

Sistemas musicais interativos-reflexivos para a educação musical¹

Anna Rita Addressi

Universidade de Bologna, Itália

François Pachet

Laboratório de Ciências da Computação da SONY em Paris, França

Resumo

Este artigo traz um relato de um projeto de pesquisa em andamento, que vem sendo realizado por Anna Rita Addressi da Faculdade de Educação da Universidade de Bologna, em colaboração com François Pachet do Laboratório de Ciências da Computação da SONY em Paris. Através deste projeto, os autores têm desenvolvido diversos experimentos sobre o uso de sistemas musicais interativos-reflexivos (SMIR) na educação musical. Os SMIRs são sistemas em que o usuário, independentemente de seus graus de competências, é confrontado com um tipo específico de espelho de desenvolvimento de si. No presente artigo, os autores descrevem a aplicação de um tipo específico de SMIR chamado de *Continuator* na educação musical de crianças de 3 a 5 anos de idade.

Palavras-chave: Sistemas musicais interativos-reflexivos, *Continuator*, educação musical, fluxo.

Abstract:

The present paper deals with a research Project currently being undertaken by Anna Rita Addressi from the Faculty of Education of the University of Bologna, Italy, in collaboration with François Pachet from the SONY-Computer Science Laboratory in Paris, France. This project collects and develops experiments regarding the uses of Interactive-Reflexive Musical Systems (IRMS) in music education. The IRMS are systems in which the user, whatever his competences' level, is confronted with a kind of developing mirror of himself or herself. In the present paper, the authors report on the applications of a specific IRMS called *the Continuator* in the musical education of children aged 3 to 5.

Keywords: Interactive Reflexive Musical Systems, *Continuator*, music education, flow.

O *Continuator*

O *Continuator* é um sistema específico capaz de produzir música de maneira parecida a um ser humano que toca em um teclado, como uma espécie de espelho sonoro (Pachet, 2003, 2006). Este sistema está baseado na noção de *Sistemas Musicais Interativos-Reflexivos* (SMIR). O conceito básico desta abordagem é o de ensinar processos musicais poderosos, porém complexos (como a harmonia tonal e a improvisação, etc.), de maneira indireta, colocando o usuário em uma situação em que ele não é o executante desses processos (como acontece nas abordagens tradicionais de maestria, onde há um mestre e um aprendiz), e que a máquina também não o é (como acontece em algumas abordagens dos sistemas tecnológicos de informação), de modo a haver uma *real interação* entre ambos. Inicialmente, o foco central do projeto do *Continuator* recaiu sobre a elaboração de um sistema para usuários adultos, iniciantes e profissionais. Mas nós decidimos experimentá-lo com crianças.

¹Tradução: Beatriz Ilari, do original inédito em inglês.

Para ilustrar o funcionamento do *Continuator*, um exemplo musical simples é fornecido na figura 1. Essa figura mostra como o *Continuator* se adapta rapidamente a estilos arbitrários, e é capaz de gerar materiais musicais que “soam como” o input do usuário em uma escala relativamente pequena. A arquitetura atual do *Continuator* consiste em um input em formato MIDI (geralmente um sintetizador) e um output também em formato MIDI (que tipicamente retorna ao mesmo sintetizador). Apesar de haver uma interface gráfica para regular os diversos parâmetros do sistema, sua operação no modo padrão não envolve nenhuma interface que seja diferente do próprio MIDI. O usuário toca qualquer seqüência ou frase musical. Quando a frase termina, o *Continuator* gera uma frase musical em resposta à frase do usuário. Essa frase musical tem como característica ser estilisticamente semelhante à frase (ou às frases) tocadas pelo usuário até então. Tecnicamente, trata-se de uma continuação da última frase do input; daí deriva o nome do sistema.

Figura 1: Uma frase melódica do jazz (pentagrama superior) é continuada pelo *Continuator* (pentagrama inferior). Exemplos mais sofisticados de música criada pelo *Continuator* podem ser encontrados em <http://www.csl.sony.fr/~pachet>

The figure displays two musical staves. The top staff, labeled 'MIDI 01', shows a jazz melody in 4/4 time, starting with a treble clef and a key signature of one sharp (F#). The melody consists of a sequence of eighth and quarter notes. The bottom staff, labeled 'MIDI 02', shows the continuation of this melody. It begins with a measure of rest, followed by a measure with a '5' above the staff, indicating a fifth interval. The continuation consists of a sequence of eighth and quarter notes, mirroring the style of the original melody.

O *Continuator* é baseado no modelo de frases musicais de Markov, de modo que o modelo do estilo criado pelo sistema retém padrões melódicos, progressões harmônicas, dinâmica, e, em menor grau, os padrões rítmicos. Uma consequência importante desta abordagem é que as frases geradas pelo *Continuator* são similares, porém apresentam diferenças em relação às frases criadas pelo usuário. Essa noção de similaridade é obviamente crucial em música, tanto de um ponto de vista analítico quanto de um ponto de vista perceptivo, já que grande parte dos métodos de análise musical é baseada em algum princípio de similaridade (veja, por exemplo, Deliège, 2001). Portanto, o *Continuator* pode ser visto como uma engenhoca para produzir variações em materiais musicais arbitrários. Questões relativas à captação de estruturas de nível superior não são discutidas aqui, já que não são relevantes para os nossos objetivos (para maiores detalhes consulte Pachet, 2003; 2006).

O modo básico de tocar o *Continuator* consiste em uma espécie de alternância da liderança, entre o usuário e o sistema, determinada por três princípios:

- Detecção automática dos finais de frases – O *Continuator* detecta os finais de frase usando um limite temporal dinâmico (geralmente ao redor de 400 mili-segundos). Quando o tempo excede este limite, o *Continuator* toma a liderança e produz uma frase musical.
- Duração parametrizada das frases – A duração da frase gerada pelo *Continuator* é parametrizada, embora na maioria dos casos a duração seja definida como sendo a mesma da última frase do input.
- Usuário como prioridade – Se o usuário decide tocar uma frase enquanto o *Continuator* ainda está tocando, o sistema pára e retorna ao modo de escuta (e eventualmente aplica novamente o primeiro princípio).

A experiência com o uso deste sistema tem nos demonstrado que esses princípios são geralmente aprendidos com facilidade pelos usuários, de maneira implícita – o comportamento do sistema é bastante óbvio até mesmo para as crianças.

O Projeto Diamuse

O projeto Diamuse refere-se a experimentos realizados com a aplicação de Sistemas Musicais Interativos-Reflexivos na educação musical. Os experimentos realizados até o presente momento com crianças de 3 a 5 anos de idade ao *Continuator* sugerem que este sistema é capaz de desenvolver interações criança-máquina interessantes bem como processos criativos em crianças, gerando uma sensação de bem-estar muito semelhante àquela descrita pela teoria de fluxo de Csikszentmihalyi (1996). A função inovadora do *Continuator* é a criação de um diálogo com a criança, enquanto ela toca o teclado. Esse diálogo não está apenas pautado nas regras de alternância de liderança (minha vez, tua vez), mas também em um mecanismo de repetição e variação bastante semelhante àquele observado nas interações entre mãe e bebês observados por Stern (2004) e Imberty (2005). Entre a criança e o *Continuator* forma-se uma interação circular em que o estilo musical da criança influencia o sistema, que por sua vez responde através da repetição modificada do fragmento musical (criado pela criança), em um processo contínuo de improvisação. A interação com o *Continuator* gera um aumento no tempo de atenção e concentração das crianças, desenvolve autonomia e motivação intrínseca, ressalta os comportamentos musicais exploratórios e a criatividade, e desenvolve diversos tipos de condutas relativas aos vínculos.

Nós elaboramos um estudo experimental e diversas experiências em sala de aula com o *Continuator*, que são descritos a seguir.

O estudo experimental

Um protocolo experimental foi estabelecido para que nós pudéssemos observar, de maneira sistemática, algumas condutas interessantes observadas em um experimento preliminar realizado em Paris (Pachet & Addessi, 2004; Addessi & Pachet, 2005; 2006). O experimento preliminar fora baseado em observações de campo, e teve como objetivo observar tanto a natureza da interação entre a criança e a máquina quanto os comportamentos musicais dos pequenos, de acordo com o tempo de exposição (3 sessões em 3 dias consecutivos), idade (entre 3 e 5 anos), e os tipos de interação (se as crianças tocavam com o sistema ou se o ignoravam, se tocavam sozinhas ou com outras crianças).

Método

Participantes

Vinte e sete crianças foram observadas (13 meninos, 14 meninas). Nove crianças, divididas igualmente nas três faixas etárias, realizaram todas as quatro tarefas nas três sessões, sendo uma menina e dois meninos (3 anos), duas meninas e três meninos (4 anos) e duas meninas e um menino (5 anos). As outras crianças realizaram as tarefas em pares ou em sessões livres, que também foram registradas em vídeo. A participação de todas as crianças foi voluntária, e houve um cuidado para que as tarefas não atrapalhassem demais as suas rotinas diárias.

Procedimento

O experimento foi realizado em uma escola de educação infantil em Bologna, Itália. Foram realizadas sessões diárias (uma por dia, por criança) por um período de três dias consecutivos. A cada sessão as crianças eram convidadas a tocar o teclado de quatro maneiras diferentes: (a) sozinhas com o teclado sem o *Continuator*; (b) sozinhas com o teclado conectado ao *Continuator*, (c) com outra criança ao teclado sem o *Continuator*; e (d) com outra criança e com o teclado conectado ao *Continuator*. Para que a criança realizasse as tarefas acima, o experimentador instruiu cada criança a tocar os seguintes “jogos musicais”:

Tarefa a: “Toque o teclado por quanto tempo você quiser. Quando você estiver cansado(a), me avise”.

Tarefa b: “Toque o teclado, que vai responder, por quanto tempo você quiser. Quando você estiver cansado(a), me avise”. (Aqui o experimentador conecta o teclado ao *Continuator*).

Tarefa c: “Toquem o teclado por quanto tempo vocês quiserem. Quando vocês estiverem cansado(a)s, me avisem.”

Tarefa d: “Toque o teclado, que vai responder, por quanto tempo vocês quiserem. Quando vocês estiverem cansado(a)s, me avisem.” (Aqui o experimentador conecta o teclado ao *Continuator*).

Todas as tarefas foram realizadas em ordem randômica e todas as sessões foram gravadas em vídeo.

Equipamentos

Foram usados o *Continuator*, um teclado Rolând Ed PC-180A como interface, um expander da Roland, um par de alto-falantes amplificados, um computador, uma câmera de vídeo, e uma câmera digital. O modo básico de tocar o *Continuator* foi a alternância de liderança, conforme explicação anterior.

Análise dos dados

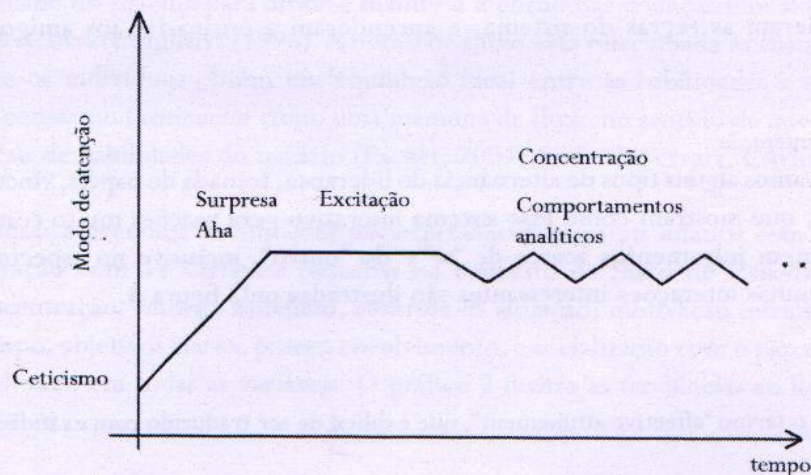
Uma série de elementos-chave foram identificados em relação à interação entre a criança e o *Continuator*, independentemente da análise específica das três sessões: audição e experiência estética, modos de execução, exploração do instrumento, atenção compartilhada, improvisação musical e interação entre os pares. Dois estudos de caso foram realizados para fins de observação e análise durante as três sessões. As condutas mais interessantes foram selecionadas para serem testadas nas demais crianças, a fim de analisar seu desenvolvimento progressivo, ou o “ciclo de vida” da interação. A duração de cada tarefa foi medida para avaliar se tocar com o sistema ou tocar em pares afetou a atenção das crianças. Finalmente, um instrumento de observação foi criado a fim de avaliar o estado de fluxo (vide Csikszentmihalyi, 1996) durante as tarefas.

Resultados

Os dados indicaram uma série de resultados relativos ao desenvolvimento de interações musicais interessantes entre as crianças e o sistema. Foram observados diferentes modos de exploração, aumento no tempo de atenção, desenvolvimento de condutas analíticas, de concentração e de audição:

O ciclo de vida da interação – De maneira geral, foi possível observar uma curva dinâmica inicial da interação que parte da surpresa (o efeito *Aha*), para fases diferentes de excitação, concentração e condutas analíticas, invenção e reinício, conforme a figura 2.

Figura 2: Uma tentativa de esboço do “ciclo de vida” do modo de interação com o *Continuator*.



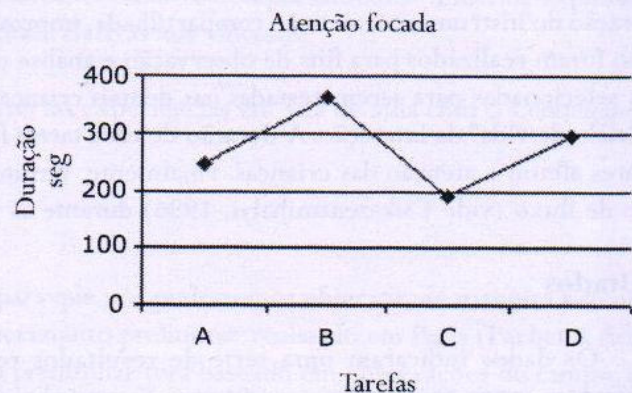
Repetição / Variação

Nós observamos que um diálogo real entre a criança e o sistema se inicia, de fato, assim que a criança reconhece algo de sua proposta na resposta do sistema, e tenta responder da mesma maneira, através da repetição e da variação daquilo que o sistema acaba de produzir. Uma estrutura semelhante foi observada por Stern (2004) e Imberty (2005) nas interações vocais entre mães e crianças pequenas.

Atenção focada

A análise da atenção focada (o tempo de cada tarefa) mostrou que há uma diferença significativa entre as tarefas realizadas com o sistema (b e d) e na ausência do sistema (a e c), conforme o gráfico 1 abaixo. Uma análise de variância multivariada (MANOVA) foi realizada nos fatores de medidas repetidas (entre) as sessões e as tarefas, usando as durações das tarefas como variáveis dependentes. Um efeito significativo foi encontrado para o fator tarefa ($F = 5.15, p < .05$). Um teste t encontrou diferenças significativas entre as tarefas a e b ($t = -3.79, p < .01$), assim como entre as tarefas b e c ($t = 3.21, p < .05$). Valores limítrofes de significância também foram encontrados na comparação entre os testes c e d ($t = -2.30, p = .05$). Esses dados mostram como a maioria das crianças alcançou um nível estável de atenção, caracterizado por uma forte motivação intrínseca. O sistema também pareceu motivar as crianças que trabalham aos pares, ou seja, estimulando ainda a socialização da experiência musical (atenção compartilhada).

Gráfico 1: Médias de tempo de atenção dedicada s as quatro tarefas, nas três sessões.

*A audição*

Os comportamentos frente à audição foram concentrados e analíticos, e também simbólicos e criativos. As crianças também ouviam atentamente suas próprias produções, o que constitui um dos principais objetivos da educação musical (McPherson, 2006). A audição é o principal canal e muitas vezes o único que as crianças usam para se comunicarem com o sistema. Esse fator deu vazão a alguns instantes de atenção prolongada e particularmente cuidadosa, encorajando as crianças a “pensarem enquanto o som ocorria”¹.

As regras

As crianças aprenderam as regras do sistema, e aprenderam a ensiná-las aos amigos. Elas também criaram algumas regras.

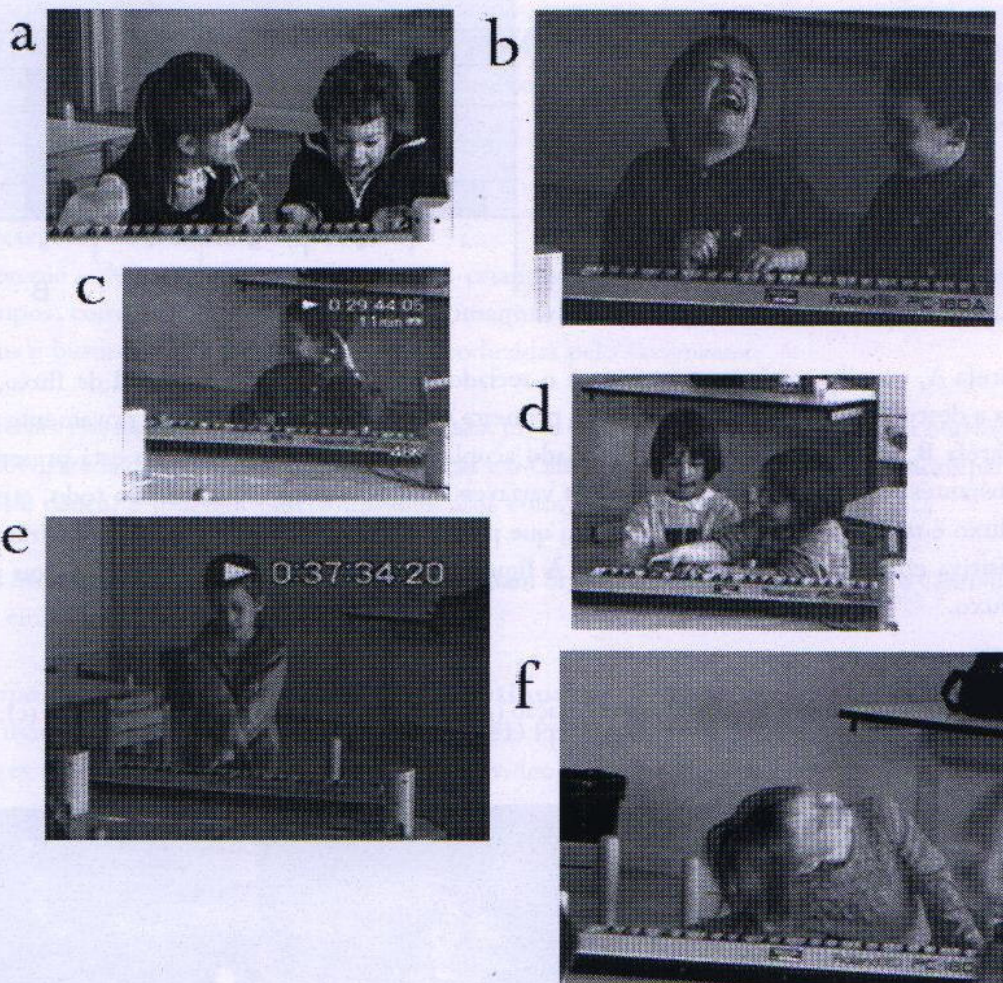
Sobre a natureza da interação

Nós também observamos alguns tipos de alternância de liderança, tomada de papéis, vínculos e regulações afetivas² (vide Stern, 2004), que mostram como esse sistema interativo gera reações muito complexas, onde se espera que as crianças formem julgamentos acerca de “si” e do “outro”, inclusive no aspecto da significação musical (Turkle, 1984). Algumas interações interessantes são ilustradas pela figura 3.

¹ NT: “Think in sound”.

² NT: Daniel Stern (2004) usa o termo “affective attunement”, que é difícil de ser traduzido com exatidão para o português.

Figura 3: Alguns exemplos de interações interessantes: surpresa e efeito Aha (a), excitação (b), audição atenta (c), atenção compartilhada (d), improvisação (e), fluxo (f)

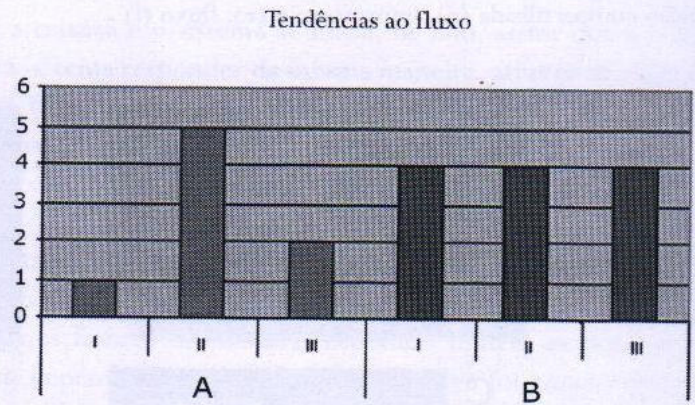


Questão emergente: Tocar com o Continuator é uma “experiência ótima”?

A capacidade do sistema para atrair e manter a atenção das crianças tem sido interpretada com base na teoria de fluxo de Csikszentmihalyi (1996). A noção de fluxo está relacionada às chamadas “experiências ótimas”, situações em que os indivíduos obtêm um equilíbrio ideal entre as habilidades e os desafios inerentes a uma tarefa. Podemos pensar no *Continuator* como uma máquina de fluxo no sentido de que ele produz uma resposta de acordo com o grau de habilidades do usuário (Pachet, 2004; AddeSSI, Ferrari, Carloti & Pachet, 2006).

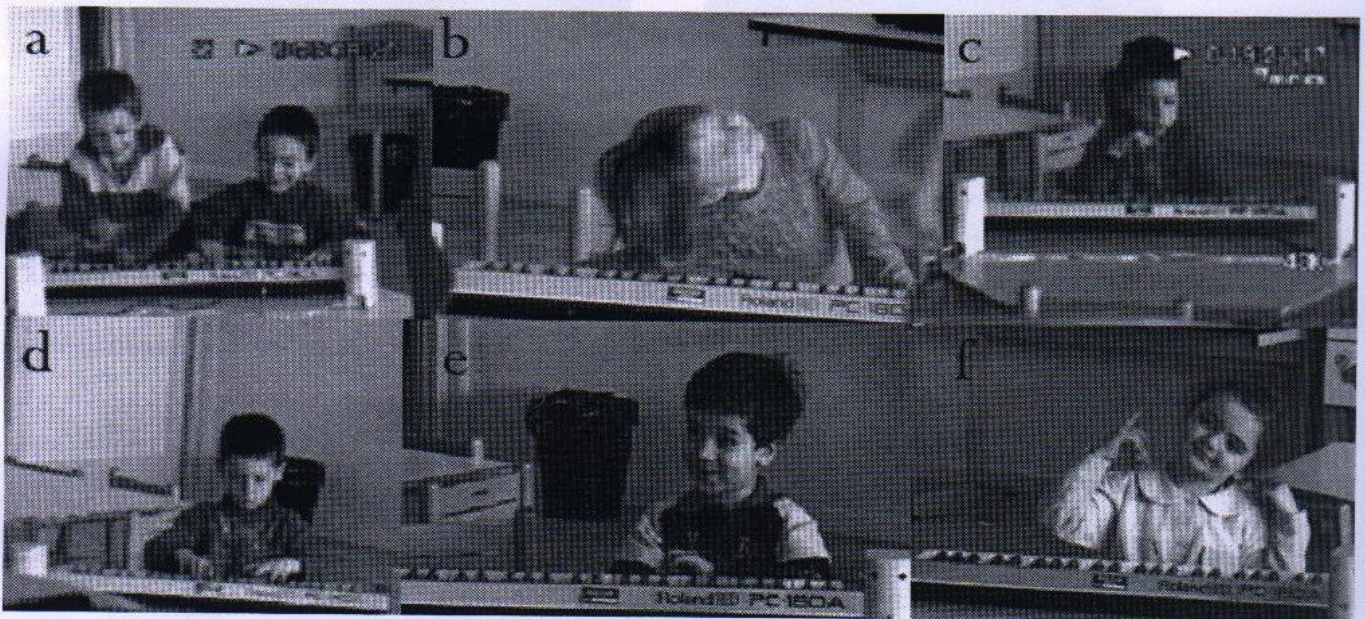
Para analisar a presença de emoções nas experiências musicais infantis com o *Continuator*, criamos uma tabela de observação com 11 variáveis baseadas no conceito de fluxo de Csikszentmihalyi (1996): atenção direcionada, concentração, retorno imediato, controle da situação, motivação intrínseca, excitação, mudança na percepção do tempo, objetivos claros, prazer, envolvimento, e socialização com o parceiro. O fluxo é caracterizado por um escore elevado em todas as variáveis. O gráfico 2 ilustra as tendências ao fluxo para as tarefas A e B.

Gráfico 2: Tendências ao fluxo



Na tarefa A, quando a criança toca apenas o teclado, observamos um bom nível de fluxo, porém com uma tendência a descontinuação: há pouco fluxo na primeira sessão, muito na segunda e novamente um pouco na terceira. Na tarefa B, quando a criança toca o teclado acoplado ao *Continuator*, o fluxo está presente em níveis elevados e constantes. Em outras palavras, todas as variáveis atingem níveis elevados. No todo, o percentual de presença do fluxo é maior para a tarefa B (54%) do que para a tarefa A (42%). Esses dados ilustram que há uma correlação positiva entre o *Continuator* e o fluxo. A figura 4 mostra algumas das expressões ou variáveis que compõem o fluxo.

Figura 4: Algumas expressões do estado de fluxo: excitação (a), envolvimento (b), atenção direcionada (c), concentração (d), retorno imediato e claro (e), prazer (f).



A experiência em sala de aula

Com base nos resultados do estudo experimental foi realizada uma experiência prática em sala de aula. Essa primeira experiência prática foi realizada por Laura Ferrari na Escola de Educação Infantil “A. Battaglia” em Bologna, Itália, com 18 crianças, sendo 9 de cinco anos (seis meninos, 3 meninas), e 9 de quatro anos (quatro meninos, cinco meninas), conforme Addressi, Ferrari & Pachet (2006) e Ferrari, Addressi & Pachet (2006).

Procedimento

As atividades foram desenvolvidas como em um workshop, que era uma das modalidades educacionais já em uso na escola, e que consiste em agrupar crianças em pequenos grupos homogêneos no quesito idade, e retirá-las da sala de aula por um curto período de tempo para que realizem outras atividades com o professor. Cada grupo teve quatro aulas de aproximadamente 30 minutos, em uma sala equipada com um teclado em uma mesa pequena diante de um grande espelho pendurado na parede. Em uma outra mesa contígua havia um computador. Um tapete e algumas estantes delimitavam o espaço para jogos e movimento. Todas as atividades das aulas foram gravadas e em áudio e vídeo.

Síntese das atividades

Exploração – Num primeiro momento, as crianças exploraram o teclado de maneira espontânea em pequenos grupos, convidadas por um personagem imaginário chamado de *Simone Acchiapasuoni*, que pedia a elas que buscassem e buscassem por “pistas musicais” produzidas pelo *Continuator*;

Jogos com o professor – A professora propôs, então, jogos com o uso do *Continuator* e com outros instrumentos. Além disso, foi narrada uma estória em que as crianças e o *Continuator* faziam descrições musicais para acompanhar movimentos de dança, e tocavam outros instrumentos como tambores e blocos de madeira.

Jogos livres – Nesses momentos, as crianças podiam brincar espontaneamente com o *Continuator*: sozinhas, em pares ou em grupos.

Equipamentos e modus operandus do Continuator

Nós usamos o *Continuator*, um teclado Roland ED PC-180^a como interface, um expander Roland, um par de alto-falantes modificados, computador, câmera de vídeo e câmera digital.

O modo básico do *Continuator*, usado para esta experiência foi o mesmo utilizado nos experimentos anteriores, em que havia um tipo de alternância da liderança, ou seja:

- O *Continuator* tocava apenas quando a criança pára. O tempo de limite pré-programado é de cerca de 400ms.

- O sistema produzia uma resposta de duração idêntica ao input.

- O usuário tinha prioridade; se o usuário decidisse tocar uma frase enquanto o *Continuator* estava tocando, o sistema pára e retornava imediatamente ao modo de escuta.

Porém, algumas modificações do *Continuator* também foram usadas para fins da presente experiência. Essas modificações estiveram relacionadas a uma interface mais simples, com dois modos de tocar:

- O modo básico de perguntas e respostas do *Continuator*, em que as respostas eram similares, porém não idênticas ao input;

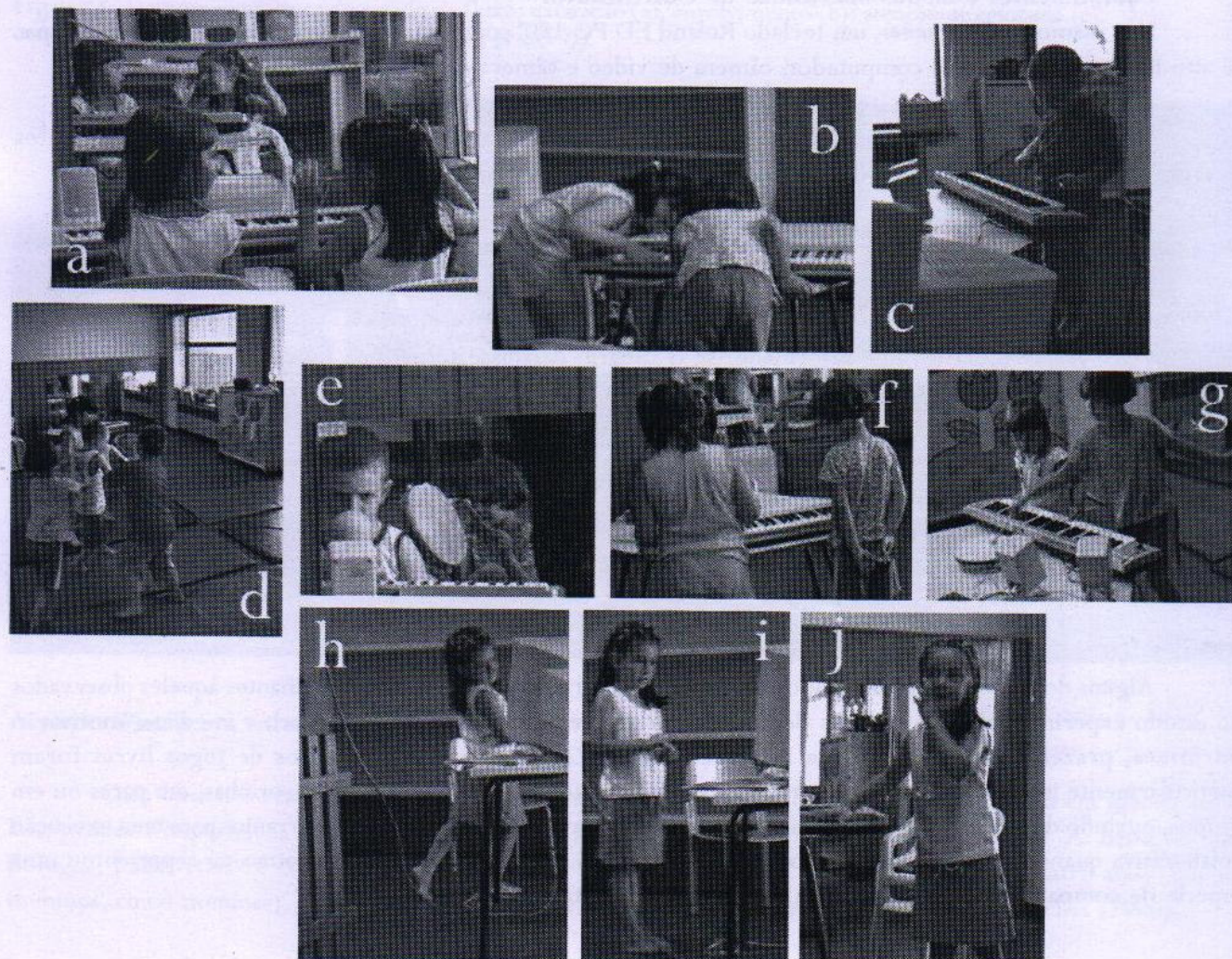
- O modo linear do *Continuator*, em que o sistema produz correntes lineares de notas.

Resultados

Alguns dos fenômenos observados na presente experiência foram muito semelhantes àqueles observados no estudo experimental: - As crianças demonstraram surpresa, excitação, retorno claro e imediato, motivação intrínseca, prazer e envolvimento na interação com o *Continuator*. Os momentos de jogos livres foram particularmente interessantes. As crianças abordaram o teclado de modo espontâneo, sozinhas, em pares ou em grupos, ouvindo de maneira cuidadosa e analítica quando tocavam sozinhas, e fazendo arranjos para uma execução colaborativa quando tocavam em pares ou pequenos grupos. Nessa experiência, o *Continuator* representou uma espécie de companhia virtual: - Ele toca, responde, pára e também ouve!

Os resultados mostram uma interação interessante entre as crianças e o sistema. Nós gostaríamos de salientar, particularmente, o modo como *Continuator* promoveu, no grupo, um estado de bem estar caracterizado por um nível elevado de motivação intrínseca, um controle da situação e uma excitação bastante semelhante à teoria de fluxo de Csikszentmihalyi (1996). O papel duplo do sistema de parceiro e tutor realça a criatividade musical e “uma prática pedagógica baseada na descoberta e na invenção”, conforme sugeriu Delalande (1993). As crianças descobrem e inventam, por exemplo, novas soluções que ligam a música à dança, que imitam a chamada de um animal, e assim por diante. Essas invenções musicais estão associadas a uma escuta participativa forte de suas produções e das produções dos outros. Nós também notamos que o sistema promove uma diferenciação interessante entre o comportamento e a conduta musical quando as crianças tocam com o sistema em sessões diferentes: a ação pode ser sempre a mesma (como tocar apenas nas teclas brancas), mas o comportamento se torna, da primeira sessão à terceira, uma conduta porque a motivação e as expectativas estão presentes. A figura 5 ilustra esses aspectos.

Figura 5: (a) A alternância de liderança: as crianças erguem os braços quando chega a vez do *Continuator*; (b) Um exemplo de escuta analítica + atenção compartilhada; (c) Atenção dirigida: a criança observa o teclado com interesse, foca sua atenção aos aspectos específicos (como tocar uma única nota, com um dedo ou alternando dois dedos), e depois ouve; (d) As crianças ouvem o *Continuator* e dançam em um dos jogos livres; (e) Estórias nos espelhos. Um menino faz de conta que é um lobo; ele toca um cluster forte e lento, e depois para e ouve uma resposta espelhada pelo *Continuator*, observando sua própria imagem no espelho imitando a expressão feroz do lobo; (f) Interação entre os pares: as crianças estão interessadas não apenas no *Continuator* em si, mas também na interação entre seus amigos e o *Continuator*; (g) Execução colaborativa: Uma criança organiza uma “Jam session” com o *Continuator* e sua amiga, e toca alternadamente o teclado e o tambor; (h) O músico virtual: A menina dança enquanto ouve o *Continuator* (1); ela para e observa o monitor do computador quando o *Continuator* não responde (2); quando finalmente o *Continuator* toca, ela diz à professora: - “Ele funciona”, com sua mão próxima da boca em um gesto típico de quem não quer que o *Continuator* escute.



De um ponto de vista pedagógico, trabalhar em grupo gera uma *aprendizagem colaborativa* através da *imitação* mútua e circular, da *comunicação explícita* de intenções particulares entre as crianças (por exemplo, uma criança diz ao seu parceiro: - "Agora eu toco as teclas brancas enquanto você toca as pretas, e aí nós levantamos os braços ao mesmo tempo!"). Para as crianças que tocam juntas num computador, é essencial que comuniquem suas intenções para que possam criar um campo de descobertas e de habilidades comuns. No nosso caso, a exploração do sistema realizada com todo o grupo permitiu o compartilhamento das descobertas referentes às regras do Continuator, reduzindo assim o tempo de exploração individual.

O sistema também exerceu um papel importante na auto-regulação e na autonomia do grupo; fazer música junto requer, por um lado, a redução do tempo de exploração individual, mas, por outro, uma regulação precisa do grupo de modo que as crianças não se sintam sobrecarregadas pelos sons. Trabalhando com o *Continuator*, o papel do professor não é exatamente o de ensinar, mas sim observar e encorajar as crianças, para que elas imaginem as diversas situações que gerem o jogo musical. A observação por parte do professor não é um instrumento que valoriza as performances infantis, mas sim um instrumento de troca e compartilhamento. À luz desses e dos resultados anteriores, podemos afirmar que o *Continuator* é capaz de eliciar interações criança-máquina interessantes, estimulando a criatividade musical. Estamos agora preparando um novo protocolo para novas experiências didáticas.

Novos experimentos

Estamos conduzindo novos experimentos em diferentes países, e juntamente com diversos pesquisadores e instituições. Uma experiência já foi realizada em um jardim de infância em Northampton, perto de Londres, em colaboração com Susan Young da Universidade de Exeter. Atualmente estamos analisando os dados coletados nessa experiência. Um novo experimento está sendo realizado neste momento por Patrícia Saint John da Universidade de Columbia, nos EUA, com alunos de piano.

Conclusão

Os resultados sugerem que este sistema é capaz de desenvolver interações criança-máquina interessantes, bem como processos musicais criativos em crianças pequenas, criando um estado de bem estar semelhante àquele descrito por Csikszentmihalyi (1996) em sua teoria do fluxo, em que há um aumento da atenção dirigida, auto-regulação e auto-prática. A função inovadora do *Continuator* é a criação de um diálogo com a criança enquanto ela toca o teclado. Entre a criança e o sistema, forma-se uma interação circular, em que o estilo musical da criança influencia o sistema, que responde através da repetição e da variação do fragmento musical original (criado pela criança), em um processo contínuo de improvisação. Este diálogo não é encontrado apenas nas regras de alternância de liderança, mas também no mecanismo de repetição e variação que é semelhante àquele observado nas interações entre mãe e bebê. Com base nesses resultados, iniciamos outras experiências na Itália e em outros países, com o intuito de criar uma colaboração espiralada entre os designers de sistemas e os experts nas áreas de pedagogia e psicologia. O próximo passo será a proposta de novos sistemas que se beneficiarão da análise dos novos experimentos. Estamos fortemente interessados na aplicação do conceito de SMIR na composição e na indexação musical baseada em conteúdos, como no projeto do MusicBrowser do Laboratório de Computação da SONY, para facilitar o acesso das crianças às coleções do repertório musical existente.

Referências

- Addessi AR, Ferrari L., Carlotti S., Pachet F. (2006). Young children musical experience with a flow machine. In Baroni et Al (Orgs.), *Electronic Proceedings of the 9th ICMPC*. Bononia University Press: Bologna.
- Addessi A.R., Ferrari L., Pachet F. (2006). Without touch, without seeing. Children playing with a cybernetic musician. In L. Suthers (Org.), *ECME Proceedings* [pp.14-21}. Sydney & Taipei: University of Western Australia Press.
- Addessi, A.R. and Pachet, F.(2005). Experiments with a musical machine: musical style replication in 3/5 year old children. *British Journal of Music Education*, 22(1).
- Addessi, A.R. and Pachet, F.(2006). Young children confronting the Continuator, an interactive reflective musical system. *Musicae Scientiae*, Special Issue 2005-2006, 13-39.
- Csikszentmihalyi, M. (1996). *Creativity: Flow and the Psychology of discovery and invention*. New York: Harper Collins Edition.
- Delalande F. (1993). *Le condotte musicali*. Clueb: Bologna.
- Deliège, I. (2001). Introduction: Similarity Perception <—> Categorization <—> Cue Abstraction. *Music Perception*, 18(3), 233-243.
- Ferrari L., Addessi A.R., Pachet F. (2006). New technologies for new music education: The Continuator in a classroom setting. In Baroni et Al (Orgs), *Electronic Proceedings of the 9th ICMPC & 6th ESCOM Conference*. Bologna: Bononia University Press.
- McPherson G. (Ed) (2006) (Ed.). *The child as musician: A handbook of musical development*. Oxford: Oxford University Press.
- Pachet, F. (2003). Musical interaction with style. *Journal of Music Research*, 32(3), 333-341.
- Pachet, F. (2004). On the design of Flow Machine. In: Tokoro, M. (Org.). *A learning zone of one's own: sharing representations and Flow in collaborative learning environments* [pp. 111-134]. Paris: IOS Press
- Pachet, F. (2006). Enhancing Individual Creativity with Interactive Reflexive Musical Systems. In Deliège I., Wiggins (Orgs). *Musical Creativity: Current Research in Theory and Practice* [pp. 359-375]. Hove: Psychology Press.
- Pachet, F., Addessi, A.R. (2004). When children reflect on their playing style: The Continuator. *ACM Computers in Entertainment*, 1(2), .
- Stern, D. (2004). *The present moment in psychotherapy and in everyday life*.
- Imberty M. (2005). *La musique creuse le temps. De Wagner à Boulez: Musique, psychologie, psycanalyse*. Paris: L'Harmattan.
- Turkle, S. (1984). *The second self: computers and the human spirit*. Cambridge: MIT Press.