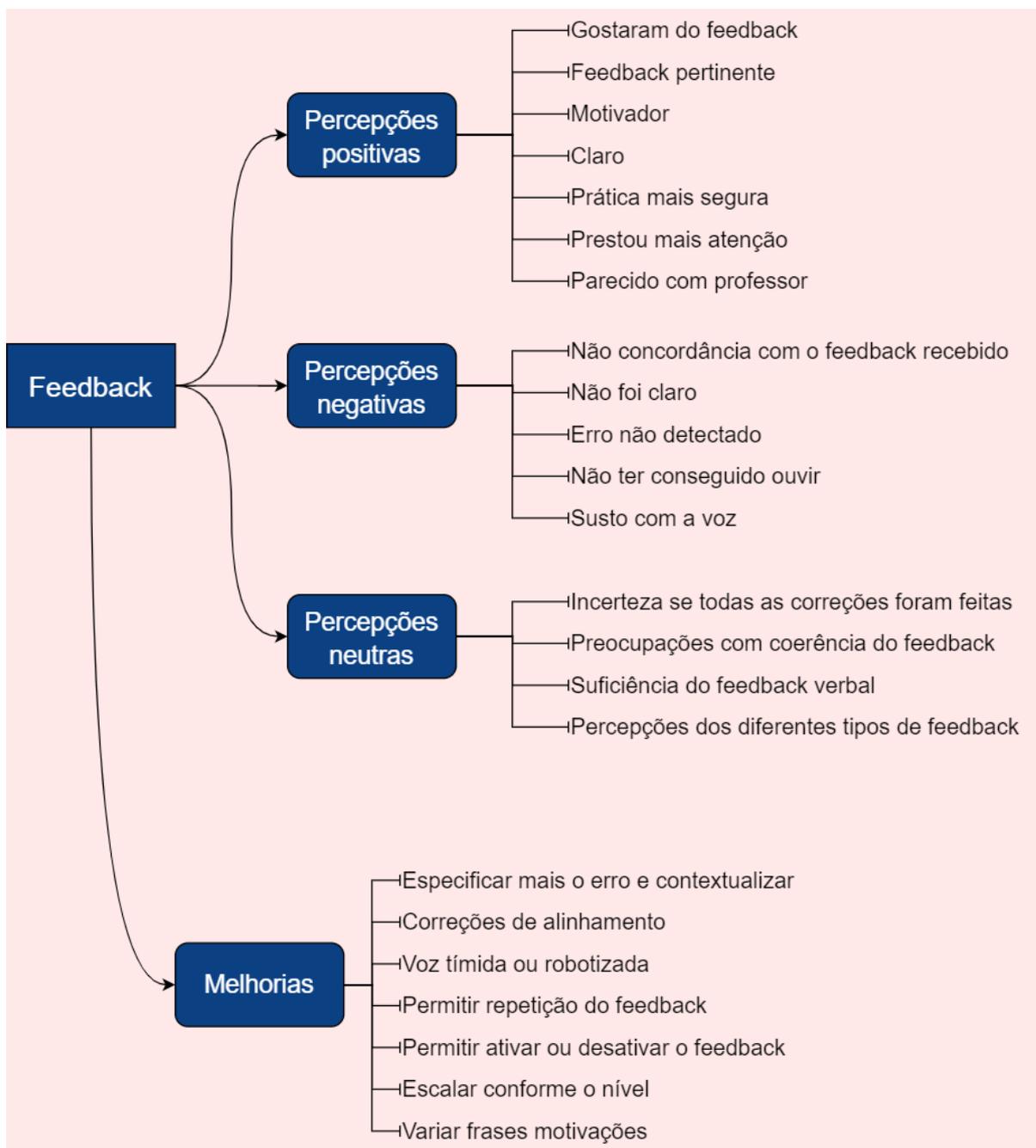
Experiências pessoais

Por questões pessoais, uma das participantes comentou que **conseguiu se concentrar mais sem o feedback** (“*eu achei assim mais fácil de me concentrar na execução. Eu gostava do cara falando o que eu tava errado, mas eu achei que consegui me concentrar mais nessa apesar de ter errado.*” (B13-S2:10)). Outra participante também comentou ter **gostado mais dos passos feitos na segunda semana** (“*Eu gostei mais dos exercícios*” (B8-S2:10)).

15.1.6 O que você achou do feedback recebido?

Nesta categoria apresentamos as percepções positivas, negativas e neutras em relação ao feedback recebido, além das melhorias que foram propostas pelas participantes (Figura 58). Um participante não possui respostas para esta categoria pois o mesmo não conseguiu realizar a sessão do experimento que continha o feedback.

Figura 58 - Opiniões sobre o feedback recebido



Fonte: A autora (2021).

Percepções positivas

Dezoito pessoas relataram que **gostaram do feedback recebido** (“Então eu achei bem legal a parte das correções, né? Porque às vezes quando a gente não tá com professor pessoalmente a gente pode fazer qualquer jeito e quando tem alguém ou algo que tá vendo a gente, como a gente tá executando, se tá fazendo certo ou

errado aí é muito bom” (B2-S2:10), *“o feedback é muito bom, muito bom mesmo principalmente porque e é muita coisa para assimilar na cabeça para dar conta e ter esse feedback pra tá dizendo que esqueceu isso e aquilo é maravilhoso muito bom mesmo”* (B9-S2:14)) e quinze delas consideraram o **feedback pertinente**, ou seja, que estava realmente corrigindo os erros cometidos (*“...a gente percebeu que ele consegue corrigir coisas que eu sei que realmente estavam fora do lugar né.”* (B17-S1:36), *“Eu percebi claramente que funciona”* (B19-S2:46)).

Alguns participantes falaram também que consideraram o feedback **motivador** (*“acho que é o feedback é importante o porque o ser humano, ele parece que é um motivado mesmo pelo incentivo né aí acho que incentivou faz a gente ter mais motivação e continuar”* (B11-S2:22)), **claro** (*“Eu entendi e olhe que eu tava longe, do áudio, eu não tava escutando super alto. Então assim, a dicção tava boa.”* (B1-S1:116)) e outra participante ainda comentou que **gostou do sotaque** do feedback verbal.

Uma participante comentou que a prática com o feedback era **mais segura** (*“acho que no caso do balé como ele avalia a pessoa como ele aponta ali qual é a sua, o que tá errado e tudo aí eu acho que é mais mais seguro de praticar de que é um treino desse genérico desses”* (B5-S1:162)) e houve também o comentário de ser **melhor que o YouTube** por conta do feedback (*“Achei importante, exatamente por isso que a gente tá tendo o feedback diferente do YouTube”* (B10-S1:66)).

Com o feedback verbal, participantes relataram ter **prestado mais atenção** (*“Me fez ficar mais atenta quando fosse fazer da próxima vez, prestar atenção no que ele falou que eu precisava corrigir.”* (B3-S1:82)) e que **tentavam corrigir os erros** quando recebiam feedback.

A **sensação de presença** foi relatada por quatro participantes (*“você de alguma forma fica com uma sensação que você tá interagindo com alguém, né.”* (B15-S2:10), *“...parece que tem alguém te avaliando e observando o tempo inteiro...”* (B19-S2:38)). Além de oito participantes terem reportado o **feedback ser parecido com o do professor** (*“ele trouxe pontos realmente que a professora tá trabalhando comigo no presencial”* (B20-S1:101)) e que alguns **lembraram da aula presencial** (*“eu achei muito muito bom porque é como eu falei remete muito um pouco da aula presencial né.”* (B2-S2:38)).

Duas participantes comentaram que esse feedback **poderia ser bom para iniciantes** (*“Principalmente pra quem tá iniciando agora esse feedback é excelente.”* (B12-S2:27)), mas uma outra considerou que o feedback **seria bom para quem já possui experiência** (*“eu acho que para quem é iniciante não entraria porque a pessoa tem que ter o conhecimento né e poder se encaixar. Aí essa questão aí entraria para quem é iniciado.”* (B10-S1:70)).

Percepções negativas

Uma participante **não concordou com o feedback recebido** (*“eu achei que teve hora que ele percebeu coisa que... Eu... Não, não, não era.”* (B15-S2:22)) e também **não sentiu que os erros foram reconhecidos** (*“...Mas aí quando foi para o centro que ele percebeu que eu não tava tão... É en dedans, tão tão com a perna tão aberta e tal. Eu já não achei. Eu não senti muita firmeza no feedback. [...] não senti assim que o feedback consiga assim pegar tudo. [...] Eu não senti tanto que ele conseguisse pegar os erros, sabe?”* (B15-S2:22)).

Duas participantes tiveram dificuldade em interpretar um dos feedbacks recebido, ou seja, o **feedback não foi claro** (*“Eu fiquei perdida, foi o feedback que eu fiquei meio assim foi no pliê. Porque ele ficou falando faça o que ela pediu só que eu não sabia se eu voltava porque eu já tinha pulado. Eu não soube o que fazer. Quando ele me deu esse feedback faça o que ela pediu, sim aí eu vou para qual parte? Recomeço? Volto para a terceira? Só fiquei em dúvida nesse do pliê.”* (B4-S1:192), *“Não consegui captar. [...] Não consegui identificar exatamente o que que ele tava me falando, sabe? O que ele queria que eu fizesse.”* (B11-S1:94)) e outra considerou o **feedback incoerente** para a situação em que se encontrava.

Uma das participantes percebeu que **cometeu um erro e não foi detectado** (*“a parte do salto, é porque o salto foi muito rápido e tipo eu errei a perna, não sei se você percebeu ai ai não deu o feedback tipo você fecha na frente não atrás.”* (B8-S1:232)). Duas participantes relataram ter **se assustado com a voz** no feedback e uma relatou **não ter conseguido ouvir bem** um dos feedbacks (*“Eu só achei que eu não consegui ouvir da última vez. No quarto passo, eu não consegui ouvir direito, eu tive que me aproximar do celular para ouvir. Mas eu não sei se foi um problema com a internet, pode ter sido também.”* (B3-S1:82)).

Percepções neutras

Três participantes revelaram **não ter certeza se Ama corrigiu tudo** (“*Só tipo às vezes tem coisas que, eu nem tenho certeza se aconteceu, mas assim eu acho que eu fiz errado e ele não corrigiu, só isso. Mas eu também não.. O bichinho não tem como corrigir tudo.*” (B13-S1:131)). Uma das participantes revelou a **preocupação sobre o feedback ser coerente** (“*Minha preocupação era essa, será que ele realmente vai identificar coisas que são verdadeiras ou ele vai tá falando coisas que são meio óbvias? [...] Mas ele falou [...] Então ele realmente tá conseguindo visualizar isso. [...] Eu achei que tá bom.*” (B17-S1:94)).

Apenas o feedback verbal ser suficiente também foi relatado por duas participantes e uma outra participante achou a **voz engraçada** e o **motivacional cômico** (“*A parte motivacional dele é engraçada.*” (B1-S1:116)).

Os feedback fornecidos pelo sistema poderiam ser corretivos ou neutros, concorrentes ou terminais e duas participantes **conseguiram perceber essas nuances**, ou seja, esses diferentes tipos de feedback (“*Eu percebi que o feedback tinham algumas partes ele ia, a primeira parte era uma parte que tentava observar um erro e aí cada hora ele tava um erro diferente, na segunda parte que era uma parte de explicar o exercício e uma terceira parte que era uma parte de te dar uma motivação né.*” (B15-S2:10)).

Melhorias

A partir das percepções, algumas participantes sugeriram como o feedback poderia melhorar. Cinco participantes opinaram sobre a informação contida no feedback e fizeram sugestões de **especificar mais o erro** e **contextualizar** (“*Se ele conseguir contextualizar, claro que eu não tô dizendo pra ele contar uma história. Mas se ele conseguir contextualizar de uma forma melhor com exemplos e etc.*” (B17-S1:98)), além de acrescentar **correções de alinhamento** (“*Não sei se já tá na sua ideia de texto, mas de tipo, possíveis correções de alinhamento, sabe?*” (B9-S1:44)) e **feedback para passos feitos na sapatilha de ponta**.

Para o áudio em si, a voz foi considerada **tímida** ou **robotizada**, e também foi sugerido **umentar o volume** da mesma (“*E assim... só o tom de voz no começo ele fala a gente escuta 100%, mas depois ele... O som às vezes vai muito baixo.*” (B10-

S1:66)), além de **poder repetir o feedback** (“*Eu acho que poderia reproduzir o que ele falou, sabe? Tipo, é é é repetir.*” (B13-S1:155)).

Uma das participantes considerou ser **sempre necessário ter feedback concorrente e terminal**. Já uma outra participante gostaria de ter a **opção de desativar ou ativar o feedback** no sistema. Algumas participantes gostariam de mais variações no feedback, sugerindo que ele pudesse **escalar conforme o nível** () e também ter **variação nas frases motivacionais** e que a **frase final atual fosse alterada** (“*Capriche da próxima vez. Eu acho que é capriche da próxima vez. Eu acho que é uma frase legal pra ter quando a pessoa errar. Quando a pessoa acertar bota só o “arrasou, num sei o que, melhorando cada vez mais” coisas assim. Só mudar esse tipo de feedback sabe? Capriche mais parece que a pessoa errou, o capriche.*” (B4-S1:208)).

15.1.7 Quais outros tipos de feedback você gostaria de receber?

O modelo de feedback que escolhemos inicialmente testar foi o feedback verbal, porém existem outras formas de feedbacks auditivos e também táteis e visuais. Dividimos as categorias conforme o tipo de feedback que foi mencionado pela pessoa participante.

Feedback auditivo

Apenas uma participante **demonstrou interesse em ter outro tipo de feedback sonoro** (“*eu preferia até tipo um apito, uma coisa sonora, eu preferia porque normalmente eu não fico segurando o celular nem coisa porque eu acho que sua. Normalmente eu deixo ele perto. [...] tipo um apitinho mesmo, um “pi” só pra chamar atenção.*” (B16-S1:117)).

Feedback tátil

Quatro participantes **demonstraram interesse em formas de feedback tátil** sendo pulseiras que vibram ou até mesmo celular preso ao corpo, poderia ser útil e menos capacitista (“*acho que em forma de vibração realmente do do celular seria*

interessante. Porque por exemplo, se for emitir algum som e uma pessoa surda tiver usando, ela não vai conseguir ouvir né. E acho que... Acho que vibrando realmente qualquer pessoa conseguiria... Entender que tá fazendo alguma coisa errada.” (B6-S1:76)), uma delas sugeriu que o **feedback tátil poderia substituir o verbal** (*“Eu acho que também talvez não precisasse nem ele falar. Só o fato de vibrar já daria aquele toque aqui que tem alguma coisa errada no meu braço e aí automaticamente eu vou parar e refletir o que é que tá errado.”* (B17-S1:106)).

Feedback visual

Quatorze participantes **demonstraram interesse em ter feedback visual** no sistema. As sugestões da forma que esse feedback poderia ser passado ao usuário foram variadas e consistiram em **comparar avatares** (*“colocar um bonequinho 3D para executar o passo que eu fiz junto com a boneca que esteja executando certo para poder ver qual é a diferença né O que é que eu tô realmente errando e corrigindo”* (B6-S2:74)), **cores para mostrar erros, descrição dos erros** de forma escrita na tela, algo semelhante a um **fantasma para indicar o local correto** (*“acho que melhor seria se fosse um fantasma pra ele colocar onde estaria o braço, que aí eu já vi o que que tava errado e o que eu teria que fazer pra ficar certo.”* (B16-S1:130)), **visualização de pontos biomecânicos** e **vídeo para comparar** que pudessem mostrar os locais de erro.

Uma das participantes comentou que um **feedback visual seria bom para iniciantes** (*“seria legal principalmente pra quem tá iniciando, porque como a gente já tem a técnica o corpo já reconhece quando a gente ouve levanta isso melhora mais assim, meio que automaticamente a gente já corrige, mas para quem está utilizando pela primeira vez ele vai ter dificuldade, não vai saber realmente se o quanto o quanto tem que levantar ou baixar o ombro naquele momento”* (B14-S2:33)).

Como no feedback visual a questão de um avatar foi recorrente, algumas participantes comentaram em relação à preferência do avatar. Uma participante **não possuía preferência entre ser um avatar ou ser a imagem de si mesma** no feedback visual, outra **preferia ver a si mesma** e duas relataram **preferir um modelo de avatar 3D**.

15.1.8 A escolha da linguagem não-técnica ajudou no entendimento do feedback?

A utilização de uma linguagem não técnica foi amplamente bem recebida pelos participantes. Todos expressaram seu contentamento com essa escolha, enfatizando que essa maneira de comunicar **facilitava a compreensão**, era **clara e acessível** (*“Porque a gente tem um- a gente não né, as pessoas têm mania de endeusar muito o balé clássico e coloca lá palavras bem bonitas e bem difíceis que só vai dificultar mais ainda o que já é difícil. Então... Com certeza a linguagem ajuda bastante.”* (B17-S1:110)). Embora um participante relatou também não haver problemas em **entender mesmo se fosse mais técnica** por conta dos anos de experiência.

Essa característica da linguagem também parece ter influenciado na percepção de **proximidade com um professor real**, na sensação de **ser alguém humano** (*“Facilita. Acho que não só a gente entende melhor, como passa realmente uma sensação de uma pessoa que tá olhando. Porque esse seria o feedback que o meu professor daria”* (B15-S2:41)) olhando e fazendo as eventuais correções como relatado por alguns participantes. Apenas um participante relatou **desconfiança se um total iniciante entenderia as correções** por ser necessário uma consciência corporal mais avançada para internalizá-las.

15.1.9 Por que você dança balé?

Ao iniciarmos a entrevista, além das informações do perfil do participante como idade e tempo de prática, também perguntamos sobre as motivações para o início e para a permanência para prática do balé clássico.

Início da prática

Conforme vimos na literatura, os dados coletados nesta pesquisa reforçam as pesquisas anteriores. O público de balé adulto parece ter um **grande interesse desde à infância** na prática, mas - devido geralmente a **fatores financeiros** ou **geográficos** - não teve esse sonho concretizado anteriormente. Algumas pessoas relataram terem **iniciado a prática quando criança**, sendo bastante **influenciadas por pessoas próximas** (como mãe, tia, avó, etc).

A **proximidade física** e a **facilidade de acesso** às aulas de balé também apareceram em nossas entrevistas como fatores que permitiram o início da prática por parte desse público. Algumas pessoas já haviam praticado durante a infância e **decidiram retomar essa prática** na fase adulta. E também houve relatos sobre **recomendações médicas** para a melhoria da saúde.

Permanência na prática

Já para ser uma prática realizada de forma continuada, todos os participantes relataram alguma forma de **bem-estar e satisfação (física ou mental)** ao fazer aulas de balé clássico. Sendo esse, o maior fator encontrado em nossas entrevistas. Alguns participantes relataram **impedimentos da prática** por períodos causados por **lesões** ou por causa da **pandemia**, mas que ainda se sentiam motivados e gostariam de continuar praticando.

A sensação de **relaxamento** ao realizar a prática foi bastante evidenciada pelos participantes. Além dos **benefícios físicos** que foram percebidos conforme o tempo, como **melhoria da postura**, e a **importância de se realizar atividades físicas** e uma maior identificação com a dança. Também foi percebido nessas entrevistas o **papel do professor como um agente motivador** da prática, alguns participantes relataram a **importância da forma de condução** dos professores para esse estímulo. Ao terem uma vida muitas vezes turbulenta causada por outras obrigações, o balé clássico para esse público surge como uma forma de **prazer e descanso de uma rotina**. Até mesmo para os participantes que trabalham como professores de balé, houve relatos do relaxamento produzido ao se dançar.

15.1.10 Você já utilizou outros aplicativos para treinamento de atividades físicas?

Julgamos ser interessante coletar dos entrevistados a familiaridade que os mesmos possuíam com outros aplicativos ou soluções tecnológicas voltadas para o treinamento remoto de atividades físicas. Como esperado, nenhum dos participantes relatou ter utilizado algum aplicativo para aulas de balé clássico. Mas houve relatos de outros aplicativos para outros tipos de atividades físicas os quais podem ter servido

como inspiração para as possíveis melhorias sugeridas para o nosso próprio protótipo proposto.

14 pessoas relataram **possuir algum tipo de experiência de uso** desses aplicativos, 5 pessoas relataram **nunca terem utilizado** e 1 pessoa apenas **utilizou o YouTube** como plataforma para ver aulas. Codificamos essas observações em percepções positivas, neutras e negativas.

Percepções positivas

6 participantes relataram **gostar de utilizar** algum tipo de aplicativo desse tipo. Além dele servir para **motivar** (*“Eu gosto muito dos aplicativos, eu poder ver que eu tô completando, eu poder ver que eu tô fazendo, que não tá faltando, que se faltar vai me incomodar, sabe como é que é?” (B16-S1:63)*), que **consegue ver resultados** ao cumpri-lo e que **serve como um guia** (*“Então a gente não ficava meio que assim perdido porque tinha um aplicativo que tava ali, orientando a gente. Tanto mostrando o exercício como até a execução a gente conseguia escutar, conseguia se nortear, digamos assim.” (B2-S1:54)*).

Percepções negativas

As pessoas que relataram possuir experiência com esses aplicativos tiveram inúmeras ressalvas no uso dos mesmos. Tais como: o **desejo de uma variedade maior de exercícios**, dificuldades com o **tamanho da tela**, **falta de feedback**, **falta de ajuste de dificuldade**, **limitações de tempo** do próprio aplicativo, **falta de personalização** de exercícios, **riscos de lesões**. A questão da **desmotivação** também foi relatada por dois participantes (*“é aquele aplicativo que eu vou usar, fazer uma semana e desistir, sabe?” (B8-S1:180)*; *“Tem um monte, mas eu particularmente não me sinto motivada a treinar porque me remete muito à musculação e pra mim é uma coisa que não funciona. Talvez se tivesse para outras modalidades que me chamasse mais atenção e que me cativasse fosse um pouco melhor.” (B9-S1:48)*).

Percepções neutras

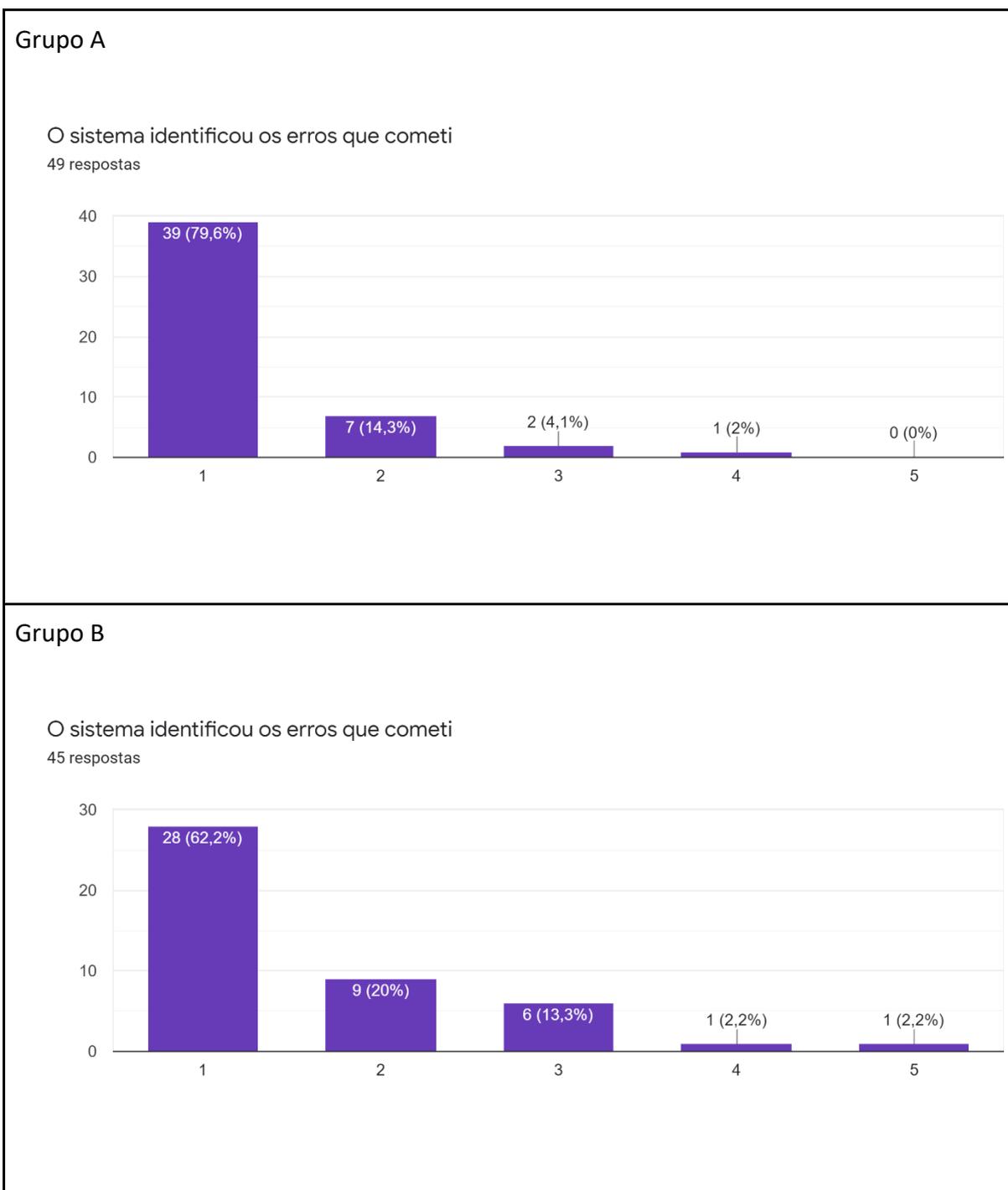
Para as percepções neutras foram indicadas alguns pontos que podem ser feitos ajustes como o fato deles serem em sua maioria **genéricos, preferências por algum estilo de apresentação** dos exercícios. E alguns participantes **relataram a experiência** ao utilizar esses aplicativos.

15.2 AVALIAÇÃO OBJETIVA

Para que o feedback fornecido pelo sistema possa ser considerado útil o mesmo precisaria atender suas principais funções - prover informação, reforço, motivação, análise e pensamento crítico - como discutido anteriormente na seção 2.2.3. Gostaríamos então de identificarmos de maneira quantitativa se essas funções do feedback haviam sido satisfeitas. Pedimos às pessoas participantes que após a terceira execução (recebido o feedback) de cada movimento respondessem um questionário contendo cinco questões em escala Likert. Sendo 1 concordo totalmente, 2 concordo parcialmente, 3 não concordo nem discordo, 4 discordo parcialmente e 5 discordo totalmente.

Havia cinco passos a serem executados. O Grupo A era constituído por 10 pessoas, porém uma delas optou por não executar o quinto passo da sequência (a pirueta en dedans) por ter pouca experiência com balé clássico e receio de se lesionar. Já o Grupo B era constituído por 10 pessoas, entretanto uma delas não pôde participar da segunda semana do experimento e, portanto, não recebeu feedback e nem preencheu o questionário.

Figura 59 - Resultados primeira questão do questionário



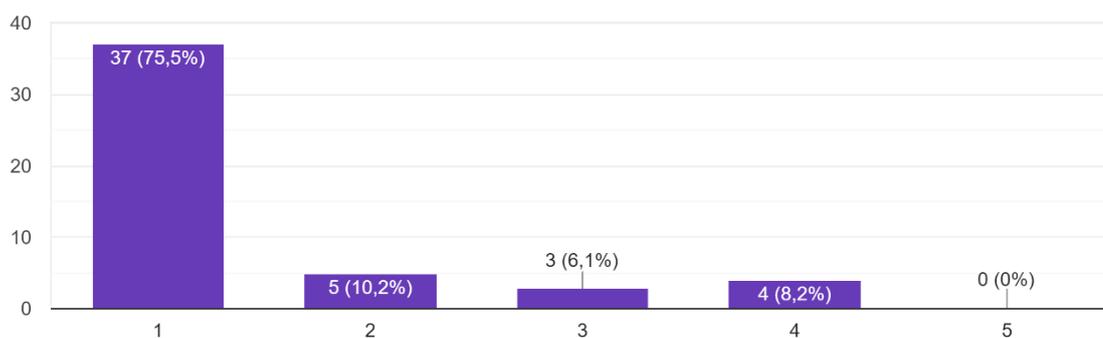
Fonte: A autora (2021).

Figura 60 - Resultados segunda questão do questionário

Grupo A

O sistema me informou adequadamente como corrigir meus erros, eles foram comunicados de forma clara

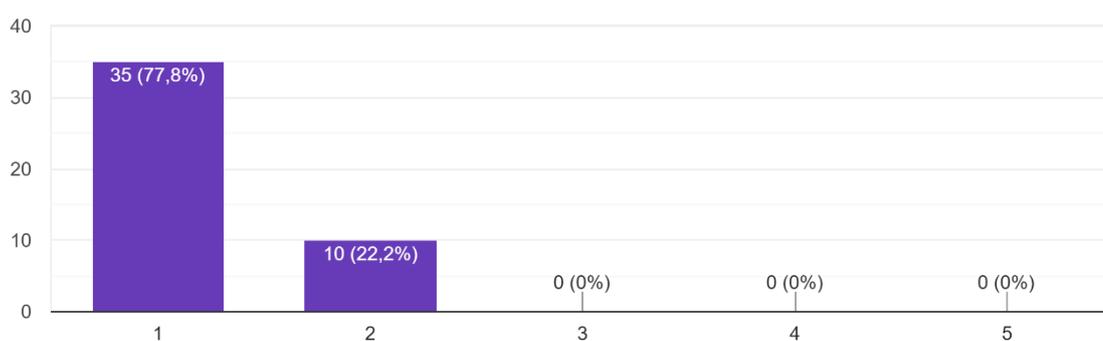
49 respostas



Grupo B

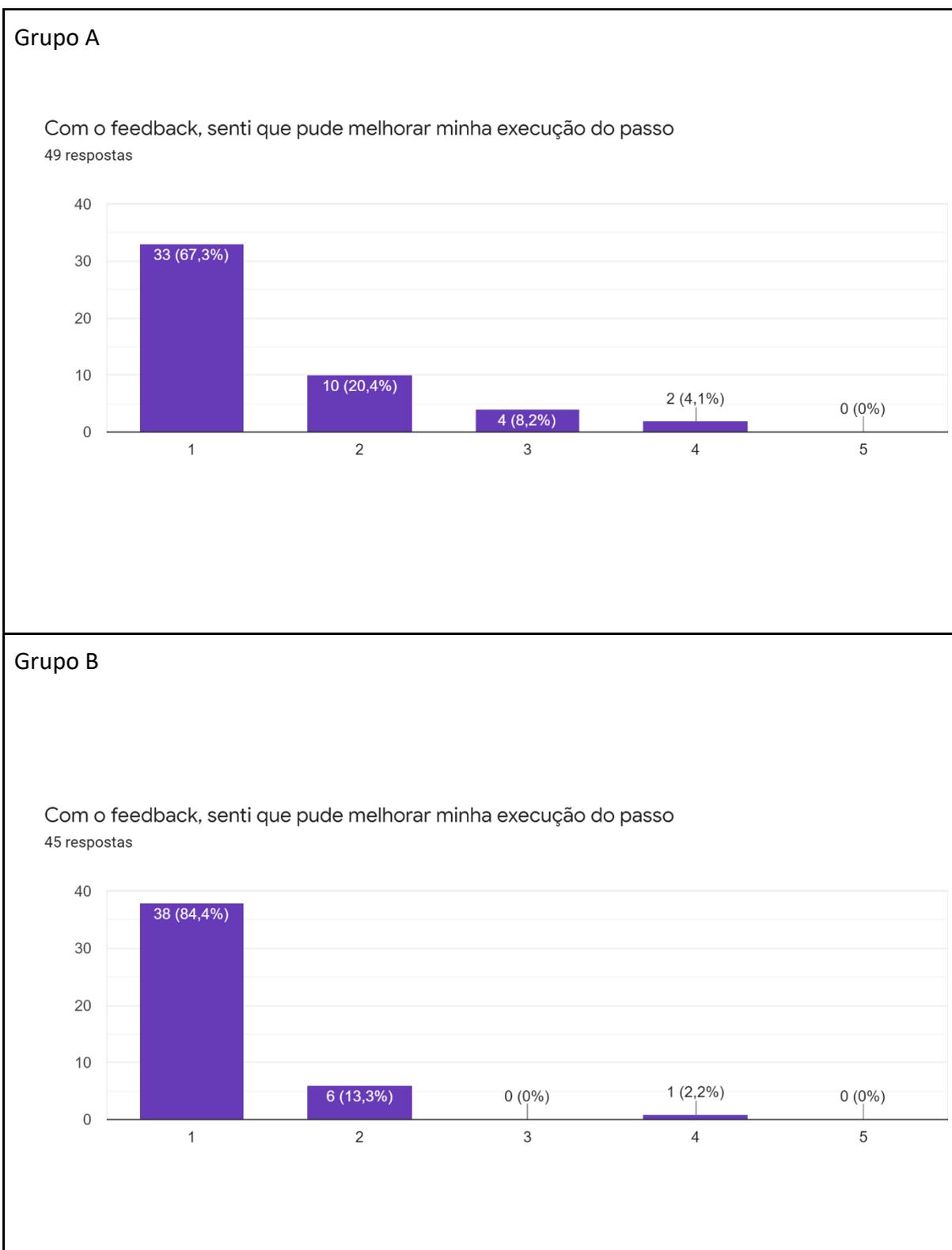
O sistema me informou adequadamente como corrigir meus erros - eles foram comunicados de forma clara

45 respostas



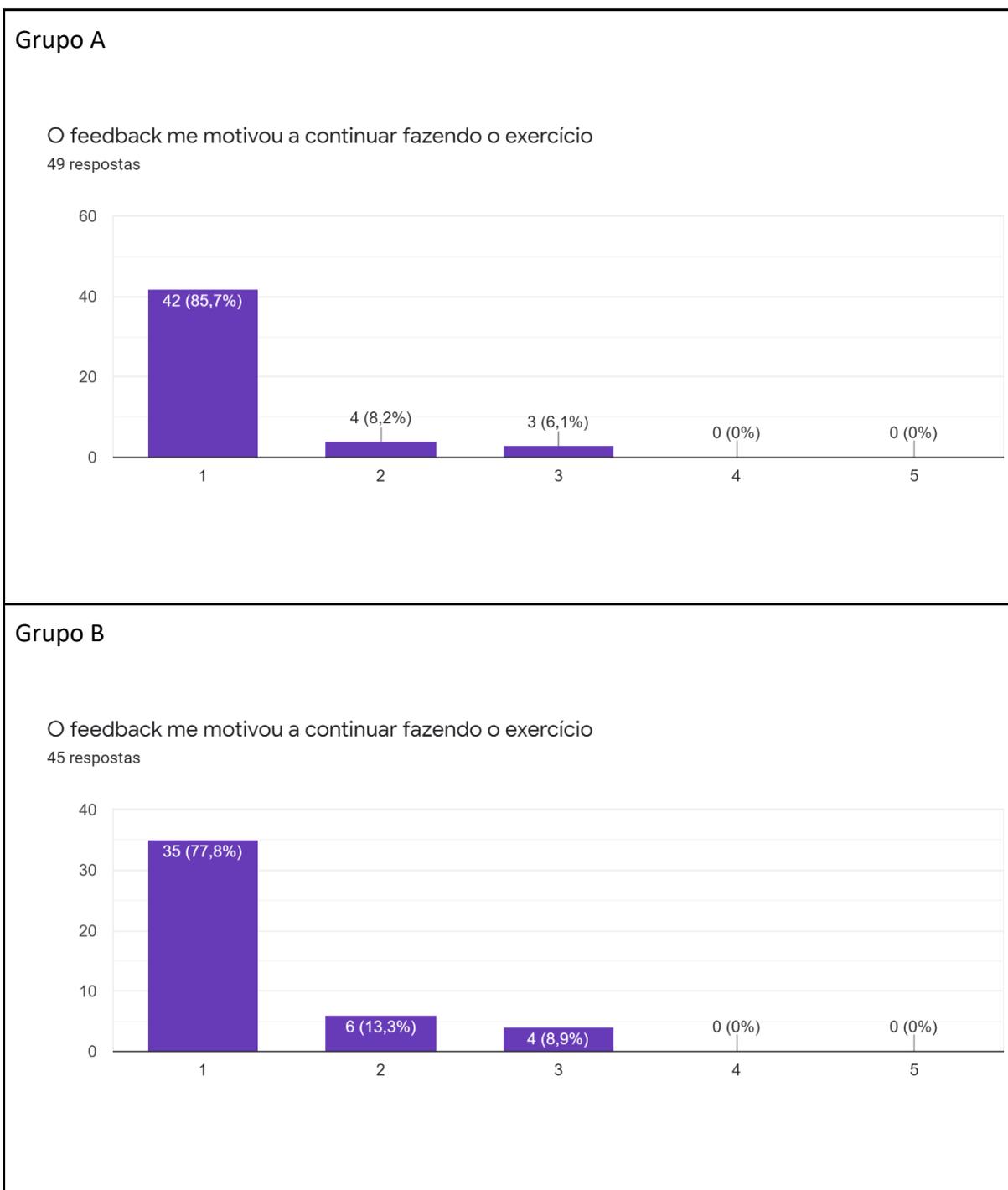
Fonte: A autora (2021).

Figura 61 - Resultados terceira questão do questionário



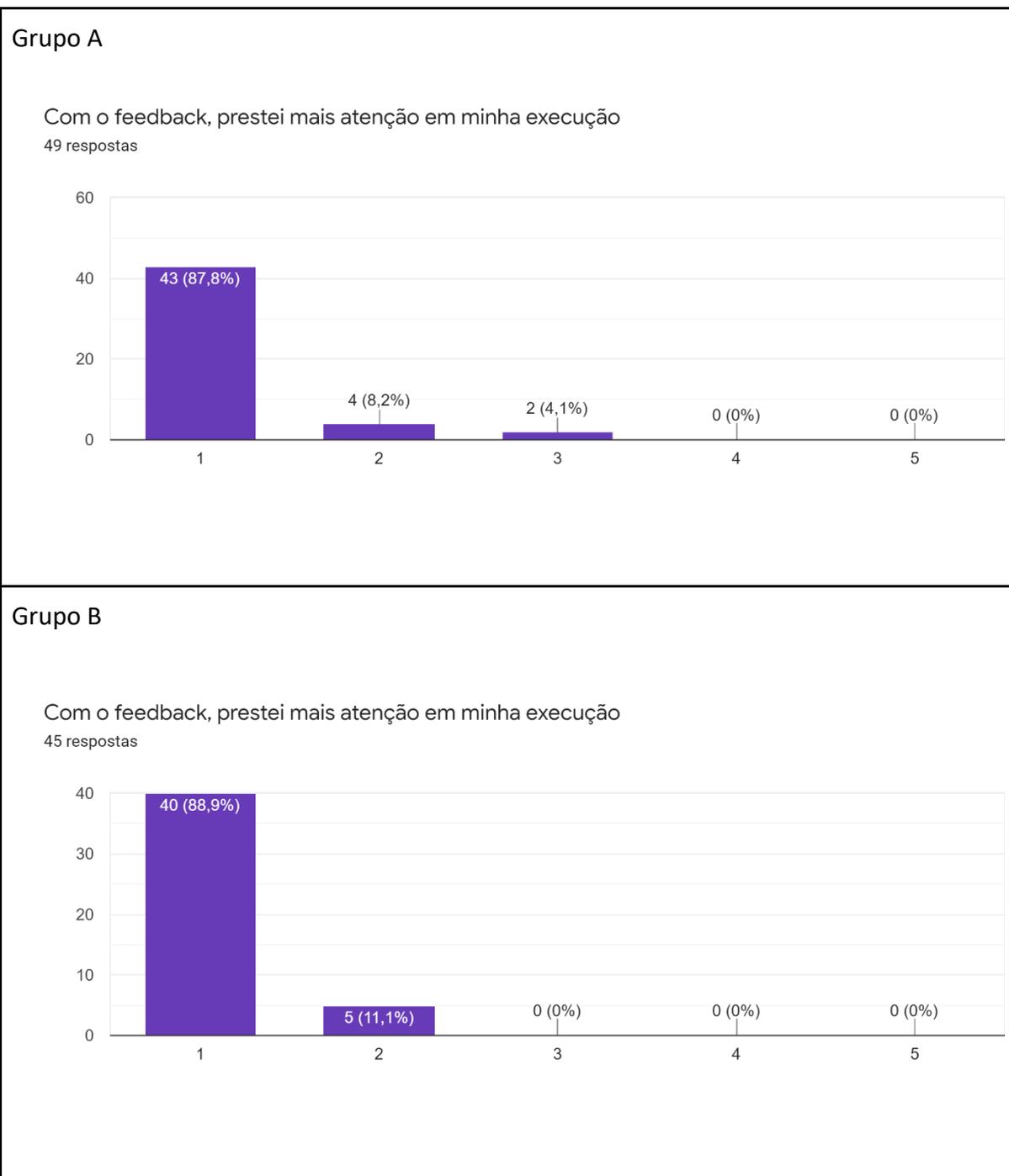
Fonte: A autora (2021).

Figura 62 - Resultados quarta questão do questionário



Fonte: A autora (2021).

Figura 63 - Resultados quinta questão do questionário



Fonte: A autora (2021).

16 EXPERIMENTO 2: VISÃO DOS PROFESSORES

16.1 OBJETIVO

Neste segundo experimento, o objetivo era coletar uma outra visão sobre o nosso protótipo e feedback fornecido. Dessa vez, pela perspectiva do professor, para que pudéssemos comparar se a percepção do aluno condizia com a visão do professor. Para averiguarmos se havia indícios que o nosso feedback modelado conseguiria prover a informação de maneira condizente e que pudesse auxiliar de fato o bailarino.

16.2 DESIGN E PARTICIPANTES

O segundo experimento consistiu em uma entrevista semi-estruturada com três professoras de balé adulto com mais de 10 anos de experiência no ensino para esse público específico que forneceram suas impressões sobre o protótipo de interface, as funcionalidades propostas, a demonstração e também avaliaram se concordavam ou não com o feedback fornecido pelo sistema para algumas execuções feitas por participantes da etapa anterior de validação.

Dos 20 participantes da primeira etapa de validação, apenas um não executou os movimentos recebendo feedback do sistema, portanto os demais foram distribuídos de maneira aleatória para que cada professora avaliasse os movimentos dentre os 94 vídeos de performance com feedback disponíveis, mas de modo que todos os participantes tivessem ao menos uma de suas execuções avaliadas.

16.3 RESULTADOS

Preservando a identidade das professoras participantes, as denominaremos de P1, P2 e P3 para facilitar a análise e discussão dos resultados encontrados.

Duas das três professoras consideraram que o aquecimento na aula deveria ser obrigatório e não opcional para evitar que o bailarino usuário se lesione. As três professoras concordaram com o feedback informado pelo sistema nas execuções dos bailarinos que participaram dos experimentos e o consideraram pertinente, com “comentários inteligentes”.

P1 considerou o protótipo de interface objetivo. Ela gostaria que seus alunos utilizassem o sistema como complemento às aulas, que poderia utilizá-lo com “tarefa de casa” com eles e que seria bem aceito. Não considerou o sistema ruim e nem sentiu risco de que poderia vir a substituir um professor de balé. Ela enfatizou que a personalização do sistema seria muito importante para não exigir certos padrões “perfeitos” para os bailarinos que não possuíam uma constituição para isso e que poderiam se lesionar caso tentassem ultrapassar os limites do próprio corpo.

P2 considerou o protótipo de interface intuitivo e que a parte dos filtros do Treino Específico poderia até mesmo auxiliar o bailarino a saber qual a categoria de cada passo. Expressou preocupação se o tempo de aquecimento e relaxamento estivessem incluídos na duração da aula total, poderia ser pouco tempo para a aula de balé em si.

Na função do Calendário, ela sugeriu ter também a recomendação da intensidade do treino a ser feito naquele dia (leve, moderado, puxado) para fornecer mais uma ideia de progressão. Além de sugerir haver “recomendações para uma boa prática”, com dicas para evitar se lesionar, sobre o piso e calçado adequados e a possibilidade de mostrar o espaço necessário para se realizar determinados movimentos. Ela relatou ter achado ótimo o protótipo e que outras plataformas geram incômodo justamente por não terem um feedback adequado para o aluno, ou, como no YouTube, sequer ter algum tipo de feedback - o que aumenta o risco de lesões e pode desestimular o aluno a praticar.

P3 considerou ser essencial a funcionalidade do Vocabulário e que seria bom ter a catalogação em português com demonstração e explicação do maior número possível de passos do balé clássico - dizendo que isso poderia ajudar não somente

os alunos, mas também os professores que muitas vezes podem ter dúvidas sobre nome ou execução de determinados passos. Acredita que as pessoas que realmente gostam de balé utilizariam a ferramenta e que seria ainda melhor por ser acessível. Também poderia ser útil para as pessoas que já possuem experiência com balé, mas que, por algum motivo, não poderiam comparecer às aulas na academia e poderiam continuar treinando em casa. Mas não acredita que o sistema seria viável para alguém se iniciar no balé, pois o professor neste caso seria insubstituível.

17 DISCUSSÃO

Pelos resultados apresentados acima, conseguimos perceber vários aspectos positivos e também melhorias que poderemos fazer em nosso sistema. Os dados coletados indicam que levantamos características que permitiram prover automaticamente feedback relevante para o público de balé adulto. As funcionalidades propostas também parecem satisfazer esse público.

Conseguimos perceber que, por motivos diversos para se iniciar a prática, bailarinos adultos continuam perseguindo esse sonho e sentindo grandes benefícios mentais e físicos da prática. Eles continuam a praticar balé, mas não com o objetivo de se tornarem bailarinos de companhias mundialmente famosas - como o Ballet Bolshoi ou a Royal Ballet Academy, por exemplo - e sim pelo prazer que sentem ao dançar. Este prazer ao dançar não deve ser sacrificado por uma cobrança exagerada de uma técnica perfeita, pois o corpo humano com o passar dos anos pode apresentar certas limitações. O tipo de treinamento de balé clássico feito pelo público de balé adulto é diferente dos bailarinos profissionais de grandes companhias e por isso a tecnologia desenvolvida deverá considerar essas diferenças para prover a melhor experiência possível.

Por considerar as especificidades deste público, percebemos que as funcionalidades propostas e o protótipo em si foram muito bem recebidos e avaliados pelos bailarinos que participaram dos experimentos. O feedback também se mostrou visto que todos os participantes, quando experimentaram ambos os sistemas, o preferiram com feedback. Foi agradável perceber também que, mesmo sem o feedback, houve interesse e empolgação em utilizar o sistema proposto.

Mesmo com alguns participantes expressando suas preocupações sobre o sistema ser adequado ou não para iniciantes, não conseguimos chegar a uma conclusão sobre a adequação do sistema para esse público visto que a maioria dos participantes já possuía mais de 10 anos de experiência em balé.

As impressões coletadas sobre as funcionalidades propostas se mostraram bastante satisfatórias. Pelos bailarinos estarem inteiramente envolvidos com o processo de design do sistema, essas funcionalidades parecem atender suas principais demandas e dificuldades que também foram elaboradas baseando-se nas experiências e vivências da autora desta pesquisa que também se enquadra no

público-alvo do sistema. Os comentários positivos feitos pelos participantes demonstram que a solução proposta poderia auxiliar na resolução das adversidades enfrentadas na prática do balé. Como, por exemplo, a questão de possuir um Vocabulário facilitar a associação entre o passo e o nome do mesmo, visto que a terminologia do balé é em francês e isso pode gerar dificuldades. A possibilidade de personalizar as aulas de acordo com as necessidades individuais do usuário, promovendo uma flexibilidade que não é encontrada em aulas presenciais em academias. A oportunidade de treinar passos específicos no Treino Específico, útil para usuários que desejam evoluir a execução de determinados movimentos. E, claro, o acompanhamento do progresso não apenas o fator motivacional de “checks do Calendário” mas também a melhoria da realização de passos em comparação com si próprio e não a um ideal de perfeição reforçado no ensino de balé profissional tradicional.

Foi interessante também perceber que várias pessoas possuíam experiências anteriores com outros aplicativos, que não eram específicos de balé clássico, mas que as auxiliaram como forma de comparar com o que elas já tinham experienciado e até mesmo podendo influenciar nas sugestões feitas. Embora as pessoas participantes tenham demonstrado certa dificuldade para pensar em novas formas para prover feedback ou outras funcionalidades que seriam interessantes de se acrescentar ao sistema, muitas forneceram sugestões pertinentes que deverão ter prototipação e implementação futuramente. A questão de preferência no feedback visual ser através de um avatar ou através da imagem da própria pessoa também é algo a ser mais estudado no futuro pois podem envolver questões não apenas de bom entendimento e assimilação dos movimentos do corpo como também de autoimagem e autoestima. Até mesmo a motivação para se personalizar o avatar possui origens distintas, algumas pessoas a desejavam por questões de gerar identificação ou outras questões físicas, outras pareciam desejar apenas por entretenimento. Portanto, mais estudos são necessários para entendermos melhor este fenômeno e propor soluções adequadas.

Um bom feedback deve ser capaz de identificar e passar de maneira clara o erro a ser corrigido, possibilitando o bailarino de fazer o exercício corretamente, motivá-lo a continuar sua prática, permitindo-o analisar sua própria performance e para desenvolver pensamento crítico. Em nosso sistema, o feedback verbal proposto mostrou-se bastante relevante para os participantes - dado que todos desejaram a

versão com feedback e o avaliaram positivamente, tanto no questionário de Escala Likert quanto na entrevista semi-estruturada. Apenas uma pessoa sentiu que o feedback foi aleatório, ou seja, que não foi passado de maneira individualizada - entretanto, após ter seus movimentos analisados por professoras de balé clássico, as mesmas concordaram com o feedback proposto pelo sistema. Havendo então a necessidade de maiores investigações futuras neste caso dos motivos que podem ter gerado essa insatisfação e discordância do feedback.

Houve casos em que faltou clareza na mensagem passada pelo feedback e um caso onde o feedback passado não reconheceu um dos erros cometidos, isso se deve por limitações técnicas e humanas. A limitação técnica trata-se da primeira versão do sistema especialista desenvolvido que não provê feedback específico quando ocorre um erro em qual passo está sendo executado e não em como ele está sendo executado. O feedback verbal cuja mensagem passada consistia em “por favor, execute o passo que foi informado” é insuficiente para que os bailarinos possam entender que devem parar sua execução e executar o passo apresentado. No lado da limitação humana, como já apresentado anteriormente, a detecção dos status dos corpos dos bailarinos era feita através de Mágico de Oz. A condução dos experimentos com bailarinos foi feita de forma totalmente online através da plataforma Skype e o mágico era responsável por toda condução da pesquisa e pode ter havido erros que não foram detectados - seja em função de uma sobrecarga de funções, falha em reconhecer ou problemas na internet.

Um dado interessante que emergiu dos experimentos foi o fato da sensação de presença gerada pelo feedback verbal. As pessoas relataram de fato estarem se sentindo avaliadas, como se um ser humano - ou um professor de balé - as estivessem assistindo. A utilização de linguagem não técnica também pode ter contribuído para um feedback mais amigável e semelhante ao de aulas de balé com professores. Talvez intensificado pelo isolamento social causado pela pandemia, vários participantes relataram não se sentirem sozinhos ao praticar com o feedback. As causas para este sentimento ter surgido de forma frequente nas pessoas do experimento deverão ser posteriormente analisadas.

Algumas demandas solicitadas por participantes oferecem mais do que desafios técnicos e sim também desafios cognitivos. A questão de sempre ser necessário haver feedback verbal concorrente (dado durante o exercício) e terminal (dado após o término do exercício) em todos os passos e a necessidade de haver

feedback concorrente em saltos devem ser melhor investigadas no futuro. Pois, passos como saltos e passos de allegro no balé clássico, são passos executados em extrema velocidade então podemos levantar o questionamento se seria viável apresentar um feedback verbal concorrente nessas situações e se ele seria possível de ser absorvido pelos bailarinos.

O desejo de utilizar a solução no futuro nos indica que o sistema poderia ser bem recebido pelos bailarinos e, caso bem implementado, ofereceria poucos riscos de continuidade de utilização. O intuito da ferramenta não é substituir o professor de balé ou fazer bailarinos abandonarem as academias ou estúdios de dança e sim permiti-los aprimorar sua técnica de balé em casa, de maneira mais segura e consciente. Estimulando o aprendizado e prática para além das paredes da sala de balé. Isso pode também ser reforçado ao perceber que vários participantes apontaram o uso futuro do sistema como complemento às aulas de balé e não como única forma de prática.

De acordo com as professoras que avaliaram o feedback fornecido pelo sistema, o mesmo se demonstrou coerente visto que todas concordaram com as correções informadas. O protótipo de interface e suas respectivas funcionalidades foram apreciados pelas mesmas - que revelaram o interesse de utilizar um sistema até mesmo como forma de continuar seus estudos enquanto professoras. Consideramos satisfatória a possível utilidade do sistema para bailarinos e pelo sistema não ter sido considerado um “substituto do professor”, percebendo-se que nenhuma professora relatou esta preocupação.

18 CONCLUSÃO

18.1 CONTRIBUIÇÕES

Este trabalho é apenas o primeiro passo para desenvolvermos tecnologias democráticas, acessíveis que atendam necessidades reais do público de balé adulto. Um passo no universo da computação para democratizar o aprendizado de balé clássico. Essa pesquisa, voltada à inovação que não segue o clássico roteiro da pesquisa científica tradicional, mostrou as possibilidades que a tecnologia pode fornecer para o público de balé adulto ao auxiliar o treinamento feito de maneira remota. Ao aplicarmos métodos de design na condução, pudemos fazer o levantamento das reais necessidades desse público e desenvolver o protótipo que as atendesse. O recorte feito para a primeira implementação testada ser relativa ao feedback passado ao usuário, além da interface inicial, também demonstrou resultados positivos.

Muitas lições foram aprendidas e serão aplicadas para as próximas pesquisas a serem feitas nesta área. Conseguimos mapear as necessidades do público de balé adulto para elaborar um sistema de treinamento de balé clássico para essas pessoas. Foi elaborado o design e implementação de feedback verbal automático e em tempo real desse sistema que foi validado por possíveis usuários do mesmo. Além disso, o conjunto de características (*features*) a serem extraídas para se prover o feedback considerado relevante também foi validado - para futuramente ser implementado de maneira totalmente computacional sem o intermédio de um humano.

Não poderíamos dizer que apenas um único objetivo foi alcançado nesta pesquisa, pois conforme foi discutido anteriormente, a cada nova fase o problema tomava novos rumos, mais específicos, e novas abordagens surgiam com o intuito de suprir necessidades reais dos usuários - que participaram ativamente de várias etapas da construção da solução. As contribuições geradas pela pesquisa abrem caminhos para que mais pesquisas sejam feitas para entender e auxiliar o ensino-aprendizagem de balé clássico. As técnicas utilizadas podem ser também aplicadas em outros contextos, como a utilização do Mágico de Oz para simular características de

aprendizagem de máquina. Assim como novas formas de implementar o feedback utilizando mais do que um sistema especialista.

Os resultados encontrados dialogam em harmonia com a literatura existente ao falarmos da motivação da prática do balé pelo público adulto e contribuem para um maior conhecimento ao pensarmos em como poderemos modelar feedback automático para sistema de tempo real. Conseguimos propor uma forma de fornecer feedback que fosse útil ao usuário, no sentido de atingir os principais objetivos de um bom feedback de acordo com a literatura de dança. Se isso tudo for feito através do celular, acreditamos estar um passo mais próximo de diluir a ideia da prática de balé clássico ser feita apenas por uma elite ou pessoas privilegiadas, criando um balé acessível na palma da mão por diversas pessoas.

Desafios e limitações também foram encontrados durante a condução deste trabalho. Fizemos total remodelagem do mesmo em relação à forma como os dados seriam coletados, as entrevistas e experimentos seriam conduzidos por conta da pandemia causada pela COVID-19. Mas aproveitamos essa oportunidade para explorar novas maneiras para fazer a pesquisa de maneira totalmente remota. Por ter se tratado de uma pesquisa majoritariamente qualitativa, futuramente também esperamos testar o protótipo e suas melhorias com mais usuários para uma maior generalização das contribuições obtidas. Em termos de métodos do balé clássico, o principal utilizado nesta pesquisa foi o Russo (Vaganova), com algumas contribuições do Inglês (Royal) por ser de maior familiaridade da autora da pesquisa - limitando assim quais métodos foram explorados. Na seção abaixo, explicaremos mais sobre quais trabalhos pretendemos fazer-nos quais outras pessoas pesquisadoras também poderiam contribuir.

18.2 TRABALHOS FUTUROS

Esta é uma pesquisa que deu luz a novos caminhos para serem explorados em diversas áreas como: neurociência, design, educação, dança e computação. Passando por possíveis inovações nas áreas de inteligência artificial e interação humano-computador, em maneiras de fornecer feedback de forma automática que favoreça o aprendizado por parte dos mais diversos públicos do balé clássico e ao

possibilitar pensarmos em como expandir o ensino-aprendizado da dança através da tecnologia.

Levantamos necessidades reais de bailarinos diversos que estão cada vez mais presentes no cotidiano do balé clássico em todo o mundo, mapeamos seus problemas e elucidamos os pontos que sistemas projetados para esse público poderiam possuir. Ao colocarmos o público de balé adulto como objeto central em nosso desenvolvimento, expandimos os horizontes da fronteira científica até então pouco estudados na computação.

Pretendemos em um futuro próximo investigar mais os resultados obtidos e propor uma nova versão do sistema para ser testada pelos possíveis usuários. Embora os resultados obtidos foram satisfatórios, desejamos ir além dos mesmos a fim de prover uma ferramenta útil e possível de ser utilizada na prática por bailarinos adultos. Para uma próxima versão do protótipo, seria possível implementar e testar possíveis controles sobre o avatar da demonstração e sua personalização.

Através do uso de técnica de aprendizagem de máquina, poderemos realizar de maneira automática a extração de características - que em nosso trabalho atual foi realizada pela técnica Mágico de Oz. Para essa extração e classificação, uma possível base de dados será gerada e também surgirá como contribuição para outros trabalhos na área. Além disso, o feedback verbal fornecido pelo sistema também poderá ser transmitido a partir de técnicas de aprendizagem de máquina ao invés de um sistema especialista baseado em regras como foi feito neste trabalho e poderemos testar os impactos positivos e negativos dessa outra forma de automatização do feedback - que poderá gerar mais diversidade dos mesmos, conforme solicitado por alguns participantes do experimento.

Ainda sobre o feedback verbal, poderemos estudar a inserção de espacialidade no áudio e utilização de fones de ouvido para um outro tipo de experiência com feedback auditivo. Também estaremos abertos a explorar outras formas de feedback como o tátil e o visual.

Ainda há inúmeros desafios e possibilidades a serem investigadas e estudadas. Este trabalho é apenas o começo da exploração do universo de tecnologias para o aprendizado de balé voltado para o público de balé adulto.

REFERÊNCIAS

ALENCASTRO, Itiberê Gross; PINTO, Aline. Sensações e motivações: o ballet clássico como prática corporal na idade adulta. Encontro de Pesquisa em Arte da FUNDARTE/Seminário dos Grupos de Pesquisa da UERGS/Montenegro, n. 8, p. P. 302-305, 2015.

ALEXIADIS, Dimitrios S. et al. Evaluating a dancer's performance using kinect-based skeleton tracking. In: **Proceedings of the 19th ACM international conference on Multimedia**. 2011. p. 659-662.

ALI-HAAPALA, Anja; MOYLE, Gene; KERR, Graham. Ballet moves for adult creative health: Stage One-Research Report. 2018.

ALMEIDA, Uriel Trindade de. LBO: um método de abordagem que respeita as singularidades corporais em um ensino contemporâneo para o balé clássico. 2015.

ANDERSON, Fraser et al. YouMove: enhancing movement training with an augmented reality mirror. In: **Proceedings of the 26th annual ACM symposium on User interface software and technology**. 2013. p. 311-320.

BAKOIANNI, Sophia et al. Teaching Traditional Dance using E-learning tools: Experience from the WebDANCE project. 2007.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. Traduzido por Luís Antero Reto, Augusto Pinheiro. São Paulo: Edições 70, 2011.

BARIONI, Ricardo R. et al. BalletVR: a Virtual Reality System for Ballet Arm Positions Training. In: **2019 21st Symposium on Virtual and Augmented Reality (SVR)**. IEEE, 2019. p. 10-16.

BOYER, Eva et al. Video modeling by experts with video feedback to enhance gymnastics skills. *Journal of Applied Behavior Analysis*. 2009. p. 855-860.

BROWN, Tim; KATZ, Barry. **Change by design: How design thinking transforms organizations and inspires innovation**. New York, NY: HarperBusiness, 2019.

CALVERT, Tom et al. Applications of computers to dance. **IEEE computer Graphics and Applications**, v. 25, n. 2, p. 6-12, 2005.

CAMURRI, Antonio et al. The dancer in the eye: towards a multi-layered computational framework of qualities in movement. In: **Proceedings of the 3rd International Symposium on Movement and Computing**. 2016. p. 1-7.

CAMURRI, Antonio; VOLPE, Gualtiero. The intersection of art and technology. **IEEE MultiMedia**, v. 23, n. 1, p. 10-17, 2016.

CASTRO, Caroline Konzen; VALESKA, Olga. Dança Clássica: da origem à profissionalização. **Anais ABRACE**, v. 14, n. 1, 2013.

CAVALLO, David et al. RoBallet: exploring learning through expression in the arts through constructing in a technologically immersive environment. In: **Proceedings of the 6th international conference on Learning sciences**. 2014. p. 105-112.

CHAN, Jacky CP et al. A virtual reality dance training system using motion capture technology. **IEEE transactions on learning technologies**, v. 4, n. 2, p. 187-195, 2010.

CHARBONNEAU, Emiko; MILLER, Andrew; LAVIOLA JR, Joseph J. Teach me to dance: exploring player experience and performance in full body dance games. In: **Proceedings of the 8th International Conference on Advances in Computer Entertainment Technology**. 2011. p. 1-8.

CHATZOPOULOS, Dimitris. Effects of Ballet Training on Proprioception, Balance, and Rhythmic Synchronization of Young Children. **Journal of Exercise Physiology Online**, v. 22, n. 2, 2019.

CISNEROS, Rosemary E. et al. WhoLoDanceE: digital tools and the dance learning environment. **Research in Dance Education**, v. 20, n. 1, p. 54-72, 2019.

DAHLBÄCK, Nils; JÖNSSON, Arne; AHRENBERG, Lars. Wizard of Oz studies—why and how. **Knowledge-based systems**, v. 6, n. 4, p. 258-266, 1993.

DEARBORN, Karen; ROSS, Rachael. Dance learning and the mirror: comparison study of dance phrase learning with and without mirrors. **Journal of Dance Education**, v. 6, n. 4, p. 109-115, 2006.

DEAKIN, Hannah; WAKEFIELD, Kelly. Skype interviewing: Reflections of two PhD researchers. **Qualitative research**, v. 14, n. 5, p. 603-616, 2014.

DE NADAI, Carolina Camargo. Modos organizativos em dança: designs que se materializam enquanto o corpo dança. **Revista Científica/FAP**, 2011.

DE OLIVEIRA, Viviane; LOPES, Juliana Siqueira. Motivação para a prática de balé clássico por mulheres adultas. *Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde*, v. 25, p. 1-6, 2020.

DIAS, Cláudia Augusto. Grupo focal: técnica de coleta de dados em pesquisas qualitativas. **Informação & Sociedade**, v. 10, n. 2, 2000.

DIAS PEREIRA DOS SANTOS, Augusto; YACEF, Kalina; MARTINEZ-MALDONADO, Roberto. Forró trainer: Automated feedback for partner dance learning. In: **Adjunct Publication of the 25th Conference on User Modeling, Adaptation and Personalization**. 2017. p. 103-104.

DROBNY, Dieter; WEISS, Malte; BORCHERS, Jan. Saltate! A sensor-based system to support dance beginners. In: **CHI'09 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems**. 2009. p. 3943-3948.

DURKIN, Jack; DURKIN, John. **Expert systems: design and development**. Prentice Hall PTR, 1994.

EAVES, Daniel L. et al. The short-term effects of real-time virtual reality feedback on motor learning in dance. **Presence: Teleoperators and Virtual Environments**, v. 20, n. 1, p. 62-77, 2011.

EL RAHEB, Katerina; KATIFORI, Akrivi; IOANNIDIS, Yannis E. HCI challenges in Dance Education. **EAI Endorsed Trans. Ambient Syst.**, v. 3, n. 9, p. e7, 2016.

FERREIRA, Mirza; STRAZZACAPPA, Márcia. Primeiros passos do balé clássico no Brasil. **Anais ABRACE**, v. 13, n. 1, 2012.

FOURIE, Margaux; VAN DER HAAR, Dustin. Ballet Pose Recognition: A Bag-of-Words Support Vector Machine Model for the Dance Training Environment. In:

International Conference on Information Science and Applications. Springer, Singapore, 2018. p. 317-325.

FOURIE, Margaux; VAN DER HAAR, Dustin. Computer Vision for the Ballet Industry: A Comparative Study of Methods for Pose Recognition. In: **International Conference on Business Information Systems.** Springer, Cham, 2020. p. 118-129.

GIBBONS, Elizabeth. **Teaching dance: The spectrum of styles.** AuthorHouse, 2019.

GAVRILA, Darius M. The visual analysis of human movement: A survey. **Computer vision and image understanding**, v. 73, n. 1, p. 82-98, 1999.

GROßHAUSER, Tobias et al. Wearable sensor-based real-time sonification of motion and foot pressure in dance teaching and training. **Journal of the Audio Engineering Society**, v. 60, n. 7/8, p. 580-589, 2012.

HACHIMURA, Koaburo; KATO, Hiromu; TAMURA, Hideyuki. A prototype dance training support system with motion capture and mixed reality technologies. In: **ROMAN 2004. 13th IEEE International Workshop on Robot and Human Interactive Communication (IEEE Catalog No. 04TH8759).** IEEE, 2004. p. 217-222.

HEYANG, Tuomeiciren; MARTIN, Rose. A reimagined world: international tertiary dance education in light of COVID-19. **Research in Dance Education**, p. 1-15, 2020.

HONG, Gwang-Soo et al. A ballet posture education using IT techniques: a comparative study. In: **Proceedings of the Sixth International Conference on Emerging Databases: Technologies, Applications, and Theory.** 2016. p. 114-116.

HUNTER, Dan; WERBACH, Kevin. **For the win.** Wharton digital press, 2012.

JOSHI, Manish; CHAKRABARTY, Sangeeta. An extensive review of computational dance automation techniques and applications. **Proceedings of the Royal Society A**, v. 477, n. 2251, p. 20210071, 2021.

KHALID, Samina; KHALIL, Tehmina; NASREEN, Shamila. A survey of feature selection and feature extraction techniques in machine learning. In: **2014 science and information conference.** IEEE, 2014. p. 372-378.

KASSING, Gayle. Ballet: fundamentos e técnicas. **Tradução de Nilce Xavier. Barueri, São Paulo: Manole, 2016.**

KIM, Dohyung; KIM, Dong-Hyeon; KWAK, Keun-Chang. Classification of K-Pop dance movements based on skeleton information obtained by a kinect sensor. **Sensors**, v. 17, n. 6, p. 1261, 2017.

KNUDSEN, Esben Winther et al. Audio-visual feedback for self-monitoring posture in ballet training. In: **New Interfaces for Musical Expression 2017**. New Interfaces for Musical Expression, 2017. p. 71-76.

KOFF, Susan R. Toward a definition of dance education. **Childhood Education**, v. 77, n. 1, p. 27-32, 2000.

KYAN, Matthew et al. An approach to ballet dance training through ms kinect and visualization in a cave virtual reality environment. **ACM Transactions on Intelligent Systems and Technology (TIST)**, v. 6, n. 2, p. 1-37, 2015.

LEIJEN, Äli et al. Streaming video to enhance students' reflection in dance education. **Computers & Education**, v. 52, n. 1, p. 169-176, 2009.

LEIJEN, Äli et al. Students' perspectives on e-learning and the use of a virtual learning environment in dance education. **Research in Dance Education**, v. 9, n. 2, p. 147-162, 2008.

LIEBERMAN, Jeff; BREAZEAL, Cynthia. TIKL: Development of a wearable vibrotactile feedback suit for improved human motor learning. **IEEE Transactions on Robotics**, v. 23, n. 5, p. 919-926, 2007.

MARBÁ, Romolo Falcão; SILVA, Geusiane Soares da; GUIMARÃES, Thamara Barbosa. Dança na promoção da saúde e melhoria da qualidade de vida. **Revista Científica do ITPAC, Araguaína**, v. 9, n. 1, 2016.

MARQUARDT, Zoe et al. Super Mirror: a kinect interface for ballet dancers. In: CHI'12 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems. 2012. p. 1619-1624.

MATIAS, Yuri Anthony Damas. Ensino do balé clássico: o processo de ensino-aprendizagem por pedagogias mais inclusivas. 2021.

MENG, Xiangfei et al. Effects of dance intervention on global cognition, executive function and memory of older adults: a meta-analysis and systematic review. **Aging Clinical and Experimental Research**, v. 32, n. 1, p. 7-19, 2020.

MCCORMACK, Moira Cameron et al. The physical attributes most required in professional ballet: a Delphi study. *Sports medicine international open*, v. 3, n. 1, p. E1, 2019.

MUNEESAWANG, Paisarn et al. A machine intelligence approach to virtual ballet training. *IEEE MultiMedia*, v. 22, n. 4, p. 80-92, 2015.

NAKAMURA, Jeanne; CSIKSZENTMIHALYI, Mihaly. Flow theory and research. **Handbook of positive psychology**, p. 195-206, 2009.

NEWELL, Karl M. Motor skill acquisition. **Annual review of psychology**, v. 42, n. 1, p. 213-237, 1991.

NGUYEN, Ngoc-Hoang et al. Gesture Recognition Based on 3D Human Pose Estimation and Body Part Segmentation for RGB Data Input. **Applied Sciences**, v. 10, n. 18, p. 6188, 2020.

ORTIZ, Felipe Chibás. Métodos de criatividade para a gestão de projetos inovadores. **Revista Inovação Tecnológica**, v. 4, n. 1-2014, 2014.

OWEN, Charles B. et al. Computer literacy through dance: the dancing computer project. **International Journal of Pervasive Computing and Communications**, 2017.

PALACIO, Pablo; BISIG, Daniel. Piano&Dancer: Interaction Between a Dancer and an Acoustic Instrument. In: **Proceedings of the 4th International Conference on Movement Computing**. 2017. p. 1-8.

PARRISH, Mila. Technology in dance education. In: **International handbook of research in arts education**. Springer, Dordrecht, 2007. p. 1381-1397.

PITANGA, Francisco José Gondim; BECK, Carmem Cristina; PITANGA, Cristiano Penas Seara. Atividade física e redução do comportamento sedentário durante a pandemia do Coronavírus. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, v. 114, n. 6, p. 1058-1060, 2020.

POLITIS, George. Computers and dance: a bibliography. **Leonardo**, p. 87-90, 1990.

PROTOPAPADAKIS, Eftychios et al. Dance pose identification from motion capture data: a comparison of classifiers. **Technologies**, v. 6, n. 1, p. 31, 2018.

RAHEB, Katerina El et al. Dance interactive learning systems: A study on interaction workflow and teaching approaches. **ACM Computing Surveys (CSUR)**, v. 52, n. 3, p. 1-37, 2019.

RALLIS, Ioannis et al. Machine learning for intangible cultural heritage: a review of techniques on dance analysis. **Visual Computing for Cultural Heritage**, p. 103-119, 2020.

RIZZO, Anna et al. WhoLoDancE: Whole-body Interaction Learning for Dance Education. In: **CIRA@ EuroMed**. 2018. p. 41-50.

SALDAÑA, Johnny. **The Coding Manual for Qualitative Researchers**. Second edition. SAGE Publications. 2013

SÄLJÖ, Roger. Learning about learning. **Higher education**, v. 8, n. 4, p. 443-451, 1979.

SCHNEIDER, Amanda Schons et al. Aplicabilidade e benefícios da dançaterapia como prática de cuidado em saúde: uma revisão integrativa. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 7, p. e344974009-e344974009, 2020.

SHARP, Helen; PREECE, Jennifer; ROGERS, Yvonne. **Interaction design. Oltre l'interazione uomo-macchina**. Apogeo Editore, 2019.

SILVA, José Eduardo Cezário da. Ballet clássico: significados e vivências de pessoas adultas. **Ballet clássico: significados e vivências de pessoas adultas**, 2018.

SIGRIST, Roland et al. Augmented visual, auditory, haptic, and multimodal feedback in motor learning: a review. **Psychonomic bulletin & review**, v. 20, n. 1, p. 21-53, 2013.

SIVVAS, Georgios et al. Dance contribution in health promotion. **Journal of physical education and sport**, v. 15, n. 3, p. 484, 2015.

SMOLIAR, Stephen W. Computers helping dance notation help the dance: a vision. In: Proceedings of the May 19-22, 1980, national computer conference. 1980. p. 67-71.

SOGA, Asako et al. Web3D dance composer: automatic composition of ballet sequences. In: **ACM SIGGRAPH 2006 Research posters**. 2006. p. 5-es.

SOGA, A.; ENDO, M.; YASUDA, T. Motion description and composing system for classic ballet animation on the Web. In: **Proceedings 10th IEEE International Workshop on Robot and Human Interactive Communication. ROMAN 2001 (Cat. No. 01TH8591)**. IEEE, 2001. p. 134-139.

SOUZA, Luiz Gustavo Silva Ferreira de; PIO, Larissa Rodrigues Machado do Nascimento; SILVA, Juliana Florêncio da. Fatores motivacionais para a prática do ballet clássico por mulheres adultas. 2018.

SUKEL, Katherine E. et al. Presenting movement in a computer-based dance tutor. **International Journal of Human-Computer Interaction**, v. 15, n. 3, p. 433-452, 2003.

SUKEL, K.; BROSTOW, G.; ESSA, I. Towards and interactive computer-based dance tutor. **Concept Paper, Georgia Institute of Technology, Atlanta**, p. 1-5, 1998.

SZELISKI, Richard. **Computer vision: algorithms and applications**. Springer Science & Business Media, 2010.

THESLEFF, Paula. Participation in dance training in Finland: a study of motives and behavior regulation. 2014.

THIEL, David V. et al. Accelerometer based performance assessment of basic routines in classical ballet. **Procedia Engineering**, v. 72, p. 14-19, 2014.

TONGPAENG, Yootthapong; SRIBUNTHANKUL, Patcharaphon; SUREEPHONG, Pradorn. Evaluating real-time thai dance using Thai dance training tool. In: **2018 International Conference on Digital Arts, Media and Technology (ICDAMT)**. IEEE, 2018. p. 185-189.

TRAJKOVA, Milka; CAFARO, Francesco. Current Use, Non-Use, and Future Use of Ballet Learning Technologies. In: **Designing Interactive Systems Conference 2021**. 2021. p. 2052-2067.

TRAJKOVA, Milka; CAFARO, Francesco. E-ballet: designing for remote ballet learning. In: **Proceedings of the 2016 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing: Adjunct**. 2016. p. 213-216.

TRAJKOVA, Milka; CAFARO, Francesco. Takes Tutu to ballet: Designing visual and verbal feedback for augmented mirrors. **Proceedings of the ACM on Interactive, Mobile, Wearable and Ubiquitous Technologies**, v. 2, n. 1, p. 1-30, 2018.

TSAMPOUNARIS, Georgios et al. Exploring visualizations in real-time motion capture for dance education. In: **Proceedings of the 20th Pan-Hellenic Conference on Informatics**. 2016. p. 1-6.

TWITCHETT, Emily et al. Video analysis of classical ballet performance. **Journal of Dance Medicine & Science**, v. 13, n. 4, p. 124-128, 2009.

USUI, Yoko; SATO, Katsumi; WATABE, Shinichi. Learning Hawaiian hula dance by using tablet computer. In: **SIGGRAPH Asia 2015 Symposium on Education**. 2015. p. 1-2.

VAGANOVA, Agrippina. **Basic principles of classical ballet**. Courier Corporation, 2012.

WANG, Cenzi; WANG, Stephen Jia. Relevé: An at-home ballet self-learning interactive system. **KnE Engineering**, p. 242-248, 2016.

WANG, Pichao et al. Mining mid-level features for action recognition based on effective skeleton representation. In: **2014 International Conference on Digital Image Computing: Techniques and Applications (DICTA)**. IEEE, 2014. p. 1-8.

WIEDENHOFER, Solveig; KOCH, Sabine C. Active factors in dance/movement therapy: Specifying health effects of non-goal-orientation in movement. **The Arts in Psychotherapy**, v. 52, p. 10-23, 2017.

YANG, Yang et al. Automatic dance lesson generation. **IEEE Transactions on Learning Technologies**, v. 5, n. 3, p. 191-198, 2011.

ZIKAN, Fernando Eduardo et al. Saúde e Dança: alternativas virtuais de orientações em saúde-uma ação de extensão adaptada durante a pandemia de Covid-19. **RAÍZES E RUMOS**, v. 8, n. 2, p. 210-219, 2020.