

# Uma ferramenta computacional para o aprendizado à distância da expressividade na improvisação musical jazzística

**Endre Solti**

Depto de Música/ Instituto de Artes/ UNICAMP  
endreguitar@gmail.com

**Daniel Chris Amato**

IB/RC – UNESP  
maestrodanielamato@gmail.com

**José Fornari**

NICS/ COCEN – UNICAMP  
tutifornari@gmail.com

## Comunicação

**Resumo:** Diversos estudos nas áreas de linguística e neurociência sugerem que a música compartilha características em comum com a linguagem verbal. Assim sendo, este trabalho, parte da pesquisa de doutorado do autor principal, apresenta o uso de estratégias de ensino de idiomas aplicadas ao desenvolvimento de uma ferramenta computacional voltada para o ensino a distância da expressividade na improvisação musical jazzística, mais especificamente nos instrumentos musicais guitarra elétrica e violão. Os conceitos básicos, as justificativas para a criação, a viabilidade técnica e os resultados esperados dessa ferramenta são aqui apresentados.

**Palavras-chave:** Aprendizagem da Expressividade no Jazz; Ensino de Música a Distância; Conhecimentos Declarativo e Processual no Ensino de Música.

## Introdução

O Ensino a Distância (EaD) é uma modalidade que vem ganhando notoriedade principalmente devido ao uso da internet na intermediação entre alunos e professor. Entretanto, alguns tipos de conteúdos musicais presentes nas práticas instrumentais vêm apresentando problemas quando transmitidos através dos meios virtuais<sup>1</sup> atualmente existentes e utilizados pelo ensino a distância no Brasil, conforme verificado por Solti (2015).

---

<sup>1</sup> Neste trabalho, entende-se como “meios virtuais” a internet e todos os aparatos tecnológicos utilizados pelo Ensino a Distância no Brasil, tais como as plataformas de salas de aulas virtuais (*Blackboard, Moodle, etc.*) chats, vídeo aulas, vídeo conferências, entre outros.

Tais tipos de conteúdos parece não ser tão facilmente sistematizados pelo professor através de linguagem verbal. A dificuldade de verbalização pode estar relacionada com o Conhecimento Processual (CP) de John Anderson (1981), que divide os conhecimentos quanto à forma de assimilação em dois tipos: Conhecimento Declarativo (CD), que é o tipo de conhecimento dependente da memória de longa duração e de fácil verbalização, tal como decorar datas importantes de história ou uma receita de bolo; e Conhecimento Processual (CP), que é o tipo de conhecimento armazenado no subconsciente, de difícil verbalização, adquirido e maturado após um longo tempo de muita prática, através de ações repetitivas de tentativa e erro (ANDERSON, 1990, apud AZEVEDO, 1995, p.16). Na pesquisa de Solti (2015), foi constatado que a transmissão a distância de conteúdos relacionados com a Expressividade Musical Idiomática<sup>2</sup> (EMI) na improvisação jazzística pode apresentar limites de interlocução entre professor e aluno através dos protocolos verbais comumente visto em uma aula de instrumento musical nos moldes presenciais, enquanto que a notação musical tradicional também é insuficiente para descrever completamente todas as nuances previstas em uma *performance* musical expressiva. Além disso, ressalta-se que um atendimento individualizado ao aluno no EaD pode ser inviável, devido ao limitado tempo que a modalidade a distância permite ao professor despender no atendimento com cada um de seus alunos. No intuito de auxiliar o ensino a distância de guitarra elétrica e violão popular, este trabalho, teórico, descreve os primeiros passos para a criação de um *software* voltado para dispositivos móveis que priorize o estudo da EMI na improvisação jazzística de forma remota e não supervisionada, podendo se estudar em qualquer local e minimizando a dependência pessoal e constante do aluno de EaD da presença física de um professor. Para o desenvolvimento deste *software*, foi verificada sua viabilidade técnica, onde constatou-se que a plataforma computacional chamada Fraseado<sup>3</sup>, desenvolvida por Gonçalves (2017), pode ser adequada para receber todas as funcionalidades previstas para tal ferramenta computacional. Este *software*, por hora aqui denominado de MEDiL (Musical Expressivity Distance Learning), ainda está em planejamento operacional. Pretende-se que este utilize futuramente algumas estratégias de ensino de idiomas comumente encontradas em

---

<sup>2</sup> Neste trabalho, entende-se por EMI a ação de interpretar uma obra musical dentro das especificações estilísticas previstas para o gênero musical em questão.

<sup>3</sup> A plataforma Fraseado é voltada para a representação computacional do conhecimento musical cuja funcionalidade é direcionada para a composição computacional.

softwares como o DUOLINGO ([www.duolingo.com](http://www.duolingo.com)), que é um *app* muito conhecido e voltado para o ensino de línguas estrangeiras. A seção seguinte descreve brevemente as principais semelhanças entre comunicação verbal e musical sob a ótica das áreas da Linguística e Neurociência, que justificam a nossa premissa em utilizar estratégias de ensino de línguas para o ensino da expressividade musical no improviso jazzístico.

## 2. Música e linguagem

Existe uma discussão de vários autores das áreas da Linguística e da Neurociência sobre as similaridades entre música e linguagem. Dentre esses autores, destacam-se nesse trabalho os que assumem uma posição favorável à música como sendo uma forma de linguagem, do ponto de vista das referidas grandes áreas: Aniruddh Patel<sup>4</sup> (2008) observa que tanto a língua falada e escrita como a música são estruturas organizadas através de sistemas particulares ou conjunto de elementos discretos que, quando vistos separadamente, possuem pouco significado, mas uma vez combinados, formam estruturas com uma gama enorme de significados. O neurocientista Charles Limb<sup>5</sup> (2008), em um dos seus experimentos, mapeou as regiões cerebrais em atividade através de imagem por ressonância magnética funcional (fMRI scanner) durante a performance de um músico, e evidenciou que a região do cérebro responsável pela linguagem era ativada enquanto este músico improvisava. Henkjan Honning<sup>6</sup> (2013) caracteriza a música como um subproduto da linguagem, no sentido de que a música tem como função expressar uma ideia de forma menos gráfica.

A música é tradicionalmente entendida como sendo uma forma de linguagem pelos músicos e leigos. Isso pode ser observado nos documentos regulatórios da Educação, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN's), para a área de conhecimento Artes, onde os

---

<sup>4</sup> O Dr. Patel é professor de psicologia da universidade de Tufts, localizada no estado norte americano de Massachusetts, e seu trabalho centra-se na cognição musical, com especial interesse na relação entre música e linguagem e o processamento do ritmo musical. Sua métodos de pesquisa incluem imagens cerebrais, experimentos comportamentais, análises teóricas, pesquisas acústicas e estudos comparativos com animais não humanos.

<sup>5</sup> O Dr. Charles Limb é cirurgião otológico e otorrinolaringologista, neurocientista e músico na Universidade da Califórnia, Estados Unidos. Seu trabalho incluem pesquisas sobre as bases neurais da criatividade musical e o impacto dos implantes cocleares na percepção musical de deficientes auditivos.

<sup>6</sup> Henkjan Honing é professor de Cognição Musical na Universidade de Amsterdã. Autor de mais de 150 publicações internacionais sobre cognição musical e tecnologia da música.

blocos de conteúdos direcionados ao ensino fundamental e médio são respectivamente chamados de “Apreciação significativa em música: escuta, envolvimento e compreensão da linguagem musical” e “Linguagens, códigos e suas tecnologias” (PENNA, 2008, p.65).

A partir desses apontamentos favoráveis à existência de uma forte correlação entre música e linguagem, surgiu a ideia de se utilizar estratégias de ensino de línguas para o ensino de guitarra elétrica ou violão popular, sobretudo para o ensino da EMI. Neste sentido, tomamos como referência um *app* para dispositivos móveis de ensino de línguas, o DUOLINGO ([www.duolingo.com](http://www.duolingo.com)). Este utiliza diversos exercícios diferentes para o desenvolvimento da leitura e dicção de palavras e frases em língua estrangeira, que são baseados numa estratégia que os estudiosos da Linguística chamam de Processamento Semântico (PS). No estudo de idiomas, o PS foca na apreensão de vocabulário e nas várias formas em que uma nova palavra aprendida pode se encaixar nas diversas situações de frases comumente utilizadas no cotidiano daquele idioma. Correspondentemente, na música, aplicar uma mesma frase musical para diversas situações harmônicas em um improviso é muito comum. Por exemplo, podemos construir uma frase utilizando o modo maior sobre uma progressão IIm V7 I em C (dó maior) e utilizarmos esta frase para o modo relativo menor IIm7(b5) V7 Im (lá menor), ou ainda utilizarmos a mesma frase para acordes isolados de Dm7 (dórico), F7M (lídio), etc. Dessa forma, ao se estudar uma única frase, abre-se a possibilidade de uso para várias outras situações harmônicas, enquanto que o estudo sistemático dessa mesma frase, através de acurados procedimentos de repetição dos seus elementos melódicos e expressivos, fortalecerá o que os músicos chamam de “Articulação” ou “Linguagem” Jazz.

Estudiosos da Linguística, tais como Brown e Perry (1991), relatam benefícios na apreensão de vocabulário através do PS em combinação com o estudo de significados isolados das palavras, afirmando que a combinação de ambas as formas de estudo podem produzir fortes associações de memória e, desse modo, melhorar os padrões de recuperação deste significado, do que cada uma dessas técnicas aplicadas isoladamente. Trazendo essa abordagem para a Música, o estudo de fraseado isolado do contexto harmônico em combinação com a aplicação desses mesmos fraseados em diversas situações harmônicas pode trazer grandes vantagens e, assim, vir ser a melhor estratégia para a recuperação dessas informações em uma situação real de improvisação musical.

O *software* Duolingo, acima mencionado, oferece diversos exercícios baseados no PS, que ajudam na compreensão e na fixação dos elementos do novo idioma a ser aprendido. Um destes exercícios foi utilizado como inspiração ou referência pedagógica para uma das estratégias de aprendizagem previstas para o nosso futuro *app* de ensino da expressividade musical no Jazz, o MEDiL. O referido exercício solicita que o usuário reproduza verbalmente, palavras e frases de uma língua estrangeira, fornecidas pelo *app* simultaneamente em formato de áudio e em escrita. O painel desse recurso no Duolingo é mostrado na figura 1, cujo *layout* poderá ser aproveitado para o MEDiL. O ícone de microfone deverá ser acionado pelo estudante para que o programa grave a frase a ser avaliada.

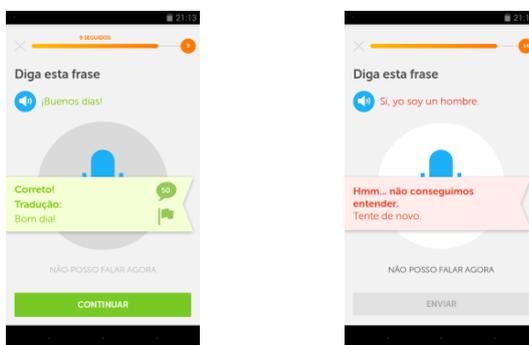
FIGURA 1 – Print screen do painel inicial do exercício do Duolingo



Fonte: próprio autor

O recurso analisa a dicção e gera uma resposta ao estudante, dizendo se está adequado (figura 2 à esquerda) ou não (figura 2 à direita):

FIGURA 2 – Print screen dos painéis do Duolingo de resposta de acerto ou erro



Fonte: próprio autor

O MEDiL pretende utilizar esse mesmo recurso para o estudo de pequenas frases musicais, sempre objetivando o desenvolvimento da expressividade musical do Jazz e, ao mesmo tempo, a apreensão de novos *patterns*<sup>7</sup> e *licks*<sup>8</sup>. O gênero musical Jazz foi escolhido para este trabalho devido a sua enorme importância e influência na música popular ocidental, sobretudo na música popular latina. A ideia por trás deste futuro *software* é que o usuário reproduza na guitarra elétrica ou violão uma frase ou *pattern* de Jazz, fornecida em áudio, em notação musical e em tablatura<sup>9</sup>. A localização correta da região onde a nota deverá ser tocada é de suma importância para uma articulação através do emprego de ligados, *glissandos*<sup>10</sup>, *slides*<sup>11</sup>, *ghost notes*<sup>12</sup>, etc., já que esses recursos expressivos soam mais adequadamente em regiões específicas do “braço” desses instrumentos em detrimento de outras regiões. O recurso fará a verificação da expressividade musical do aluno através de descritores psicoacústicos; que são pequenos programas que implementam modelos computacionais que emulam a capacidade da audição humana em perceber estruturas microtonais do som, como a percepção da intensidade (*loudness*) a percepção da frequência fundamental (*pitch*) e a distribuição espectral (timbre). O *swing* típico do Jazz poderá ser averiguado através de uma métrica dada pela correlação dos arquivos de áudio executado pelo aluno em contraste com um banco de dados, armazenado num servidor online, onde serão analisados basicamente a duração e a intensidade das notas. O usuário será solicitado a gravar várias vezes um novo arquivo, até que o algoritmo detecte um grau aceitável de correlação entre esta amostra e as demais amostras do banco de dados.

---

<sup>7</sup> Um *pattern* (do inglês “padrão”) é referente a padrões melódicos comumente usados na improvisação musical jazzística, também conhecido como frase.

<sup>8</sup> Um *lick* é um *pattern* já consagrado entre os músicos improvisadores de Jazz e utilizado por todos, geralmente idealizado por um grande nome da improvisação jazzística.

<sup>9</sup> A tablatura é um recurso de notação musical para instrumentos de cordas trasteados que informa a corda e a “casa” onde determinada nota deve ser tocada.

<sup>10</sup> Um *glissando* na música é uma passagem suave e discreta de uma nota para outra, podendo passar por todos os semitons existentes entre a primeira nota e a última nota de forma clara.

<sup>11</sup> Um *slide* é a técnica usada para o *glissando* nos instrumentos de cordas. Escorregam-se os dedos por sobre a escala, produzindo um efeito de modulação, que pode ser crescente ou decrescente.

<sup>12</sup> *Ghost notes* são notas que não são tocadas na sua integridade física, ou seja, é uma nota que se toca sutilmente e de forma não muito clara, meio abafada, e que serve para dar uma característica de embelezamento rítmico no fraseado.

### 3. Representação do conhecimento computacional

Este trabalho utiliza inicialmente a abordagem do sistema computacional intitulado Fraseado (GONÇALVES, 2017) desenvolvido para a tarefa de representação computacional do conhecimento musical. Em relação a EMI, o Fraseado pode ser utilizado no sentido de permitir a análise e a manipulação de estruturas musicais por meio de uma abordagem multiparadigma (ANDERS, ALCORN e ANAGNOSTOPOULOU, 2003) e pode utilizar descritores psicoacústicos para a sua automação (ROADS, 1996; GEBHARDT, DAVIES e SEEBER, 2016), envolvendo modelagem da informação para que um sistema computacional seja capaz de coletar dados para a execução de atividades complexas que envolvam raciocínio e criatividade (MIRANDA, ALVARO e BARROS, 2005; RAMIREZ e HAZAN, 2005). O Fraseado é uma plataforma de programação com a capacidade de servir como infraestrutura para a aplicação do processo de representação do conhecimento Musical, cujas principais funcionalidades do sistema são: 1) Síntese sonora; 2) Manipulação de áudio; 3) Armazenamento, tratamento e reprodução de composições musicais; 4) Controle de hardware e notação; 5) Representação de conhecimento musical; 6) Aprendizado e 7) Composição automática. Da mesma forma que no Duolingo, a linguagem de programação a ser utilizada é a Scala (HORIE, 2017), podendo ser utilizado também a linguagem Java. As linguagens Java (<https://go.java/index.html>) e Scala ([www.scala-lang.org](http://www.scala-lang.org)) possibilitam o desenvolvimento voltado ao *cyberspace*<sup>13</sup> com ampla disponibilização de recursos sonoros, visuais e de interação tanto em computadores tradicionais como dispositivos móveis, através de sofisticados meios de mensagens e conferência de voz e vídeo, possibilitando uma grande interação remota entre professor e aluno (ANDERSON, 2003).

### 4. Considerações finais

Este trabalho tratou da utilização de um modelo de representação do conhecimento computacional para o futuro desenvolvimento de um *app* de ensino de improvisação musical focado na expressividade jazzística, na guitarra elétrica e violão popular, baseado em estratégias de ensino de línguas estrangeiras. A EMI, da qual a qualidade da improvisação

---

<sup>13</sup> **Cyber** é o diminutivo da palavra *cybernetic*, que em português significa alguma coisa ou algum local que possui uma **grande concentração de tecnologia avançada**, em especial computadores, internet, etc.

depende, é uma das habilidades mais demoradas para serem assimiladas e maturadas se comparadas às demais habilidades necessárias para a realização de uma *performance* instrumental (KRATUS, 1995; SOLTI, 2015). Isso também pode ser constatado no experimento de Daniel Levitin (2012), onde o autor compara as percepções de pessoas musicistas e não musicistas às variações de EMI, e aponta para uma relação entre tempo de vivência musical e sensibilidade às variações de expressividade, sugerindo que certos nuances relacionados com a EMI somente podem ser percebidos por músicos mais experientes.

Tal vagarosidade no processo de aprendizagem de elementos relacionados com a expressividade musical também pode ser explicada pela ótica da Linguística. Vários autores da área concordam que a aquisição de uma segunda língua é algo mais complexo que a aquisição da sua língua materna. Um desses autores, a pesquisadora Joan Rubin afirma que “todo mundo aprende sua língua materna, isso é um fato, pode-se então perguntar: por que nem todas as pessoas conseguem aprender uma segunda língua?<sup>14</sup>” (RUBIN, 1975, p. 41, tradução nossa). É evidente que pessoas normais (sem deficiências) não encontram problemas na aquisição do seu primeiro idioma, provavelmente por questões óbvias: a criança, em fase pré-verbal, normalmente está inserida em um ambiente onde a comunicação é de suma importância para a sua sobrevivência, em detrimento à apreensão de uma segunda língua, que na maioria das vezes acontece de forma descontextualizada, ou sem possibilidades de aplicação prática durante o período de aprendizagem. Na música isso também pode acontecer, pois aprender Jazz em um ambiente musical onde o estilo não é muito difundido pode acarretar dificuldades de apreensão. Pode-se observar que grandes músicos relatam, em suas biografias, que seus ambientes de convivência musical sempre foram ricos de oportunidades e relacionamentos com muitos outros músicos, tanto durante o período de aprendizagem como de convivência profissional. Estar inserido em um ambiente contextual é de suma importância para o desenvolvimento de uma habilidade, tanto para o aprendizado de um segundo idioma, como para a apreensão de um novo estilo musical. Essas argumentações, de certa forma, também podem vir a endossar o fato de que música e linguagem compartilham de vários elementos em comum, tanto no aspecto linguístico quanto de processamento cerebral.

---

<sup>14</sup> Everyone learns their mother tongue, this is a fact, one can then ask: why can not all people learn a second language?

Ripoll (1991) afirma que as pessoas aprendem de forma heurística e individual, ou seja, o próprio aluno passa a ser o principal responsável pelo seu aprendizado, o que vem a embasar uma das principais características do MEDiL, o ensino não supervisionado de Jazz, ou seja, sem a presença física constante de um professor durante a aula.

Com o intuito de atender as necessidades do EaD no Brasil e, quem sabe, em países onde a extensão territorial e as condições financeiras constitua uma barreira para os estudos, o desenvolvimento deste projeto pode vir a ser um excelente recurso para atender os alunos de música de forma remota, automática e principalmente não-supervisionada, inclusive também, quem sabe, para o futuro estudo de outros gêneros musicais de maior complexidade rítmica e de expressão, tais como o Samba, Bossa Nova, Choro, Salsa e Merengue.

## Referências

ANDERS, T.; ALCORN M.; ANAGNOSTOPOULOU, C. *Composing music by composing rules: Computer aided composition employing constraint logic programming*. Northern Ireland: Queen's University Belfast, 2003.

ANDERSON, J.R. *As competências cognitivas e sua aquisição*. Hillsdale N.J.: Lawrence Erlbaum, 1981.

ANDERSON, J. R. *Cognitive psychology and its implications*. New York: Worth Press, 1990.

ANDERSON, T. Modes of interaction in distance education: Recent developments and research questions. In: MOORE, Michael G.; ANDERSON, William G. *Handbook of distance education*. Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates Publishers, 2003. p. 129-144.

AZEVEDO, M. Teorização da psicologia cognitiva segundo o modelo de processamento de informação. Universidade de Lisboa: Faculdade de Ciências, 1995. 32 p. Disponível em: <http://webpages.fc.ul.pt/~mdazevedo/materiais/ME&TES/Aprendiz04CognitResumo.pdf>  
Acesso em: 15 agosto 2018.

BROWN, S.T., PERRY Jr., F. L. Comparison of Three Learning strategies for ESL vocabulary acquisition. *Tesol Quartely*, San Francisco, v.25, n.4, p.655-670, 1991.

GEBHARDT, R. B.; DAVIES, M. E.; SEEBER, B. U. Psychoacoustic approaches for harmonic music mixing. *Applied Sciences, Multidisciplinary Digital Publishing Institute*, v. 6, n. 5, 2016.

Disponível em: <<http://www.mdpi.com/2076-3417/6/5/123>>. Acesso em: 21 agosto 2018.

GONÇALVES, Clenio B. *Representação multiparadigma de conhecimento musical utilizando programação lógica indutiva*. Dissertação (Mestrado em Ciências da Computação). Departamento de Computação de Sorocaba, Universidade Federal de São Carlos Campus Sorocaba, Sorocaba, 2017.

HONING, H. Was Steven Pinker right after all? Music stimulates and develops our mental faculties, 2013. Disponível em: <<https://www.psychologytoday.com/intl/blog/music-matters/201309/was-steven-pinker-right-after-all>> Acesso em: 12 maio 2018.

HORIE, A. K. Rewriting Duolingo's engine in Scala, 2017. Disponível em: <<http://making.duolingo.com/rewriting-duolingos-engine-in-scala>> Acesso em: 21 agosto 2018.

KRATUS, John. A developmental approach to teaching music improvisation. *British Journal of Music Education*, Los Angeles, n.26, p. 26-38, 1995.

LEVITIN, Daniel. Measuring musical expressivity. Youtube, 2012. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=GtSCVqIDI-k>>. Acesso em: 20 junho 2018.

LIMB, Charles. (2008). Neural substrates of spontaneous musical performance: an fMRI study of jazz improvisation. *PLOS One*, San Francisco, 2008.

MIRANDA, E. R.; ALVARO, J. L.; BARROS, B. Music knowledge analysis: Towards an efficient representation for composition. In: CONFERENCE OF THE SPANISH ASSOCIATION FOR ARTIFICIAL INTELLIGENCE, 2005, Albacete - Spain. *Anais*. Switzerland AG: Springer Nature, 2017. p. 331–341.

PATEL, Aniruddh D. *Music, language and the brain*. New York: Oxford University Press, 2008.

PENNA, Maura. *Música(s) e seu ensino*. 2ª Ed. Porto Alegre: Editora Sulina, 2008.

RAMIREZ, R.; HAZAN, A. Modeling expressive music performance in Jazz. In: FLAIRS CONFERENCE, [s.n.] 2005, Clearwater Beach, Flórida. *Anais*. Menlo Park, Califórnia: AAAI Press, 2005. p. 86–91.

RIPOLL, H. The understanding-acting processing sport: the relationship between the semantic and sensoriomotor visual function. *International Journal of Sport Psychology*, Wahsington DC, v.22, n.3 e 4, p.221-243, 1991.

ROADS, C. *The computer music tutorial*. Cambridge: MIT press, 1996.

RUBIN, Joan. What the “good language learner” can teach us. *Tesol Quarterly*, San Francisco,

v. 9, n.1, p. 41-51, 1975.

SOLTI, Endre. *Avaliação do Ensino-Aprendizagem de Guitarra Elétrica e Violão Popular na Licenciatura em Música na Modalidade a Distância da Universidade Vale do Rio Verde*. Dissertação (Mestrado em Música). Instituto de Artes, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2015.