

A música e o cérebro: algumas implicações do neurodesenvolvimento para a educação musical

Beatriz Ilari

Departamento de Artes - UFPR
beatriz.ilari@elf.mcgill.ca / beatrizilari@yahoo.ca

Resumo. Este artigo tem como objetivo discutir alguns resultados de pesquisas recentes sobre o desenvolvimento do cérebro e as implicações destas na área da educação musical. Na primeira parte do artigo há uma breve introdução ao cérebro e seu desenvolvimento, incluindo suas partes, sinapses e lateralização. Em seguida, são discutidos os sistemas envolvidos no neurodesenvolvimento, bem como os fatores que influenciam o desenvolvimento do perfil da mente de cada criança. As questões da inteligência e do talento são abordadas na terceira parte do artigo. Algumas implicações dos estudos da neurociência para a educação musical são discutidas na quarta e última parte do artigo, na qual diversas sugestões para o ensino e para a avaliação também são propostas.

Palavras-chave: desenvolvimento do cérebro, cognição, educação musical

Abstract. This paper aims to discuss recent brain development research and some of its implications for music education. In the first part of the paper there is a brief introduction to the brain and its development, including its parts, synapses and lateralization. The second part includes a discussion on the systems involved in neurodevelopment and the factors that influence the development of the mental profile of each individual child. Issues such as intelligence and talent are tackled in the third part of the article. The implications of neuroscience research for music education are discussed in the fourth and last part of the article, in which suggestions for education and assessment are also proposed.

Keywords: brain development, cognition, music education

Introdução

As descobertas recentes da pesquisa científica sobre o cérebro exercem um fascínio enorme sobre todos nós. Isso ocorre porque praticamente todas as atividades de nossa vida cotidiana estão relacionadas ao funcionamento desse importante órgão vital (Herculano-Houzel, 2002). Hoje em dia, todos nós sabemos qual a importância do cérebro no desenvolvimento humano e também na aprendizagem e na cognição. Sabemos também dos atrasos cognitivos e motores e das deficiências que

são causadas quando alguém sofre um acidente e o cérebro é lesado (Marin; Perry, 1999; Morato, 2000; Peretz, 2001; Peretz et al., 2002). Não há novidade alguma em dizer que o cérebro controla nossas ações e pensamentos, entre elas nossas atividades musicais. Nesse contexto, este artigo tem como objetivo descrever alguns resultados de pesquisas recentes da neurociência sobre o desenvolvimento da mente, bem como discutir as implicações destas na área da educação musical.

Antes de mais nada, é necessário fazer uma breve introdução ao cérebro e suas principais características, incluindo as questões das sinapses e da lateralização. Em seguida, aprenderemos sobre os oito sistemas que constituem o neurodesenvolvimento (Levine, 2003) e os fatores que influenciam no desenvolvimento da mente da criança. Também discutiremos a questão da inteligência e do talento e retomaremos alguns estudos específicos sobre o funcionamento do cérebro na presença de estímulos musicais. Para concluir, discutiremos as contribuições e implicações dos estudos da neurociência para a aprendizagem e a cognição musical das crianças.

Uma breve introdução ao cérebro humano

A idéia do cérebro como órgão da sensação e da inteligência existe desde a Antiguidade. Contudo, foi apenas no século XIX que surgiram os primeiros estudos científicos sobre o cérebro (Morato, 2000). O interesse pela cognição surgiu também nessa mesma época, quando a psique deixou de ser vista como um atributo divino e passou a ser vista como um atributo humano. Desde então, o estudo do cérebro vem avançando de maneira rápida e significativa.

Em linhas gerais, o cérebro pode ser definido como um labirinto em forma de noz, mais ou menos do tamanho de duas mãos fechadas colocadas frente a frente, e composto por aproximadamente 12 bilhões de células (Campbell, 1996). Segundo Campbell (1996), o cérebro se parece com uma série de montinhos e linhas de massa cinzenta e rosa, com uma textura macia. As células do cérebro, também conhecidas por neurônios, recebem, analisam, coordenam e transmitem informações (Kotulak, 1997). No decorrer da vida, o cérebro aprende e memoriza através de constantes mudanças em sua imensa rede de conexões entre neurônios. Essas conexões são chamadas sinapses, e ocorrem em decorrência de estímulos provenientes do meio (Kotulak, 1997). Muitas sinapses formam conexões sólidas com as células do cérebro e se tornam partes do cérebro em desenvolvimento. Já as outras sinapses, as desconexas, desaparecem com o tempo (Herculano-Houzel, 2001). De acordo com Kotulak (1997), essa é a maneira que o cérebro encontra para eliminar sinapses em excesso, para que as restantes, ainda em quantidade considerável, possam formar um cérebro funcional.

O desenvolvimento estrutural do cérebro

Logo após o nascimento, o cérebro do bebê passa por um crescimento fantástico, no qual

trilhões de sinapses ocorrem entre as células cerebrais. Por se tratar de um órgão auto-organizável, o cérebro do bebê é faminto de novas experiências que o transformarão em redes neurais para a linguagem, o raciocínio lógico, o pensamento racional, a resolução de problemas e os valores morais (Kotulak, 1997). Essas redes neurais já estão sendo formadas antes mesmo de o bebê completar um ano de idade. São elas que permitem a associação de idéias e o desenvolvimento de pensamentos abstratos, que constituem as bases da inteligência, imaginação e criatividade. Contudo, essas redes podem ser destruídas quando as experiências na infância são destituídas de estimulação mental ou sobrecarregadas de estresse (Kotulak, 1997).

Em seu livro, Kotulak (1997) fala de quatro fases principais do desenvolvimento estrutural do cérebro. A primeira fase ocorre durante o estágio fetal. Nos primeiros meses da vida fetal, bilhões de células são formadas. Metade delas morre; estímulos externos organizam algumas e eliminam outras para formar a estrutura básica do cérebro, ou seja, a estrutura que caracteriza e diferencia as crianças em meninos e meninas. A segunda fase se dá logo após o nascimento, quando surgem trilhões de conexões entre as células, que formam os "mapas mentais" do cérebro, responsáveis, entre outras coisas, pela visão, linguagem e audição. Na terceira fase, que vai dos 4 aos 10 anos de idade, novos aprendizados reorganizam e reforçam as conexões entre as células do cérebro humano. Novas conexões são formadas à medida que novos conhecimentos são adquiridos. A quarta e última fase ocorre após os 10 anos de idade. Ainda capaz de sofrer mudanças físicas, o cérebro aprende e memoriza informações no decorrer de toda a vida (Kotulak, 1997). Segundo Herculano-Houzel (2001), alguns neurônios novos aparecem no cérebro do adulto porém, somente em algumas partes específicas do cérebro. São muitos os mistérios da mente que a neurociência vem procurando investigar. Contudo, para fins deste artigo, nós nos concentraremos no cérebro em formação, ou seja, no cérebro da criança, e deixaremos de lado as especificidades do cérebro adulto. Entretanto, uma introdução superficial às partes principais do cérebro se faz necessária, bem como uma rápida introdução ao conceito de lateralização.

Lateralização: os hemisférios do cérebro

A neurociência já mapeou o cérebro. O cérebro do ser humano normal é composto por duas metades ou hemisférios: o direito e o esquerdo. Os hemisférios são unidos por diversos feixes de fi-

bras de comunicação, sendo o corpo caloso o maior deles (Carneiro, 2001). Embora os hemisférios direito e esquerdo pareçam ser idênticos a olho nu, existem diferenças fundamentais entre eles. Na maioria das pessoas, o hemisfério direito comanda o lado esquerdo do corpo, e o hemisfério esquerdo comanda o lado direito do corpo. Carneiro (2001) nos ensina que diversas investigações já comprovaram que o domínio de um lado do corpo sobre o outro (como no caso da dextralidade, ou seja, dos membros que usamos “melhor” do que outros) tem bases neurofisiológicas e neuroanatômicas, e pode ainda ser generalizável para outras áreas das funções cerebrais.

Aliás, essa é outra diferença fundamental dos hemisférios cerebrais: as funções que cada um dos hemisférios comanda. De maneira geral, a linguagem, o raciocínio lógico, determinados tipos de memória, o cálculo, a análise e resolução de problemas são comandados pelo hemisfério esquerdo do cérebro, freqüentemente citado como hemisfério dominante ou principal. Já as habilidades manuais não-verbais, as intuições, a imaginação, os sentimentos e a síntese são comandadas pelo hemisfério direito (Cardoso, 2001; Carneiro, 2001). Com relação à percepção de sons, Carneiro (2001) sugere que é predominantemente no hemisfério esquerdo que se percebem os sons relacionados com a linguagem verbal, e no hemisfério direito que são percebidos a música e os sons emitidos por animais.

Embora se diga que a percepção da música se localize primordialmente no hemisfério direito do cérebro, sabe-se hoje que o aprendizado musical depende dos dois hemisférios, uma vez que ele é interdependente de outras funções cerebrais, como a memória, a linguagem verbal, a resolução de problemas e a análise, entre outras. A propósito, sabe-se hoje que o cérebro do músico treinado é diferente do cérebro do não-músico (veja Costa-Giomi, 2001). Enquanto o não-músico processa informação musical primordialmente no hemisfério direito do cérebro, o músico treinado processa informação musical nos dois hemisférios, e apresenta uma quantidade maior de conexões entre os hemisférios durante as atividades de escuta musical (Bever; Chiarello, 1974), o que indica uma escuta musical analítica. Esse e outros estudos (Besson et al., 1998; Costa-Giomi, 2001) sugerem que a aprendizagem e o treino musical exercem efeitos sobre a atividade cerebral e a lateralidade. Seja como for, não se pode falar em lateralidade e neurodesenvolvimento sem falar nos sistemas que compõem o desenvolvimento e o perfil da mente.

Os oito sistemas do neurodesenvolvimento e o perfil da mente

Como já ficou dito, existem cerca de 30 milhões de sinapses que formam uma rede no cérebro humano. Essa rede suporta uma quantidade enorme de conexões, desconexões, conexões estranhas ou mal feitas, ou seja, uma variedade enorme de combinações de possibilidades que afetam o neurodesenvolvimento. Algumas conexões permitem que as crianças adquiram certas habilidades específicas, como tocar violão ou memorizar uma série de jogadas numa partida de xadrez. As conexões do cérebro originam diferentes comportamentos, movimentos, percepções e habilidades. Para melhor compreendê-las, é interessante ver como se organizam em “construtos do neurodesenvolvimento” ou sistemas, como sugere Levine (2003). Estes sistemas não existem de maneira isolada, mas estão entrelaçados e combinados entre si. São eles:

1) *Sistema de controle da atenção* – responsável pelo direcionamento e distribuição da energia mental dentro do cérebro. É esse controle que mantém a criança concentrada, permitindo que dê atenção exclusiva a uma determinada tarefa e ignore as distrações.

2) *Sistema da memória* – responsável pelo armazenamento de informações, é importantíssimo no aprendizado de qualquer disciplina. Devido ao fato de a música ser uma arte temporal (isto é, que existe num determinado tempo e espaço), o sistema da memória tem uma importância fundamental para a educação musical.

3) *Sistema da linguagem* – responsável pela detecção dos diferentes sons de uma língua, pela habilidade de compreender, lembrar e utilizar um vocabulário novo, pela capacidade de expressão de pensamentos na forma da fala ou escrita, e pelo ritmo de compreensão com que o indivíduo atende às explicações e instruções verbais.

4) *Sistema de orientação espacial* – responsável pela capacitação do indivíduo para lidar ou criar informações organizadas em *Gestalt*, em padrões visuais ou em configurações específicas. A orientação espacial nos permite perceber que várias partes se encaixam em um todo, como num quebra-cabeça.

5) *Sistema de ordenação seqüencial* – responsável pela capacitação do indivíduo para lidar com as cadeias de informação que têm uma ordem ou seqüência. No caso da música, é esse sistema que permite ao aluno compreender o conceito de escalas e seqüência musical.

6) *Sistema motor* – responsável pelas conexões entre o cérebro e os diversos músculos do corpo humano. Por exemplo, o sistema motor possibilita que uma determinada criança toque violino ou pratique um esporte.

7) *Sistema do pensamento superior* – responsável pelo raciocínio lógico, pela resolução de problemas, pela formação e utilização de conceitos, pela compreensão de como e onde as regras são aplicadas e válidas, e pela percepção do ponto central de uma idéia complexa.

8) *Sistema do pensamento social* – responsável pela capacidade de interagir através de relações interpessoais e de pertencimento em um grupo. Na educação musical, é o sistema de pensamento social que permite que as crianças façam música de câmara ou cantem juntas em um coral.

O desenvolvimento do cérebro depende, entre outras coisas, do desenvolvimento dos sistemas acima citados. Além disso, Levine (2003) cita diversos fatores que influem no desenvolvimento do perfil da mente de cada criança. Enquanto alguns fatores são mutáveis e podem ser modificados pelos pais e educadores, há outros que são fixos e que, portanto, estão além do controle humano. Como exemplo, a herança genética que a criança recebe dos pais, apesar de todos os avanços científicos dos últimos tempos, ainda não pode ser alterada. Querendo ou não, há certas características dos pais (como a facilidade para aprender línguas estrangeiras ou a aptidão especial para jogar futebol) que também são transmitidas aos seus filhos. Como sugere Levine (2003), embora a genética seja poderosa, isso não nos impede de trabalhar nossas próprias deficiências e dificuldades. A herança genética constitui, obviamente, o primeiro fator que influencia o neurodesenvolvimento.

Vida familiar e o nível de estresse são outros fatores que influenciam o desenvolvimento do perfil da mente da criança. Nós sabemos muito a respeito da influência das condições socioeconômicas nas relações entre pais e filhos e no de-

envolvimento das crianças. A pobreza, por exemplo, afeta o modo de vida, o desenvolvimento das comunidades, os níveis de estresse dos indivíduos, o acesso à informação e, logicamente, os valores e interesses das famílias e das crianças que fazem parte das mesmas. Relacionado a este, está o terceiro fator listado por Levine (2003): o fator cultural. A cultura de onde a criança vem exerce uma influência enorme sobre o desenvolvimento da criança. Ao compararmos o cotidiano de crianças de culturas diferentes, como, por exemplo, uma criança brasileira, uma berbere-marroquina e uma alemã, notamos algumas diferenças fundamentais. A cultura exerce um papel preponderante, da alimentação ao modo de vestir, da língua falada aos comportamentos.

Como não poderia deixar de ser, o meio social também exerce uma influência considerável sobre o desenvolvimento da mente da criança. Sabemos hoje que os amigos das crianças são figuras importantes, que exercem um papel primordial no desenvolvimento do perfil da mente. Um exemplo típico é o caso da criança que estava indo muito bem na escola até conhecer um amigo X, que foi chamado de “má influência” por ter ajudado a despertar na criança outros interesses que não os escolares. Ou então o caso do adolescente que se apaixona por uma determinada causa (política estudantil, esporte, música) por influência de um líder na turma. Ambos os exemplos ilustram bem a influência do meio social no desenvolvimento do perfil da mente.

A saúde física e mental constitui um quinto fator de influência no neurodesenvolvimento. Desnutrição, enfermidades, deficiências e doenças congênitas e traumas físicos são alguns exemplos de como a saúde pode afetar o desenvolvimento do cérebro humano durante o período escolar. Crianças portadoras de síndrome de Down, por exemplo, apresentam algumas dificuldades características na aprendizagem, e necessitam de uma educação especial. O mesmo ocorre com as crianças portadoras de diversas síndromes. A desnutrição também influencia na saúde. As crianças desnutridas e mal alimentadas freqüentemente apresentam dificuldades cognitivas e motoras, resultado da fome numa época em que o cérebro está em pleno desenvolvimento e necessita de alimento para transformá-lo em energia. A saúde é, sem sombra de dúvida, um fator de extrema importância no desenvolvimento da mente humana.

As emoções também influenciam o neurodesenvolvimento infantil. Tomemos por exemplo uma criança que vive a experiência da separa-

ção dos pais após anos de crises conjugais e violência doméstica. As emoções que essa criança experimenta podem afastá-la das atividades escolares e dos amigos, vindo a prejudicar seu desenvolvimento, e tendo conseqüências sérias na formação de seu perfil mental.

A experiência educacional constitui o oitavo e último fator de influência na formação do perfil da mente da criança, citado por Levine (2003). O autor entende experiência educacional como o modo e a qualidade da educação recebida. A criança que estuda em uma escola voltada para o desenvolvimento do raciocínio lógico e a resolução de problemas terá um perfil mental bastante diferente de uma segunda criança que frequenta uma escola que incentiva a mera repetição e memorização de frases. Embora cada criança tenha um modo singular de aprender (isto é, algumas crianças aprendem com maior facilidade quando têm imagens e diagramas de apoio; outras preferem o aprendizado através da repetição de conceitos e fórmulas), é importante lembrarmos que tanto o modo quanto a qualidade do ensino exer-

cem uma influência fundamental no desenvolvimento do perfil mental de cada criança.

Ainda com relação à experiência educacional, Levine (2003) discute como o estilo de vida pode influenciar o estilo de aprendizagem de cada criança. Segundo ele, vários aspectos da vida contemporânea são, de fato, nocivos ao pleno desenvolvimento do cérebro bem como da formação do perfil da mente de cada criança. A televisão e os jogos eletrônicos, a linguagem simples, as músicas infantis que são repetitivas e supersimplificadas, entre outros, incentivam atitudes passivas e pouco estimulam o cérebro e funções como a resolução de problemas, a memória e o sistema motor. Em contrapartida, Levine também chama nossa atenção para o caso das crianças superestimuladas, cujas mentes e corpos estão sobrecarregadas. Em ambos os casos, vê-se o reflexo do estilo de vida moderna no desenvolvimento do perfil da mente das crianças.

A Figura 1, abaixo, ilustra os fatores que influenciam o neurodesenvolvimento de cada criança.

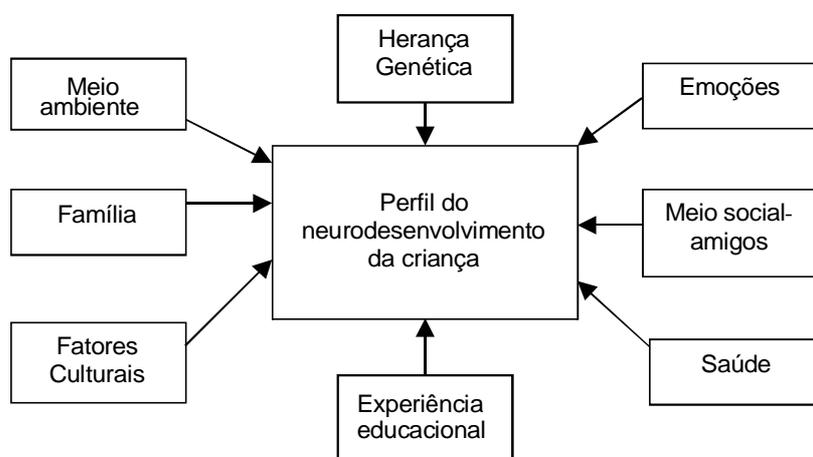


Figura 1: Os fatores que influenciam o desenvolvimento do perfil da mente de cada criança (adaptado de Levine, 2003, p. 31).

Do nascimento à idade adulta, o cérebro passa por uma quantidade enorme de transformações através de experiências e estímulos. Estes auxiliam no desenvolvimento de cada um dos oito sistemas e dão origem a diferentes comportamentos, movimentos, percepções e habilidades. Cada criança tem um cérebro diferente, assim como um perfil da mente único, este último formado por diversos fatores. Em outras palavras, o desenvolvimento do cérebro da criança é um processo extremamente complexo e dependente de uma combinação de muitos fatores. Entretanto, quando falamos em desenvolvimento do cérebro, o conceito de inteligência sempre surge, ora de maneira dire-

ta, ora de maneira subliminar. Por essa razão, é importante delinear o conceito de inteligência, de modo que ele possa ser aplicável às práticas educacionais.

Inteligência e cérebro

Testes de inteligência, inatismo e aquisição

A idéia de equacionar o cérebro com a inteligência é antiga. Gould (1981) nos ensina que, por muitos anos, persistiu a idéia de que a inteligência humana era um correlato do tamanho do cérebro. Por exemplo, o célebre psicólogo Alfred Binet (1857-1911), cujo nome é mais comumente asso-

ciado aos testes de Q.I. (Quociente de Inteligência), investigou e formulou teorias sobre a inteligência humana baseadas em observações comportamentais e medidas dos crânios humanos. Em 1904, Binet foi comissionado pelo ministério da educação francês para criar técnicas para identificar crianças com problemas de aprendizagem escolar. Foi então que surgiu, possivelmente, um dos primeiros testes sistemáticos de inteligência: a escala Binet. Alguns anos depois, a escala Binet foi modificada e se transformou no chamado teste Stanford-Binet, ainda hoje bastante utilizado na América do Norte para medir o quociente de inteligência das crianças e adultos.

Segundo Gould (1981), o próprio Binet salientou que os testes de sua escala deveriam ser utilizados apenas como diagnóstico e nunca como uma forma de segregar indivíduos. Infelizmente, os testes nem sempre foram utilizados da maneira que ele recomendou. Em decorrência da supervalorização da inteligência e daqueles que a possuem no mundo ocidental (Gardner, 1983), muitos relatos de preconceitos, injustiças e segregações decorrentes dos resultados de testes administrados em massa são encontrados na literatura. Há muita controvérsia, ainda hoje, a respeito dos benefícios e prejuízos decorrentes da aplicação de testes como o Stanford-Binet, bem como da validade de seus resultados.

Contudo, não se pode negar que a existência dos testes de inteligência traz à tona a antiga discussão sobre o inato *versus* o adquirido (Newcombe, 2002; Spelke, 2000). Quando pensamos em inteligência ou ainda em talento, sempre remetemos a essa questão. Há quem acredite que a hereditariedade e o código genético é que determinam o que somos e como seremos. Ou seja, alguns seres humanos já nascem inteligentes ou talentosos enquanto outros são menos dotados, e assim permanecerão. Uma segunda corrente sugere que somos um produto de nosso meio. Em outras palavras, que as experiências adquiridas em vida é que resultam na inteligência e no talento do ser humano. Entretanto, há hoje uma forte tendência em se pensar que a combinação das características inatas e adquiridas é que nos transforma em quem somos; que, em última análise, é essa combinação que impulsiona o desenvolvimento de nossa inteligência. Mas como definir inteligência, esse termo tão usado em nossas vidas cotidianas?

A teoria das inteligências múltiplas

Com relação à inteligência, uma das teorias mais aceitas na atualidade é a teoria das inteligên-

cias múltiplas, do americano Howard Gardner (1983). Baseado em pesquisas da neurobiologia, Gardner notou a existência, ainda que aproximada, de áreas distintas de cognição no cérebro, cada uma específica para um tipo de competência e processamento de informações (Antunes, 2002). Com isso, Gardner sugeriu que a inteligência não é unitária, mas, sim, compartimentada por competências específicas. Quando publicou a primeira edição de sua teoria em 1983, Gardner propôs a existência de pelo menos oito inteligências. São elas: a inteligência lingüística ou verbal, a lógico-matemática, a espacial, a musical, a cinestésica corporal, a naturalista, a intrapessoal e a interpessoal. Cada uma dessas inteligências aparenta estar localizada em uma parte distinta do cérebro humano. Todo ser humano possui todas essas inteligências, embora cada indivíduo tenha algumas delas mais predominantes do que as outras. Por exemplo, há indivíduos que têm uma predominância das inteligências cinestésica-corporal e interpessoal, enquanto em outros predominam as inteligências musical e lógico-matemática. Uma vez que nossa preocupação aqui é com a cognição musical, é importante discutirmos a questão da inteligência musical em maior profundidade. Por uma questão de espaço, deixaremos a discussão sobre as demais inteligências para uma outra ocasião.

A inteligência musical

A inteligência musical é provavelmente a mais discutida de todas (Antunes, 2002). Em praticamente todas as culturas do mundo, fala-se em crianças com “maiores aptidões”, “com bom ouvido para música” ou “com talento musical”, e crianças “que não levam jeito para música”. Ou seja, ainda existe muita confusão entre a inteligência musical e o talento. Mesmo assim, é importante salientar que esses termos não são sinônimos. Segundo Antunes (2002), é notável o fato de o talento ser geralmente visto como uma característica excludente. Em outras palavras, o talento não existiria em todos, mas apenas em alguns seres “privilegiados”. Uma segunda característica do talento é a idéia bastante difundida de que o talento é inato, fixo e já vem “pronto”, ou seja, que a criança talentosa já nasce assim e não necessita de muito treino ou aperfeiçoamento. Já a inteligência é bastante diferente. A teoria de Gardner (1983) sugere que todos os seres normais (isto é, não portadores de doenças congênitas como autismo ou síndrome de Down) possuem todos os tipos de inteligência, todos abertos ao desenvolvimento. Ou seja, diferentemente do talento, a inteligência musical é um traço compartilhado e mutável, isto é, um traço que todos possuem em um certo grau e que é passível de ser modificado.

A inteligência musical pode ser definida como a capacidade de percepção, identificação, classificação de sons diferentes, de nuances de intensidades, direção, andamento, tons e melodias, ritmo, frequência, agrupamentos sonoros, timbres e estilos, entre outros (Antunes, 2002). A inteligência musical inclui também as diversas formas envolvidas no “fazer música”, tais como execução, canto, movimento e representações inventadas (veja Ilari, 2002b). Na escola Projeto Zero, da Universidade de Harvard, onde Gardner formulou e testou sua teoria, a educação musical das crianças incluía uma variedade enorme de atividades e métodos de avaliação, que serão discutidos na parte final deste artigo.

Janelas de oportunidades

Um outro conceito, comumente associado à teoria de Gardner, é o que os neurobiólogos chamam de “janelas de oportunidades”. Essas janelas são, na verdade, os períodos em que as crianças parecem ter maiores facilidades para desenvolverem cada tipo de inteligência. É importante notar que o aprendizado não se limita ao “período de abertura” de cada janela. Em outras palavras, todas as inteligências podem ser estimuladas e desenvolvidas no decorrer da vida. Contudo, é durante o período de “abertura” das janelas que tal estimulação e desenvolvimento se dão de forma mais eficiente (Antunes, 2002; Gardner, 1983). Na Figura 2, adaptada de Antunes (2002, p. 22-23), estão destacados os períodos de maior abertura de cada janela.

Tipo de Inteligência	Hemisfério	Períodos de abertura da janela	Desenvolvimento cerebral/cognitivo	Como estimular
Espacial	Direito	Dos 5 aos 10 anos de idade	Aperfeiçoamento da coordenação motora; percepção do corpo no espaço.	Exercícios físicos, jogos, movimentos, mapas e representações de sons e melodias.
Lingüística ou verbal	Esquerdo	Do nascimento aos 10 anos de idade	Conexões que transformam sons em palavras com sentido.	Jogos vocais, conversas, estórias, lendas, rimas, parlendas, estórias musicadas.
Musical	Direito	Do nascimento aos 10 anos de idade*	A partir dos 3 anos, as áreas do cérebro que dominam a coordenação motora são muito sensíveis e já permitem a execução musical.	Canto, audição, movimento, dança, jogos musicais, identificação de sons, e outras atividades que desenvolvam o ouvido interno.
Cinestésica corporal	Esquerdo	Do nascimento aos 6 anos	O cérebro desenvolve a capacidade de associação entre a visualização e o ato de agarrar um objeto.	Brincadeiras que estimulam o tato, paladar e o olfato, mímica, interpretação de movimentos, jogos e atividades motoras diversas, com ou sem objetos.
Interpessoal e Intrapessoal	Lobo frontal	Do nascimento à puberdade	As conexões entre os circuitos do sistema límbico aumentam e se tornam bastante sensíveis aos estímulos provocados por outros seres.	Brincadeiras, demonstrações de afeto e de limites, estímulo às descobertas pessoais e também ao compartilhamento de objetos e idéias.
Naturalista	Lado direito	Do nascimento aos 14 anos*	A conexão de circuitos cerebrais transforma os sons em sensações.	Estimular a percepção do ar, da água, da temperatura através de jogos.
Lógico-matemática	Lobos parietais esquerdos	Do nascimento aos 10 anos	A cognição é desenvolvida através das ações da criança com os objetos do mundo, e suas expectativas em relação aos mesmos.	Desenhos, representações, jogos, atividades musicais, resolução de problemas simples em diversas áreas e que estimulem o raciocínio lógico.

* Idades diferentes são apresentadas por Antunes (2002). Alteração da autora.

Figura 2: Janelas de oportunidades

É importante notar que os períodos de abertura das janelas não foram fixados em caráter definitivo, e podem mudar profundamente de acordo com os avanços da ciência. Por exemplo, embora Antunes (2002) sugira que as janelas de oportunidade para o estímulo e desenvolvimento das inteligências musical e lógico-matemática se abram a partir de, respectivamente, 3 e 1 ano de idade, as pesquisas recentes da psicologia cognitiva já indicaram que tais aprendizados ocorrem com um relativo sucesso antes mesmo dos bebês completarem 1 ano de vida (ver Ilari, 2002a; Spelke, 2000). Com o avanço das pesquisas científicas e as descobertas sobre as capacidades dos bebês e crianças pequenas, é possível que essa estimativa seja profundamente alterada nos próximos anos. Ainda assim, ela nos dá uma noção geral do quanto a infância é um período propício para o desenvolvimento do cérebro da criança.

Implicações para a educação musical

Os estudos da neurociência apontam para a infância como um período propício para o desenvolvimento do cérebro. Tudo indica que do nascimento aos 10 anos de idade, o cérebro da criança está em pleno desenvolvimento e apresenta as melhores “condições” de aprendizado, as chamadas janelas de oportunidades. As conexões do cérebro infantil dão origem aos diversos sistemas do neurodesenvolvimento, que por sua vez auxiliam no desenvolvimento das diversas inteligências. Os estímulos, desde que não em demasia, podem beneficiar o neurodesenvolvimento como sugerem, para o cérebro como um todo, Cardoso e Sabbatini (2000):

A educação de crianças em um ambiente sensorialmente enriquecedor desde a mais tenra idade pode ter um impacto sobre suas capacidades cognitivas e de memória futuras. A presença de cor, música, sensações (tais como a massagem do bebê), variedade de interação com colegas e parentes das mais variadas idades, exercícios corporais e mentais podem ser benéficos (desde que não sejam excessivos). (Cardoso; Sabbatini, 2000).

Cardoso e Sabbatini (2000) sugerem que a música pode constituir um estímulo importante para o desenvolvimento do cérebro da criança. O hábito de cantar e dançar com bebês e crianças, presente em praticamente todas as culturas do mundo (Ilari; Majlis, 2002), auxilia no aprendizado musical, no desenvolvimento da afetividade e socialização, e também no progresso da aquisição da linguagem (Ilari, 2002a; Costa-Giomi, 2001). Quando a criança está em idade escolar, o aprendizado musical, além de ter valor em si mesmo, também exerce uma segunda função, que é o ensino e o

aprendizado de conceitos, idéias, formas de socialização e cultura, sempre através das atividades musicais.

Muitos educadores questionam quais as formas de estimular o desenvolvimento do cérebro e da inteligência musical de cada criança. Há até certos mitos em relação a isso, como por exemplo a idéia errônea de que utilizamos somente 10% da capacidade de nosso cérebro (Herculano-Houzel, 2002). Muitos livros e vídeos sugerem fórmulas mágicas e exercícios que visam o desenvolvimento pleno do cérebro como um todo ou de um dos hemisférios (ver Campbell, 1996). Segundo Herculano-Houzel (2002), embora esta “neuróbica”, como ela os chama, tenha alguma base nas descobertas científicas, não há nenhuma garantia de que funcione. Cabe então apelarmos para o bom senso, ou para a idéia de que o cérebro saudável é o cérebro ativo (Herculano-Houzel, 2002). Em outras palavras, ninguém precisa fazer mágica: para desenvolver a inteligência musical e o cérebro da criança, basta fazer música.

É importante que o educador utilize uma grande variedade de atividades e tipos de música. Cantar canções em aula, bater ritmos, movimentar-se, dançar, balançar partes do corpo ao som de música, ouvir vários tipos de melodias e ritmos, manusear objetos sonoros e instrumentos musicais, reconhecer canções, desenvolver notações espontâneas antes mesmo do aprendizado da leitura musical, participar de jogos musicais, acompanhar rimas e parlendas com gestos, encenar cenas musicais, participar de jogos de mímica de instrumentos e sons, aprender e criar histórias musicais, compor canções, inventar músicas, cantar espontaneamente, construir instrumentos musicais; essas são algumas das atividades que devem necessariamente fazer parte da musicalização das crianças. Todas essas atividades são benéficas e podem contribuir para o bom desenvolvimento do cérebro da criança. O canto, os jogos musicais, a execução instrumental, a construção de instrumentos musicais, a composição e a notação são discutidas em maiores detalhes a seguir. A maior parte dessas atividades integra o currículo de educação musical da escola Projeto Zero.

O canto infantil e o movimento corporal

O canto acompanhado por gestos e movimento corporal faz parte da musicalização de crianças em todas as partes do mundo, especialmente da educação musical das crianças pequenas em idade pré-escolar e daquelas nas primeiras séries do ensino fundamental. Tanto o canto quanto o movimento em resposta aos estímulos sonoros fazem parte de comportamentos que muitos psicólogos e educadores consideram naturais e espontâ-

neos das crianças pequenas. O ato de cantar, espontaneamente ou de forma dirigida em sala de aula, pode ativar os sistemas da linguagem, da memória, e de ordenação seqüencial, entre outros. Já o movimento corporal parece ajudar a desenvolver os sistemas de orientação espacial e motor. Sem falar que, quando o canto acompanhado de movimentos corporais acontece em salas de aula, as crianças ainda têm a possibilidade de desenvolver o sistema de pensamento social. Através do canto acompanhado por gestos e movimentos corporais, a criança pode vir a ter pelo menos seis sistemas de seu cérebro estimulados.

Os jogos musicais

Os jogos musicais, quando utilizados de forma lúdica, participativa e não-competitiva, podem constituir uma fonte rica de aprendizado, motivação e neurodesenvolvimento. Em geral, os jogos acontecem em aulas coletivas, o que obviamente visa a estimulação dos sistemas de orientação espacial e do pensamento social. Jogos de memória de timbres, notas e instrumentos, dominós de células rítmicas ou instrumentos musicais e brincadeiras de solfejo podem ativar os sistemas de controle de atenção, da memória, da linguagem, de ordenação seqüencial e do pensamento superior. Já os jogos que utilizam o corpo, tais como mímica de sons imaginários, brincadeira da cadeira, cantigas de roda, encenações musicais e pequenas danças podem incentivar o sistema da memória, de orientação espacial, motor e de pensamento social, entre outras. Além de prazerosos, os jogos musicais de participação ativa podem constituir exemplos típicos do “aprendizado divertido”.

A execução instrumental

Tudo indica que o aprendizado instrumental auxilia no desenvolvimento dos sistemas de controle de atenção, de memória, de orientação espacial, de ordenação seqüencial, motor e de pensamento superior. Quando o aprendizado instrumental ocorre em grupos (Suzuki, Orff) e/ou quando há apresentações e recitais familiares, as crianças têm oportunidades de desenvolver o sistema de pensamento social. Ou seja, apesar de todas as suas dificuldades inerentes, o aprendizado instrumental aparenta ser benéfico para o desenvolvimento do cérebro infantil. Entretanto, é importante que o educador esteja atento à adequação do instrumento musical para cada criança. Assim como sugeriu Carl Orff, é recomendável a utilização de instrumentos simples e de fácil execução para as aulas de musicalização das crianças bem pequenas. Dessa forma, desenvolve-se um senso de competência na criança pequena, que pode inclusive motivá-la a tocar um instrumento musical “mais difícil” em fase subsequente de seu desenvolvimento.

A composição e a improvisação musical

O ato de compor música envolve a experimentação com sons, a utilização do ouvido interno e a resolução de problemas. Ao compor uma canção, a criança pode estar ativando os sistemas de controle da atenção, da memória, da linguagem, de ordenação seqüencial e de pensamento superior, entre outros. Independentemente de ser representada graficamente, as canções e obras compostas pelas crianças parecem ser benéficas ao neurodesenvolvimento. Entre essas composições estão as canções espontâneas e improvisadas das crianças pequenas. A improvisação musical, acompanhada ou não de gestos e movimentos corporais, também pode servir para ativar os sistemas motor e de orientação espacial.

A notação musical

A questão do uso da notação musical é bastante controversa na educação musical moderna. Alguns educadores ainda acham que a notação tradicional deve ser introduzida “de cara”, tão logo a criança inicie seu treino musical. Mesmo assim, há muitos educadores como, por exemplo, os da escola Projeto Zero que investem na chamada “construção da notação” a partir daquilo que a criança traz consigo. Esse processo se inicia com a utilização de representações musicais que são inventadas pela criança. Através dessas representações, é possível detectarmos alguns aspectos da cognição musical infantil (Ilari, 2002b). As representações das crianças diferem de acordo com as diferentes idades e fases do aprendizado musical. Enquanto as crianças bem pequenas (3 a 5 anos) utilizam muitos desenhos que ilustram a letra das canções, as crianças maiores (6 a 10 anos) representam ritmos e alturas com símbolos inventados e desenhos. Contudo, quando a notação musical tradicional é introduzida, a maioria das crianças apresenta dificuldades em representar canções usando símbolos inventados (Ilari, 2002b). Ainda assim, a utilização de notações tradicionais e inventadas pode auxiliar no desenvolvimento dos sistemas de orientação espacial, de ordenação seqüencial e do pensamento superior.

A construção de instrumentos musicais

Além de divertidos, os projetos de construção de instrumentos musicais podem constituir experiências ricas de aprendizado, como sugere o currículo da escola Projeto Zero (Koetsch, 1997). Ao construir um instrumento, as crianças experimentam com os sons produzidos por diferentes tipos de materiais, aprendem “na prática” sobre os diversos tipos de instrumentos, discutem algumas questões de física (proporções de tamanho de ins-

trumentos e alturas das notas musicais, materiais e timbres, entre outras). Tudo indica que a construção de instrumentos musicais é benéfica para o desenvolvimento dos sistemas do pensamento superior, de ordenação seqüencial, motor e de controle da atenção. A construção de instrumentos musicais, entre outras, é mais um exemplo de atividade musical prazerosa e enriquecedora.

Considerações finais

A maioria de nossas atividades musicais tem potencial para auxiliar no desenvolvimento do cérebro das crianças. Cada atividade, quando cuidadosamente planejada e realizada, parece beneficiar os sistemas do neurodesenvolvimento, alguns mais do que outros. Por isso, o educador necessita estar atento e planejar suas aulas com muito zelo e cuidado. Entrementes, o educador precisa pres-

tar uma atenção especial ao desenvolvimento individual de cada criança, não como alguém que quer simplesmente diagnosticar, mas como alguém que quer ajudar o aluno a desenvolver sua inteligência musical e construir seu conhecimento, incentivando suas propensões e sanando suas dificuldades. Os sistemas do neurodesenvolvimento podem ser úteis para que o educador detecte quais as facilidades e quais as dificuldades de cada aluno, em cada estágio de seu desenvolvimento. Como sugere Levine (2003), é importante que o educador seja capaz de reconhecer as particularidades de cada aluno, bem como os fatores que estão influenciando o seu aprendizado. Além disso, o educador deve se lembrar que além do desenvolvimento do cérebro e da inteligência musical, a educação musical da criança deve ser divertida, de modo a desenvolver prazer, cultura e gosto musical duradouro nestes futuros adultos.

Referências

- ANTUNES, Celso. *As inteligências múltiplas e seus estímulos*. Campinas: Papyrus, 2002.
- BESSON, Mireille et al. Singing in the brain: independence of lyrics and tunes. *Psychological Science*, 9, n. 6, p. 494-498, 1998.
- BEVER, T.; CHIARELLO, R. Cerebral dominance in musicians and non-musicians. *Science*, 185, p. 537-539, 1974.
- CAMPBELL, Don. *Introduction to the musical brain*. Saint Louis: MMB Music, 1996.
- CARDOSO, Sílvia Helena. O que é mente? *Cérebro e Mente* [Revista eletrônica], 4, Universidade Estadual de Campinas, dez. 1997/fev. 1998.
- CARDOSO, Sílvia Helena; SABBATINI, Renato M. Aprendizagem e mudanças no cérebro. *Cérebro e Mente* [Revista eletrônica], 11, Universidade Estadual de Campinas, out./dez. 2000.
- CARNEIRO, Celeste. Lateralidade, percepção e cognição. *Cérebro e Mente* [Revista eletrônica], 13, Universidade Estadual de Campinas, maio/jul. 2001.
- COSTA-GIOMI, Eugenia. Los beneficios extramusicales del aprendizaje del piano. ENCONTRO LATINO-AMERICANO DE EDUCAÇÃO MUSICAL (ISME-SADEM), 3., Mar del Plata, 2001. *Anais...* Mar del Plata, Argentina, 2001.
- GARDNER, Howard. *Frames of mind: the theory of multiple intelligences*. New York: Basic Books, 1983.
- GOULD, Stephen Jay. *The mismeasure of man*. New York: W.W. Norton Company, 1981.
- HERCULANO-HOUZEL, Suzana. *O cérebro nosso de cada dia: descobertas da neurociência sobre a vida cotidiana*. Rio de Janeiro: Vieira & Lent, 2002.
- ILARI, Beatriz Senoi. Bebês também entendem de música: a percepção e a cognição musical no primeiro ano de vida. *Revista da ABEM*, Porto Alegre, n. 7, p. 83-90, 2002a.
- _____. Invented representations of a song as measures of music cognition. *Update: The Applications of Research in Music Education*, 20, p. 12-16, 2002b.
- ILARI, Beatriz; MAJLIS, Pablo. Children's songs around the world: an interview with Francis Corpataux. *Music Education International*, 1, p. 3-14, 2002.
- KOETZSCH, Ronald. *The parents' guide to alternatives in education*. Boston: Shambhala, 1997.
- KOTULAK, Ronald. *Inside the brain: revolutionary discoveries of how the mind works*. Kansas City: Andrews McMeel Publishing, 1997.
- LEVINE, Mel. *Educação individualizada*. Rio de Janeiro: Campus, 2003.
- MARIN, Oscar; PERRY, David. Neurological aspects of music perception and performance. In: DEUTSCH, Diana (Ed.) *The Psychology of music – second edition*. San Diego: Academic Press, p. 653-724, 1999.
- MORATO, Edwiges. Neurolingüística. In: MUSSALIM, Fernanda; BENTES, Anna Christina (Ed.) *Introdução à lingüística 2*. São Paulo: Cortez, p. 143-170, 2000.
- NEWCOMBE, Nora S. The nativist-empiricist controversy in the context of recent research on spatial and quantitative development. *Psychological Science*, 13, n. 5, p. 395-401, 2002.
- PERETZ, Isabelle. Listen to the brain: a biological perspective on musical emotions. In: JUSLIN, Patrick; SLOBODA, John (Ed.) *Music and emotion: theory and research*. Oxford: Oxford University Press, 2002. p. 105-130.
- PERETZ, Isabelle et al. Congenital amusia: a disorder of fine-grained pitch discrimination. *Neuron*, 33, p. 185-191, 2002.
- SPELKE, Elizabeth. Nativism, empiricism, and the origins of knowledge. In: MUIR, Darwin; SLATER, Alan (Ed.) *Infant development: the essential readings*. Oxford: Blackwell Publishers, 2000. p. 35-52.