

# Memória operacional em música: Principais marcos teóricos e alguns dos desafios em seu estudo

## Working memory in Music: Main Theoretical Milestones and Some of the Challenges in its Study



Vitor Djun Yamaguchi

Instituto de Artes da UNESP, São Paulo, São Paulo, Brasil  
vitor.djun@unesp.br



Graziela Bortz<sup>2</sup>

Instituto de Artes da UNESP, São Paulo, São Paulo, Brasil  
graziela.bortz@unesp.br

**Resumo:** A *memória operacional*, ainda que sob outros termos, é um fenômeno que suscita diversas discussões a respeito da capacidade humana de armazenamento, mesmo antes do nascimento da psicologia experimental. Este trabalho visa discutir as duas proposições teóricas principais: o modelo de retenção multifacetado, de Baddeley (1986; 2000), e o modelo de processos incorporados, de Cowan (1988; 2005). Apresentamos os elementos comuns e complementares, preconizando uma não hegemonia, visto que alguns mecanismos, caros à música, permanecem incompreendidos. A mera concepção de limite, geralmente discutida sob a ótica da segmentação, se impõe como desafio na investigação, pois aparenta ser um constructo simplificador, que não expressa toda a influência do conhecimento prévio. Além disso, evidências comportamentais e de neuroimagem demonstram que a capacidade

1 Bacharel em Composição pelo Instituto de Artes da Unesp, atualmente é mestrando em Cognição musical, pela mesma instituição, pesquisando os temas da Criatividade e a formação do Hábito Criativo. Atua profissionalmente nas áreas de Música, Teatro e Comunicação

2 Professora do Departamento de Música no Instituto de Artes da Unesp. Desenvolve pesquisas financiadas pela Fapesp e SEMPRE (Inglaterra) em habilidades cognitivas e sociais de jovens e crianças treinadas em música. Foi trompista (OSPA e Theatro Municipal de São Paulo) e coordenadora Pedagógica da Emesp-Tom Jobim.

de armazenamento varia conforme a dimensão de parâmetros a serem apreendidos.

**Palavras-chave:** Memória operacional. Memória de trabalho. Memória Musical.

**Abstract:** The working memory as a phenomenon provides many debates about human storage capacity, even before the emergence of experimental psychology. This paper will discuss two main theoretical concepts: Baddeley's multifaceted holding mechanism (1986; 2000) and Cowan's embedded-processes model (1988; 2005). We showed their common and complementary elements, bringing a non-hegemony approach, considering that some musical tools remain misunderstood. The pure concept of limit, generally discussed under *chunking* terms, is a challenge for this investigation, since it is supposed to be a simplifying construct that does not express all influence of previous knowledge. Also, behavioral and neuroimage evidence shows that the storage capacity will range according to each parameter that was seized.

**Keywords:** Working memory. Musical memory.

Submetido em: 18 de janeiro de 2021

Aceito em: 24 de fevereiro de 2021

## Introdução

O fenômeno da *memória operacional* (*working memory*), ainda que em outros termos, já era observado na filosofia ao menos desde John Locke (1690 *apud* LOGIE, 1996), que distinguia a faculdade de conduzir uma ideia à mente (contemplação) do poder de reavivá-la após extinção (a memória em si). Os correspondentes naturais na psicologia podem ser apontados logo nos primórdios da disciplina, com William James (1890), referindo-se ao tempo presente da consciência por memória primária, esta claramente limitada, e a informação armazenada a partir das experiências vividas, a memória secundária. É bem provável, no entanto, que James tenha recebido influência direta do trabalho de Wilhelm Wundt (1832-1920), pioneiro da psicologia experimental, mas que este só tivera seu trabalho traduzido do alemão muito tardiamente (COWAN, 2005).

O presente trabalho inicia discorrendo brevemente acerca de alguns dos termos fundantes na literatura sobre memória, os fenômenos observados e os conceitos prévios que culminaram nas proposições acerca de uma concepção mais operacional do que puramente retentora. Enquanto parte da reorientação do paradigma, a ideia de capacidade é então discutida em sequência, pois deflagra também um dos pontos de embate entre dois dos principais modelos propostos na literatura. O termo capacidade pode ser tomado em termos operacionais, estes claramente limitados, mas também sensoriais, que, por sua vez, são potencialmente indeterminados, ainda que rapidamente transitórios. Nesse sentido, acreditamos ser oportuno pontuar também a relevância com que o armazenamento da *memória sensorial* incide na experiência da escuta musical, auxiliando nosso entendimento acerca de conceitos chave como *percepção*, *categorização* e *esquemas*.

Nossa discussão principal, no entanto, dedica-se a apresentar as duas proposições vigentes em relação à *memória operacional* na psicologia cognitiva, sendo o modelo multifacetado em

componentes especializados de Baddeley *et al.* (1986; 2000) e uma perspectiva mais geral, orientada à estrutura de processamento, de Cowan (1988; 2005). Identificar elementos comuns e complementares alicerçará nossa discussão final acerca da *memória operacional* em música, algumas das investigações empreendidas na literatura e problematizações oportunas, orientadas à noção de quantificação, além de evidências comportamentais e de neuroimagem recentes.

## Considerações iniciais

A despeito da origem inexata, é certo que o termo memória primária tornou-se mais popular a partir do experimento de Waugh e Norman (1965) cuja tarefa era evocar dígitos<sup>3</sup> numéricos ou itens verbais desconexos (palavras ou sílabas sem sentido) em ordem aleatória. Embora a memória cotidiana, em especial nos aspectos linguísticos, dependa de uma conexão lógica entre seus elementos, portanto, não reproduzida no experimento, este trabalho introduziu importantes conceitos a partir da observação de efeitos examinados ainda hoje: a *recência*, a *primazia* e a *recência negativa*.

O *efeito de recência* corresponde à capacidade de melhor recordação dos itens entre o meio e o fim de uma lista, os de exposição mais recente. Inferiu-se que essa vantagem estava relacionada ao fato de o conteúdo do estímulo ainda estar presente na memória primária e os anteriores descartados pela limitação. O problema, no entanto, é que geralmente os itens do começo da lista também eram melhor evocados do que os do meio, contrariando o efeito anterior; o *efeito de primazia*, então, seria justificado pelo “ensaio encoberto” dos primeiros itens da lista, isto é, a repetição mental realizada pelos participantes, sendo esta uma explicação

<sup>3</sup> O termo dígito é tomado ao longo deste trabalho em sua concepção mais convencional: cada um dos algarismos árabes, de 0 a 9, utilizados para representar a ideia dos números. Constitui, ao lado de outros tipos de conteúdo, como letras, sílabas, palavras, pseudopalavras e alturas musicais, um estímulo visual e/ou sonoro muito usual em experimentos que avaliam a capacidade mnemônica.

fornecida posteriormente por Rundus (1971 *apud* COWAN, 2005). Em suma, os itens mais facilmente evocáveis seriam aqueles apresentados por último ou os que de alguma maneira pudessem ser representados internamente pelo próprio participante.

Uma consequência do ensaio encoberto<sup>4</sup>, no entanto, foi a observação do *efeito de recência negativa*. Num teste final surpresa, em que era exigida a evocação de todas as listas de palavras previamente apresentadas, os participantes conseguiram lembrar os começos de todas as sequências, os meios com menor proficiência e os itens finais, mais recentes de cada série, muito precariamente (CRAIK, GARDINER e WATKINS, 1970). A partir dessa aparente contradição, concluiu-se que muito provavelmente fosse o ato de ensaiar os itens que ajudasse na formação de representações mentais mais estáveis, possibilitando a posterior recordação. Os itens do final de cada lista não são tão frequentemente ensaiados dessa maneira, pois podem ser retirados diretamente da memória primária, esta extinta na altura do teste final surpresa.

A origem dos termos *memória de curto prazo* e *longo prazo* não é muito clara. Edward Thorndike introduziu a ideia de “uma memória em intervalos curtos e longos”, e a partir de então os termos foram amplamente usados para refletir essas duas situações (1910 *apud* COWAN, 2005). A premissa fundamental dos primórdios da pesquisa cognitiva era a de que um processo específico era necessário para explicar a evocação de informações no curto prazo (MILLER, 1956; BROADBENT, 1958; COWAN, 2005).

Em psicologia, entende-se o termo curto prazo como a capacidade de armazenar informações dentro do limite de trinta segundos, enquanto, para a neurobiologia, costuma abarcar o limite duracional de até seis horas (IZQUIERDO, 2006. KANDEL, 2009); na experiência cotidiana, ainda tende a ser usado para abranger períodos muito maiores, até mesmo um dia. Para Cowan, “esta é uma das razões para não continuar usando esses termos, pois causam confusão” (2005, p. 16). O autor comenta ainda que um dos problemas do termo é que este ficou associado a uma capacidade

<sup>4</sup> A reiteração mental de uma dada informação, de maneira a sustentá-la.

performativa de reter itens a serem evocados quase que imediatamente e num determinado espaço da mente, de forma muito simplificadora e não expressando a natureza multifacetada dos processos temporários de retenção, como hoje concebemos.

Assim como nas demais terminologias, a origem do termo *memória operacional* também não é muito clara, tendo como uma das primeiras aparições o livro *Plans and the Structure of Behavior*, de Miller, Galanter e Pribram (1960 *apud* COWAN, 2005). Respondendo ao paradigma comportamental vigente, estímulo-resposta, Miller et al. sugeriram que o comportamento é governado por conceitos que servem à função de metas e planos, implicando que nossas ações são julgadas e modificadas até que uma meta seja alcançada. Nessa perspectiva, tornou-se muito intuitiva a ideia de uma *memória operacional*, responsável por manter os planos em um estado efetivo para que comparações entre plano e ação sejam possíveis.

As definições gerais acerca da *memória operacional* são relativamente similares, apesar da diferença de abordagem entre autores: Baddeley (2000, p. 418) a define como “um sistema de capacidade limitada que permite o armazenamento temporário e manipulação de informações necessárias para tarefas complexas”; Cowan (2005, p. 1), por sua vez, como a capacidade limitada de informações “que podemos reter ou dar atenção, ou, tecnicamente falando, mantê-las em um estado de acesso rápido de uma só vez. Por *operacional* infere-se que as atividades mentais requerem o uso dessas informações”.

Mais do que uma funcionalidade expressa, o constructo *memória operacional* é permeado pela constatação da existência de um limite de capacidade inerente. Dentro desses limites, a máxima eficiência advém, metaforicamente falando, da disposição de ferramentas adequadas aos conteúdos trabalhados, cuidadosamente selecionados de acordo com a situação. Dependemos da *memória operacional* não apenas para reter novas informações, mas também para integrar informações consolidadas, processo

este que potencializa nossa capacidade de codificação, retenção, manipulação e posterior recuperação.

Sendo limitada, portanto, é esperado que falhe. Fatos ou ideias múltiplas, às vezes, podem não se integrar como deveriam, gerando memórias inconsistentes. Mas, embora haja conceitos similares à *memória operacional* desde o surgimento da psicologia experimental, ainda há pouca concordância a respeito do que seria exatamente esse limite e o quanto de nossa memória instantânea encontra-se acessível à consciência.

## Paradigmas acerca da concepção de limite

Cowan (2005) preconiza que o questionamento acerca da capacidade da *memória operacional* necessita ser melhor delineado. De forma geral, capacidade pode ser entendida como a quantidade de itens retidos em uma tarefa de maneira imediata, na qual não haja atraso entre o final da apresentação dos itens a serem recordados e o período de evocação em si. Por si só, não é uma definição muito útil, pois não nos fornece informações além das quais os próprios fatos objetivos já fazem. Se numa tarefa de evocação de palavras de uma dada lista, por exemplo, os participantes se recordarem de três, estes serão tidos como seu limite de capacidade; se recordarem de seis, então estes serão o novo limite, e assim sucessivamente. O problema é que esses dados por si só não levam em conta possíveis estratégias utilizadas, conscientes ou não, como o *ensaio encoberto* e o *chunking*<sup>5</sup>.

Num sentido mais específico, portanto, o que os pesquisadores entendem por *capacidade* não se refere à competência geral de todo o sistema de processamento numa tarefa, mas sim aos componentes específicos de retenção, um limite “fundamental”. No modelo de Cowan (2005), detalhado adiante, esse limite fundamental da capacidade de informações que um indivíduo pode reter na mente, de uma só vez, é interpretado como equivalente

<sup>5</sup> A segmentação de um dado conteúdo em partes, sendo essas associadas a memórias prévias.

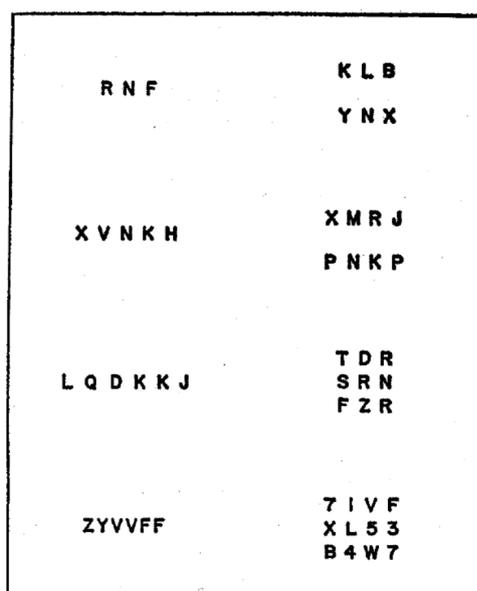
ao *foco atencional*. A distinção entre a abordagem geral e específica pode ser ilustrada pelo mesmo autor, através de uma analogia onde uma dada travessia marítima seria acessada via balsa: a capacidade de pessoas a ser transportada durante a travessia depende da quantidade de veículos a serem transportados, pois as pessoas só podem viajar dentro deles (e a cada travessia, a balsa aguarda a lotação máxima, em veículos, para partir). Basear-se no número de veículos é problemático, pois a quantidade de pessoas nos veículos durante as viagens é variável. No entanto, uma pessoa só entenderá melhor essa variação se souber sobre o *limite fundamental* (concepção específica) do barco em termos de veículos, mesmo que, em última análise, estejamos interessados na questão prática (concepção geral) de quantas pessoas podem ser transportadas. Ainda sobre o ponto de vista prático, é muito natural que alguém queira saber também quais os meios alternativos de se realizar a travessia sobre o mar, o que, nos termos da *memória operacional*, seriam os demais processos mentais e componentes que auxiliam na tarefa de retenção de informações na execução de tarefas.

Um estudo seminal sobre a capacidade da memória, sob essa perspectiva específica, é a análise de desempenho de Sperling (1960). Nesta, uma matriz de letras era apresentada brevemente numa tela e os participantes eram convidados a reter a totalidade da matriz (Figura 1). Em média, limitava-se em quatro itens, não importando a quantidade total da matriz apresentada, que variava entre quatro e doze itens. Contudo, numa segunda condição, um sinal sonoro era apresentado logo após o término da exibição da matriz, indicando qual das linhas deveria ser retida. Com essa indicação, os participantes conseguiam recuperar entre três e quatro itens de *suas respectivas linhas* solicitadas. Aparentemente, a *memória sensorial* foi capaz de persistir durante todo o intervalo de tempo entre o estímulo visual e sonoro, degradando-se conforme o intervalo entre os dois estímulos aumentava (algo a partir de 1/4 de segundo em diante).

Tal fato exigiu a diferenciação entre pelo menos dois tipos de capacidade, uma *sensorial* e outra *operacional*: supõe-se que a

matriz completa, ou pelo menos boa parte dela, fica armazenada num tipo de *memória sensorial* vívida, mas transitória; isso explica o fato de os participantes serem capazes de recuperar suas linhas solicitadas via sinal sonoro de forma excelente.

Figura 1 - O experimento de Sperling



Fonte: Sperling (1960, p. 3).

## A memória na escuta musical

O estudo da memória em música, especialmente quando relacionado à performance, engloba a investigação de elementos diversos como a memória auditiva, motora, visual, analítica, emocional e linguística (CHAFFIN *et al.*, 2013), constituindo, assim, um sistema múltiplo. Mesmo quando não orientado a uma finalidade prática, há um processo interativo constante entre aspectos sensoriais e o conhecimento prévio de um indivíduo.

Autores como Snyder (2000) dedicam atenção especial aos componentes inconscientes (semiativados) que cooperam na escuta musical, destacando-os em seu conceito de *memória operacional*

próprio, como sendo “percepções imediatas e relacionadas com memórias de longo prazo ativadas, bem como informações contextuais semiativadas, mas não conscientes, e informações que emergem subitamente na consciência” (SNYDER, 2000, p. 49). É importante para o autor diferenciar esse constructo da mera consciência, enfatizando, ainda, a distinção entre percepção e cognição, na medida em que perceber eventos sonoros compreende processos distintos de discriminá-los em eventos musicais<sup>6</sup>.

Como toda percepção sensorial, a fase analítica inicial consiste no processamento de extração de características acústicas como alturas isoladas ou simultâneas, glissandos, intensidades, localização etc., realizado por cadeias especializadas de neurônios, além de uma fase sintética posterior, em que as características fragmentadas são reunidas realizando-se a reconstrução do estímulo original, em eventos sonoros coerentes. Nesse estágio, a quantidade de dados é reduzida substancialmente, uma vez que os eventos são relativamente codificados (BURNS, 1999 *apud* SNYDER, 2000) e organizados em agrupamentos (*grouping*) de acordo com certos fatores, como similaridade de parâmetros ou proximidade temporal (BREGMAN, 1990).

De maneira geral, codificamos e, conseqüentemente, lembramos muito menos do que de fato percebemos. Essa redução, na verdade, diz respeito à representação da informação musical codificada, portanto, filtrada. Entretanto, paralelamente a esse processo, ainda há a persistência de traços da “imagem sensorial” proveniente do estímulo original, na qual, comparada com a representação obtida, nos permite detectar traços de oscilação dentro de uma categorização específica, as nuances de performance. Essas são de difícil codificação e armazenagem, garantindo, por exemplo, o “frescor” que audições musicais repetidas proporcionam, mesmo quando reproduzidas fonograficamente (SNYDER, 2000, p. 88).

<sup>6</sup> O autor é atento à fragilidade dessa divisão, mas a sustenta como possibilidade de ilustrar o fato de que a informação perceptiva pode ser levada diretamente à consciência, sem necessariamente receber uma identificação. Um exemplo de isolamento radical desses componentes seria a agnosia associativa, na qual há perda ou deterioração da capacidade de reconhecer ou identificar objetos, apesar da função sensorial intacta.

Esses eventos e objetos também são concebidos como representações perceptuais, isto é, abstrações “imagéticas” que exprimem o mundo e o que nele podem existir, operando na “identificação com base na forma e na estrutura do objeto, sem que seja necessário saber seu nome ou sua função” (LENT, 2001, p. 668). Na maioria dos casos, são difíceis de serem verbalizadas, sendo formadas a partir da repetição de estímulos sem demandar que nos apercebamos disso e, portanto, pré-conscientes e pré-semânticas. Esses registros configuram-se num tipo de memória implícita denominada *memória de representação perceptual*. Em música, muito do seu potencial de significação poderia estar expresso por tais representações, e, na mesma medida, explicaria o porquê da dificuldade em se estabelecer explicações verbais concisas (SNYDER, 2000, p.23).

A interação entre experiência corrente e as memórias de representação perceptual constitui a forma básica do processo de codificação, o reconhecimento (*recognition*): a relação espontânea de familiaridade que temos com informações do ambiente adentrando conscientemente à memória de curto prazo, por meio da semiativação da memória de longo prazo, portanto, pré-consciente. Quando esse processo ocorre à luz da consciência, fazendo uso de esforço deliberado, essas associações são chamadas de lembrança (*recollection*). O processo de não só reconhecermos algo, mas sermos também capazes de conectar essas memórias com conteúdos semânticos e conceituais é denominado identificação (*identification*).

Todas essas formas são produtos da *categorização conceitual*, que constitui no conhecimento dos elementos perceptivos (fase analítica e fase sintética) que as ativam. A ideia de categorização, proposta por Edelman<sup>7</sup> (1992), refere-se à habilidade de amalgamar traços sensoriais e, assim, diferenciar objetos, eventos ou qualidades (*categorização perceptiva*), além de observar as

<sup>7</sup> Médico e biólogo molecular, formulou a Teoria da Seleção de Grupos Neurais, também conhecida como Darwinismo Neural, em 1978. Propôs uma explicação biológica para origem da mente, defendendo que o desenvolvimento e a dinâmica do cérebro são selecionistas por natureza, devendo o sistema nervoso realizar a categorização perceptiva adaptativa em um mundo não rotulado.

equivalências para associá-las e lembrá-las em conjunto (*categorização conceitual*).

Ao aplicarmos esse conceito de maneira recursiva, a categorização poderia não apenas restringir-se a eventos e objetos, mas a entidades temporais mais extensas, pertinentes à sequência desses eventos e objetos, as situações contextuais. Do acúmulo cotidiano de episódios diferentes que guardam aspectos em comum, obtemos a abstração de estruturas cognitivas denominadas *esquemas*, uma espécie de metacategoria.

Uma distinção básica entre os dois conceitos pode ser alcançada a partir da contribuição de Schank (1982, p. 86-98 *apud* SNYDER, 2000), segundo a qual os *esquemas* seriam delimitados conforme os objetivos fossem realizados, levando-nos ao seguinte entendimento: enquanto a categorização é orientada ao reconhecimento e identificação de objetos, o *esquema* é orientado ao comportamento destes. Sua função primordial, portanto, é guiar nossa expectativa, operando inconscientemente na contextualização de nossa experiência corrente, na medida em que fornece uma estrutura familiar de como as coisas usualmente são. Essa estrutura também nos permite avaliar os elementos de discrepância – as novidades – e, conseqüentemente, guiar nossa atenção. Isso pode significar que o conhecimento prévio, manifesto em *esquemas* e na atenção, afeta diretamente a extração de características no processamento inicial perceptivo (BREGMAN, 1990).

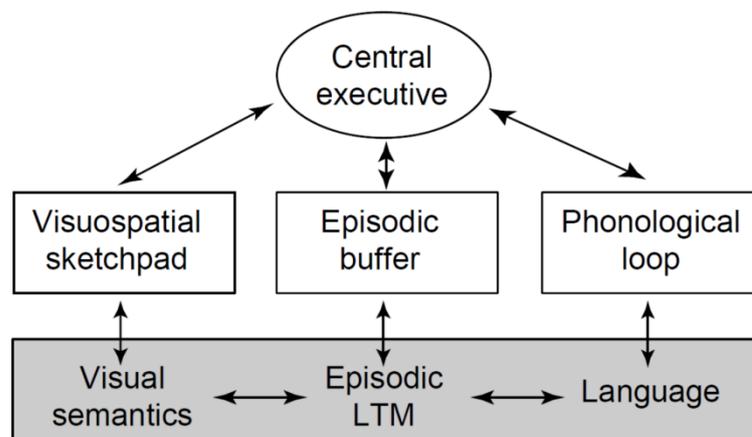
Existe, portanto, um processo interativo constante entre as memórias sensoriais e as concebidas enquanto curto e longo prazo na construção da codificação, não apenas nas associações semânticas mais avançadas, mas desde os estágios iniciais. De certa forma, é possível conceber essas memórias como diferenças de estado, ao invés de sistemas completamente independentes<sup>8</sup>, apontando para uma divisão muito tênue entre o processamento da percepção e da memória propriamente dita (SNYDER, 2000).

<sup>8</sup> Não só é possível como preferível assim concebê-las, uma vez que não existem diferenças anatômicas dessas memórias, apenas de comportamento sináptico (KANDEL, 2009). A diferenciação mais rígida, no entanto, parece-nos mais preferível, ainda, do ponto de vista do tratamento desse processamento da informação.

## Principais proposições teóricas

Apesar da origem não muito clara, como comentado anteriormente, fato é que o termo *memória operacional* ganhou popularidade com Baddeley e Hitch, em 1974, além de publicação posterior de Baddeley (1986), homonimamente intitulada *Working Memory*<sup>9</sup>. Até então, os modelos concorrentes de processamento de informação humana que haviam sido propostos incluíam, em sua maioria, um mecanismo similar a uma *memória de curto prazo*, de caráter unidirecional. Considerada por Baddeley uma abordagem muito simplista, sua proposição era a de que um modelo de retenção multifacetado seria mais apropriado, constituído então de dois mecanismos passivos de retenção (fonológico e visuoespacial) e um conjunto de processos executivos centrais:

Figura 2 - O modelo de Baddeley, atualizado em 2000



Fonte: Baddeley (2000, p. 421).

Na atualização de 2000, recebeu o componente adicional do *buffer* episódico, responsável pela integração das informações mantidas temporariamente na *memória operacional* com aquelas provenientes dos sistemas de longo prazo, em uma representação episódica única e, assim, aumentando o escopo de informações

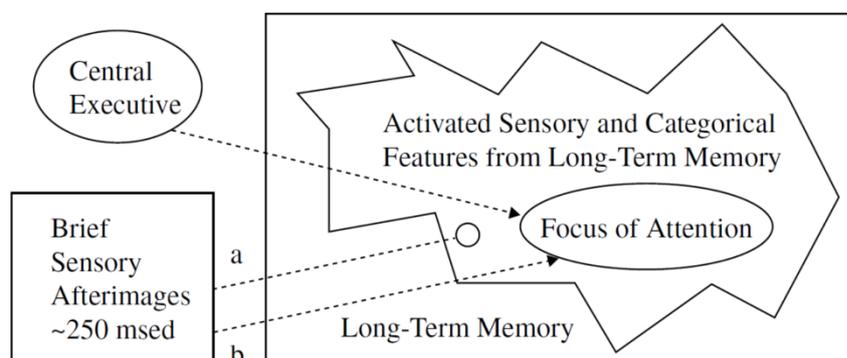
<sup>9</sup> O que colaborou para futura confusão conceitual comum: a de vincular a *memória operacional* (*working memory*) exclusivamente à proposição de Baddeley, desconsiderando outras possibilidades teóricas.

possíveis de serem armazenadas, além de uma maior ênfase na relação entre os mecanismos com a *memória de longo prazo* (BADDELEY, 2000).

Contudo, o modelo ainda não aborda, por exemplo, a questão de como a *memória sensorial* é processada. Embora Baddeley (2000) indique tal incompletude, admitindo a existência de possíveis *buffers* ainda não catalogados, Cowan (2005, p. 20) não compactua com a abordagem, pois acredita ser provável que haja “informações sensoriais que devem ser salvas de uma maneira que não seja fonológica ou mesmo espacialmente temporal, e um *buffer episódico* também não seria o meio de armazenamento mais apropriado”.

A principal crítica de Cowan (2005) ao modelo de Baddeley (2000) é que este não distingue completamente as informações que recebem atenção das que são ignoradas no momento da apresentação. Ainda assim, o autor aponta que esse modelo se tornou o padrão da literatura com certa razão, pois é de fácil entendimento e serve para explicar muitos fenômenos importantes. Tem sido uma base sobre a qual certas previsões foram feitas e testadas, porém, deixando outros fenômenos não resolvidos ou inexplicados. O modelo de processos incorporados de Cowan (1988) visa, então, uma abordagem alternativa:

Figura 3 - O modelo de Cowan (1988)



Fonte: Cowan (2005, p. 18).

A abordagem de Cowan (1988; 2005) tende a caminhar mais numa perspectiva abrangente. O ponto pacífico entre os dois autores é a admissão de que os materiais verbais e visuais tendem a

não se interferir mutuamente no desempenho de tarefas da *memória operacional*, indícios que tomaram corpo ainda na década de 1960. Estima-se que os materiais verbais talvez sejam armazenados em formato fonológico, dado que itens apresentados de forma impressa tendem a ser mais confundidos com base nas semelhanças sonoras do que visuais, por exemplo: é muito difícil lembrar (na ordem serial correta), letras impressas como B, P, D, T, C, G e V, pelo fato de rimarem.

Um ponto crítico no modelo de Baddeley (2000) é esse se pretender detalhado, mas não cobrir explicitamente outros tipos de armazenamento, como os táteis, sonoros não-verbais e espaciais. Além disso, o conceito de atenção é utilizado apenas para explicar o processamento das informações armazenadas nos *buffers* passivos, mas sem uma noção mais precisa do que seria a atenção em si. De tal forma, não se contentando com a explicação através dos *buffers*, Cowan (1988) recuou para um nível mais abrangente de análise, objetivando então realizar uma descrição mais geral da estrutura de processamento, ainda que igualmente incompleta. Conforme justifica o autor, por meio de analogia:

Considere duas descrições de uma casa que não foi completamente explorada, somente externamente. A abordagem de Baddeley (1986) parte da hipótese de que há uma cozinha, um banheiro, dois quartos quadrados iguais e uma sala de estar, o que não é um palpite ruim. No entanto, não descarta a possibilidade de que existam quartos ou banheiros extras, e que o espaço destes pode ser repartido em tamanhos diferentes, etc. Cowan (1988), por outro lado, parte da hipótese de que a casa possui cômodos de preparação de alimentos, dormitórios, banheiros e outros aposentos. Destina-se a ser completo no sentido de que nada seja deixado de fora, mesmo que para isso acabe sendo evasivo no detalhamento de alguns dos cômodos (COWAN, 2005, p. 42).

A motivação do autor era minimizar o risco de detectar aspectos importantes que nublassem ou levassem a ocultar a existência de outros, igualmente importantes:

Baddeley provavelmente está correto quanto à separação do processamento fonológico e visual, mas esta distinção nos leva a deixar de fora outras configurações do processamento. [...] Por exemplo, a memória de sensações percebidas (algo que se parece com algo) seria diferente de informações categorizadas? Como processamos especificamente o timbre de uma nota musical bem como uma espacialização específica? Como processamos a intensidade das sensações táteis? Como as informações visuoespaciais e verbais são combinadas quando, por exemplo, lemos um mapa? (COWAN, 2005, p. 42-43)

Frente à dificuldade de se abarcar esses e outros tipos de conteúdo, Cowan (1988) prefere afastar-se do modelo de Baddeley, baseado nos *buffers* fonológico e visuoespacial, nomeando todos os processos sob um mesmo rótulo de *memória ativada*, a coleção de recursos que estão em um estado especialmente acessível por um tempo limitado, servindo aos já citados *buffers* de Baddeley, mas também quaisquer outros que, por ventura, venham a ser adicionados.

A inclusão do *buffer episódico* em Baddeley (2000), de certa forma, considerava os anseios expostos acima, mas Cowan (2005) não o considera “exaustivo” o suficiente, pois privilegia apenas informações semânticas e categorizadas. Na prática, a diferença dos modelos aparenta ser muito sutil, mas potencialmente importante, como argumenta o autor:

Uma ilustração de como os dados devem ser interpretados de acordo com essas duas visões é encontrada no caso da identidade do objeto *versus* a localização do objeto. Postle e D’Esposito (1999) descobriram que esses tipos de informação têm representações separadas nas regiões posteriores do

córtex, mas que elas são representadas de forma semelhante e, juntas, nas áreas frontais.[...] De acordo com a visão dos *buffers*, a ativação frontal provavelmente é a atividade executiva central e as atividades posteriores refletem o armazenamento em *buffers*. Na minha concepção, mais integrada, as áreas frontais refletem processos de foco atencional com indicadores para a informação nas regiões posteriores. [...] Os pontos de vista, no entanto, parecem levar a expectativas ligeiramente diferentes que podem ser examinadas em trabalhos futuros: na visão dos *buffers*, para a informação posterior ser mantida, não deveria ser necessário que a central executiva (frontal) continuasse ativada durante todo o período de manutenção (como parece fazer no estudo de Postle e D'Esposito); na concepção integrada, isso é necessário, pois mantém a ativação em face de possíveis interferências (COWAN, 2005, p. 43).

Além de uma perspectiva de análise mais geral, frente à proposição fragmentada em *buffers*, o modelo de Cowan (2005) para a *memória operacional* pode então ser sintetizado em outros cinco pontos:

1. Processos incorporados: a *memória operacional* para Cowan é organizada em dois níveis interrelacionados: o primeiro consistindo em representações da *memória de longo prazo* ativadas (ilimitadas); e o segundo sendo um subconjunto menor dessas memórias no *foco atencional* (limitado em capacidade)<sup>10</sup>, controlado por uma combinação de respostas de orientação automáticas a mudanças no ambiente e pelo esforço voluntário proveniente de processos executivos centrais;

2. Formação de novas associações: não se restringindo apenas a porções de *memória de longo prazo* ativadas, a *memória operacional* inclui também associações inéditas entre informações episódicas apresentadas simultaneamente, provavelmente demandando

<sup>10</sup> Nessa perspectiva, a *memória de curto prazo* e a *memória operacional* da literatura ora se referem a toda área ativada, ora apenas ao *foco atencional*. Quanto à ideia de a memória ativada não possuir limite quantitativo de capacidade, sendo limitada apenas temporalmente e por interferências, ver Conway e Engle (1994 *apud* COWAN, 2005).

atenção para serem formadas e armazenadas como novos registros de longo prazo;

3. Limite de capacidade do *foco atencional*: experimentos convergem na estimativa de que os adultos conseguem reter, em média, entre três e cinco *chunks* de informação (Cowan, 2001), sendo que estímulos familiares, que dispensam *ensaio encoberto* e/ou estratégias de agrupamento, muito provavelmente exerçam carga na *memória operacional* enquanto representações unitárias (um único *chunk*).

4. Compartilhamento de recursos entre armazenamento e processamento: diferenciando-se fundamentalmente da proposição de Baddeley (2000)<sup>11</sup>, uma vez que o *foco atencional* está envolvido tanto na retenção de dados quanto na manutenção do objetivo e no processamento da tarefa, existe a possibilidade de conflito entre armazenamento e processamento, possivelmente minimizado na medida em que o processamento às vezes se torne automatizado através da prática.

5. Flexibilidade no escopo da atenção: dado o compartilhamento de recursos do *foco atencional*, este pode ser orientado a maximizar o armazenamento (cerca de quatro *chunks*) ou especificamente manter um objetivo de tarefa livre de interferências, além de quaisquer dados simultâneos que sejam necessários.

Em suma, é necessário considerar, portanto, ao menos duas conotações para o termo *memória operacional*: 1. um modelo específico que descreve detalhadamente um sistema multifacetado, proposto por Baddeley *et al.* (1986; 2000); e 2. uma descrição mais geral, enquanto conjunto de processos que retém uma quantidade limitada de informações em um estado de prontidão para a execução de tarefas (COWAN, 2005), ambas com relativa discussão crítica na literatura e passíveis de maiores aprimoramentos.

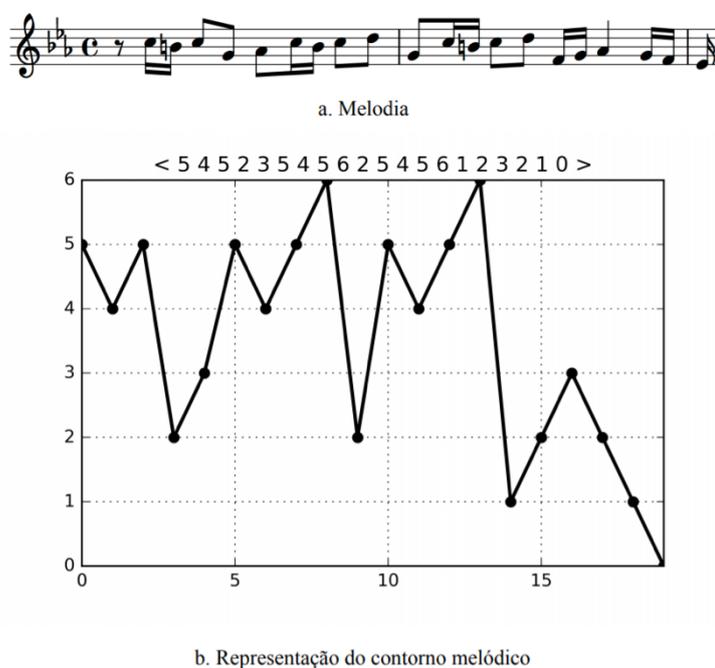
<sup>11</sup> No modelo de Baddeley (2000), o armazenamento da informação é representado especificamente em *buffers passivos* e o processamento em mecanismo separado denominado *processamento executivo central*, de tal forma que interferências nos processos executivos não deveriam prejudicar o armazenamento por si só.

## Memória operacional em música

Sabe-se que músicos tendem a demonstrar melhor desempenho em tarefas gerais da *memória operacional*, não somente na modalidade sensorial auditiva, mas na operação de variadas tarefas complexas, possibilitando-nos interpretar que o treinamento musical traga ao menos algum tipo de melhora no desempenho dos indivíduos (TALAMINI, CARRETTI e GRASSI, 2016). Tal fato alude à pertinência de se estudar a *memória operacional* em música mesmo extrapolando objetivos focados na prática musical enquanto um fim.

Um dos aspectos mais investigados na literatura é a capacidade de armazenamento para alturas, examinada em experimentos que avaliam estímulos apresentados de forma isolada ou em sequencialidade, cujo aspecto relacional é convencionalmente entendido por contorno melódico (fig. 4). Um dos principais interesses dos estudos, desde as primeiras proposições da *memória operacional*, é saber se o processamento sonoro verbal e não verbal possui mecanismos comuns, algo verificável, por exemplo, em tarefas que testem eventuais interferências. Embora as primeiras evidências, observadas em Deutsch (1970), apontassem para um compartilhamento de mecanismos envolvendo retenção de alturas apenas sutil, especificamente quando relacionadas à operação com dígitos numéricos, desde Logie e Edworthy (1986), ao menos, a influência negativa exercida por conteúdos verbais é apontada como mais preponderante. Os autores sugeriram, então, a sobreposição de mecanismos comuns, fato em conformidade com trabalhos posteriores envolvendo neuroimagens, indicando que a arquitetura funcional da *memória operacional* verbal e tonal é notavelmente semelhante (KOELSCH et al., 2009).

Figura 4 – Exemplo de contorno melódico



Fonte: Sampaio (2017)  
Sujeito da Fuga nº 2 do Cravo Bem Temperado, Vol. I, de J.S. Bach (1685-1750).

Diferente de outros experimentos, em que os estímulos são apresentados e comparados posteriormente após um intervalo de tempo, Benassi-Werke *et al.* (2012) propuseram uma avaliação em que os indivíduos respondessem por meio do canto, aos moldes dos experimentos que exploram os conteúdos verbais em ordem serial original e retrógrada, conhecidos como *span tests*.

Uma limitação do estudo é que a técnica só pode ser usada com participantes que possuam algum grau de treinamento musical, da mesma maneira que um teste de leitura verbal é restrito a participantes alfabetizados. Com uma amostragem de músicos semiprofissionais e profissionais, os objetivos do estudo foram enumerados pelos autores: 1. Verificar o desempenho de músicos na recordação de alturas, pseudopalavras e dígitos em ordem serial original e retrógrada. As alturas foram apresentadas em intervalos melódicos pouco usuais, de forma a prevenir a utilização de esquemas de conhecimento prévio, que poderiam operar analogamente a um contexto semântico; e 2. Investigar o peso da perícia

musical na recordação de alturas, permitido pela heterogeneidade dos participantes, estimando que o treinamento musical forneça pistas mnemônicas aos músicos profissionais, a partir de aspectos estruturais como harmonia e contorno melódico (DOWLING, 1994).

No aspecto estritamente verbal, Baddeley (2000) já especulou que dígitos se sobressaíam a pseudopalavras por uma relação de familiaridade, isto é, enquanto pseudopalavras são tipicamente novas, dígitos provavelmente habitam pelo menos alguma estrutura da memória de longo prazo. Nas alturas, apesar da também destituição semântica, Benassi-Werke *et al.* (2012) observaram que a capacidade de reproduzir contornos melódicos é geralmente superior às alturas absolutas, independentemente do nível de perícia, indicando que a escuta musical, ao menos no campo das alturas, é realmente mais relacional do que absoluta, em concordância com a literatura prévia (DOWLING, 1994).

Outro indicativo pertinente do estudo é que a recordação retrógrada, como esperado, decaiu nos quatro tipos de conteúdo, sejam dígitos, pseudopalavras, alturas ou contornos, mas, sobretudo, pareceu não haver uma diferença significativa no grau de dificuldade para manipulação de conteúdos dentre as distintas naturezas (BENASSI-WERKE *et al.*, 2012, p. 1169). Contudo, o fato de que nas tarefas envolvendo alturas e contornos retrógrados, tanto cantores amadores quanto profissionais, apresentaram uma diminuição significativa de desempenho, sugere, na interpretação dos autores, que “essa dificuldade específica não pode ser atribuída exclusivamente à falta de sentido desses itens” (BENASSI-WERKE *et al.*, 2012, p. 1170).

Estudos do tipo são particularmente importantes, pois agregariam um traço imperativo na formação dos chamados *chunks rápidos*, formados e armazenados pelo *foco atencional* ao operar com conteúdos concomitantes na mente (inéditos e prévios): este traço seria de que essas conexões de conteúdos seriam predominantemente de ordem serial original.

Não são poucos os aspectos que dificultam a investigação de um limite fundamental, quer seja na perspectiva dos *buffers* de Baddeley (2000), quer seja no *foco atencional* de Cowan (2005). No contexto melódico, por exemplo, há uma relação direta com a compreensão dos processos de delimitação do que seria exatamente cada unidade/item a ser quantificada, fortemente idiosincrático, não havendo exatamente como saber como um dado conteúdo será interpretado. Mesmo numa simples sequência de dígitos, por exemplo: 5678 ou 56-78?

Fato é que, mesmo sob a ótica da segmentação da informação, representada conceitualmente em *chunks*, a ideia de mensuração da carga cognitiva disponível à *memória operacional* permanece desafiadora. Por mais útil que seja, tal abordagem é apenas uma simplificação de como o conhecimento prévio realmente nos auxilia, haja vista a existência de evidências quanto à natureza multinível do *chunkeamento*, isto é, pode haver *chunks* dentro de *chunks*, como, por exemplo, no ato da leitura: agrupamos letras em palavras e posteriormente palavras em estruturas sintáticas diversas. É a existência de um *chunkeamento* multinível, portanto, que nos permite manter uma frase em mente sem grandes dificuldades, numa consequência direta de aliviarmos a carga da *memória operacional* conforme alternamos entre esses níveis hierárquicos (MANDLER, 1967 *apud* COWAN, 2005).

Ainda em seu caráter associativo, a intensidade na qual as associações podem ocorrer é não apenas variável como muitas vezes assimétrica. Em conteúdos verbais, por exemplo, embora a palavra *ar* possa suscitar uma correspondência com a palavra *condicionado*, o inverso é menos provável. Ademais, estímulos que não possuam uma segmentação clara e/ou sua natureza seja complexa e multidimensional, não podendo ser resumida a “objetos”, expõem dificuldades adicionais ao estudo da memória musical.

No campo visual, por exemplo, a literatura das últimas décadas apresenta resultados divergentes quanto ao peso das características nos objetos multidimensionais. Enquanto Wheeler e Treisman (2002, p. 61) sugerem que indivíduos memorizam

objetos complexos (*multifeatured*) tão bem quanto os simples (*singlefeatured*), em virtude de haver mecanismos responsáveis distintos, Xu (2004) mostrou que um único objeto bicolor exerce certa vantagem, em oposição a dois objetos monocromáticos, por exemplo. Alvarez e Cavanagh (2004, p. 109) exploraram tal ideia e verificaram que a capacidade da *memória operacional* estava linearmente relacionada às classificações de complexidade dos objetos: nos mais complexos como, por exemplo, cubos sombreados, a capacidade não ultrapassava dois objetos, enquanto nos mais simples, como quadrados de cor sólida, a capacidade pôde atingir pouco mais de quatro.

Além disso, um outro mecanismo de retenção pode estar diretamente relacionado com a capacidade da *memória operacional* e carece ainda de maiores detalhes: a *memória sensorial*. Aplicada a grandes quantidades de informação não categorizada, foi elaborada e discutida por autores como Sperling (1960), mas não há investigações mais recentes na literatura sobre o assunto. A esse respeito, autores como Cowan (2005) levantam a questão se seria possível para um indivíduo manter os itens presentes no foco atencional e, em seguida, “reabastecer” a atenção a partir da *memória sensorial* de outros estímulos, pois, em caso positivo, a capacidade do foco atencional aumentaria enormemente.

A questão da *memória sensorial* apresenta alta pertinência para a escuta musical, pois a concepção de *memória operacional* na literatura é diretamente atrelada à ideia de consciência, na qual os estímulos precisam ser conscientes para serem processados, algo insuficiente frente à profusão de processamentos automatizados da escuta musical (SNYDER, 2000). Estudos recentes sugerem que a memória operacional pode, de fato, operar com estímulos não conscientes (BERGSTRÖM e ERIKSSON, 2015), embora algumas destas evidências sejam consideradas inconclusivas (STEIN, KAISER e HESSELMANN, 2016).

Por fim, um campo paralelo de investigação, porém relevante, é o dedicado ao estudo do *ouvido absoluto*, traço cognitivo caracterizado, resumidamente, pela capacidade de identificar e/ou

produzir alturas sem nenhuma referência externa — estando relacionado, portanto, à memória de longo prazo. Em que pese à problemática quanto a sua definição, por meio da qual um número maior de critérios bem como a respectiva validação vem sendo discutida recentemente (GERMANO, 2015; 2018), um aspecto igualmente controverso é a preponderância com que timbres ou registros determinam o traço cognitivo, algo ainda pouco consensual na literatura (GERMANO, 2018, p. 54-56). De toda forma, não é incomum que a habilidade do *ouvido absoluto* seja condicionada a algum tipo de limitação em relação a timbre, registro, tempo de resposta, ou se apresente com uma perceptível margem de erro por semitom.

Embora o objetivo dos experimentos realizados na área seja dedicado a analisar uma categoria de memória de alturas individualizadas, não sua mensuração, o fenômeno estudado também contribui para o estudo da memória em geral na medida em que reforça a constatação da realidade multifacetada da escuta musical. Sabemos, através da literatura especializada, que muitas das ideias que permeiam o *ouvido absoluto* são equivocadas, dentre as principais, como comentado anteriormente, a de que a percepção de alturas nesses portadores seria algo infalível. Como consequência, perpetuam-se certas ideias como a de que tal habilidade seria suficiente ao ponto de se poder prescindir do *ouvido relativo*<sup>12</sup>, desprezando ou subdesenvolvendo habilidades tão ou mais importantes na escuta musical, como a identificação automatizada de intervalos: no limite, o *ouvido absoluto* pode não apenas impactar negativamente o desenvolvimento de habilidades necessárias para a prática musical (*ouvido relativo*), mas mesmo sua apreciação (MIYAZAKI, 1995; PARNCUTT E LEVITIN, 2013 apud GERMANO, MOREIRA E BORTZ, 2017). Um ponto crucial ao estudo do fenômeno é o entendimento de que portadores de *ouvido absoluto* e *relativo* não são, necessariamente, excludentes. Mais ainda, em proposição recente, ambas as habilidades seriam desenvolvidas e apresentadas de forma gradual, não categórica, isto

<sup>12</sup> O *ouvido relativo*, resumidamente, é a habilidade desenvolvida de identificar/emitir diversos estímulos melódicos/harmônicos a partir de uma altura de referência (GERMANO et al., 2017).

é, “um portador de OA [ouvido absoluto] pode possuir OR [ouvido relativo] em alto ou baixo grau e um portador de OR pode possuir alguma retenção de rótulo verbal” (GERMANO, 2018, p. 309).

De maneira análoga ao campo, não nos parece forçosa uma ideia de memorização musical que contemple tanto os aspectos abstratos, mais relacionais, quanto os “absolutos”, como categorizações condicionadas a variações de timbre, textura ou registro, por exemplo. De tal forma, afirmar a partir da literatura da área que a memória musical *seja* predominantemente relacional pode ser ainda pouco preciso, visto que os estudos levantados não partem de uma consideração acerca da inter-relação dos parâmetros do som. Há de se considerar, ainda, o possível reflexo subjacente de um crivo estético determinado, consagrado historicamente na música de concerto, cuja própria concepção de “musical” parte de uma premissa de enaltecer os aspectos mais abstratos da escuta. Em outros termos, talvez o estabelecimento do “conteúdo” a ser memorizado precise ainda ser explorado de modos mais variados.

## Considerações finais

A *memória operacional* é um fenômeno observado há alguns séculos, perpassando os conceitos de *memória primária*, *imediate*, *subitização* e *curto prazo*. Tem como principal referencial o modelo de Baddeley (1986), decomposto em componentes especializados, mas sem uma noção muito precisa dos processos atencionais e de armazenamento sensorial. Os limites de capacidade geralmente são explicados a partir do conceito de *chunk*, embora este seja um constructo simplificador, que não expressa toda a influência do conhecimento prévio. Ainda sob a ótica de um limite fundamental, evidências comportamentais e de neuroimagem demonstram que a capacidade de armazenamento varia conforme a dimensão de parâmetros a serem apreendidos.

Em música, a literatura sobre memória tende a privilegiar abordagens acerca da abstração relacional entre os eventos (contorno

melódico), em detrimento de fatores quantitativos absolutos em si, e mesmo fatores inter-relacionados a outros parâmetros do som. Diante disso, não foram encontrados estudos de *tone span* que tenham oferecido, por exemplo, variação de timbre, de forma a avaliar o possível peso dos eventos *single ou multifeatured* na carga da *memória operacional*, ou se esses aspectos seriam de certa forma neutros, determinados à intenção de escuta. Resta, ainda, melhor compreender os processos de interação entre as operações conscientes da *memória operacional* e os conteúdos sensoriais de processamentos automatizados da escuta musical.

## Referências

- ALVAREZ, G.; CAVANAGH, P. The capacity of visual short-term memory is set both by visual information load and by number of objects. **Psychological Science**, v. 15, p. 106–111, 2004.
- BADDELEY, A.; HITCH, G. Working memory. *In*: G. Bower (org.), **Recent advances in learning and motivation**, New York: Academic Press, 1974. p. 47-89.
- BADDELEY, A. **Working memory**. Oxford, England: Clarendon Press, 1986.
- BADDELEY, A. The episodic buffer: a new component of working memory? **Trends in Cognitive Sciences**, v. 4, p. 417-423, 2000.
- BENASSI-WERKE, M.; QUEIROZ, M.; ARAÚJO, R.; BUENO, O.; OLIVEIRA, M. Musicians' working memory for tones, words, and pseudowords. **The Quarterly Journal of Experimental Psychology**, v. 65, n. 6, p. 1161–1171, 2012.
- BREGMAN, A. **Auditory Scene Analysis: the perceptual organization of sound**. Cambridge: MIT Press, 1990.
- BERGSTRÖM F.; ERIKSSON J. The conjunction of non-consciously perceived object identity and spatial position can be retained during a visual short-term memory task. **Frontiers in Psychology**, v. 6, 2015.
- BROADBENT, D. **Perception and communication**. New York: Pergamon Press, 1958.

CHASE, W.; SIMON, H. Perception in chess. **Cognitive Psychology**, n. 4, p. 55–81, 1973.

CHAFFIN, R.; LOGAN, T.; BEGOSH, K. A memória e a execução musical. **Em Pauta**, Porto Alegre, v. 20, n. 34/35, p. 223-244, 2012.

COWAN, N. Evolving conceptions of memory storage, selective attention, and their mutual constraints within the human information processing system. **Psychological Bulletin**, n. 104, p. 163–191, 1988.

COWAN, N. The magical number 4 in short-term memory: A reconsideration of mental storage capacity. **Behavioral and Brain Sciences**, n. 24, p. 87–185, 2001.

COWAN, N. **Working Memory Capacity**: Essays in cognitive psychology. Nova York: Psychology Press, 2005.

CRAIK, F., GARDINER, J., WATKINS, M. Further evidence for a negative recency effect in free recall. **Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior**, v. 9, p. 554–560, 1970.

DEUTSCH, D. Tones and numbers: Specificity of interference in immediate memory. **Science**, v. 168, p. 1604–1605, 1970.

DOWLING, W. Melodic contour in hearing and remembering melodies. *In*: R. Aiello e J. Sloboda (eds.), **Musical perceptions**, New York, NY: Oxford University Press, 1994. p. 173–189.

EDELMAN, G. **Bright Air, Brilliant Fire**: On the Matter of the Mind. New York: Basic Books, 1992.

GERMANO, N.G. **Em busca de uma definição para o Fenômeno do Ouvido Absoluto**. 2015. 133 f. Dissertação (Mestrado em Música) – Instituto de Artes da UNESP, São Paulo, 2015.

GERMANO, N. G.; MOREIRA, H. C. ; BORTZ, G. . **Ouvido Relativo: Definição, Relevância para a Percepção Musical e Inter-relações com o Ouvido Absoluto**. *In*: 13º SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE COGNIÇÃO E ARTES MUSICAIS, 2017, Curitiba. **Anais do 13º Simpósio Internacional de Cognição e Artes Musicais, 2017. v. 13. p. 138-146.**

GERMANO, N.G. **Ouvido absoluto e ouvido relativo**: um estudo psicométrico dos traços latentes. 2018. 444 f. Tese (Doutorado em Música) – Instituto de Artes da UNESP, São Paulo, 2018.

GOBET, F.; SIMON, H. Five seconds or sixty? Presentation time in expert memory. **Cognitive Science**, n. 24, p. 651-682, 2000.

IZQUIERDO, I.; BEVILAQUA, L.; CAMMAROTA, M. **A arte de esquecer**. Estudos Avançados, São Paulo, v. 20, n. 58, p. 289-296, 2006.

JAMES, W. **The principles of psychology**. New York: Henry Holt, 1890.

KANDEL, E. **Em busca da memória: O nascimento de uma nova ciência da mente**. São Paulo: Companhia das Letras, 2009.

KOELSCH, S.; SCHULZE, K.; SAMMLER, D.; FRITZ, T.; MÜLLER, K.; GRUBER, O. Functional architecture of verbal and tonal working memory: An fMRI study. **Human Brain Mapping**, v. 30, p. 859-873, 2009.

LENT, R. **Cem Bilhões de neurônios**. 2ª Ed. Rio de Janeiro: Atheneu, 2010.

LOGIE, R.; EDWORTHY, J. Shared mechanisms in the processing of verbal and musical material. In: D. G. Russell, D. Marks, J. Richardson (eds.), **Imagery II**. Dunedin, New Zealand: Human Performance Associates, 1986. p. 33-37.

LOGIE, R. The seven ages of working memory. In: RICHARDSON, J.; ENGLE, R.; HASHER, L.; LOGIE, R.; STOLTZFUL E.; ZACKS, R. **Working memory and human cognition**. New York: Oxford University Press, 1996.

MANDLER, G. Organization and memory. In: K. W. Spence, J. T. Spence (eds.), **The psychology of learning and motivation: I**. New York: Academic Press. 1967. p. 327-372.

MILLER, G. George A. Miller. In: L. Gardner (ed.). **A history of psychology in autobiography, 3**. Stanford, CA: Stanford University Press, 1989. p. 391-418.

MILLER, G.A. The magic number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information. **Psychological Review**, v. 63, p. 81- 93, 1956.

SAMPAIO, M. S. A Teoria de Relações de Contornos no Brasil. In: Ilza Nigueira; Guilherme Sauerbronn de Barros. (Org.). **Teoria e Análise em Perspectiva Didática**. Salvador: UFBA, 2017. p. 123-137.

SNYDER, B. **Music and Memory: an introduction**. Massachusetts: The MIT Press, 2000.

SPERLING, G. The information available in brief visual presentations. **Psychological Monographs**, v. 74, n. 11, p. 1-29, 1960.

STEIN, T.; KAISER, D.; HESSELMANN, G. Can working memory be non-conscious? **Neuroscience of Consciousness**, v. 2016, p. 1-3, 2016.

TALAMINI, F., CARRETTI, B. E GRASSI, M. The working memory of musicians and nonmusicians. **Music Perception**, v. 34, n. 2, p. 183-191, 2016.

WAUGH, N.; NORMAN, D. Primary memory. **Psychological Review**, v. 72, p. 89-104, 1965.

WHEELER, M.; TREISMAN, A. Binding in short-term visual memory. **Journal of Experimental Psychology: General**, v. 131, p. 48-64, 2002.

XU, Y. Representing objects in visual short-term memory: Features, parts, and possible neural mechanisms. In: ANNUAL MEETING OF THE PSYCHONOMIC SOCIETY (PS), The 45th., 2004, Minneapolis. **Abstracts of the Psychonomic Society**. [S. l.]: Psychonomic Society (PS), 2004. v. 9. p. 17.

## Financiamento

Este trabalho teve apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), sob processo nº 2016/21798-9.

## Publisher

Universidade Federal de Goiás. Escola de Música e Artes Cênicas. Programa de Pós-graduação em Música. Publicação no Portal de Periódicos UFG.

As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião dos editores ou da universidade.