

# Uma roupa computacional para apoiar a educação musical no contexto da sala de aula.

Thiago Marcondes Santos<sup>1</sup>, Denise Filippo<sup>2</sup>, Mariano Pimentel<sup>3</sup>, Monica Duarte<sup>4</sup>

<sup>1,3</sup> PPGI-Programa de pós Graduação em Informática – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UniRio) Av. Pasteur 458, Térreo, Urca, 22290-240, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

<sup>4</sup> Instituto Villa Lobos – (UniRio)

<sup>2</sup> Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ) Escola Superior de Desenho Industrial (ESDI)

Rua Evaristo da Veiga 95, Lapa, Rio de Janeiro, RJ, Brazil

thiago.marcondes@uniriotec.br, dfilippo@esdi.uerj.br  
[pimentel@unriotec.br](mailto:pimentel@unriotec.br), [monicaduarte33@gmail.com](mailto:monicaduarte33@gmail.com)

**Abstract.** *Brazilian elementary schools are behind in the adoption of computer technologies used to aid teaching in a classroom environment. This article describes the phases of construction of a prototype that intends to support music lessons in the context of a classroom through the use of ubiquitous computing allied with teaching theories. The article also proposes a debate on the future of music education and its evolution along with the evolution of new computer technologies.*

**Resumo.** *As escolas brasileiras de ensino fundamental estão defasadas em relação à absorção de tecnologias computacionais para o ensino em sala de aula. Este artigo descreve as fases de construção de um protótipo que visa dar suporte às aulas de música no contexto da sala de aula através da utilização de computação ubíqua conjugada com teorias de aprendizagem. O artigo também apresenta um debate sobre os rumos da educação musical e sua evolução junto às novas tecnologias computacionais.*

# 1 Introdução

Os avanços em computação fornecem uma gama enorme de sistemas e equipamentos com potencial para serem adaptados às mais variadas aplicações e demandas. No entanto esses avanços ainda não estão presentes no cotidiano das escolas de ensino fundamental do Brasil.

Neste trabalho foi projetada uma roupa computacional para ser conjugada com a ação do professor visando possibilitar aos estudantes o acesso à exploração do discurso musical e sonoro. A motivação para essa pesquisa parte da constatação de que são poucas as propostas de mudança no paradigma da educação musical em salas de aula. Existem inovações ligadas à música nas áreas de produção e comercialização, mas ainda não são encontradas muitas pesquisas na educação musical e as possibilidades de interação desta com a informática. Boas alternativas para a construção de novas formas de se relacionar com a música e aprender a natureza do seu discurso, terão grande impacto nas escolas uma vez que a lei 11.769 de 2008 também vem reforçar a importância do aprendizado e da expressão musical pelas crianças durante sua formação em um ambiente cultural diversificado e rápido em inovações.

## 1.1 Abordagem: pesquisa-design, um processo iterativo teoria ↔ artefato

Nesse trabalho adotou-se a abordagem denominada “Design Science Research” (Hevner et al., 2004; Hevner e Chateerjee, 2010) que, assim como a pesquisa-ação, também tem um duplo objetivo: desenvolver tanto o design de um artefato quando realizar uma pesquisa científica – conforme esquematizado na Figura 1.



Figura 1. Pesquisa-design

No presente trabalho, a roupa-musical é o artefato projetado que encapsula um conjunto de suposições sobre as teorias de aprendizagem, isto é, projetamos o artefato em função de nossas suposições baseadas em teorias sobre como os sujeitos aprendem (discutido na seção 2) e como interagem com a tecnologia (discutido nas seções 2 e 3). Enquanto o artefato é uma concretude do referencial teórico, o uso do artefato possibilita teorizar sobre o produto. O uso possibilita avaliar se as suposições encapsuladas no artefato se verificam na prática, e a partir dos dados é possível realizar generalizações (estatísticas ou analíticas) e concluir sobre a teoria. A empiria (o uso do artefato) retroalimenta o design com indicações sobre o que mudar no artefato, e retroalimenta o referencial teórico com a incorporação, refinamento, confirmação ou refutação de conjecturas teóricas.

É muito usual que essa atividade oscilatória em busca de uma solução de design se realize apoiada num processo iterativo de prototipação, pois um protótipo (atividade prática) possibilita a reflexão (atividade conceitual), que por sua vez leva a um novo protótipo e assim sucessivamente até que a solução para o problema seja considerada satisfatória.

Na seção 2, foi apresentado o panorama da educação musical segundo diferentes teorias enquanto na seção 3 foram levantados trabalhos correlatos. Na seção 4 é descrito o processo de prototipagem e a seção 5 conclui o artigo.

## **2 Cibercultura e educação para a sociedade contemporânea**

### **2.1 Implicações da cibercultura para a educação**

Levy (1999) apresentou a definição de cibercultura que se tornou clássica: “*um conjunto de técnicas, práticas, atitudes, modos de pensamento e valores que se desenvolvem dentro do “ciberespaço”, meio de comunicação que surge da interconexão mundial de computadores*”.

As mudanças tecnológicas possibilitam a alteração de procedimentos e a reconfiguração de um ambiente onde os estudantes interagem entre si e com o conhecimento de uma forma bem característica. Com a facilidade de acesso a

informação, o ciberespaço vem impondo certos desdobramentos e a interdisciplinaridade e a ligação entre as diversas áreas do conhecimento são uma consequência direta do processo, segundo Malaggi e Marcon (2011).

### **2.1.2 A realidade da escola hoje**

No caso específico da educação musical existem muitos obstáculos à sua implementação no cotidiano das escolas, como por exemplo, a falta de instrumentos para todos os estudantes, tratamento acústico ou soluções que permitam a exploração sonora sem prejudicar as outras classes, atividades estimulantes para o aprendizado musical que se integrem ao contexto social e cultural /tecnológico dos estudantes. Gohn, (2007) também destaca problemas de resistência por parte de profissionais da educação sobre a entrada de ferramentas computacionais no ensino musical.

O mundo evolui em direção a uma sociedade do conhecimento e a escola que não acompanhar esse processo afasta-se de seu público alvo, os estudantes e a comunidade na qual é inserida.

O computador possibilita mais opções de interação entre os estudantes e o conteúdo abordado. O professor deve direcionar as atividades de maneira a usar o computador como um suporte para trabalhar as áreas do conhecimento em questão.

Existe uma grande defasagem tecnológica entre as ferramentas educacionais e as ferramentas de lazer dos estudantes no seu dia a dia. A realidade tecnológica da escola está atrasada em relação a realidade dos alunos em seu cotidiano fora da escola. Eles escutam música pela internet, mandam clipes e vídeos para os amigos em suas páginas pessoais. Ensinam, muitas vezes, os pais e avós a navegarem pela web e abrirem uma conta de email. A informática já faz parte dessa geração desde cedo, concretizando o que foi previsto por Mc Luhan (1969 *apud* Lima, 71, p.8).

*“Haverá um dia - talvez este já seja uma realidade - em que as crianças aprenderão muito mais, e mais rapidamente, quando em contato com mundo exterior do que no recinto da escola”.*

Os índices de evasão nas escolas são grandes em todas as faixas etárias em nosso país. A escola não atrai seu público alvo como as *lan houses*, cinemas, bate-papos virtuais, entre outros. Esses ainda geralmente são exteriores ao espaço pedagógico da sala de aula tradicional.

## 2.2 Teorias de aprendizagem

Nessa seção serão vistos modelos e teorias que apoiam o professor de música.

### 2.2.1 Modelo Espiral e Modelo TECLA (Swanwick)

Keith Swanwick, educador musical inglês, criou o Modelo CLASP (1979/2003), traduzido do inglês para TECLA, em que apresenta os seguintes parâmetros da Educação Musical:

Técnica, Execução, Composição, Literatura e Apreciação.

Este autor enfatizou em seu livro “Teaching music musically”(2007) que o processo de aprendizado musical está calcado na conjugação sem hierarquia de nenhum dos elementos chave do modelo TECLA. Esses elementos devem ser bem dosados pelo educador musical para que os estudantes tenham diferentes visões do mesmo fenômeno.

Swanwick também defende uma teoria baseada na abordagem de Piaget de que o desenvolvimento cognitivo se dá por etapas complementares. Pesquisou com crianças de escolas inglesas e organizou um modelo de espiral crescente de desenvolvimento cognitivo em que existem fases que se sobrepõem ao longo do amadurecimento e do entendimento do discurso musical da infância até a adolescência. Elaborou o que denominou Modelo Espiral – figura 2. Ao lado esquerdo da espiral se colocam elementos mais sensoriais e ao lado direito ficam os elementos lógicos do processo. A passagem pelos dois lados da espiral é obrigatória onde a um momento sensorial segue-se a acomodação do que foi sentido e se eleva mais um pouco de fase continuando o mesmo movimento espiral ascendentemente em direção ao valor da experiência musical vivida pelo estudante.

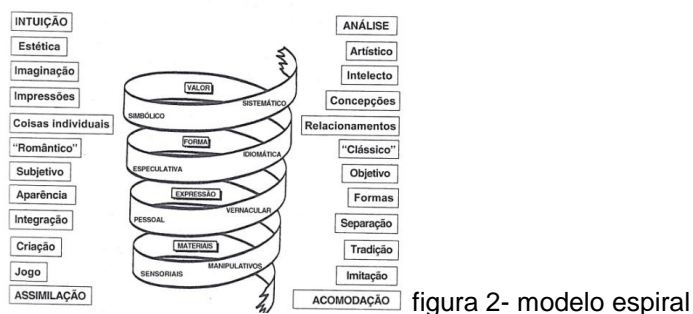


figura 2- modelo espiral

O professor deve monitorar o andamento da aula de forma a equalizar esses elementos e integrá-los com as ações dos estudantes, possibilitando ao estudante ascender na espiral e passar por todas as quatro fases e oito níveis.

### **2.2.2 Eúritmia (Dalcroze)**

Emile Dalcroze, educador suíço que em seu trabalho *Music Rythm and Education*, publicado em 1920, já criticava as velhas formas de se educar. Para Dalcroze, os conservatórios de música se prendiam em demasia às formulas de execução e de repetição de exercícios técnicos para os dedos deixando de lado boa parte do fenômeno musical, como sua expressão, dinâmica e colorido tonal. Existia naquela época uma maior preocupação com a parte racional e cerebral do que com o som em si. O ouvido não entra na equação e não há atividades para o desenvolvimento das habilidades aurais. O adestramento muscular não implica em crescimento musical para ele. A ênfase no adestramento e repetição estafante apenas torna o estudante mais distante da música e mais robótico em sua execução. O uso dos movimentos para a metáfora sonora é valorizado e incentivado na abordagem de Dalcroze que traz os elementos do discurso musical para a vivência corporal do sujeito na aprendizagem.

### **3. Revisão de trabalhos na área**

Ao se analisar os trabalhos onde ocorriam interações da tecnologia com a música foi feita uma divisão em duas categorias básicas:

1. Informática auxiliando o fazer musical/sonoro
2. Informática auxiliando especificamente a aprendizagem musical no contexto da sala de aula

Muitos são os trabalhos que utilizam a tecnologia para a produção de som seja ele parte de um discurso musical ou apenas forma de expressão sonora como Yang (2011), Zhang (2011) , Mann et AL (2011), Yang (2011) e Gelineck (2012). Estes trabalhos propõem novas formas de se produzir som mas não focam em aspectos e ou teorias de aprendizagem. Por outro lado os trabalhos de Volpe et al (2012), Zhou et al (2011), indicam uma direção a se olhar em termos de ferramentas construídas especificamente para o contexto de sala de aula e aprendizado musical. O controle sobre o som gerado e as notas por parte dos estudantes ainda pode ser aprimorado, mas

interessantes soluções como a de Zhou et al (2011) estabelecem considerações em relação ao espaço da sala de aula e o fazer musical, oferecendo a alunos e professores recursos que superam as adversidades da educação musical em ambientes físicos não estruturados e preparados para tal atividade.

Nesse caso o uso de tecnologias mobile permitiu ao professor separar a classe em grupos que através dos fones de seus aparelhos mobile pudessem se ouvir em um modo de apresentação coletiva e também dividida por canais onde cada grupo só escuta seus elementos facilitando a concentração nas tarefas. Outra observação é que o número de trabalhos com interfaces gestuais e música está aumentando como pode ser visto em Gelineck(2012), Ferguson (2006), e Horace(2005) assim como os trabalhos que incorporam música, tecnologia e vestuário como os de Yang (2011), e Volpe et al (2012) onde é possível explorar os conceitos de Euritmia de Dalcroze como suporte ao aprendizado musical trazendo o aprendizado para o corpo através de vestes computacionais e sensores dos mais variados.

O fato de se facilitar o acesso ao som fabricando-o com gestos corporais e não mais com o desenvolvimento técnico e virtuosístico característico dos instrumentos musicais tradicionais reforça as ideias de Swanwick de gestos/sentidos sonoros e sua espiral de desenvolvimento musical que passa pelo modelo TECLA Swanwick (2007) além das considerações de Dalcroze sobre a mediação do corpo no processo de aprendizagem do discurso sonoro.

## **4-Protótipo**

### **4.1 Projeto inicial: uma roupa-musical colaborativa.**

Definiu-se que seria desenvolvida uma roupa-musical e foi levantada a proposta de investigação da colaboração na aprendizagem em música. A escolha da roupa como meio de interação deve-se a necessidade de transportar para o corpo e seus gestos o fazer musical. O passo seguinte foi elaborar um protótipo conceitual que induzisse os estudantes a interagirem uns com os outros.

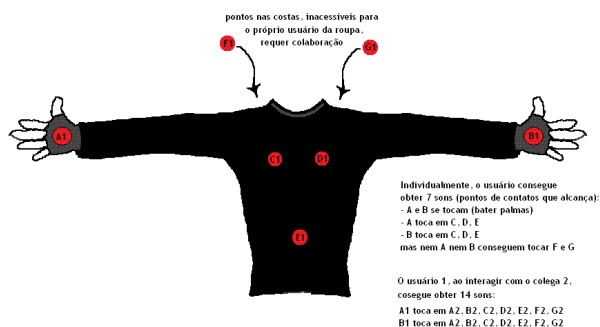


Figura 2. Roupas-musical para induzir a colaboração

A ideia inicial da roupa era possibilitar produzir um som ao bater palmas, individualmente ou com o colega como se estivessem brincando de “adoleta”. Depois o projeto evoluiu para que a roupa possibilitasse o usuário tocar as sete notas padrão da escala maior de dó (dó, ré, mi, fá, sol, lá, si). Assim, considerando que cada mão produziria um som diferente, com três pontos de acionamento na frente da roupa seria possível produzir seis notas, e ao bater palmas seria produzida uma sétima nota.

A roupa deve possibilitar liberdade de movimentos, o que implica em tecnologia wireless para não termos crianças pulando e se mexendo pela sala com fios pendurados em equipamentos sensíveis. A roupa deve ter contatos que, uma vez acionados, emitem comandos para um computador central que processa os comandos de acordo com a dinâmica da atividade educacional em questão. O processador gera os sons e os sobrepõem de modo a permitir aos estudantes interagirem uns com os outros.

Para produzir som com boa qualidade não se deve utilizar um speaker, mas sim emitir o som de um computador central que então vai processar os sinais de acionamento recebidos das roupas como feito em Yang (2011). Primeiramente optou-se por colocar os contatos em pontos móveis pelo tórax utilizando velcro.

Devido ao fato das linhas condutivas serem suscetíveis a problemas de contato optou-se por utilizar fios conectados entre o Arduino e os pontos de contato para gerar som. Nesta primeira fase do projeto optou-se por descartar a colaboração entre os processadores Arduinos das roupas através dos transmissores-receptores wireless XBee já que sua configuração é mais complexa e demanda mais tempo de implementação.

#### 4.2 Simplificação do projeto: uma roupa para produzir música individualmente.



O objetivo foi redefinido para se construir uma roupa-musical que, ainda que tocada individualmente, servisse como “prova de conceito” para ilustrar que é possível desenvolver uma roupa-computacional para ser usada para a aprendizagem de música. A partir das lições aprendidas na etapa anterior, foi elaborado o protótipo conceitual da roupa esquematizada na Figura 3. O uso de fios no lugar das linhas condutivas trouxe problemas para o acesso e configuração dos pontos de forma móvel. Optou-se por fixar os pontos no tórax e fazer a troca de sons dos contatos pelo software.



Figura 3. Roupa-musical para servir de “prova de conceito”

Uma decisão neste projeto “prova de conceito” foi produzir o som na própria roupa do usuário, sem assim precisar da transmissão sem fio. Foi assim projetado um boné para dar suporte ao speaker.

#### 4.3 Protótipo descartável da roupa: ergonomia e customização



Figura 4. Protótipo descartável

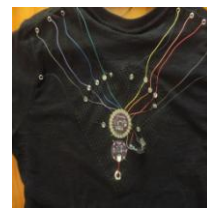
Após a construção do circuito e da programação do Arduino, o passo seguinte foi criar um protótipo descartável para ajustar a posição dos pontos de acionamento no corpo do usuário. Para esse tipo de protótipo, o circuito foi montado sobre a camisa usando fita Durex, conforme pode ser visto na Figura 4, em que a roupa foi fotografada

em sua configuração final do circuito após alguns ajustes decorrentes de testes. Esse protótipo foi montado em 5 de outubro de 2012.

#### 4.4 A roupa apresentada



ã) frente, com fios embutidos



b) costas, com exibição dos fios e dos circuitos, mas com a bateria embutida



c) placas para o acionamento do som



d) speaker para a produção do som

Figura 5. Roupa apresentada

Com relação ao protótipo anterior, foi retirado o boné e fones de ouvido pequenos foram costurados à própria roupa. Também foram adotadas placas de contato maiores e de um mesmo tamanho; uma tela foi costurada nas costas da camisa para fixar o circuito evitando-se costurá-lo diretamente na roupa. Desta forma é possível retirá-lo da roupa quando for preciso lavar a camisa. O speaker se fixa na camisa por meio de velcro e 19 Ilhoses também foram colocados para ora embutir ora exhibir os fios, os circuitos e a bateria.



Figura 6. Exibição da roupa durante a apresentação do TCC para graduação em Educação musical pela Uni rio .

## **5. Conclusão**

O presente artigo permitiu a reflexão e um debate sobre as novas estratégias de aprendizagem musical dentro do contexto da sala de aula, apoiadas pelas tecnologias computacionais mais recentes.

O levantamento de trabalhos correlatos indica que esta é uma área de interesse crescente em outros países e com diferentes linhas de pesquisa a serem exploradas. Foi também observado que ainda é encontrado um maior número de trabalhos que intencionam a manipulação e geração sonora sem pensar o aspecto educacional na sala de aula sendo essa também uma área promissora de pesquisa.

A associação de gestos com diferentes tipos de entrada de dados e o próprio fazer musical está se desenvolvendo. As atividades propostas pelo professor devem estar amparadas por teorias educacionais bem fundadas para que se possa oferecer um ambiente estimulante e fértil ao ensino musical. Professores e estudantes devem se conscientizar de que a tecnologia não resolverá os desafios educacionais, mas pode apoiar muito o cotidiano da sala de aula se houver real interesse dos professores em modernizar suas estratégias.

Propostas de pesquisas incluem a implementação do mesmo protótipo com tecnologia wireless para atender às necessidades de liberdade de movimento da sala de aula e de seu público alvo. Outra proposta é a realização de estudos sobre como usar um computador central para o processamento das informações e feedback de áudio, ou dividir essas tarefas de processamento entre aparelhos mobile usados pelos estudantes. Outra proposta é a melhoria dos sons gerados através de integração do microprocessador e seus dados com bancos de som, midi, síntese sonora e amostras de áudio.

## **Referências**

Dalcroze, E.J. Rhythm music and Education. G.P. Putnam's Sons New York 1921.

Ferguson, S. (2006) Learning Musical Instrument Skills Through Interactive Sonification. Proceedings of the 2006 International Conference on New Interfaces for Musical Expression (NIME06), Paris, France.

- Gelineck, S., Böttcher, N. (2012) 6to6Mappr An educational tool for fast and easy mapping of input devices to musical Parameters. Proceedings of the 7th Audio Mostly Conference: A Conference on Interaction with Sound
- Gohn, D. (2007) Tecnofobia na música e na educação: origens e justificativas. Revista Opus, 13(2), 161-174.
- Hevner, A.R., Hatterjee, S. Design Research in Information Systems, Integrated Series in Information Systems, v.22, Springer, 2010.
- Horace H I., Belton Kwong.,and Ken C K Law (2005) BodyMusic: A Novel Framework Design for Body-driven Music Composition. Image Computing Group, Department of Computer Science.
- Mann,S., Janzen, R., Hobson ,Tom.(2011) Multisensor Broadband High Dynamic Range Sensing for a Highly Expressive Step-based Musical Instrument. University of Toronto. Proceedings of the fifth international conference on tangible, embedded and embodied interaction.pages 21-24.
- Swanwick, K .Teaching music musically. Mar 14, 2007 Kindle edition.
- Swanwick,K; TILLMAN, J. The Sequence of Music Development: a study of children.s composition. *British Journal of Music Education*, 3(3): 305-339, Nov, 1986.
- Volpe,G., Varni, G., Mazzarino, B., Addessi, Anna.(2012) BeSound: Embodied Reflexion for Music Education in Childhood. IDC 2012 SHORT PAPERS 12th-15th June, Bremen, Germany
- Yang,Y. (2011) A musical wearable : Integrating electronics into clothing. MIT press
- Zhang, C., Shen, Li., Wang D., Tian, F., Wang, H.(2011) CoolMag: A Tangible Interaction Tool to Customize Instruments for Children in Music Education.UbiComp'11 / Beijing, China
- Zhou, Y., Percival, G, Wang,X., Wang., Zhao, S. (2011) - MOGCLASS: Evaluation of a Collaborative System of Mobile Devices for Classroom Music Education of Young Children School of Computing (SoC), National University of Singapore – CHI-2011.