

**COMO O *FEEDBACK* VISUAL  
EM TEMPO REAL PODE  
AUXILIAR A APRENDIZAGEM  
E PERFORMANCE DE  
ARTICULAÇÕES MUSICAIS EM  
AULAS DE PIANO NO ENSINO  
SUPERIOR?**

HOW CAN REAL TIME VISUAL FEEDBACK  
SUPPORT LEARNING AND PERFORMANCE  
OF MUSICAL ARTICULATIONS IN HIGHER  
EDUCATION PIANO LESSONS?<sup>2-3</sup>

*Luciana Fernandes Hamond<sup>1</sup>*  
*Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT)*  
*luciana.hamond@ufmt.br*

*Submetido em 23/04/23*  
*Aprovado em 11/12/23*

## Resumo

Gravações de performances conhecidas têm sido analisadas por meio de programa *Digital Audio Workstation* (DAW) — oferecendo *insights* sobre aspectos da performance, como variações de tempo e de dinâmica, a articulação e o uso do pedal — no entanto a aplicação de tecnologias digitais em aulas de piano ainda é pouco pesquisada. Uma pesquisa conduzida no Brasil explorou o uso de *feedback* visual gerado por tecnologia por três duplas de professor-aluno de piano no contexto do ensino superior. Um estudo de caso-ação foi conduzido e um método de análise de dados qualitativos múltiplos foi adotado. O sistema de tecnologia aplicado era composto por um piano digital conectado a um notebook (computador portátil) rodando um programa DAW por meio de uma interface MIDI (Musical Instrument Digital Interface) e uma tela de computador adicional. Os dados coletados foram: (i) observações de aulas de piano registradas em vídeo (n = 6), (ii) entrevistas semiestruturadas com os participantes gravadas em áudio (n = 12) e (iii) dados MIDI salvos no programa DAW. Este artigo apresenta os resultados da análise de dados observacionais e de dados MIDI, onde o foco na aula de piano foi trabalhar as articulações musicais no piano. Os tipos de articulação abordados neste artigo foram o *legato* de dedos na performance de baixo *d’Alberti*, na condução melódica em acordes e em arpejos, e na sincronia dos dedos em acordes. Os resultados sugerem que, quando os aspectos sutis da articulação ao piano tornam-se explícitos visualmente para professor e aluno, ambos se tornam mais conscientes dessas questões. Além

## Abstract

Recordings of well-known piano performances have been analysed through technology-generated MIDI data — offering insights into certain features of performance, such as timing, dynamics, articulation, and pedalling — nevertheless, the application of digital technologies to the actual process of studio-based piano learning and teaching remains under-researched. A research study conducted in Brazil explored the use of visual feedback alongside three teacher-student pairs in the higher education context. An action case approach was conducted and a qualitative multiple data analysis method was adopted. The technology feedback system involved a digital piano connected to a laptop computer running Digital Audio Workstation (DAW) software via a Musical Instrument Digital Interface (MIDI) interface and an additional computer screen. Three related datasets were collected: (i) digital video recordings of the piano lessons (n = 6), (ii) audio recordings of semi-structured interviews with participants (n = 12) and (iii) MIDI data saved in the DAW software. This paper presents the results of the analysis of observational data and MIDI data where the piano lesson focus was to work on musical articulations on the piano. The types of articulation addressed in this paper were finger *legato* in the *Alberti’s* bass performance, melodic conduction in chords and arpeggios, and finger synchrony in chords. Findings suggest that when subtle aspects of articulation are made visible to both teacher and student using this technology system, both become more aware of these issues. In addition, when visual feedback is used, the lesson focus can be

disso, quando o *feedback* visual é utilizado, o foco da aula pode tornar-se mais claro e as discussões entre professor e aluno mais eficazes.

clearer, and discussions between teacher and student become more effective.

**Palavras-chave:** Análise da performance ao piano, articulações musicais, *legato* de dedos, *feedback* visual, aprendizagem de piano mediada por tecnologia.

**Keywords:** Piano performance analysis, musical articulations, finger *legato*, visual feedback technology-enhanced piano learning.

---

1 Luciana Fernandes Hamond é docente dos cursos de Bacharelado e de Licenciatura em Música do Departamento de Artes da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT) atuando nas áreas de Piano e Educação Musical. É Ph.D. em Educação Musical pela University College London (UCL) Institute of Education, Londres, Inglaterra, tendo recebido bolsa CAPES Doutorado Pleno no Exterior. É líder do grupo de pesquisa Piano e Tecnologia (PIANOTEC) registrado no CNPq. Tem interesse nas áreas de pedagogia do piano, tecnologias digitais no ensino e aprendizagem de piano presencial e on-line, e métodos qualitativos em educação musical. <https://orcid.org/0000-0001-5345-3802>

2 Este artigo é um recorte do trabalho de doutorado da autora (Hamond, 2017).

3 Este estudo foi parcialmente financiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código Financeiro 001

## Introdução

Este artigo é um recorte da pesquisa de doutorado de Hamond (2017) sobre o uso de *feedback* visual, combinado com auditivo, aplicado em duas aulas de piano no ensino superior. Neste artigo, argumenta-se que o uso de *feedback* visual em tempo real, gerado por tecnologia, pode aprimorar a aprendizagem e a performance musical do aluno em aspectos da articulação no repertório de piano durante aulas individuais e presenciais no ensino superior. O conceito de *feedback* é central para este artigo. O *feedback* é um aspecto crucial para aprimorar a aprendizagem. Wiener (1961) foi o primeiro autor a usar o conceito de *feedback* para descrever informações sobre uma variável controlável (Schwartz; Andrasik, 2003). No contexto educacional, o *feedback* inclui informações sobre a performance ou a compreensão do aluno, podendo ser fornecido por outro indivíduo, como um professor ou um colega, pelo próprio indivíduo e até mesmo por meio de fontes externas, como a tecnologia (Hattie; Timperley, 2007). O *feedback* é um aspecto essencial na área de aprendizagem e controle motor (Magill, 1989; Schmidt; Lee, 2011), na sala de aula (Hattie; Timperley, 2007), e na educação musical, especialmente no aprendizado de instrumento e canto (Bryan, 2004; Burwell, 2010; Gaunt, 2007, 2009, 2011; Kostka, 1984; Siebenaler, 1997; Speer, 1994).

Na área de aprendizagem e controle motor em esportes, o *feedback* pode ser ampliado pelo uso de tecnologia, permitindo que os alunos possam melhorar a aprendizagem ao observar suas próprias performances gravadas ou uma representação gráfica das performances enquanto recebem orientações de seus treinadores (Magill, 1989; Schmidt; Lee, 2011). Na educação musical, a tecnologia tem demonstrado aprimorar a aprendizagem (Himonides, 2012), especialmente no ensino superior (King, 2008), na sala de aula de música (Savage, 2007) e no ensino de instrumentos e canto (Zhukov, 2013). Há evidências de que a aplicação da tecnologia pode aumentar a consciência das próprias performances dos alunos por meio da autoavaliação (Carey; Grant, 2015b; Daniel, 2001; Welch, 1985; Welch; Howard; Rush, 1989; Zhukov, 2010).

O *feedback* em aulas de piano abrange tanto o *feedback* intrapessoal, proveniente do sistema sensorial do aluno, quanto o *feedback* interpessoal entre professor e aluno. As pesquisas sobre *feedback* intrapessoal têm explorado o papel do *feedback* auditivo, visual e proprioceptivo no estudo de piano, leitura à primeira vista, memorização, prática ou performance, sincronização de duetos com piano e aprendizado de obras desconhecidas (por exemplo, Banton, 1995; Bishop; Goebel, 2015, 2018; Furuya; Soechting, 2010). Além disso, o *feedback* intrapessoal envolve mecanismos internos, como a consciência (Acitores, 2011; Damasio, 2000; Jeannerod, 2006), autorregulação (Nielsen, 2001), conhecimento metacognitivo (Schraw; Dennison, 1994) e a percepção de si mesmo (Damásio, 2012). Essas pesquisas foram cruciais para compreender os tipos de *feedback* significativos para alunos de piano e as variações na percepção do *feedback* intrapessoal ao tocar piano.

O *feedback* interpessoal geralmente ocorre quando professores informam os alunos sobre aspectos técnicos ou interpretativos a serem melhorados em suas performances. Esse *feedback* pode ser geral (positivo, negativo ou ambíguo) ou específico.

Estudos examinaram a interação entre professor e aluno em aulas de instrumentos ou canto (Benson; Fung, 2005; Burwell, 2010; Duke; Buckner, 2009; Speer, 1994; Siebenaler, 1997; Welch et al., 2005). Uma síntese dos tipos de *feedback* verbal e não verbal na aprendizagem e ensino de instrumentos e canto resultou em diversas subcategorias (Hamond, 2017; Hamond; Welch; Himonides, 2019; Hamond; Himonides; Welch, 2020). Essas categorias incluem dar orientações, fazer perguntas, fornecer informações, dar *feedback* verbal (positivo, negativo ou neutro) e comentar sobre outros assuntos. No *feedback* não verbal, há subcategorias como tocar junto, modelar (tocando ou cantando), imitar a performance do aluno, fazer gestos com as mãos, dar *feedback* não verbal (sorrir, balançar a cabeça concordando ou não, fazer expressões faciais), reger ou marcar o tempo.

Apesar de oferecer uma aprendizagem personalizada, o ensino individual de instrumento e canto é frequentemente dominado pelo professor (Creech; Gaunt, 2012), seguindo um modelo de mestre-aprendiz (Hallam, 1998; Jørgensen, 2000). Pesquisas mostraram que os professores esperam que seus alunos sejam independentes e autônomos em sua aprendizagem (Carey; Grant, 2015b; Gaunt, 2007), enquanto os alunos esperam que seus professores os ajudem a desenvolver essa independência (Carey; Grant, 2015b; Gaunt, 2009). Contudo, como os professores geralmente dominam essas aulas (Bryan, 2004; Creech; Gaunt, 2012), a modelagem pode tornar os alunos dependentes do professor para aprender, prejudicando o desenvolvimento da autonomia (Carey; Grant, 2015b). O uso de tecnologia pode ser uma solução para transformar essa abordagem pedagógica tradicional (Creech; Gaunt, 2012).

O *feedback* interpessoal também envolve o *feedback* mediado pela tecnologia. O uso de tecnologia foi considerado valioso na maioria dos estudos relatados no ensino de piano e de outros instrumentos, diferentes do piano. Tecnologias como gravação de áudio (Zhukov, 2010), gravação de vídeo (Daniel, 2001; Boucher et al., 2021), tecnologia MIDI através de gráficos de *piano roll* (Riley, 2005; Tomita; Barber, 2008), conhecimento de resultado e variabilidade da prática (Welch, 1985), *feedback* visual em tempo real (Welch, Howard; Rush, 1989; Welch et al., 2005), *feedback* provido por computador (JUSLIN et al., 2006) e várias tecnologias de mídia instrucional (Benson, 1998) demonstraram benefícios para a aprendizagem de instrumentos e canto. Entre os benefícios do uso de tecnologia estão o aumento da consciência da performance musical (Daniel, 2001; Riley, 2005; Tomita; Barber, 2008; Zhukov, 2010), e o desenvolvimento da autonomia do aluno e sua responsabilidade pela aprendizagem por meio de autoavaliação, autorreflexão e pensamento crítico (Carey; Grant, 2015a; Riley, 2005; Zhukov, 2010).

A aplicação de *feedback* visual em tempo real (FVTR) em aulas de canto do ensino superior no Reino Unido auxiliou na aprendizagem de aspectos específicos de voz, variando entre os professores de canto em relação às abordagens pedagógicas adotadas e ao tempo de aula gasto com a tecnologia (Welch et al., 2005). No entanto, o tipo de representação visual de FVTR parece ter um impacto no resultado de performance, especialmente quando os alunos imitam um padrão rítmico na aprendizagem de percussão (Brandmeyer, 2006). Além disso, a imitação pode ser mais precisa para a dinâmica (intensidade) do que para a duração (variações de tempo) (Sadakata

et al., 2008). Os estudos relacionados ao uso de FVTR e piano indicam o potencial que dispositivos tecnológicos recentemente projetados têm para performances ao piano (McPherson, 2013), inclusive em improvisação de piano (François et al., 2007). Com exceção da pesquisa de Welch et al. (2005), pesquisas anteriores não aplicaram *feedback* gerado por tecnologia em aulas de instrumento ou canto no contexto do ensino superior. Assim, há uma necessidade de investigar a aplicação de *feedback* visual com o professor trabalhando lado a lado de um aluno.

A análise de performances musicais de intérpretes conhecidos foi conduzida por meio de dados MIDI gerados por tecnologia, associados a certos parâmetros de performance musical, como tempo, dinâmica, articulação e uso do pedal (por exemplo, Bernays; Traube, 2014; Bresin; Battel, 2000; Palmer, 1989; Repp, 1994). Essas análises foram possíveis devido aos dados MIDI derivados da aplicação da tecnologia MIDI a pianos controlados por computador. Nesses estudos, os dados MIDI foram usados para analisar quantitativamente as execuções gravadas no piano, relacionando a articulação, tempo, dinâmica ou uso do pedal através da análise de parâmetros MIDI que revelam dados sobre as ações dos pianistas no teclado e no pedal (por exemplo, Bernays; Traube, 2014; Bresin; Battel, 2000; Palmer, 1989; Repp, 1994). Utilizando tecnologias digitais, os aspectos das performances de piano podem ser analisados através de *inter-onset-interval* (IOI), *key overlap time* (KOT) e *key detached time* (KDT) (Bresin; Battel, 2000; Palmer, 1989). No entanto, uma análise qualitativa dos parâmetros MIDI, por meio das cores, tamanhos, assincronias e sobreposições de notas MIDI, pode informar professores e alunos de piano sobre aspectos da performance musical a serem melhorados. Essas pesquisas prévias fornecem *insights* para esta pesquisa ao sugerir uma associação entre os parâmetros MIDI e os de performance musical. Este artigo, portanto, concentra-se na aplicação de *feedback* visual em tempo real gerado por tecnologia em aulas de piano, visando compreender as abordagens pedagógicas para aprimorar a articulação musical ao piano na performance de alunos que estudam sonatas clássicas no contexto do ensino superior. Foram abordados diferentes tipos de articulação musical, incluindo o *legato* de dedos na performance de baixo *d'Alberti*, na condução melódica em acordes, na execução de arpejos e a sincronização dos dedos em acordes.

## **Materiais E Métodos**

Este estudo adotou a abordagem de estudo de caso-ação (Braa; Vidgen, 1999), utilizando uma metodologia de pesquisa híbrida que incorporou elementos do estudo de caso (Stake, 1995; Yin, 2014) e da pesquisa-ação (Kemmis, 1993). Segundo Braa e Vidgen (1999, p. 44), uma abordagem de estudo de caso-ação reflete "um método que é um híbrido de pesquisa de ação (intervenção) e estudo de caso simples (interpretação)". Os casos estudados compreendem três pares de professor-aluno de piano atuantes no ensino superior, enquanto a intervenção refere-se à aplicação de tecnologia facilitada pela pesquisadora (autora). As características do estudo de caso-ação, conforme descrito por Braa e Vidgen (1999), tornam essa abordagem a mais apropriada para este estudo.

## Participantes

Os participantes foram três professores de piano e seus respectivos alunos, os quais trabalhavam juntos semanalmente há pelo menos dois anos em uma instituição de ensino superior no Brasil. O estudo de caso A consistiu em um professor e um aluno de piano complementar do Curso de Licenciatura em Música, enquanto os estudos de caso B e C envolveram um professor e seus alunos de piano do Curso de Bacharelado em Piano. Todos os alunos selecionaram um movimento de uma sonata clássica para trabalhar durante este estudo, nos dias das intervenções.

Os três professores possuíam vasta experiência no ensino de piano, em apresentações em concertos ao vivo e em gravações de CDs. Na época da coleta de dados (janeiro de 2014), os professores relataram ter experiência no uso de vídeos de pianistas famosos em suas aulas (estudo de caso A, mulher, 51 anos), no uso de gravações de áudio ou vídeo da performance dos alunos através de iPad ou celular (estudo de caso B, mulher, 53 anos, e estudo de caso C, homem, 43 anos). Os alunos dos estudos de caso A (homem, 25 anos) e B (mulher, 23 anos) relataram ter alguma experiência com tecnologia, como tocar em um piano digital e gravar áudio ou vídeo de suas próprias performances para auxiliar no autoestudo, enquanto o aluno C (homem, 30 anos) relatou ter menos experiência. O consentimento para participação no estudo também foi obtido tanto dos professores quanto dos alunos participantes.

## Materiais

O conjunto de materiais utilizados neste estudo pode ser classificado em dois grupos: (1) materiais empregados para a aplicação do *feedback* visual em tempo real; e (2) equipamentos utilizados para a coleta de dados por meio de observação de vídeo, dados MIDI gerados pela tecnologia e entrevistas.

A primeira lista de materiais incluiu um piano digital (Yamaha Clavinova CVP-403); dois cabos MIDI (THE SSSNAKE SK366-3-BLK MIDI); um laptop (SONY VAIO) executando o programa DAW, *Reaper* da Cockos (<http://www.reaper.fm/>), com opção de tela de *piano roll* através de uma interface MIDI (MIDISPORT 1X1 USB); um monitor adicional de PC (LG FLATRON W1943SE) para ser posicionado na frente do aluno de piano; e um cabo VGA para conectar o notebook e o monitor adicional do PC.

A segunda lista de equipamentos consistiu em duas câmeras digitais (câmera acessível SONY HDR-CX280E), dois tripés para as câmeras digitais para a coleta de dados de vídeo e um gravador de voz (Zoom H1 *Handy Portable Digital Recorder*) para a coleta de dados de áudio. Os dados MIDI foram coletados quando os projetos eram salvos no programa DAW.

Quanto ao uso do programa DAW, especialmente o *Reaper*, os professores relataram não possuir experiência com o programa. Enquanto isso, os alunos A e B relataram estar familiarizados com o programa para propósitos de produção musical, como gravação, edição, processamento, mixagem e masterização. Além disso, os três pares de professores e alunos mencionaram nunca ter experimentado um sistema tecnológico como esse

em suas aulas de piano no ensino superior. Esse sistema foi escolhido devido à sua capacidade de gravar e reproduzir dados relacionados à performance musical ao piano, gerando visualizações em *piano roll* na tela do computador. Através desse sistema, as ações nas teclas e no pedal realizadas pelo professor ou pelo aluno podem ser reproduzidas fielmente durante as aulas. Além disso, esse sistema tecnológico parece ser acessível e fácil de usar, o que permite sua adoção em aulas de piano tanto pelos professores do ensino superior quanto pelos próprios alunos.

## Coleta de dados

Na pesquisa principal (Hamond, 2017), foram coletados três conjuntos de dados relacionados: gravações das aulas de piano em vídeo ( $n = 6$ ), gravações de entrevistas semiestruturadas com os participantes em áudio ( $n = 12$ ) e dados MIDI gerados por meio do programa DAW. Apesar de a pesquisa completa (Hamond, 2017) envolver a coleta desses três conjuntos de dados, este artigo apresenta os resultados da análise dos dados observacionais (vídeos das aulas) e dos dados MIDI, onde a articulação musical foi o foco nas aulas de piano com os pares professor-aluno.

As gravações em vídeo foram feitas durante duas aulas de piano, com o professor e aluno trabalhando em uma peça de piano memorizada escolhida, um movimento de uma sonata clássica. A manipulação da tecnologia foi conduzida pela pesquisadora e autora do artigo. Os dados MIDI foram coletados registrando dados relacionados à performance no programa DAW Cockos' Reaper enquanto os participantes tocavam a peça escolhida durante cada aula de piano. Esses dados MIDI foram salvos no computador como projetos no Reaper para cada estudo de caso e aula de piano.

## Análise de Dados

A análise de dados desse estudo empregou um método qualitativo múltiplo para os dados de vídeo e MIDI, utilizando a triangulação para garantir a confiabilidade (Flick; Von Kardoff; Steinke, 2004; Guba, 1981; Shenton, 2004). A análise temática (Braun; Clarke, 2008) foi utilizada para examinar as transcrições dos dados observacionais das aulas gravadas em vídeo. O programa NVivo10 da *QSR International* foi empregado para auxiliar a análise dos dados observacionais nas etapas de transcrição, edição, codificação e para facilitar o armazenamento, busca e recuperação de dados (Flick, 2009).

A análise qualitativa dos dados observacionais revelou comportamentos verbais e não verbais, incluindo *feedback* e parâmetros de performance musical, especialmente relacionados à articulação, observados em cada aula com os pares professor-aluno. O objetivo da análise qualitativa dos dados MIDI foi aprofundar a compreensão dos tipos adicionais de *feedback* visual utilizados nas aulas de piano, por meio da visualização em *piano roll* das atividades no teclado e pedal do piano digital. A análise dos dados MIDI forneceu informações sobre a performance do aluno, especialmente em relação à articulação, através das sincronias ou assincronias das notas MIDI exibidas na tela do computador.

Todas as ações executadas nas teclas do piano digital e no pedal foram registradas no programa DAW enquanto o aluno, professor ou ambos tocavam a peça selecionada. Durante a execução da peça, os dados MIDI relacionados à performance eram gravados e visualizados na forma de *piano roll* na interface preta e cinza do *Reaper*. Esse *feedback*, chamado de *feedback* visual em tempo real (FVTR), foi utilizado pelos participantes ao observar a tela do computador enquanto executavam a peça no piano.

Além disso, os dados MIDI previamente gravados relacionados à performance poderiam ser reproduzidos para os participantes utilizando o programa DAW. Quando reproduzidos, os dados MIDI da performance eram exibidos como *piano roll* em uma interface colorida do *Reaper*, variando de nuances de verde a vermelho. Esse *feedback*, denominado *feedback* visual posteriori (FVP), foi usado pelos participantes ao observar a tela do computador e ouvir os dados gravados sem tocar o piano.

Assim, dois tipos adicionais de *feedback* visual estavam disponíveis para professor e aluno durante a aula de piano: em tempo real e posteriori. Embora ambos estivessem disponíveis, este artigo se concentrou na compreensão do papel do *feedback* visual em tempo real (FVTR) para melhorar a articulação musical na aprendizagem e performance de excertos de sonatas clássicas selecionadas em aulas de piano no contexto do ensino superior.

## Resultados

o tipo de *feedback* adicional utilizado pelos participantes enquanto olhavam para a tela do computador, ao mesmo tempo em que tocavam piano, é o *feedback* visual em tempo real (FVTR). A aplicação do FVTR pelos participantes desempenhou duas funções principais. Primeiramente, o FVTR foi utilizado pelos alunos para atender às suas necessidades individuais de aprendizagem à medida que a aula se desdobrava, conforme demonstrado no estudo de caso A. Em segundo lugar, o FVTR foi empregado como experiência compartilhada, quando o professor trabalhou ao lado do aluno para atender às suas necessidades de aprendizagem, como observado no estudo de caso B. Não foram encontradas evidências de que o estudo de caso C tenha utilizado o FVTR gerado por esse sistema tecnológico nas aulas de piano. A seguir, são apresentadas evidências de como o uso do FVTR pode ter um efeito na aprendizagem e na performance da articulação musical nas aulas de piano do ensino superior.

### **Feedback visual em tempo real (FVTR): uso individual liderado pelo aluno**

O FVTR foi utilizado como uma ferramenta individual pelo aluno no estudo de caso A. O par professora-aluno escolheu trabalhar o segundo movimento da Sonata para Piano de Mozart nº 16 em Dó maior, K. 545 (Figura 1). O aluno fez uso do FVTR enquanto tocava, focando na articulação do baixo *d'Alberti* para a mão esquerda nos

compassos 1 a 4 do movimento escolhido. Embora a professora já tivesse fornecido informações sobre o *legato* de dedos da mão esquerda para o baixo *d'Alberti* em aulas anteriores à condução dessa pesquisa, o aluno só conseguiu compreender o *feedback* dado pela professora quando utilizou esse sistema tecnológico. A duração da aula 1 foi de 1 hora e 13 minutos, enquanto a aula 2 teve uma duração de 1 hora e 4 minutos.

Figura 1: Sonata para piano de Mozart nº 16 em Dó maior, K. 545, fragmento, segundo movimento, compassos 1-6 (adaptado de Hamond, 2017, p. 242).



O aluno utilizou o FVTR como uma experiência individual enquanto tocava, em vez de utilizá-lo como uma experiência compartilhada entre professor e aluno. Isso ocorreu na aula 2, quando o aluno já estava mais familiarizado com a tecnologia. Ao examinar os comportamentos não verbais na aula 2 em vídeo, o aluno olhou para a tela do computador em tempo real 31 vezes enquanto tocava piano (codificado entre 8'25" - 15'33" da aula 2). O aluno também relatou que monitorou a articulação da mão esquerda durante o uso do FVTR em uma conversa com sua professora na aula 2. Além disso, o aluno demonstrou envolvimento com a tecnologia por meio de comportamentos verbais combinados com comportamentos não verbais observados, como, por exemplo: olhar para a tela, apontar para a tela e fazer associações entre seu modo de tocar e a visualização de *piano roll* disponível na tela do computador. As implicações do uso do FVTR para suprir as necessidades de aprendizagem individuais do aluno A são ilustradas por meio da investigação de comportamentos verbais e não verbais entre professora e aluno na aula 2 (codificado entre 26'16" - 27'33" na aula 2).

Na aula 1, a professora informou ao aluno que ele estava segurando os dedos 5 e 3 da mão esquerda nas teclas por muito tempo ao tocar o baixo *d'Alberti*. Na aula 2, quando questionado pela professora, 'Há algo que você percebeu aí (olhando para a tela) que não tinha percebido antes? Algo positivo que você pode dizer: "Ah, que eu fiz certo, deu certo!?"', o aluno respondeu que usou o FVTR para monitorar a articulação da mão esquerda.

É legal, você pode ver assim, em tempo real, né? (A olhando para a tela, A apontando para a tela, A rindo). Porque... quando você está tocan-

do, você não tem um marcador de tempo para te guiar, certo? Aqui tem [um marcador de tempo]! Ele está rodando, como isso. (**A olhando para a tela, A usando gestural ao longo da tela do computador**) O aluno explicou que usou o FVTR individualmente para suprir as necessidades de aprendizagem da articulação do baixo *d'Alberti* da mão esquerda associando ao *feedback* visual disponível para ele:

Porque eu vejo a duração de uma nota (**A colocando as mãos no piano**), eu vejo a duração de outra nota, então posso calcular, como isso (**A olhando para a tela**) a distância [aqui]. (**A apontando para a tela**). Então, é uma coisa mínima, mas quando você toca sozinho você não tem, é só você com você mesmo.

Ficou evidente que o uso do FVTR nas aulas de piano do estudo de caso A teve um efeito na aprendizagem e na performance da articulação do baixo *d'Alberti* pelo aluno em apenas duas aulas. A atividade realizada pelo aluno no teclado pôde ser observada por meio da visualização na interface do programa DAW, que mostrava as notas MIDI correspondentes às notas musicais. As diferenças nas articulações realizadas pelo aluno entre a aula 1 e a aula 2 podem ser associadas aos tamanhos e às assincronias entre as notas MIDI correspondentes ao baixo *d'Alberti*. Na aula 1, a atividade da mão esquerda se sobrepôs, indicando que o aluno estava segurando as teclas do piano por mais tempo do que o desejado, conforme notado pela professora (Figura 2). Na aula 2, a maioria das notas MIDI não se sobrepôs e se apresentou de forma mais consecutiva, indicando que o aluno estava tocando *legato*, conforme solicitado pela professora (Figura 3). Essa melhora na performance da articulação entre as aulas 1 e 2 sugere que o aluno estava mais consciente de como estava tocando o *legato* do baixo *d'Alberti*, ou seja, que estava segurando as teclas por muito tempo enquanto tocava. O aprimoramento do *legato* de dedos da mão esquerda para o baixo *d'Alberti* ocorreu quando o aluno se tornou consciente de sua execução ao visualizar as notas MIDI sobrepostas ou consecutivas no FVTR e associá-las à articulação desejada ou não. Ao utilizar a informação visual fornecida pela tela do computador, o aluno modificou seu comportamento e aprimorou a performance da articulação musical ao piano, especialmente no caso do *legato* de dedos.

Figura 2: Captura de tela do programa DAW com foco na articulação no estudo de caso A, aula 1. As setas indicam as notas MIDI correspondentes à atividade da mão esquerda do aluno, mostrando a execução e sustentação das notas (Hamond, 2017, p. 242).

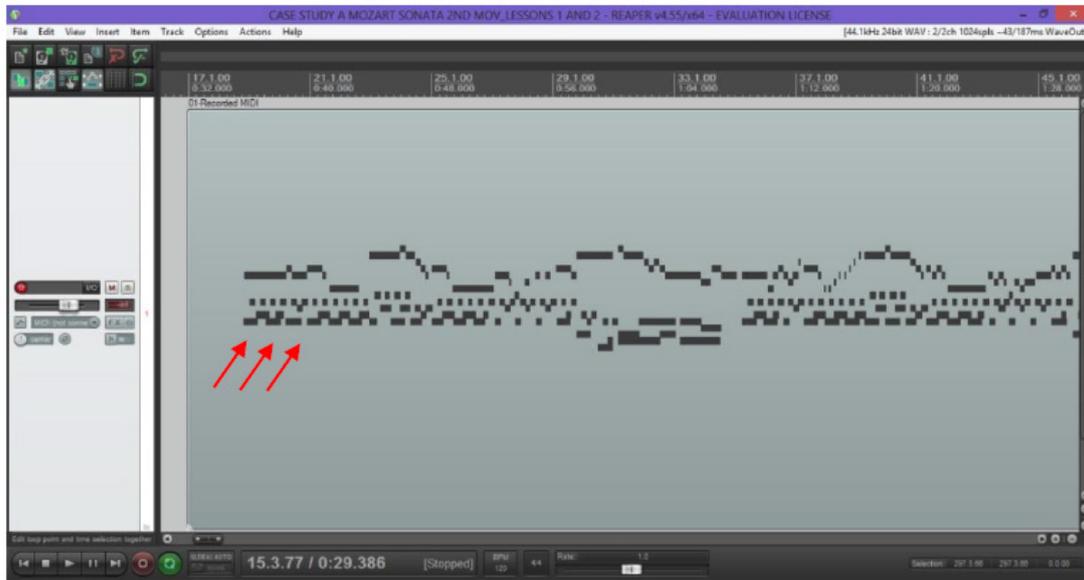
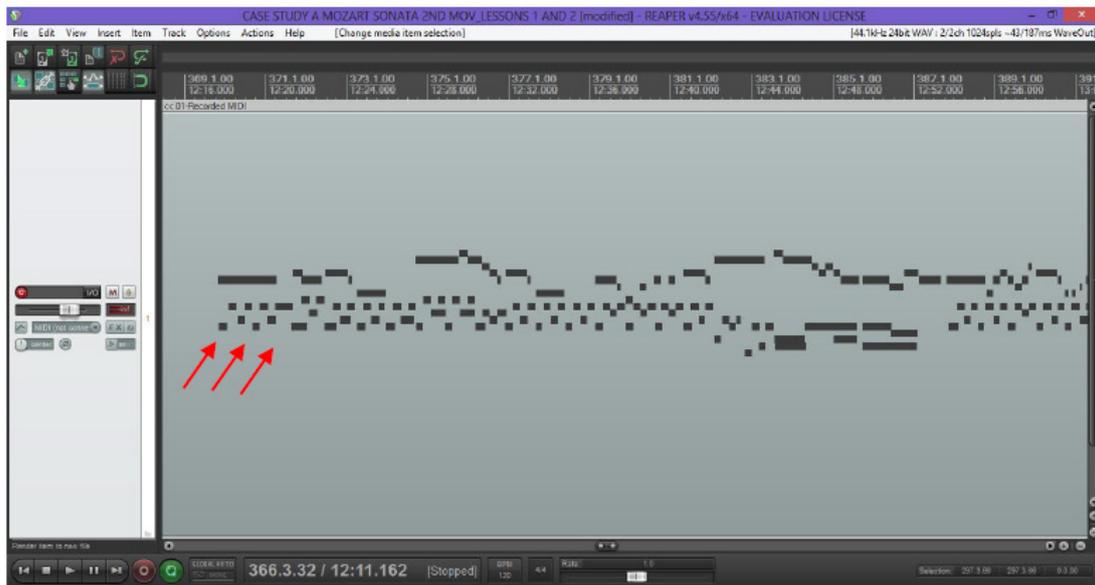


Figura 3: Captura de tela do programa DAW com foco na articulação no estudo de caso A, aula 2. As setas indicam as notas MIDI correspondentes à atividade da mão esquerda do aluno, tocando de forma mais contínua, demonstrando a articulação musical do *legato* (Hamond, 2017, p. 243).



O uso do FVTR foi individual por parte do aluno no estudo de caso A. Por meio do uso do FVTR, o aluno percebeu que estava segurando os dedos 5 e 3 sobre as teclas por um tempo maior ao tocar o baixo *d'Alberti*, o que melhorou a articulação do *legato* de dedos da mão esquerda. Apesar de a professora ter informado o aluno sobre essa questão da articulação, a melhora da performance do aluno só ocorreu através da percepção do aluno e da associação entre o que ocorria na tela do computador – *feedback* visual – e a maneira como o aluno estava tocando. A aplicação do FVTR no estudo de caso A pareceu relacionada à interação pessoal com a tecnologia para atender às necessidades individuais.

## **Feedback visual em tempo real (FVTR): uso compartilhado liderada pela professora**

O FVTR foi utilizado como uma experiência compartilhada entre a professora e a aluna no estudo de caso B. A professora empregou o FVTR adicional ao lado da aluna para conscientizá-la sobre alguns aspectos específicos da articulação durante sua performance. A professora já havia identificado certas questões de articulação através da audição da performance da aluna, e essas questões foram confirmadas pela representação gráfica disponível na tela do computador. No estudo de caso B, o FVTR foi aplicado com o objetivo de aprimorar a performance da aluna em três aspectos da articulação ao piano: (1) *legato* de dedos nas notas superiores dos acordes; (2) *legato* de dedos ao tocar arpejos; e (3) sincronia no ataque e na liberação das notas dos acordes. O par professora-aluna escolheu trabalhar o primeiro movimento da Sonata para Piano de Beethoven nº 9 em Mi maior, op. 14, No. 1. A aula 1 teve duração de 48 minutos, enquanto a aula 2 teve duração de 43 minutos.

A primeira utilização do FVTR ocorreu na aula 1 (entre 38'31" e 44'39"), enquanto o par professora-aluna trabalhava no *legato* de dedos das notas superiores dos acordes na mão direita, nos compassos 33-34 e 37-38 do movimento de sonata escolhido (Figura 4).

Figura 4: Sonata para piano de Beethoven No. 9 em Mi maior, Op. 14, No. 1, fragmento, primeiro movimento, compassos 29-38. (adaptado de Hamond, 2017, p.245).



Na aula 1, a professora percebeu as visualizações disponíveis na tela do computador e começou a fazer associações entre o *feedback* visual gerado pela tecnologia e os aspectos da performance musical relacionados à articulação. Houve evidências do envolvimento da professora com a tecnologia, observadas por meio de comportamentos não verbais, como olhar para a tela do computador em tempo real e apontar para ela - comportamentos não comuns em uma aula de piano tradicional. A professora utilizou o FVTR juntamente com outros tipos de *feedback* (verbais e não verbais) habitualmente empregados em aulas de piano convencionais, como tocar (modelar), cantar, nomear notas, usar gestos para expressar articulação e apontar para a partitura.

O trecho da aula 1 (39'29" - 40'36") a seguir ilustra o momento em que a professora estava utilizando o FVTR com a aluna como uma experiência compartilhada. A Figura 5 apresenta a captura de tela do programa DAW no momento da aula 1, focando na execução do *legato* de dedo das notas superiores dos acordes. O FVTR mostrou que não houve sobreposições das notas MIDI superiores, indicando a ausência de conexão entre os dedos na execução pretendida do *legato* de dedo.

**A tocando P:** Agora [presta atenção na mão] direita...

**A tocando (P cantando, P falando ta-ta-ta, P usando gestos para demonstrar segurando as notas, A olhando para a tela em tempo real)**

**A tocando**

**P:** Não, não, não.

**P:** Está vendo? Não desliga...

**A:** Uh hum (**A olhando para a tela em tempo real**)

**A tocando P:** Isso. Principalmente do Lá para o Sol...

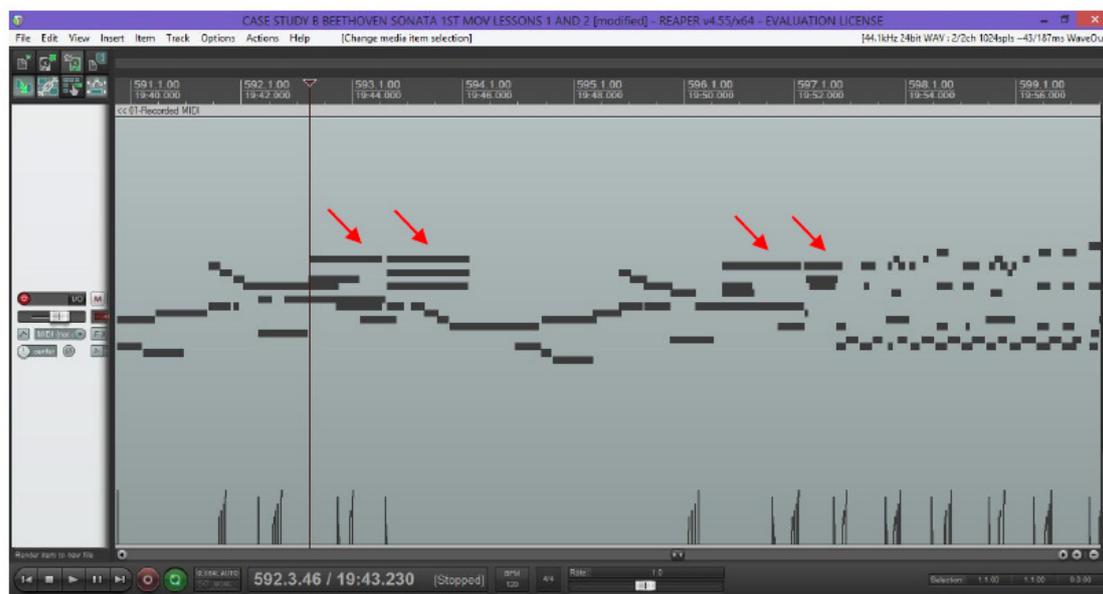
**A tocando**

**A tocando P:** Ainda está desligando.

**A:** É?

**P:** você vê até pelo gráfico, oh [olha]. (**P apontando para a tela, P olhando para a tela em tempo real; A olhando para a tela em tempo real**)

Figura 5: Captura de tela do programa DAW com foco na articulação no estudo de caso B, aula 1. As setas apontam para as notas agudas dos acordes, para as quais o aluno foi solicitado a tocar *legato* de dedo entre as notas superiores dos acordes. Contudo, isso não ocorreu pois não houve sobreposição entre as notas MIDI superiores (Hamond, 2017, p.245).



Na aula 1 (entre 41'44" - 41'52"), depois de observar a tela do computador com a visualização correspondente à performance daquele trecho, a aluna relatou que poderia não ter realizado o *legato* entre os acordes devido ao dedilhado utilizado para as notas superiores desses acordes. A aluna utilizou o mesmo dedo 5 para conectar uma sequência de dois acordes (c.33-34 e c.37-38), o que o obrigou a soltar a nota superior do primeiro

acorde para tocar o próximo, causando uma sensação de desconexão entre os acordes. Nesse contexto de articulação, a professora forneceu *feedback* não verbal tocando o trecho musical para o aluno, demonstrando o *legato* de dedo entre os acordes. Além disso, ofereceu *feedback* verbal, comentando sobre a desconexão entre as notas superiores dos acordes: 'você pode desconectar o resto do acorde [**P** tocando as notas do acorde ao fundo], mas se você não desconectar as notas de topo dos acordes, entendemos que [você tocou] *legato*' (professora, aula 1, 41'52" - 42'08").

Depois de compreender essa questão, a aluna entendeu a necessidade de alterar o dedilhado das notas superiores dos acordes para realizar o *legato* entre eles, conectando o dedo 5 do primeiro acorde ao dedo 4 do segundo acorde. A professora também ofereceu *feedback* verbal sobre a qualidade do *legato* desejado para aquele trecho, diferenciando o *legato* de pedal e o *legato* de dedo: 'já que a gente está com esse recurso... a gente vê que às vezes o *legato* que a gente faz é o *legato* do pedal, em vez de fazer um *legato* com a mão [conectando os dedos]. E às vezes ele soa incipiente, aí quando a gente olha lá [na tela do computador] a gente vê que tem um espaço entre uma nota e a outra, que não fez a conexão.'

Assim, o uso do FVTR liderado pela professora e compartilhado com a aluna, juntamente com o *feedback* verbal e não verbal da professora, permitiu uma compreensão de que a realização do *legato* neste caso dependia de uma adequação e troca de dedilhado pela aluna. O FVTR e o *feedback* verbal da professora impactaram na consciência e aprendizagem da aluna, levando-a a mudar o seu comportamento na performance musical em relação à articulação do *legato* entre as notas superiores dos acordes. O FVTR como uso compartilhado aconteceu quando a professora percebeu que o *feedback* visual adicional na tela do computador poderia apoiar a aprendizagem da aluna sobre a articulação ao piano.

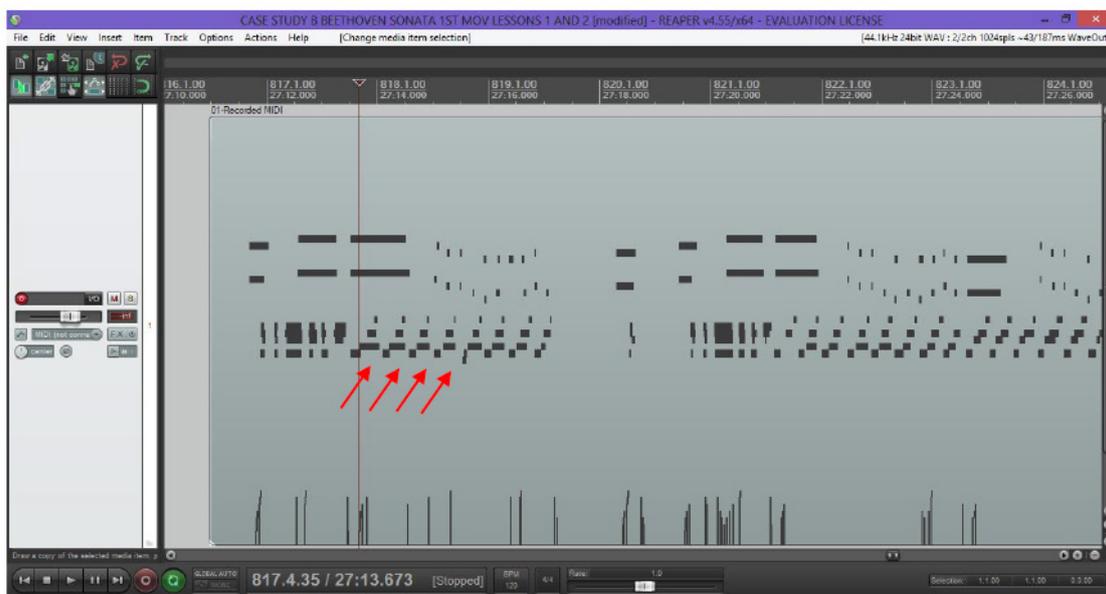
A segunda aplicação do FVTR no estudo de caso B ocorreu na aula 2 (24'00" - 27'26"), em que a professora e a aluna trabalharam na articulação dos dedos ao tocar arpejos com a mão esquerda, particularmente nos compassos 65-66 da mesma peça para piano (Figura 6). O FVTR auxiliou a professora, que usou o *feedback* visual para fornecer informações sobre a articulação ao notar as assincronias entre as notas MIDI exibidas na tela do computador. As assincronias eram mais notáveis porque a segunda nota do arpejo era representada como um retângulo longo, em vez de um quadrado como as outras notas MIDI na visualização em *piano roll* (Figura 7).

Em seguida, a professora tocou arpejos ascendentes com a mão esquerda para determinar o dedilhado mais apropriado e forneceu *feedback* verbal sobre o dedilhado mais adequado para aquela passagem, no caso, o dedo 4. A aluna, que estava usando o dedo 3 na segunda nota do arpejo, adaptou-se ao novo dedilhado após receber o *feedback* verbal e não verbal da professora, por meio do tocar, e usando o FVTR com foco definido. A conscientização da aluna sobre aspectos da performance que poderiam ser aprimorados levou a mudanças em seu comportamento e, conseqüentemente, a melhorias em sua performance musical.

Figura 6: Sonata para piano de Beethoven No. 9 em Mi maior, Op. 14, No. 1, fragmento, primeiro movimento, c. 65-68. (adaptado de Hamond, 2017, p.246).



Figura 7: Captura de tela do programa DAW com foco na articulação no estudo de caso B, aula 2. As setas mostram as notas MIDI correspondentes aos arpejos da mão esquerda que foram mantidas por mais tempo quando a aluna utilizou o dedo 3 nota do arpejo (Hamond, 2017, p.247).

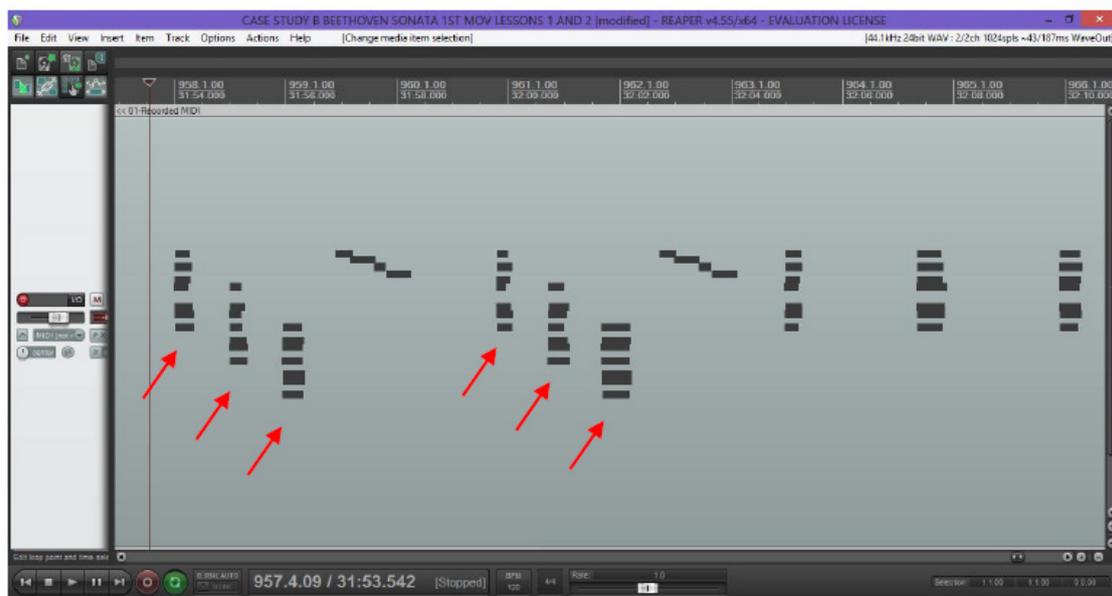


A terceira aplicação da FVTR no estudo de caso B ocorreu durante a aula 2 (37'14" - 40'08"), quando o par professora-aluna focou na articulação do ataque e liberação das notas dos acordes nos compassos 112-113 da peça em análise. O FVTR foi principalmente utilizado pela professora para identificar a falta de sincronia entre as notas dos acordes e para informar a aluna sobre essa questão. A Figura 8 exibe os acordes como um trecho da partitura musical, enquanto a Figura 9 apresenta a visualização correspondente na interface do programa DAW de algumas tentativas de performance da aluna.

Figura 8: Sonata para piano de Beethoven No. 9 em Mi maior, Op. 14, No. 1, fragmento, primeiro movimento, c. 107-113. (adaptado de Hamond, 2017, p.248).



Figura 9: Captura de tela do programa DAW com foco na articulação no estudo de caso B, aula 2. As setas indicam as notas MIDI correspondentes ao acorde para avaliar o seu ataque e liberação, identificando uma assincronia entre eles (Hamond, 2017, p.248).



Na aula 2, a professora pediu para a aluna praticar o ataque e a liberação dos acordes sem utilizar o pedal direito – *sustain* – permitindo à aluna uma melhor compreensão de sua própria articulação ao tocar. O momento destacado na aula 2 (37'35" - 38'28") evidencia a professora utilizando o FVTR para complementar seu *feedback* verbal sobre a falta de sincronia nos acordes, buscando, assim, melhorar tanto a aprendizagem quanto a performance da aluna nesse trecho musical. Durante esse momento, tanto a professora quanto a aluna passam a maior parte do tempo olhando a tela do computador, enquanto a aluna repete os acordes, concentrando-se no ataque e liberação das teclas do acorde (Figura 9).

**P:** Então só para você fazer [os acordes] (**P cantando, P falando tchan tchan, tchan, P usando gestos como se estivesse tocando no espaço**)

**P:** sem pedal, só pra ver como fica a soltura deles [dos acordes na tela do computador]

**A tocando (A olhando para as próprias mãos, P olhando para a tela em tempo real)**

**P:** [Toca] de novo (**P olhando para a tela em tempo real, A olhando para a tela em tempo real**)

**A tocando (P olhando para a tela em tempo real, A olhando para a tela em tempo real)**

**P:** É... o ataque oh [olha]...

**A tocando**

**P:** Tem que fazer o ataque melhor.

**A tocando (P olhando para a tela em tempo real, A olhando para a tela em tempo real)**

**P:** Isso.

**A tocando (P olhando para a tela em tempo real, A olhando para a tela em tempo real)**

**P:** Isso.

A professora usa o FVTR para mostrar ao aluno a assincronia presente entre as notas do acorde. O uso do FVTR forneceu informações sobre até que ponto a aluna estava pressionando as teclas dos acordes com um movimento mais ou menos consistente de ataque e soltura, ou liberação, usando diferentes dedos. O objetivo deste episódio de aula foi melhorar a assincronia entre as notas do acorde, em vez de buscar uma sincronia perfeita entre elas. Uma sincronia perfeita não é o ideal, pois não representa a performance humana com suas nuances, ao contrário de uma performance reproduzida por uma partitura convertida em MIDI com parâmetros de altura e duração exatos quando visualizados em *piano roll* no programa DAW.

A aplicação do FVTR parece estar intimamente relacionada à maneira particular como o *feedback* adicional é percebido pelos indivíduos, o que é influenciado por suas diferenças individuais e pelo *feedback* intrapessoal de cada um. Nestes exemplos, evidencia-se que o FVTR pode auxiliar na aprendizagem e performance dos alunos em diferentes aspectos da articulação musical, caso os professores ou os alunos (ou ambos) se engajem com a tecnologia. No estudo de caso A, o aluno utilizou o FVTR para atender às suas necessidades individuais de aprendizagem, aprimorando a articulação *legato* do baixo *d'Alberti* da mão esquerda, pois estava ciente do objetivo da performance após a conversa com a professora na aula anterior (aula 1).

No estudo de caso B, a professora demonstrou uma compreensão mais clara da aplicação do FVTR do que a aluna. Por isso, ela utilizou o FVTR juntamente com o *feedback* verbal e não verbal habitual. Isso permitiu à professora auxiliar a aluna a compreender o *feedback* visual apresentado na tela do computador. No mesmo estudo de caso B, a professora também empregou *feedback* visual adicional para identificar as metas de performance a serem trabalhadas nas aulas. Esse suporte foi crucial para o progresso do aluno em seu processo de aprendizagem.

Em resumo, a eficácia da aplicação do FVTR no contexto das aulas de piano no ensino superior foi evidenciada pela rápida compreensão e pela aplicação simultânea tanto pelo aluno, individualmente, quanto pelo professor, orientando o aluno. Dessa maneira, o FVTR pode ser usado de maneira independente ou colaborativa entre professor e aluno, desde que haja objetivos claros e definidos quanto aos aspectos de articulação musical do repertório trabalhado, no caso, uma sonata clássica.

## Discussão

Neste artigo, argumenta-se que dois tipos de *feedback* são considerados presentes quando o *feedback* gerado por tecnologia é usado em aulas de piano no ensino superior: intrapessoal e interpessoal. O *feedback* intrapessoal foi considerado intrínseco a cada participante deste estudo. Está relacionado ao *feedback* sensorial, como visual, auditivo e proprioceptivo, e suas associações (Bishop; Goebel, 2015; Brown; Palmer, 2012; Halwani et al., 2011; Moore et al., 2016). O *feedback* intrapessoal também abrange aspectos da consciência (Acitores, 2011; Damasio, 2000; Jeannerod, 2006), autorregulação (Nielsen, 2001), conhecimento metacognitivo (Schraw; Dennison, 1994), e a percepção de si mesmo (Damasio, 2012), que são parte dos mecanismos internos de cada participante deste estudo. Como o *feedback* adicional contém aspectos relacionados à performance do aluno, este pode associar *feedback* visual, auditivo e proprioceptivo por meio de seu sistema de *feedback* intrapessoal para melhorar seu aprendizado e performance. A aprendizagem associativa e a inter-relação entre os sistemas auditivo-visual-proprioceptivo são amplamente usadas para aumentar a consciência (Acitores, 2011; Edelman, 2001; Lahav et al., 2007; Mathias et al., 2015). O *feedback* visual e auditivo adicional gerado pela tecnologia aumentou o *feedback* intrapessoal de professores e alunos participantes, não apenas em termos de *feedback* sensorial, mas também em sua consciência dos resultados de performance. Ao comparar os resultados desejados e reais da performance, os alunos podem se tornar mais conscientes de seus próprios resultados de performance (Acitores, 2011; Damasio, 2012; Edelman, 2001). Os alunos também podem se tornar mais conscientes de suas performances usando FVTR, sendo capazes de se autoavaliar e monitorar seu processo de aprendizagem.

O *feedback* interpessoal foi visto como extrínseco a cada participante deste estudo. Está relacionado ao *feedback* fornecido por uma fonte externa, como o professor, a tecnologia ou ambos. A natureza do *feedback* do professor nos estudos de caso foi verbal e não verbal; isso está de acordo com estudos anteriores (Benson; Fung, 2005; Burwell, 2010; Siebenaler, 1997; Speer, 1994; Welch et al., 2005). Os tipos de *feedback* verbal e não verbal foram vinculados à tecnologia, como parâmetros MIDI, incluindo cores de notas MIDI, tamanhos e números de velocidade das teclas. Os resultados deste estudo concordam com os de estudos experimentais anteriores que analisaram gravações de performance de piano associando parâmetros de performance e tecnologia, em termos de parâmetros MIDI, por exemplo, dinâmica e números de velocidade de tecla MIDI e tempo e IOI (Bernays; Traube, 2014; Bresin; Battel, 2000; Palmer, 1989; Repp, 1994).

O *feedback* visual em tempo real otimizou o aprendizado da articulação em aulas de piano no ensino superior. O FVTR foi utilizado de duas maneiras: (1) uso individual e liderado pelo aluno; e (2) uso compartilhado e liderado pela professora. O uso de FVTR teve efeito na aprendizagem e performance dos alunos em relação à articulação ao piano na execução de: (a) *legato* do baixo *d'Alberti* para a mão esquerda; (b) *legato* entre dois acordes; (2) de arpejos ascendentes na mão esquerda; e (3) de ataque e liberação das notas de acordes. Em primeiro lugar, o FVTR foi usado para necessidades de aprendizagem individuais quando o aluno no estudo de caso A então o usou de forma independente em termos de buscar uma melhora na articulação de sua mão esquerda. Em segundo lugar, o FVTR foi usado para experiência compartilhada quando a professora no estudo de caso B utilizou o FVTR e auxiliou a aluna por meio de um foco de aula claro para melhorar a articulação musical ao piano. Esses resultados também estão de acordo com estudos anteriores sobre a utilidade e os benefícios da aplicação do FVTR em aulas de instrumental e vocal (Brandmeyer, 2006; Sadakata et al., 2008; Welch et al., 2005).

## Conclusão

Este artigo discute os resultados da aplicação do *feedback* visual em tempo real (FVTR) mediado pela tecnologia em três pares professor-aluno, que trabalharam aspectos de articulação musical em trechos de sonatas clássicas em duas aulas presenciais de piano no contexto do ensino superior. Embora o *feedback* visual adicional estivesse disponível, apenas dois dos três pares utilizaram o FVTR. A aplicação do FVTR auxilia e potencializa o *feedback* verbal e não verbal do professor, especialmente quando a orientação do professor não tem impacto na aprendizagem do aluno. Isso acontece porque os dados MIDI gravados no programa DAW, quando visualizados como um *piano roll*, podem ser associados a parâmetros da performance musical, como articulação, intensidade, precisão melódica, rítmica e uso do pedal. Os participantes que fizeram essas associações nesta pesquisa perceberam o impacto que o FVTR pode ter no ensino e aprendizagem do piano, com foco na articulação musical.

A natureza do *feedback* em aulas de piano com esse sistema tecnológico permanece sendo intrapessoal e interpessoal, como ocorre nas aulas de piano convencionais. No entanto, a diferença está em como esse *feedback* adicional será interpretado e assimilado numa aula de piano com tecnologia. Pode-se argumentar que a presença do *feedback* visual adicional pode aumentar o *feedback* intrapessoal de cada um dos participantes, otimizando a aprendizagem e performance ao piano, especialmente da articulação musical. A performance ao piano envolve movimentos voluntários muito específicos. O FVTR também pode afetar o *feedback* intrapessoal proprioceptivo, melhorando a performance ao piano, uma vez que o *feedback* visual estimula o sistema de controle motor do aluno, juntamente com o *feedback* verbal e não verbal do professor. Desta forma, o aluno pode se tornar consciente de aspectos sobre articulação que antes não tinha consciência, podendo então mudar aspectos relacionados ao controle motor e aprimorar sua performance, alinhando-a com o *feedback* fornecido pelo professor.

Embora esta pesquisa tenha sido conduzida no ensino presencial, existem potenciais aplicações desse sistema tecnológico no contexto do ensino à distância, ensino

emergencial remoto ou ensino de piano *online*. Este sistema tecnológico permite que pares professor-aluno compartilhem projetos DAW pela *internet* e discutam a performance ao piano de forma detalhada, associando-a ao *feedback* visual correspondente. O uso de *feedback* visual como ferramenta de apoio no ensino e aprendizagem online de piano pode aprimorar a experiência de ensino, tornando alunos e professores mais conscientes dos movimentos executados ao piano, incluindo todas as ações realizadas no teclado ou no pedal, através das associações com a visualização em *piano roll*.

## Agradecimentos

A autora agradece aos professores e aos alunos que participaram desta pesquisa e agradece ao seu orientador de doutorado, Professor Graham Welch, e ao seu coordenador, Professor Evangelos Himonides.

## Referências

ACITORES, Alicia Peñalba. Towards a Theory of Proprioception as a Bodily Basis for Consciousness in Music. *In*: CLARKE, David; CLARKE, Eric. (eds.). *Music and Consciousness: Philosophical, Psychological, and Cultural Perspectives*. Oxford: Oxford University Press, 2011. p. 215-231. DOI: <http://dx.doi.org/10.1177/0305735695231001>.

BANTON, Louise J. The Role of Visual and Auditory Feedback During the Sight-Reading of Music. *Psychology of Music*, v. 23, p. 3-16, 1995.

BENSON, Cynthia; FUNG, C. Victor. Comparisons of Teacher and Student Behaviors in Private Piano Lessons in China and the United States. *International Journal of Music Education*, v. 23, n. 1, p. 63-72, 2005. DOI: <http://dx.doi.org/10.1177/0255761405050931>.

BERNAYS, Michel; TRAUBE, Caroline. Investigating Pianists' Individuality in the Performance of Five Timbral Nuances Through Patterns of Articulation, Touch, Dynamics, and Pedaling. *Frontiers in Psychology*, v. 5, n. 157, p. 1-19, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.3389/fpsyg.2014.00157>.

BISHOP, Laura; GOEBL, Werner. When They Listen and When They Watch: Pianists' Use of Nonverbal Audio and Visual Cues During Duet Performance. *Musicae Scientiae*, v. 19, n. 1, p. 84-110, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1177/1029864915570355>.

BISHOP, Laura; GOEBL, Werner. Communication for Coordination: Gesture Kinematics and Conventionality Affect Synchronization Success in Piano Duos. *Psychological Research*, v. 82, n. 6, p. 1177-1194, 2018.

BOUCHER, M.; CREECH, Andrea.; DUBÉ, Francis. Video feedback and the self-evaluation of college-level guitarists during individual practice. *Psychology of Music*, v. 49, n. 2, p.

159–176, 2021.

BRAA, Kristin; VIDGEN, Richard. Interpretation, Intervention, and Reduction in the Organizational Laboratory: A Framework for In-Context Information System Research. *Accounting, Management and Information Technologies*, v. 9, n. 1, p. 25-47, 1999.

BRANDMEYER, Alex. *Real-Time Visual Feedback in Music Pedagogy: Do different visual representations have different effects on learning?* Thesis (Master's) – Radboud University, Nijmegen, 2006.

BRAUN, Virginia; CLARKE, Victoria. Using Thematic Analysis in Psychology. *Qualitative Research in Psychology*, v. 3, n. 2, p. 77-101, 2008. DOI: <http://dx.doi.org/10.1191/1478088706qp063oa>.

BRESIN, Roberto; BATTEL, Giovanni Umberto. Articulation Strategies in Expressive Piano Performance Analysis of Legato, Staccato, and Repeated Notes in Performances of the Andante Movement of Mozart's Sonata in G Major (K 545). *Journal of New Music Research*, v. 29, n. 3, p. 211-224, 2000. DOI: <http://dx.doi.org/10.1076/jnmr.29.3.211.3092>.

BROWN, Rachel M.; PALMER, Caroline. Auditory-Motor Learning Influences Auditory Memory for Music. *Memory & Cognition*, v. 40, n. 4, p. 567-578, 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.3758/s13421-011-0177-x>.

BRYAN, Daphne Margaret. *Student Teacher Interaction in One-To-One Piano Lesson*. Dissertation (PhD) – University of Sheffield, Sheffield, 2004.

BURWELL, Kim. *Instrumental Teaching and Learning in Higher Education*. Dissertation (PhD) – University of Kent, Kent, 2010.

CAREY, Gemma; GRANT, Catherine. Peer Assisted Reflection in Studio Music Teaching. In: KLOPPER, Christopher; DREW, Steve (ed.). *Teaching for Learning and Learning for Teaching: Cases Incontext of Peer Review of Teaching in Higher Education*. Rotterdam, Netherlands: Sense, 2015a. p. 63-78. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/978-94-6300-289-9>.

CAREY, Gemma; GRANT, Catherine. Teacher and student perspectives on one-to-one pedagogy: practices and possibilities. *British Journal of Music Education*, v. 32, n. 1, p. 5-22, 2015b. DOI: 10.1017/S0265051714000084

CREECH, Andrea; GAUNT, Helena. The Changing Face of Individual Instrumental Tuition: Value, Purpose and Potential. In: MCPHERSON, Gary; WELCH, Graham (ed.). *The Oxford Handbook of Music Education*. Oxford: Oxford University Press, 2012. v. 1, p. 694-711.

DAMASIO, Antonio. *The feeling of what happens: body and emotion in the making of consciousness*. London: Heinemann, 2000.

DAMASIO, Antonio. *Self comes to mind: Constructing the conscious brain*. London: Vintage, 2012.

DANIEL, Ryan. Self-Assessment in Performance. *British Journal of Music Education*, v. 18, n. 3, p. 215-226, 2001.

DUKE, Robert; BUCKNER, J. J. Watching learners learn. *MNTA e-journal*, v. 1, n. 1, p. 17-28, 2009. Disponível em: <http://www.mtnaejournal.org/publication/?i=23106> Acesso em: 23/08/2016]

EDELMAN, Gerald. Consciousness: the remembered present. *Annals of the New York Academy of Sciences*, v. 929, n. 1, p. 111-122, 2001.

BERA. *Ethical Guidelines for Educational Research 2011*. London: BERA, 2011. Disponível em: <https://www.bera.ac.uk/researchers-resources/publications/ethical-guidelines-for-educational-research-2011>. Acesso em: 23 ago. 2016.

FLICK, Uwe. *An Introduction to Qualitative Research*. London: Sage, 2009.

FLICK, Uwe; VON KARDOFF, Ernest; STEINKE, Ines. (Eds.) *A companion to qualitative research*. London: Sage, 2004.

FRANÇOIS, Alexandre R. J.; CHEW, Elaine; THURMOND, Dennis. *Visual Feedback in Performer-Machine Interaction for Musical Improvisation*. In: NEW INTERFACES FOR MUSICAL EXPRESSION (NIME07), 7., 2007, New York. *Proceedings* [...]. New York, 2007. p. 277-280. Disponível em: [http://www.nime.org/proceedings/2007/nime2007\\_277.pdf](http://www.nime.org/proceedings/2007/nime2007_277.pdf). Acesso em: 23 ago. 2016.

FURUYA, Shinichi.; SOECHTING, John F. Role of auditory feedback in the control of successive keystrokes during piano playing. *Experimental Brain Research*, v. 204, n. 2, p. 223-237, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00221-010-2307-2>

GAUNT, Helena. One-to-one tuition in a conservatoire: The perceptions of instrumental and vocal teachers. *Psychology of Music*, v. 36, n. 2, p. 215-245, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1177/0305735607080827>

GAUNT, Helena. One-to-one tuition in a conservatoire: The perceptions of instrumental and vocal students. *Psychology of Music*, v. 38, n. 2, p. 178-208, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1177/0305735609339467>

GAUNT, Helena. Understanding the one-to-one relationship in instrumental/vocal tuition in Higher Education: Comparing student and teacher perceptions. *British Journal of Music Education*, v. 28, n. 2, p. 159-179, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0265051711000052>

GUBA, Egon G. Criteria for Assessing the Trustworthiness of Naturalistic Inquiries. *Educational Communication and Technology*, v. 29, n. 2, p. 75-91, 1981.

HALLAM, Susan. *Instrumental Teaching: A Practical Guide to Better Teaching and Learning*. Oxford: Heinemann, 1998.

HALWANI, Gus F.; LOUI, Psyche; RÜBER, Theodor; SCHLAUG, Gottfried. Effects of Practice and Experience on the Arcuate Fasciculus: Comparing Singers, Instrumentalists, and Non-Musicians. *Frontiers in Psychology*, v. 2, n. 156, p. 1-9, 2011. DOI: <http://dx.doi.org/10.3389/fpsyg.2011.00156>.

HAMOND, Luciana F. *The Pedagogical Use of Technology-Mediated Feedback in a Higher Education Piano Studio: An Exploratory Action Case Study*. Unpublished PhD thesis, UCL-Institute of Education, University College London, London, 2017. Disponível em: <https://discovery.ucl.ac.uk/id/eprint/1546538/> Acesso em: 30/06/2020]

HAMOND, Luciana Fernandes; WELCH, Graham; HIMONIDES, Evangelos. The Pedagogical Use of Visual Feedback for Enhancing Dynamics in Higher Education Piano Learning and Performance. *Opus*, v. 25, n. 3, p. 581-601, 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.20504/opus2019c2526> Acesso em: 30/06/2020]

HAMOND, Luciana; HIMONIDES, Evangelos; WELCH, Graham. The nature of feedback in higher education studio-based piano learning and teaching with the use of digital technology, *Journal of Music, Technology & Education*, v. 13, n. 1, p. 33– 56, 2020 DOI: [https://doi.org/10.1386/jmte\\_00015\\_1](https://doi.org/10.1386/jmte_00015_1)

HATTIE, John; TIMPERLEY, Helen. The Power of Feedback. *Review of Educational Research*, v. 77, n. 1, p. 81-112, 2007. DOI: <http://dx.doi.org/10.3102/003465430298487>.

HIMONIDES, Evangelos. The Misunderstanding of Music-Technology-Education: A Meta Perspective. In: MCPHERSON, Gary; WELCH, Graham (ed.). *The Oxford Handbook of Music Education Volume 2*. New York: Oxford University Press, 2012. p. 433-456.

JEANNEROD, Marc. Consciousness of action as an embodied consciousness. In: POCKETT, Susan; BANKS, William P.; GALLANGHER, Shaun (Eds.), *Does consciousness cause behavior*. Massachusetts: The MIT Press, 2006. p. 25-38.

JØRGENSEN, Harald. Student Learning in Higher Instrumental Education: Who Is

Responsible? *British Journal of Music Education*, v. 17, n. 1, p. 67-77, 2000.

JUSLIN, Patrik; KARLSSON, Jessika; LINDSTROM, Erik; FRIBERG, Anders; SCHOONDERWALDT, Erwin (2006). Play it again with feeling: computer feedback in musical communication of emotions. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, v. 12, n. 2, p.79-95, 2006. DOI: 10.1037/1076-898X.12.2.79

KEMMIS, Stephen. Action Research. In: HAMMERSLEY, Martin (ed.). *Educational Research: Current Issues*. London: Paul Chapman in association with the Open University, 1993. v. 1, p. 177-190.

KING, Andrew. Collaborative Learning in the Music Studio. *Music Education Research*, v. 10, n. 3, p. 423-438, 2008. DO: <http://dx.doi.org/10.1080/14613800802280167>.

KOSTKA, Marilyn J. An Investigation of Reinforcements, Time Use, and Student Attentiveness in Piano Lessons. *Journal of Research in Music Education*, v. 32, n. 2, p. 113-122, 1984.

LAHAV, Amir; SALTZMAN, Elliot; SCHLAUG, Gottfried. Action representation of sound: audiomotor recognition network while listening to newly acquired actions. *Journal of Neuroscience*, v. 27, n. 2, p.308-314, 2007. DOI:10.1523/JNEUROSCI.4822-06.2007

MAGILL, Richard A. *Motor Learning: Concepts and Applications*. 3. ed. Dubuque, IA: Wm. C. Brown, 1989.

MATHIAS, Brian; PALMER, Caroline; PERRIN, Fabien; TILLMANN, Barbara. Sensorimotor learning enhances expectations during auditory perception. *Cerebral Cortex*, v. 25, n. 8, p. 2238-2254, 2015. DOI:10.1093/cercor/bhu030

MCPHERSON, Andrew. Portable Measurement and Mapping of Continuous Piano Gesture. In: NEW INTERFACES FOR MUSICAL EXPRESSION (*NIME 2013*), 2013, Seoul, Korea, 2013. p. 152-157. Disponível em: [http://nime.org/proceedings/2013/nime2013\\_240.pdf](http://nime.org/proceedings/2013/nime2013_240.pdf). Acesso em: 23 ago. 2016.

MOORE, Emma; SCHAEFER, Rebecca; BASTIN, Mark; ROBERTS, Neil; OVERY, Katie. Musically Cued Motor Training and White Matter Connectivity. In: HIMONIDES, Evangelos; KING, Andrew (ed.). *Proceedings of the Sempre MET2016: Researching Music, Education, Technology*. London: International Music Education Research Centre, iMerc, 2016. p. 25-30.

NIELSEN, Siw. Self-Regulating Learning Strategies in Instrumental Music Practice. *Music Education Research*, v. 3, n. 2, p. 155-167, 2001. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/14613800120089223>.

PALMER, Caroline. Computer Graphics in Music Performance Research. *Behavior Research Methods*, v. 21, n. 2, p. 265-270, 1989.

REPP, Bruno H. Pedal timing and tempo in expressive piano performance: A preliminary investigation. *Haskins Laboratories Status Report on Speech Research*, SR-117/118, p. 211-232, 1994.

RILEY, Kathleen. Understanding Piano Playing through MIDI: Students' Perspectives on Performance Analysis and Learning. *American Music Teacher*, v. 54, n. 6, p. 33-37, 2005.

SADAKATA, Makiko; HOPPE, David; BRANDMEYER, Alex; TIMMERS, Renee; DESAIN, Peter. Real-Time Visual Feedback for Learning to Perform Short Rhythms with Expressive Variations in Timing and Loudness. *Journal of New Music Research*, v. 37, n. 3, p. 207-220, 2008. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/09298210802322401>.

SAVAGE, Jonathan. Reconstructing Music Education Through ICT. *Research in Education*, v. 78, n. 1, p. 65-77, 2007.

SCHMIDT, Richard A.; LEE, Tim D. *Motor Control and Learning: A Behavioral Emphasis*. 5. ed. Champaign, IL: Human Kinetics, 2011.

SCHRAW, Gregory; DENNISON, Rayne Sperling. Assessing metacognitive awareness. *Contemporary Educational Psychology*, v. 19, n. 4, p. 460-475, 1994.

SCHWARTZ, Mark S.; ANDRASIK, Frank. *Biofeedback: A practitioner's guide*. New York, NY: Guilford Press, 2003.

SHENTON, Andrew K. Strategies for Ensuring Trustworthiness in Qualitative Research Projects. *Education for Information*, v. 22, n. 2, p. 63-75, 2004.

SIEBENALER, Dennis J. Analysis of Teacher-Student Interactions in the Piano Lessons of Adults and Children. *Journal of Research in Music Education*, v. 45, n. 1, p. 6-20, 1997.

SPEER, Donald R. An Analysis of Sequential Patterns of Instruction in Piano Lessons. *Journal of Research in Music Education*, v. 42, n. 1, p. 14-26, 1994.

STAKE, Robert E. *The Art of Case Study Research*. London: Sage, 1995.

TOMITA, Yo; BARBER, Graham. New Technology and Piano Study in Higher Education: Getting the Most out of Computer-Controlled Player Pianos. *British Journal of Music Education*, v. 13, n. 2, p. 135-141, 2008. DOI: <http://dx.doi.org/10.1017/S0265051700003107>.

WELCH, Graham F. Variability of Practice and Knowledge of Results as Factors in Learning to Sing in Tune. *Bulletin of the Council for Research in Music Education*, n. 85, p. 238-247, 1985.

WELCH, Graham F.; HOWARD, David M.; HIMONIDES, Evangelos; BRERETON, Jude. Real-Time Feedback in the Singing Studio: An Innovatory Action-Research Project Using New Voice Technology. *Music Education Research*, v. 7, n. 2, p. 225-249, 2005. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/14613800500169779>.

WELCH, Graham F.; HOWARD, David M; RUSH, C. Real-time visual feedback in the development of vocal pitch accuracy in singing. *Psychology of Music*, v.17, n. 2, p. 146-157, 1989.

WIENER, Norbert. *Cybernetics: or, control and communication in the animal and the machine*. Cambridge, MA: The MIT Press, 1961.

YIN, Robert K. *Case Study Research: Design and Methods*. 5. ed. London: Sage, 2014.

ZHUKOV, Katie. Piano Assessment in Australian Higher Education – Time for a Change? In: HANNAN, Michael (ed.). *The Musician in Creative and Educational Spaces of the 21st Century. Proceedings of the 18th International Seminar of the Commission for the Education of the Professional Musician (CEPROM)*. Shanghai, China, 2010. p. 92-96. Disponível em: [https://issuu.com/official\\_isme/docs/2010\\_ceprom\\_proceedings](https://issuu.com/official_isme/docs/2010_ceprom_proceedings). Acesso em: 21 dez. 2015.

ZHUKOV, Katie. Instrumental music learning and technology at the beginning of the 21st century. *Paper presented at the 8th international conference for Research in Music Education*, Exeter, UK, 2013.