

## Percepção de incongruências no contorno entonacional de frases e de melodias por crianças com, ou sem, treino musical

CARLOS MARQUES, SÃO LUÍS CASTRO E MIREILLE BESSON [direc@escolartes.com](mailto:direc@escolartes.com)

A prosódia está relacionada com a materialização da linguagem enquanto estímulo acústico. Constituem aspectos da prosódia a entoação, o ritmo, a intensidade e as pausas linguísticas (Ladefoged, 1982). Alguns destes aspectos são comuns à música. No caso da entoação da fala, esta é análoga à melodia em música. A prosódia de uma frase falada e a melodia de um trecho musical apresentam componentes estruturais muito semelhantes.

O presente estudo aborda esta questão do ponto de vista psicológico. Trata-se de um estudo sobre a percepção de melodias e de prosódia, realizado no seguimento de Schön *et al* (2002), cuja problemática está centrada no contorno da frequência fundamental ( $f_0$ ) da entoação em fala e da melodia em música. Pretende-se averiguar se há ou não uma correlação entre a percepção prosódica e a percepção melódica; e se a aprendizagem musical pode potenciar o desenvolvimento da capacidade de percepção prosódica, nomeadamente no que diz respeito ao contorno entonacional. A metodologia empregue é comportamental (medida dos tempos de reacção, percentagem de repostas correctas e sensibilidade,  $d'$ ). Os participantes do estudo são dois grupos de crianças do 4.º ano de escolaridade: um com aprendizagem musical desde o 1.º ano de escolaridade e outro sem aprendizagem musical formal. Os resultados indicaram que não existem diferenças significativas entre os dois grupos de crianças. Contudo, as crianças com melhor performance na tarefa musical, independentemente do grupo a que pertencem, são as que têm melhor performance na tarefa de linguagem. Este facto pode ser indicador de uma predisposição musical que pode influenciar o desenvolvimento da percepção das características entonacionais da linguagem.

### INTRODUÇÃO

Linguagem e música podem ser considerados sistemas complexos que envolvem diferentes componentes. Em música podemos distinguir as componentes temporais ritmo e métrica, e as componentes melódicas contorno, altura, intensidade e timbre. Também a linguagem é constituída por diferentes componentes: as que são do domínio fonológico, segmentais (fonemas) e suprasegmentais (prosódia); as que são do domínio morfosintáctico, responsável pela organização interna das palavras; do domínio sintáctico, responsável pela organização das palavras em frases; e do domínio semântico, cuja função é o significado das palavras e das frases. Nas componentes suprasegmentais da linguagem, podemos encontrar elementos semelhantes aos encontrados em música: os elementos temporais, ritmo e métrica, e os elementos melódicos, como a entoação. A entoação e o seu contorno, e a melodia e o seu contorno, são factores importantes quer na percepção da linguagem quer na percepção musical

e por isso, adequam-se particularmente bem a investigar o parentesco entre música e linguagem.

No decorrer da década de noventa, foram realizados vários estudos onde foi feita uma comparação directa entre linguagem e música. Experiências de Besson e colaboradores (Besson, 1998, Besson & Friederici, 1998, Besson, Faita, Peretz, Bonnel & Requin 1998, e Schön, Magne & Besson, 2002), entre outros, propuseram-se esclarecer os mecanismos cerebrais envolvidos no processamento destas duas formas de expressão exclusivamente humanas.

Estudos relacionando as características prosódicas da linguagem com possíveis equivalentes da música só muito recentemente foram realizados. Schön *et al.* (2002) realizaram uma experiência na qual foram analisados tempos de reacção e potenciais evocados (ERPs), contrastando um grupo com treino musical e outro sem esse treino. Os resultados dos ERPs demonstraram que as violações da  $f_0$ , quer em música quer em linguagem, provocam efeitos de onda semelhantes e com distribuição no escalpe cerebral também semelhante. Os resultados comportamentais, os tempos de reacção, demonstraram não só que os músicos obtêm melhor performance nas tarefas musicais, o que seria de esperar, mas também nas tarefas de linguagem. Os resultados deste estudo sugerem que não existe especificidade dos mecanismos cerebrais responsáveis pelo processamento das características de contorno da linguagem e da música. Sugerem ainda que a actividade musical pode influenciar o processamento das características entonacionais da linguagem.

O presente estudo pretende verificar a importância da aprendizagem musical no desenvolvimento da linguagem oral, em particular na sensibilidade à entoação. Na linha de Schön *et al.* (2002), o objectivo foi verificar se crianças com aprendizagem musical obtêm melhor performance na detecção de violações do contorno da  $f_0$  em linguagem, quando comparadas com crianças sem qualquer aprendizagem musical formal. Para o efeito foram comparados dois grupos de crianças: um com aprendizagem musical sistemática, e outro sem contacto formal com qualquer tipo de aprendizagem em música. As crianças foram observadas em duas tarefas, uma de linguagem e outra de música.

## **MÉTODO**

### **PARTICIPANTES**

Participaram neste estudo trinta e oito crianças que frequentavam o 4.º ano de escolaridade no ano lectivo 2001/02. Estas encontravam-se divididas em dois grupos: os músicos ( $n = 18$ , sexo feminino  $n = 9$ ) e os não-músicos ( $n = 18$ , sexo feminino  $n = 9$ ),

designados por Mus e nMus a partir de aqui. O grupo Mus tiveram aprendizagem musical de tipo Orff desde o 1.º ano de escolaridade na escola que frequentavam. O grupo nMus não teve contacto com aprendizagem musical formal à data da realização do estudo.

A idade dos participantes estava compreendida entre os 9 e os 11 anos, média 10.2 (SD = .43) para o grupo Mus. e 10.2 (SD = .60) para o grupo dos nMus. Todos os participantes realizaram o teste de inteligência Matrizes Coloridas de J. C. Raven, CPMR (Raven, 2001), onde obtiveram resultados normais para a idade de acordo com as normas de Simões (2000) e sem diferenças entre os grupos. Nenhum dos participantes tinha problemas auditivos segundo relato pessoal.

As duas escolas são de Leiria, escolas n.º 7 e n.º 2 (esta a dos alunos com aprendizagem musical), e situam-se no centro desta cidade. O teste decorreu durante o mês de Junho, o que permitiu que as crianças do grupo Mus tivessem na altura uma experiência musical de quatro anos lectivos.

## **MATERIAIS**

Os materiais foram frases faladas e melodias infantis, referidas a partir de aqui como frases ou Lang, e melodias ou Music. Tanto as frases como as melodias se apresentavam sob três condições: a condição normal ou congruente, i.e. a frase ou melodia apresentada na sua versão original sem qualquer manipulação fonética e/ou acústica; a incongruência fraca, com o contorno da  $f_0$  da última palavra ou nota manipulado ascendentemente numa pequena percentagem (ca 35% e 1/5 de tom respectivamente); e a incongruência forte, com uma alteração de contorno mais marcada e perceptivamente saliente (ca 120% e 1/2 de tom respectivamente).

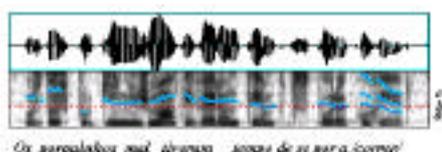
## **FRASES (LINGUAGEM)**

Foram seleccionadas noventa frases declarativas de livros de histórias infantis. As frases tinham de 5 a 18 palavras (média 12.5, SD = 3.14), e com uma duração 2 a 7 segundos (média 4.8ms, SD = 1.2).

Na selecção das frases foram tidos em consideração três factores: (1) serem frases declarativas, de modo a que o contorno final fosse descendente; (2) a palavra final ser bissilábica, pois no trabalho prévio verificou-se que as palavras monossilábicas são geralmente curtas demais para se efectuar uma boa manipulação de  $f_0$ ; e, (3) ser iniciada por consoantes oclusivas (/p/, /t/, /k/).

As frases foram pronunciadas por uma falante feminina, que as tinha estudado no dia anterior à gravação de forma a familiarizar-se com o seu conteúdo e estar em condições de fazer uma entoação o mais natural possível (e não de leitura formal). Cada frase foi gravada mais do que uma vez, tendo sido feita uma selecção das melhores elocuições em função da qualidade da entoação e da gravação. As gravações foram feitas na estação de fala no Laboratório de Fala da FPCE-UP, através do programa SoundDesigner II (Digidesign, Versão 2.3), utilizando uma placa de som de 16 bits. Todas as frases foram digitalizadas a uma frequência de amostragem de 22050Hz. A edição do sinal acústico foi realizada com o programa Praat 3920– versão 4.0.11.

Tal como Schön *et al.* (2002), a palavra final das noventa frases foi manipulada de forma a existirem três condições: (1) Congruente, i.e., sem qualquer manipulação da palavra final; (2) Incongruente Muito, ou HI de (de *High Incongruity*); e (3) Incongruente Pouco, ou LI de (de *Low Incongruity*). Nas manipulações seguiu-se sempre o mesmo processo: primeiro fixar a frequência fundamental desde o início (mais precisamente 5 a 15ms antes do início) até ao fim da palavra final, e depois deslocá-la numa percentagem predeterminada mantendo o contorno original numa faixa mais aguda, 35% no caso das pouco incongruentes, e 120% no caso das muito incongruentes. A palavra final mantinha assim o seu contorno, que era transposto para uma zona de frequências mais agudas (cf. Figura 1).



**Figura 1**

Exemplo de frase congruente (a), LI (b) e HI (c). Em (a) a frequência inicial é 213Hz, em (b) 288Hz (213.4+35%) e em (c) 470Hz (213.4+120%)

Assim, a partir de um conjunto de 90 frases, lexical, sintáctica e semanticamente diversas, constituímos mais dois conjuntos equivalentes quanto àquelas características, mas com a  $f_0$  da palavra final alterada, num total de 270 estímulos verbais diferentes, 90 por condição de Congruência (C, HI e LI).

## MELODIAS

Tal como o material verbal, também os estímulos musicais são constituídos por três grupos, a melodia original e as duas manipulações correspondentes. Todos os estímulos

musicais usados neste estudo faziam parte de um conjunto de melodias ( $n = 120 \times 3$ ) gentilmente cedidas por M. Besson (CNRS Marselha<sup>1</sup>). Destas foram seleccionadas  $90 \times 3$  para o presente estudo. Descrevem-se a seguir, sucintamente, as características das melodias, e depois o que foi feito expressamente para o estudo português.

As melodias a partir das quais foram feitas as manipulações ( $n = 120$ ) eram todas de tradição ocidental. Metade destas melodias ( $n = 60$ ) foram retiradas do repertório infantil internacional e a outra metade foi escrita propositadamente, tendo em consideração as regras de escrita musical de tradição ocidental (tonal) e ainda as características das melodias infantis, como por exemplo os intervalos curtos. Pretendia-se assim dispor de dois tipos de melodias, as familiares à criança e as desconhecidas ( $n = 60 \times 2$  no conjunto original,  $n = 45 \times 2$  neste estudo). A partir destas melodias foram então criadas as duas incongruências, a pequena e grande. Na pequena incongruência a última nota foi alterada ascendentemente em  $1/5$  de tom (desafinada), manipulação esta executada através do programa Sound Forge 32, versão 4.6. Na grande incongruência, a nota final foi alterada em  $1/2$  tom tendo esta alteração sido feita durante a execução, i.e. não foi usado nenhum programa de manipulação de sinal, apenas o teclado. As melodias foram executadas sem qualquer acompanhamento harmónico e em som de piano num teclado Korg ExDR5. As melodias foram gravadas através de MIDI directamente no computador, utilizando o programa Cakewalk (cf. Figura 2).



**Figura 2**

Exemplo de melodia conhecida "É Natal" nas três condições:  
(a) congruente, (b) LI (nota final +  $1/5$  de tom) e a (c) HI (nota final +  $1/2$  tom).

Para o presente estudo foram seleccionadas 90 melodias, quarenta e cinco do repertório infantil internacional e quarenta e cinco melodias novas, e as suas manipulações correspondentes. Houve assim um total de 270 estímulos. A duração das melodias estava compreendida entre 5000 e 19000ms, média 9871ms ( $SD = 2426$ ). No caso das conhecidas, a duração média foi 10236ms ( $SD = 3112$ ), tendo sido a média das desconhecidas 9506ms ( $SD = 1394$ ).

Embora as melodias infantis possuam características semelhantes de país para país, existem algumas que possuem identidade nacional. Por isso era importante não tomar como melodias conhecidas aquelas que eventualmente não fizessem parte da memória colectiva nacional. Uma primeira selecção foi feita por C. Marques e por S. L. Castro, e estabelecida com a ajuda de três crianças portuguesas, com idades compreendidas entre 5 e 9 anos. Estas crianças ouviram as melodias e identificaram-nas como sendo do seu conhecimento. Para a selecção das 45 melodias desconhecidas, apenas foi tida em consideração a qualidade da gravação.

## **PROCEDIMENTO**

Após a preparação das frases verbais, da selecção das melodias e antes da experiência propriamente dita, foram realizadas observações-piloto nas quais participaram cinco crianças (3 não-músicos e 2 músicos), no sentido de verificar se as tarefas eram adequadas para o nível de escolaridade e de experiência musical. Na sequência destas observações foi estabelecido o procedimento que se dá conta a seguir.

Cada criança ouviu um total de 90 frases e 90 melodias, havendo em cada grupo 30 por condição (congruente, pequena incongruência e grande incongruência). Foram preparadas três listas de estímulos verbais e três de estímulos musicais, de tal modo que em cada lista aparecesse uma determinada frase ou melodia apenas numa condição (por exemplo: a frase A na condição congruente encontrava-se na lista 1; a mesma frase, na condição pequena incongruência encontrava-se na lista 2; e a condição grande incongruência na lista 3). Cada criança ouviu uma destas listas de frases e de melodias. Este procedimento permitiu evitar os efeitos de repetição, na medida em que cada participante nunca ouviu uma melodia ou uma frase senão numa condição.

Cada lista de 90 itens era constituída por 4 blocos (23 + 22 + 22 + 23), equilibrados quanto às características críticas do alvo (número semelhante de itens por condição, com características próximas quanto à duração; no caso das melodias foi tido em consideração o facto de haver melodias conhecidas e novas melodias). A sequência dos itens foi definida pseudo-aleatoriamente, de modo a que a mesma condição não aparecesse mais do que duas vezes seguidas. O intervalo inter-estímulo foi idêntico nas frases e nas melodias, 3000ms. Existiu um intervalo de aproximadamente dois minutos entre os blocos, dependendo este intervalo da atenção e concentração das crianças (contudo, o intervalo não excedeu os dois minutos).

Metade dos participantes de cada grupo, contrabalançados por lista, iniciou a experiência pela tarefa musical e a outra metade pela tarefa verbal. A fim de tentar manter um

bom nível de atenção ao longo de toda a experiência, e na sequência das observações piloto, optou-se por alternar dois blocos de estímulos musicais (M) com dois blocos de estímulos verbais (L), com metade das crianças a fazerem a experiência na ordem LL-MM-LL-MM, e a outra metade no reverso MM-LL-MM-LL.

Antes de iniciarem o teste, foram dadas as instruções. Os participantes eram instruídos a pressionar uma tecla verde se lhes parecesse que não havia nada de diferente do normal no estímulo, e a pressionar uma tecla vermelha se lhes parecesse que havia algo estranho, esquisito ou bizarro. Todos os participantes realizaram duas sessões de treino com nove estímulos cada (três de cada condição). Antes de iniciarem as tarefas de linguagem e musical, as crianças realizaram o treino respectivo, tendo oportunidade de se familiarizarem com os estímulos e com a caixa de respostas. Foi solicitado aos participantes que pressionassem o botão correspondente o mais rápido possível, mas sem cometerem erros. As crianças usaram o dedo indicador esquerdo para o botão verde, e o dedo indicador direito para o botão vermelho (esta instrução foi dada em resultado das observações piloto).

Os participantes foram testados individualmente numa sessão com a duração aproximada de uma hora, sendo o espaço utilizado uma sala de aula normal. Os estímulos foram apresentados a partir de um computador portátil FUJITSU/SIEMENS – Lifebook series, e através de auscultadores estéreo Sony – MDR-V300. O programa de sequenciação dos estímulos foi o SuperLab Pro, versão 2.0. As respostas foram captadas através de uma caixa de respostas Cedrus RB610. O volume de som foi igual para todos os participantes.

## RESULTADOS

Apresentaremos os resultados relativos ao número de respostas correctas (exactidão), aos valores  $d'$  (sensibilidade segundo a Teoria da Detecção do Sinal), e aos tempos de reacção (latência de resposta). Todas as ANOVAs referidas foram calculadas com os factores intrasujeito Material e Congruência, e intersujeito Grupo, e as comparações post hoc feitas por testes Tukey com alpha a 0.05.

### EXACTIDÃO

O número de respostas correctas obtida nas frases é significativamente superior à das melodias, 91% vs 70% (para Material,  $f_{(1,34)} = 106.0$ ,  $p < .001$ ). O factor Congruência também exerce um efeito significativo, ( $f_{(2,68)} = 96.08$ ,  $p < .001$ ): observa-se geralmente uma superioridade das condições muito incongruente e congruente, 94% e 88%, sobre a pouco

incongruente, 59%. Não é significativa a diferença entre as duas melhores condições, mas a pouco congruente é significativamente inferior quer à congruente, quer à muito incongruente (testes Tukey). Verifica-se também uma interacção entre Material e Congruência ( $F_{(2,68)} = 19.4$ ,  $p < .001$ ). Por isso, vamos considerar separadamente os resultados obtidos para as frases e para as melodias.

Nas tarefas de linguagem, tanto músicos como não-músicos foram capazes de detectar quase sem erros as incongruências fortes (98% e 97% de respostas correctas, respectivamente). Na condição congruente as performances foram igualmente altas, 94% para os músicos e 96% para os não-músicos. Já perante as incongruências fracas, a performance é significativamente inferior às duas anteriores (testes Tukey): 81% no caso dos músicos e 78% nos não-músicos. De salientar que há menos variabilidade (cf. desvios-padrão e amplitudes) nas condições mais fáceis (Cong e SI) do que na condição de incongruência fraca, WI, mais difícil. Nas tarefas musicais observam-se resultados semelhantes. Ambos os grupos obtiveram melhores resultados na incongruência forte, 93% nos músicos e 81% nos não-músicos; estes resultados foram seguidos pelos obtidos na condição congruente, 86% e 80% respectivamente. Os resultados na condição de incongruência fraca foram muito inferiores, rondando os 36% em ambos os grupos. A variabilidade correspondente tem paralelo com a da linguagem: é mais pequena nas condições mais fáceis, e maior na incongruência fraca, mais difícil. É de salientar que, embora obedecendo à mesma hierarquia de dificuldade (melhores a incongruência forte e a congruência, pior a incongruência fraca), os resultados diferem na linguagem e na música de duas maneiras. Primeiro, o decréscimo observado na condição de incongruência fraca é muito mais pronunciado em música do que em linguagem. Segundo, enquanto em linguagem os resultados na condição congruente são praticamente idênticos aos da incongruência forte, já na música há uma superioridade ligeira (mas não significativa, segundo testes Tukey) da incongruência forte face à congruência.

Além dos efeitos principais de Material e Congruência, e da interacção entre os dois, já discutidos, nem o efeito de Grupo nem de nenhuma outra interacção atingiram a significância. O nível de performance de músicos e de não-músicos é praticamente idêntico nas condições congruente e muito incongruente de linguagem, e na condição pouco incongruente na música. A ligeira superioridade dos músicos na incongruência fraca na linguagem, nas condições musicais de congruência e de incongruência forte, não é estatisticamente significativa.

Como não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos, calcularam-se os coeficientes de correlação entre o número de respostas nas seis condições de Material por

Congruência para o conjunto total dos participantes. Apenas foram significativas duas correlações, ambas na música: uma correlação positiva entre as condições congruente e muito incongruente ( $r = .39$ ,  $N = 36$ ,  $p = .01$ ); e uma correlação negativa entre as condições congruente e pouco incongruente ( $r = -.38$ ,  $N = 36$ ,  $p = .02$ ). Todos os outros coeficientes foram baixos e longe da significância. O facto de haver uma correlação negativa entre as respostas correctas na incongruência musical fraca e na congruência musical (quanto mais respostas correctas na primeira, mais erradas na segunda) mostra que os participantes tinham tendência a responder positivamente, o que se traduz numa resposta correcta na incongruência, mas errada na congruência. Por isso, efectuámos uma análise da exactidão de acordo com a Teoria da Detecção do Sinal.

### **SENSIBILIDADE (D')**

Responder correctamente nas condições de incongruência nem sempre revela a sensibilidade à violação da  $f_0$  das frases e das melodias, pois pode haver um viés em favor de responder 'estranho' em caso de dúvida. De facto, e ao contrário de uma expectativa naïf, houve uma percentagem substancial de respostas incorrectas na condição congruente. Perante frases sem manipulação, houve 6% e 4% de respostas incorrectas de músicos e não-músicos, respectivamente. Com as melodias, os valores correspondentes sobem para 16% e 20%, respectivamente (veja-se aliás a correlação negativa com a incongruência fraca descrita acima). Estas respostas incorrectas são, do ponto de vista psicofísico, falsos alarmes (responder que há mudança de estímulo quando de facto não há). Uma análise ao número de respostas correctas segundo a teoria de detecção de sinal ajuda a separar a sensibilidade propriamente dita da tendência a responder 'sim, é estranho' perante qualquer estímulo.

Calcularam-se os valores de  $d'$  – sensibilidade – para a incongruência forte e para a incongruência fraca, individualmente para cada participante. Consideraram-se as respostas correctas perante a incongruência como êxitos (*hits*), e as respostas incorrectas nas condições congruentes como falsos alarmes. O cálculo foi feito automaticamente a partir de um algoritmo de acordo com Macmillan, Creelman, e Douglas (1991).

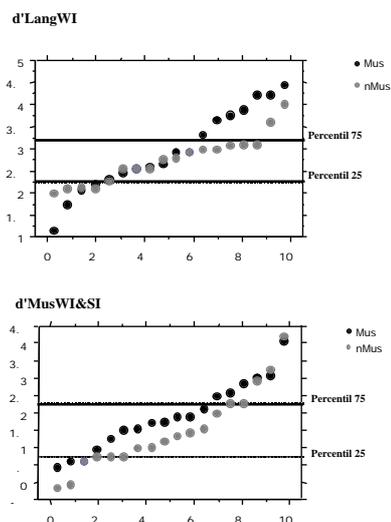
Tal como foi observado nas respostas correctas, a sensibilidade medida por valores  $d'$  depende quer do Material, quer da Congruência. Sobressai a elevada sensibilidade para as frases muito incongruentes, que rondou os 4, e a pequena sensibilidade para as melodias pouco incongruentes, que foi inferior a 1. Entre estes extremos fica a sensibilidade nas outras duas condições, que é muito semelhante: cerca de 2.5. Também nos valores de  $d'$  se observa uma

ligeira superioridade dos músicos face aos não-músicos na incongruência fraca em linguagem, e na incongruência forte em música; observa-se ainda uma superioridade dos músicos na incongruência fraca em música (pois embora ambos os grupos tenham tido um número semelhante de respostas correctas naquela condição, os não-músicos cometeram mais falsos alarmes na condição congruente). No entanto, uma análise de variância com Material e Congruência (SI vs. WI) como factores intra-sujeito e Grupo como factor intersujeito replicou os efeitos verificados nas respostas correctas: foram significativos os efeitos de Material, de Congruência e de interacção entre ambos (respectivamente,  $f_{(1,34)} = 65.11$  e  $230.41$ , ambos  $p < .001$ ; e  $f_{(1,34)} = 6.70$ ,  $p = .01$ ), e nenhum outro efeito atingiu a significância.

Há correlações positivas entre os d's obtidos para o mesmo material: entre a incongruência forte e fraca na linguagem, ( $r = .60$ ,  $p < .001$ ; na música,  $r = .54$ ,  $p < .001$  ( $N = 36$  em ambos)). São baixas e não-significativas as correlações entre os d's obtidos para a mesma condição de incongruência nas frases e nas melodias (*e.g.*, entre a incongruência fraca na linguagem e na música,  $r = .13$ , ns; valor correspondente na incongruência forte  $r = .19$ , ns).

Na Análise dos resultados verifica-se que alguns participantes tiveram sensibilidades próximas de zero ou até negativas nas tarefas musicais, tanto na condição de incongruência fraca como, no caso de alguns não-músicos, na incongruência forte. É discutível, nestes casos, considerar que a tarefa tenha sido compreendida, no sentido em que os participantes não responderam com base numa apreciação das características das melodias, mas sim num critério de resposta de alguma alternância entre o pressionar a tecla verde ou a tecla vermelha; terão simplesmente respondido ao acaso. Por isso, realizámos uma segunda análise procurando excluir estes casos. Definimos o critério de exclusão a partir da média da sensibilidade para a incongruência forte e fraca, em música, e da análise da distribuição percentilica dessa média. Calculámos para cada participante a média dos d's para a incongruência forte e fraca nas melodias, a que chamaremos d' musical médio. O percentil 25 deste d' médio situa-se a .851. Abaixo dele estão participantes com d's inferiores ou perto de zero em pelo menos uma das condições de incongruência musical. Trata-se de dois músicos e três não-músicos. Uma análise de variância aplicando este critério de exclusão (foram portanto incluídos apenas os participantes cujo d' musical médio estava acima do percentil 25) replicou os resultados da análise anterior; são significativos os efeitos de Material, e de Congruência, ( $f_{(1,20)} = 37.98$  e  $195.59$ , ambos  $p < .001$ ), bem como a interacção entre os dois, ( $f_{(1,20)} = 17.80$ ,  $p < .001$ ). Revelou também uma interacção significativa entre Congruência e Grupo, ( $f_{(1,20)} = 4.70$ ,  $p = .042$ ): os músicos têm mais sensibilidade do que os não-músicos nas incongruências fracas (1.93

vs. 1.48), mas nas incongruências fortes a sensibilidade média dos dois grupos é semelhante (3.48 vs. 3.59).



**Figura 3**

Distribuição percentilica dos valores de  $d'$  nas melodias (média incongruência forte + fraca) e nas frases (incongruência fraca)

Apreciando a distribuição dos resultados individuais (cf. Figura 3), nota-se que há mais músicos do que não-músicos a atingirem níveis de sensibilidade superiores nas incongruências musicais e na incongruência fraca na linguagem. Na incongruência musical forte, com uma exceção, todos os músicos têm  $d'$ s superiores a 1 (94%); e na fraca, há cinco nessas condições (31%); os valores correspondentes para os não-músicos são 10 e 3 (em 13; 77% e 23%, respectivamente). No extremo inferior da performance, não há músicos com  $d'$ s de zero ou negativos na incongruência musical forte, mas há dois não-músicos nessas condições; e na incongruência fraca, há 3 músicos para 5 não-músicos com aquela (falta de) sensibilidade. Na incongruência fraca de linguagem, há três músicos com  $d'$ s superiores ao melhor  $d'$  dos não-músicos. De facto, nesta condição, a variabilidade é maior nos músicos do que nos não-músicos, houve dois participantes músicos com  $d'$ s inferiores a 2, e três com  $d'$ s superiores a 4; mas nos não-músicos a faixa de variação esteve contida entre 2.00 e 3.99.

### TEMPOS DE REACÇÃO

Os tempos de reacção foram calculados a partir do início da palavra final. Foram incluídos nas análises os tempos de reacção das respostas correctas, após excluídas as

antecipações (se a resposta era dada antes do início da palavra final ou da última nota).

Foram calculados os coeficientes de correlação entre os tempos de reacção e o número de respostas correctas, por condição, para averiguar a existência de trade-off entre rapidez e exactidão. Essa análise revelou correlações negativas entre os tempos de reacção e as respostas correctas nas incongruências musicais: na forte,  $r = -.40$ ,  $p = .01$ , e na fraca  $r = -.34$ ,  $p = .04$  (ambos  $N = 36$ ). Já nas incongruências de linguagem, foram positivas as correlações análogas: para a incongruência forte,  $r = .46$ ,  $p = .003$ , para a fraca  $r = .16$ ,  $ns$ , ambos  $N = 36$ . Foi também negativa, a correlação entre os tempos de reacção e os d's na incongruência musical forte,  $r = -.29$ ,  $p = .08$ . Em contraste, a correlação entre os tempos de reacção e os resultados de d' em linguagem foram ambos positivos, na incongruência forte  $r = .54$ ,  $p < .001$ , e na incongruência fraca  $r = .24$ ,  $ns$ , ambos  $N = 36$ . Estes resultados mostram que houve um *trade-off* entre exactidão e rapidez incongruências musicais, mas não nas de linguagem. Os tempos de reacção nas condições congruentes, quer na música quer na linguagem, não se correlacionaram significativamente nem com as respostas correctas nem com os d's.

As respostas são consistentemente mais rápidas para a linguagem do que para a música (para Material,  $f_{(1,34)} = 168.56$ ,  $p < .001$ ), e para a incongruência forte face à Congruência,  $f_{(2,68)} = 90.05$ ,  $p < .001$ ). Os tempos de reacção médios foram crescendo sistematicamente de um mínimo de 746ms na condição de incongruência verbal forte, para 909ms ( $ca + 200$ ) na incongruência verbal fraca, e 1002ms ( $ca + 100$ ) na congruência verbal (as três diferenças significativas segundo testes Tukey); numa latência próxima encontra-se a resposta mais rápida para a música, de  $ca$  1024ms na incongruência forte; seguindo-se o mesmo padrão em escada para a incongruência fraca e para a congruência ( $ca.$  1024, 1222, 1290, respectivamente). No entanto, não é significativa a diferença entre as condições congruente e pouco incongruente, na música (testes Tukey). Comparando a performance dos dois grupos, observa-se um padrão semelhante ao encontrado para a sensibilidade: na linguagem, tempos de reacção praticamente idênticos nas condições congruente e muito incongruente, e uma ligeira superioridade dos músicos face aos não-músicos na incongruência fraca, 16ms para o total dos participantes, 72ms excluindo os de d' musical inferior ao percentil 25. Na música, os tempos de reacção reflectem o *trade-off* com a exactidão: um pouco mais elevados nos músicos do que nos não-músicos (na incongruência fraca, considerando o grupo total, aplicando o critério de exclusão, tanto na fraca, 1285 vs. 1258ms, como na forte, 1037 vs. 980ms, respectivamente).

As correlações entre os tempos de reacção nas várias condições de material e congruência foram todas positivas e significativas, entre um mínimo de  $r = .568$ ,  $p < .01$ , entre

a incongruência musical forte e a incongruência verbal fraca, e um máximo de  $r = .76, p < .001$  entre as incongruências forte e fraca na linguagem. De modo geral, foram superiores as correlações obtidas entre as condições de linguagem e as obtidas entre as várias condições de congruência para o mesmo tipo de material. Um outro resultado é digno de nota: uma correlação positiva entre a rapidez na resposta à incongruência musical forte e a exactidão na resposta à incongruência forte de linguagem, em que  $r = .41, p = .01, N = 36$ ; este resultado aparece também nos valores de  $d'$  correspondentes  $r = .32, p = .053, N = 36$

## DISCUSSÃO

Os resultados do presente estudo demonstram claramente que não existem efeitos de Grupo em qualquer dos factores: as diferenças dos resultados dos músicos e dos não músicos não são significativas. Os efeitos significativos encontrados estão relacionados com o Material, linguagem e música, e ainda com o factor Congruência/Incongruência. De facto ambos, músicos e não músicos, obtêm melhores resultados nas tarefas de linguagem do que nas tarefas de música, resultados que estão em linha com os obtidos por Schön *et al.* (2002). Também no que diz respeito ao factor Congruência/Incongruência e em relação à performance dos músicos os resultados estão em conformidade com os obtidos por Schön (*ibid.*). Os músicos foram mais rápidos na incongruência forte, seguida da incongruência fraca, tendo sido mais lentos na condição normal. Relativamente à performance dos não músicos os resultados não são idênticos aos do citado estudo: observou-se no presente estudo que os não músicos também foram mais rápidos na incongruência forte, seguida da incongruência fraca, tendo sido mais lentos na condição normal, sendo as diferenças muito semelhantes às encontradas nos músicos, o que mostra a não existência de um efeito significativo de grupo. Estes resultados aplicam-se quer às tarefas de linguagem quer às tarefas musicais; neste sentido, a diferença pode residir no facto de no estudo de Schön (*ibid.*) terem sido comparados músicos profissionais com 15 anos de experiência enquanto que no presente estudo foram testadas crianças que tiveram uma aprendizagem musical apenas durante quatro anos. Também o tipo de metodologia utilizada na escola frequentada pelas crianças pode ser um factor a ter em consideração. A metodologia Orff não privilegia um desenvolvimento mais apurado da audição, no que diz respeito a pequenas diferenças no contorno da linguagem ou da música. As tarefas aqui utilizadas requerem um maior treino musical. O facto de não haver diferenças também não quer dizer que a tarefa estivesse inadequada para o nível das crianças; estas obtiveram bons resultados no pré teste e na experiência. As percentagens de respostas correctas variam entre 85 e 95%. Não se

verificaram foi as diferenças de grupo. O facto de não se verificarem efeitos de grupo levou-nos a considerar uma última hipótese: As crianças com melhor performance musical, independentemente de pertencerem ao grupo dos músicos, são as mesmas com melhor performance nas tarefas de linguagem?

Com base na selecção dos melhores resultados na sensibilidade ( $d'$ ) na tarefa de música na LI, verificou-se que estas crianças são aquelas que têm melhor performance nas tarefas de linguagem, e cujos resultados estão muito próximos. Este facto pode ser indicador de uma predisposição destas crianças para a música e que pode ajudar ao desenvolvimento da percepção das características entonacionais da linguagem. Pode ser indicador porque neste grupo de crianças encontravam-se cinco com aprendizagem musical formal e quatro sem aprendizagem, i.e., as melhores performances não dependem expressamente do treino. As crianças sem aprendizagem musical têm performances ao nível das que tiveram essa aprendizagem, quer ao nível das tarefas musicais quer ao nível das tarefas de linguagem.

Estes resultados não contrariam a existência de mecanismos cerebrais comuns ao processamento “sintáctico” da música e da linguagem. Contudo, parece-nos que o factor experiência e tipo de aprendizagem podem ser relevantes. Com base nestes resultados não é possível afirmar que a aprendizagem musical, utilizando a metodologia Orff, pode influenciar o desenvolvimento dos mecanismos cerebrais responsáveis pela percepção da entoação em linguagem. No entanto são indicadores de que pode existir uma predisposição para a música e que esta pode ser importante para a percepção entonacional de frases.

Serão necessários mais estudos comparando crianças com experiência musical mais profunda, como por exemplo crianças que estudam instrumentos de corda.

#### NOTAS

<sup>1</sup> Agradecemos a disponibilidade da Dr.ª Mireille Besson na cedência dos estímulos musicais.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aiello, R. & Sloboda, J. (eds.). (1994). *Musical Perceptions*. New York: Oxford University Press.
- Altenmüller, E., Gruhn, W., Parlitz, D. & Liebert, G. (2000). The impact of music education on brain networks. *International Society for Music Education*, 35, 47-53.
- Besson, M. (1998). Meaning, structure, and time in language and music. *Cahiers de Psychologie Cognitive*, 17, 921-950.

- Besson, M. & Friederici, A. D. (1998). Language and music: A comparative view. *Music Perception*, 16, 1-9.
- Besson, M., Ffita, F., Peretz, I., Bonnel A. M. & Requin, J. (1998). Singing in the brain: Independence of lyrics and tunes. *Psychological Science*, 9, 494-498.
- Besson, M. & Schön, D. (2001). Comparison between language and music. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 930, 232-258.
- Schön D., Magne, C. & Besson, M. (2002). The music of speech: Electrophysiological study of pitch perception in language and music. *Psychophysiology*, 41.
- Bernstein, L. (1976). *The unanswered question: Six talks at Harvard*. London: Harvard University Press.
- Bregman, A. S. (1990). *Auditory scene analysis: The perceptual organization of sound*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Castro, S. L. (1991). Factores experienciais no reconhecimento da fala e de melodias: O papel da escolaridade. *Actas das Jornadas de Estudo dos Processos Cognitivos*, 69-91. Lisboa: Sociedade Portuguesa de Psicologia.
- Castro, S. L. (1997). *Elementos de estudo em psicologia da linguagem e da cognição*. Porto: Universidade do Porto – FPCE.
- Castro, S. L. & Gomes, I. (2000). *Dificuldades de aprendizagem da língua materna*. Lisboa: Universidade Aberta.
- Chauvel, C. L., Peretz, I., Babai, M., Laguitton, V. & Chauvel, P. (1998). Contribution of different cortical areas in the temporal lobes to music processing. *Brain*, 121, 1853-1867.
- Chomsky, N. (1965). *Aspects of the theory of syntax*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Dowling, W. J. & Harwood, D. L. (1986). *Music cognition*. New York: Academic Press, Inc., Harcourt Brace Jovanovitch.
- Dowling, W. J. (1991). Pitch structure. In R. West, P. Howell, & I. Cross (Eds.), *Representing musical structure* (pp. 33-57). New York: Academic Press, Inc., Harcourt Brace Jovanovitch.
- Dowling, W. J. (1994). Melodic contour in hearing and remembering melodies. In R. Aiello & J. Sloboda (Eds.), *Musical Perceptions* (pp. 173-194). New York: Oxford University Press.
- Fiske, H. E. (1990). Is music a (meta) language? In H. Fiske (Ed.), *Music and mind – Philosophical essays on the cognition and meaning of music*. Lewiston: Edwin Mellen Press.
- Gray, P. M., Krause, B., Atema, J., Payne, R., Krumhansl, C. & Baptista, L. (2001). *The music of nature and the nature of music*. *Science*, 291, 52-54.
- Habib, M. (1998). *Bases neurológicas dos comportamentos*. (J. Falcato, Trad., 2000) Lisboa: Climepsi.
- Hargreaves, D. J. (1986). *Música y desarrollo psicológico*. (A. Frega, Trad., 1998) Barcelona: Graó.
- Ladefoged, P. (1982). *A course in phonetics*. (2. Ed.). New York: Harcourt Brace Jovanovitch.
- Macmillan, N. A. & Greelman, C. D. (1991). *Detection theory: A users guide*. Cambridge. Ma: Cambridge University Press.
- Mateus, M. H., Andrade, A., Viana, M. C. & Villalba, A. (1990). *Fonética, fonologia e morfologia do português*. Lisboa: Universidade Aberta
- Mateus, M. H., Brito, A. M., Duarte, I. & Faria, I. H. (1994). *Gramática da língua portuguesa*. (2.ª Ed.) Lisboa: Caminho
- Molino, J. (1999). Toward an evolutionary theory of music and language. In N. Wallin, B. Merker, & S. Brown. (Eds.), *The origins of music*. (pp. 165-176). Cambridge, MA: MIT Press.
- Patel, A., Gibson, E., Ratner, J., Besson, M. & Holcomb, P. (1998). Processing syntactic relations in language and music: An event-related potential study. *Journal of cognitive neuroscience*, 10(6), 717-733.

- Peretz, I. (2001). Brain specialization for music – New evidence from congenital amusia. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 930, 153-165.
- Platel, H., Price, C., Baron, J. C., Wise, R., Lambert, J., Frackowiak, R. S. J., Lechevalier, B. & Eustache, F. (1997). The structural components of music perception – A functional anatomical study. *Brain*, 120, 229-243.
- Rauscher, F. H. (1999). Music exposure and the development of spatial intelligence in children. *Bulletin of the Council for Research in Music Education*, 142, 35-47.
- Simões, M. M. R. (2000). *Investigação no âmbito da aferição nacional do teste das matrizes progressivas coloridas de Raven (M.P.C.R.)*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Serafine, M. L. (1988). *Music as cognition. The development of thought in sound*. New York: Columbia University Press.
- Schirmer, A., Alter, K., Kotz, S. A. & Friederici, A. (2001). Lateralization of prosody during language production: A lesion study. *Brain and Language*, 76, 1-17.
- Trainor, L., McDonald, K. L. & Alain, C. (2002) Automatic and controlled processing of melodic contour and interval information measured by electrical brain activity. *Journal of cognitive neuroscience*, 14(3), 430-442.
- Tramo, M. J. (2001). Music of the hemispheres. *Science*, 291, 54-56.
- Trehub, S. (1999). Human processing predispositions and musical universals. In N. Wallin, B. Merker, & S. Brown (Eds.), *The origins of music* (pp. 427-448). Cambridge, MA: MIT Press.
- Ungerer, F. & Schmid, H. J. (1996). *Introduction to cognitive linguistics*. New York: Longman.
- Wallin, N., Merker, B. & Brown, S. (1999). *The origins of music*. Cambridge, MA: MIT Press.