

6

Experimentos parte 2: recursividade na língua e habilidades superiores

Nos experimentos apresentados no capítulo anterior, apenas questões envolvendo numerais cardinais foram discutidas. Neste capítulo, será abordada a compreensão de numerais ordinais e, especificamente, a interpretação desses elementos em estruturas recursivas. Essa questão é investigada a partir de dois experimentos de compreensão: um com adultos e outro com crianças a partir dos 4 anos de idade. Para finalizar o segundo bloco experimental desta tese, reportamos um terceiro teste concebido com o objetivo de explorar uma possível relação mais direta entre o processamento de sentenças relativas – tradicionalmente caracterizadas como exemplos privilegiados da recursividade lingüística – e o processamento de estruturas recursivas no domínio da cognição numérica.

No âmbito desta tese, tem sido argumentado que a língua possibilita a integração de informação proveniente de diferentes domínios da cognição ao funcionar como um sistema representacional que contém termos para nomear objetos e relações cujas representações primárias são construídas por vários sistemas modulares. Além desse repertório de termos, dois tipos de estruturas lingüísticas podem fornecer um suporte crucial nesse sentido: DPs recursivos e sentenças relativas. O primeiro tipo de estruturas permite integrar informação relativa a objetos, número e espaço (Ex: *As duas meninas à esquerda do piano no fundo da sala/ Os quatro cachorros do lado da árvore na frente da banca de jornais*).

As sentenças relativas permitem a individuação de objetos por meio da integração de eventos, possibilitando assim a interação entre tempos distintos¹. Orações relativas com encaixamento no centro (*nested embedding*) em particular, são consideradas exemplos paradigmáticos da recursividade lingüística.

Os experimentos que reportamos a seguir abordam questões associadas à

¹ A representação do tempo em si parece não estar associada a um *core system* específico, mas a representação de ações e agentes pode precisar da especificação dada pelo tempo para a expressão da sua referencialidade.

recursividade. Os dois primeiros investigam o papel da recursividade no DP (por meio de modificadores nominais) no desenvolvimento do conceito de numeral ordinal. O terceiro experimento explora o processamento de estruturas recursivas equivalentes em dois domínios cognitivos diferentes: lingüístico e matemático.

6.1

Experimento 1: processamento de modificadores nominais recursivos em adultos

A aquisição dos numerais ordinais relaciona-se ao aprendizado da seqüência de contagem. Os ordinais trazem informação sobre a posição de um dado elemento num conjunto. Essa posição pode ser de natureza mais ou menos abstrata e estar vinculada ou não ao espaço físico (*O segundo livro na primeira estante* vs. *O segundo colocado no concurso público*). Em qualquer caso, a referência associada a um ordinal só pode ser estabelecida se for considerado o conjunto total no qual esta se insere. Assim, a aquisição dos ordinais requer que seja estabelecida uma relação entre posições seqüenciais de objetos e posições na seqüência numérica (Wiese, 2003a). Enquanto o conceito de cardinal está associado a individualização dos itens num conjunto quantificado, a noção de ordinalidade implica a individualização de posições (e elementos vinculados a estas) numa progressão. Embora a seqüência dos ordinais em si seja caracterizada pela ordem hierárquica e a sistematicidade, quando estes são utilizados ao fazer referência a um conjunto de elementos a ordem seqüencial dos mesmos (*primeiro, segundo, terceiro*) nem sempre coincide com a ordem linear dos elementos do conjunto. Assim, a compreensão de uma expressão ordinal requer que sejam identificadas as posições relativas dos elementos dentro do conjunto avaliado (i.e. o *primeiro* elemento x não necessariamente encontra-se na primeira posição). A verdadeira compreensão dos ordinais implica que seja estabelecida uma distinção entre posição linear e posição ordinal relativa ao conjunto considerado globalmente. A compreensão dessas relações pela criança pode ser um processo custoso.

A recursividade no DP – por meio de PPs – permite estabelecer relações de ordem conceitual, por exemplo de natureza espacial, que podem ser relevantes para o desenvolvimento do conceito de ordinalidade (*O terceiro prato do armário no fundo*

da cozinha). Assim, a compreensão de sentenças que carregam informações dessa natureza poderia ser crucial nesse processo. Entretanto, resultados experimentais (Hiraga, 2009; Gentile, 2003; Matthei, 1982) e dados naturalistas (Roeper, 2009) parecem compatíveis com a idéia de que diversos tipos de sentenças envolvendo a chamada *recursividade indireta* (cf. p. 84) receberiam uma leitura não-recursiva *default* nos primeiros estágios da aquisição; isto é, não seriam corretamente compreendidas pelas crianças.

Estudos prévios (Roeper, 1972; Matthei, 1982) reportaram que crianças entre os 3 e os 6 anos de idade interpretam incorretamente seqüências contendo modificadores nominais recursivos do tipo *A segunda bola verde*. Nessas pesquisas é utilizada uma tarefa de seleção de imagens na qual as crianças são solicitadas a apontar para *the second green ball* num arranjo como o que esquematizamos abaixo. A configuração visual dos elementos apresentados é chamada pelos autores de “tendenciosa” (*biased*), já que há nela um elemento na segunda posição linear – mas não na posição ordinalmente correta ao considerarem-se todos os objetos da seqüência – que apresenta as duas propriedades fundamentais indicadas na instrução fornecida (cor e forma).

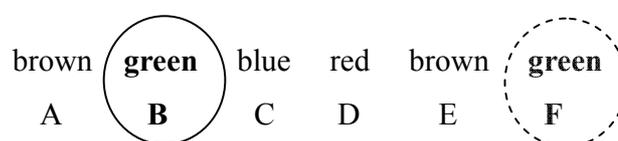


Figura 11: Exemplo esquemático do procedimento utilizado por Roeper (1972)

O padrão de resposta registrado nesses estudos sugere que as crianças interpretam o ordinal *second* como tendo escopo apenas sobre o N *ball*, mas não sobre o AdjP completo. Assim, as crianças tendem a escolher o elemento na posição B (i.e. a bola que *é a segunda* e que *é verde*) em lugar do elemento na posição F (que *é a segunda bola verde*), sugerindo interpretações não-recursivas, mas coordenadas das estruturas em questão.

Um comportamento similar foi registrado ainda diante de uma segunda condição experimental chamada de não-tendenciosa (*unbiased*), na qual o elemento na posição linear correspondente não partilhava as duas propriedades indicadas.

Assim, diante de um arranjo visual com as características do apresentado abaixo – onde a seta indicava a direção na qual devia ser avaliada a imagem – as crianças se recusavam a responder ou então, quando possível, tentavam “alterar a realidade” trocando a seta de lugar para começar a contar na direção contrária (direita-esquerda).

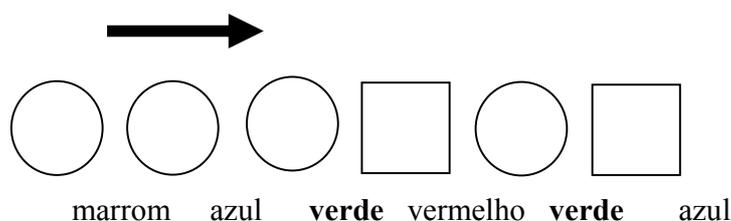
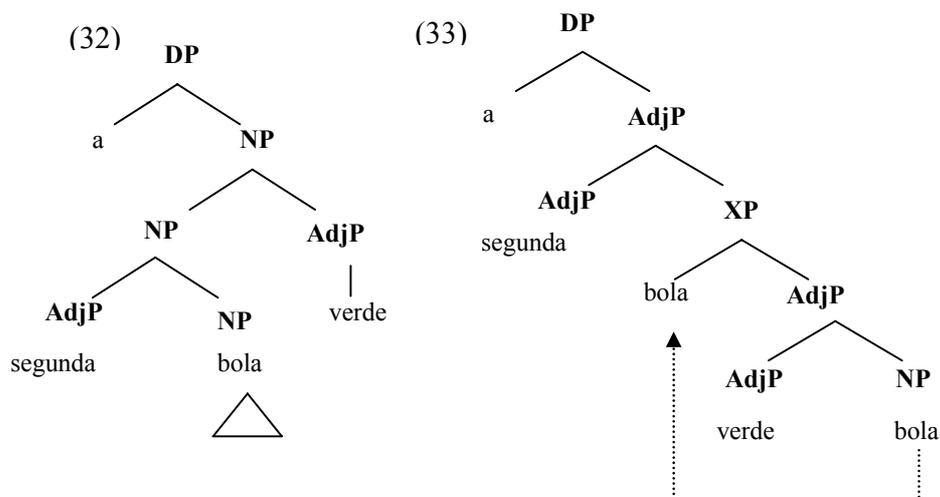


Figura 12: Exemplo esquemático do procedimento utilizado por Matthei (1982)

Não foi registrado um efeito significativo de tipo de arranjo visual. Assim, independentemente do tipo de arranjo visual apresentado (tendencioso ou não-tendencioso) as respostas das crianças foram compatíveis com uma leitura preferencialmente não-recursiva ou coordenada para os estímulos experimentais. Para explicar esses resultados, Matthei (1982) considera que as crianças são essencialmente conservadoras no que diz respeito à quantidade de estrutura sintática hierárquica inicialmente postulada.

Recentemente, esses dados têm sido interpretados em conjunto com resultados relativos à interpretação de outros tipos de estruturas envolvendo recursividade. As aparentes dificuldades exibidas pelas crianças na compreensão de tais estruturas têm sido apontadas como evidência de que sentenças recursivas receberiam uma leitura não-recursiva *default* durante um longo período no percurso da aquisição da linguagem (Roeper, 2009). No caso específico dos modificadores nominais, os dados reportados parecem compatíveis com a idéia de que as crianças tratam esse tipo de seqüências de modificadores recursivos como sendo estruturas coordenadas ou que estabelecem relações de escopo como a representada em (32) abaixo. Todavia, outros autores (Fodor & Crain, 1987) afirmam que as crianças são capazes de atribuir uma estrutura recursiva a essas sentenças, tal como a apresentada em (33), na qual os adjetivos são adjuntos à esquerda.



De acordo com Fodor e Crain (1987), as aparentes leituras não-recursivas registradas podem ser derivadas das demandas impostas pela tarefa experimental utilizada. Segundo os autores, embora as crianças possam processar os estímulos lingüísticos corretamente elas teriam problemas para integrar essa informação junto com as outras ações necessárias para a resolução da tarefa. Em outras palavras, para fornecer a resposta esperada as crianças não somente precisam compreender o enunciado (*The second green ball*), mas também levar em consideração a cor dos elementos e simultaneamente considerar apenas um subconjunto dos elementos apresentados.

Roeper (2009) e Hollebrandse & Roeper (submetido) consideram que, de um modo geral, as crianças parecem apresentar uma resistência à interpretação recursiva. A literatura fornece um conjunto de dados compatíveis com leituras não-recursivas e/ou dificuldades de compreensão por parte das crianças diante de estruturas envolvendo:

- Possessivos: até por volta dos 3-4 anos de idade (Gentile, 2003; Roeper, 2007);
- Adjetivos: crianças de 3-6 anos (Matthei, 1982; Roeper, 1978);
- PPs recursivos (Gu, 2008);
- Compostos sintéticos do tipo *tea pourer maker*: crianças com até 8 anos (Hiraga, 2009);

- Verbos seriais²: dados longitudinais de uma criança falante de Bantu (Baker, 2001);
- Complementos sentenciais: crianças 6;9 de idade média (Hollebrandse et al., 2008).

Uma vez que a recursividade é tida como uma propriedade central nas línguas humanas, chama atenção que as crianças apresentem dificuldades importantes no que diz respeito a uma característica tão crucial e que, a nosso ver, não devia ser considerada como um conhecimento a ser adquirido *stricto sensu*. Na perspectiva para a aquisição da linguagem aqui assumida, o que deve ser adquirido são os traços associados aos itens do léxico. Assim, não haveria algo do tipo traço [+/- recursivo] no léxico, mas a possibilidade de uma mesma categoria ser selecionada reiteradas vezes ao longo de uma derivação; o que, juntamente com a informação relativa à subcategorização associada a cada elemento, possibilitaria a geração de estruturas recursivas.

O experimento que reportamos a seguir parte da hipótese de que demandas específicas da tarefa por meio da qual a compreensão dessas estruturas recursivas vem sendo investigada podem explicar, pelo menos em parte, o padrão de resposta das crianças. Assim sendo, as demandas da tarefa foram variadas, de modo a verificar o quanto adultos levariam em consideração uma leitura coordenada para esse tipo de estruturas, num primeiro momento do processo de compreensão da tarefa tradicionalmente utilizada. Desta forma, os objetivos do teste foram: (i) verificar como adultos processam essas estruturas, diante de demandas diferenciadas e (ii) verificar se uma interpretação coordenada seria a primeira interpretação obtida diante da tarefa padrão, independentemente do desenvolvimento lingüístico.

² As construções com verbos seriais são um fenômeno sintático comum em várias línguas africanas e asiáticas. Diferentemente da subordinação, na qual uma cláusula é encaixada em outra, no caso dos verbos seriais é conformada uma sequência de dois verbos na qual não há subordinação mútua. Essas construções apresentam duas propriedades recorrentes: (i) a cadeia de verbos compartilha o mesmo sujeito; (ii) a concordância de sujeito possui frequentemente referência cruzada nos dois verbos. Segue abaixo um exemplo do Nupe (Tallerman, 1998):

(1) Musa bé lá èbi.

Musa came took knife

"Musa came to take the knife."

De modo a atingir os objetivos propostos, foi utilizada a técnica do rastreamento ocular (*eye-tracking*) combinada com uma tarefa de identificação de imagens. As variáveis independentes foram: *tarefa* (simultânea ou seqüencial) e *tipo de arranjo visual* (tendencioso e não-tendencioso), sendo a primeira um fator grupal.

A variável dependente foi o número de fixações iniciais não-alvo; isto é, indicando uma interpretação inicial coordenada. Com base no estipulado na literatura, o tempo mínimo considerado como fixação foi de 200-250 ms (Richardson, 2006). A previsão foi a de um número maior de fixações iniciais não-alvo na condição simultânea.

6.1.1 Metodologia

Rastreamento do olhar (eye-tracking)

O monitoramento do olhar permite estabelecer indicadores dos processos atencionais, sendo por isso de grande interesse para a investigação de processos cognitivos tais como os envolvidos na compreensão da linguagem. Parâmetros do olhar podem ser úteis para se compreenderem os detalhes de variados processos lingüísticos como, por exemplo, a resolução da co-referência pronominal, a ambigüidade sintática e lexical, entre outros (Rayner, 1998).

Os movimentos oculares são divididos em dois grandes tipos: movimentos muito rápidos denominados sacadas (que ocorrem tipicamente de 3 a 4 vezes por segundo (cf. Richardson, 2006)) e momentos de pausa, com duração média de 200-250 ms, denominados fixações. Atualmente, a maioria dos estudos concentra-se na duração das fixações (Maia, 2008).

A pesquisa do rastreamento ocular associada à compreensão da linguagem fornece evidências em tempo real da interdependência entre o processamento lingüístico e a percepção visual. Neste paradigma, é utilizado um aparelho específico (existem diversos modelos disponíveis) destinado ao monitoramento dos movimentos oculares. A depender das características do aparelho de *eye-tracker* utilizado, essa metodologia é adequada para a investigação com crianças e adultos. As medidas comumente tomadas como variáveis dependentes são o número de fixações em um determinado ponto, o tempo de fixação, assim como o número de movimentos

sacádicos e sua direção.

Participantes

Participaram do experimento 27 alunos de graduação e pós-graduação pertencentes a diversos cursos da PUC-Rio. Desse grupo inicial, 3 participantes foram eliminados por problemas técnicos no registro das respostas. Todos os participantes (idade média 27 anos/ intervalo 18-42; dos quais 10 homens) tinham visão normal ou corrigida (óculos ou lentes de contato). Os voluntários receberam como retribuição pela sua participação uma pequena remuneração ou, no caso dos alunos de Letras, uma creditação para ser trocada por horas de atividades complementares junto ao Departamento.

Materiais

Foram utilizados 16 pares de frases/imagens experimentais (8 por condição) e 32 pares de distratoras apresentados em formato *Power Point*. Os estímulos auditivos correspondentes foram gravados utilizando o programa *Sound Forge*. Todos os estímulos auditivos (experimentais e distratores) foram gravados sem interrupções, para evitar mudanças na entonação e no ritmo, e posteriormente editados de modo a poderem ser apresentados como frases separadas.

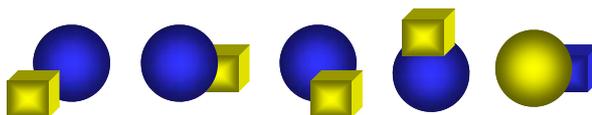
A seguir oferecemos exemplos das pranchas e frases utilizadas.



Olha para o terceiro cubo azul (condição tendenciosa)



Olha para o terceiro cubo roxo (condição não-tendenciosa)



Olha para o cubo amarelo atrás do círculo azul (distrator)

Figura 13: Exemplos do material experimental utilizado no experimento 1

Aparato

O experimento foi conduzido em uma cabine com isolamento acústico especialmente preparada nas dependências LAPAL. Foram utilizados dois *notebooks* Hewlett-Packard (HP) com sistema operacional Windows XP e monitores de 15". Um dos computadores apresentava o experimento para o participante dentro da cabine, enquanto o outro (do lado de fora) coletava os dados fornecidos por um *eye-tracker*, fazendo o registro em vídeo de cada sessão, além de permitir que o experimentador monitorasse o comportamento do participante.

O aparelho de rastreamento ocular utilizado foi um *eye-tracker* de mesa (*table-mounted*) TM2 fabricado pela *EyeTech Digital Systems*. O equipamento tem 1° de acurácia, registra as imagens a 55fps, permitindo até 25x16x19cm de movimentação da cabeça. O software *Quick Glance* administra o funcionamento do aparelho, realizando a calibração correspondente para cada participante e registrando os movimentos oculares durante a sessão experimental. Foram utilizados ainda duas caixas de som, um microfone e um mouse especialmente preparado para comandar, ao mesmo tempo, ambos os computadores empregados.

O programa *Power Point* foi utilizado para a apresentação dos estímulos. Para cada lista do experimento foi criado um arquivo nesse formato o qual apresentava tanto os estímulos auditivos quanto os visuais. Para a gravação dos estímulos auditivos e para a análise dos dados foi utilizado o *software Soundforge*. Utilizamos ainda o *software Snag-it* para gravar toda a atividade realizada na tela do computador que monitorava a realização do experimento.

Procedimento

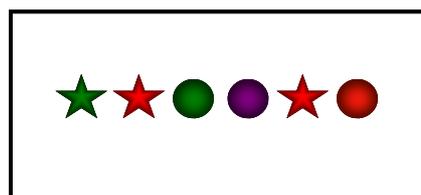
Os participantes foram testados individualmente no LAPAL na cabine especial já mencionada. A tarefa experimental consistia na identificação de elementos na tela com base em instruções verbais. Os participantes foram orientados a responder em voz alta às perguntas que receberiam. O objetivo do teste, para os participantes, era avaliar a compreensão de instruções de complexidade variável (porém simples).

O sujeito era acomodado na posição adequada para o ajuste do aparelho de rastreamento ocular e era realizada a calibração do aparelho durante a qual o programa do rastreador era ajustado às características de movimentação ocular de cada participante. Para isso o participante devia fixar a vista numa série de pontos específicos numa tela especialmente preparada para essa função à medida que o experimentador ia nomeando-os. Assim que esse procedimento finalizava, o aparelho atribuía um valor que permitia mensurar a qualidade da calibração. Se o sujeito não tivesse atingido os valores necessários o procedimento era repetido. Após a calibração, a velocidade e qualidade do rastreamento eram avaliadas utilizando imagens similares às dos estímulos experimentais. Somente quando esses parâmetros atingiam o nível desejado começava o experimento propriamente dito.

Na fase de teste, o procedimento era diferenciado de acordo com as condições experimentais (seqüencial e simultânea). Assim, na condição de apresentação seqüencial os participantes escutavam uma frase (*Olha para a estrela amarela*) e imediatamente depois uma imagem aparecia na tela. Cinco segundos após a primeira frase, uma nova instrução era apresentada (*Indique a letra que corresponde à instrução recebida*) e letras maiúsculas apareciam abaixo de cada imagem na tela. O participante era orientado a responder em voz alta. Finalmente, 3 segundos depois da segunda instrução, o participante ouvia a seguinte pergunta *A instrução recebida foi fácil, média ou difícil?* e novamente era orientado a responder em voz alta.

Na condição de apresentação simultânea, o procedimento foi idêntico exceto pela apresentação da primeira frase (*Olha para a estrela amarela*) ao mesmo tempo que a imagem, isto é, o estímulo visual e o lingüístico apareciam concomitantemente. As demais etapas foram iguais às acima descritas.

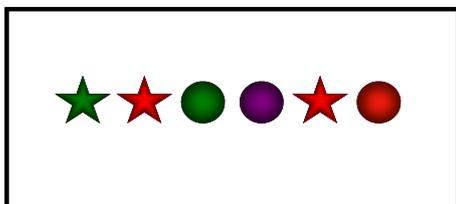
A seguir apresentamos um esquema do procedimento em cada condição. São indicadas as etapas comuns e diferenciadas em cada caso.



Condição seqüencial – Tela 1

Tela 2

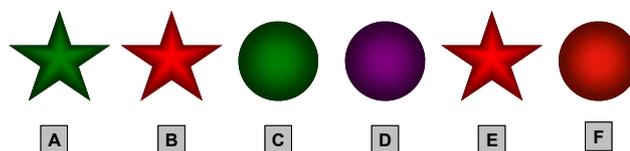
Instrução 1: *Olha para a segunda estrela vermelha*



Condição simultânea – Tela 1

Instrução 1: *Olha para a segunda estrela vermelha*

Procedimento comum às duas condições



Instrução 2: *Indique a letra que corresponde à instrução recebida*

Instrução 3: *Agora diga, a instrução foi fácil, média ou difícil?*

Figura 14: Exemplos do procedimento experimental em cada condição

O *eye-tracker* monitorava o olhar do participante ao longo do procedimento e todo o material auditivo e visual, além dos registros de movimentação ocular de cada um dos participantes, foi registrado para ser posteriormente analisado.

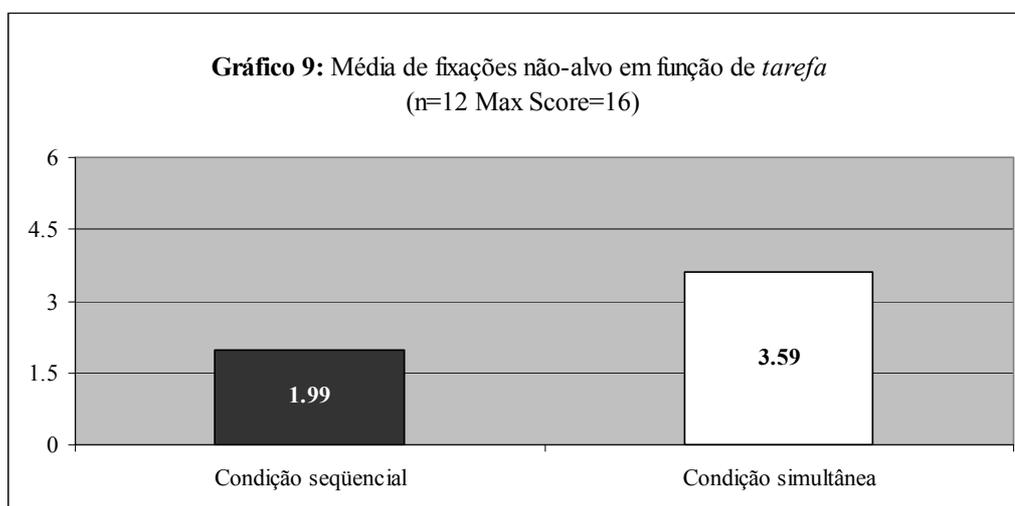
Os estímulos foram aleatorizados em três listas e os participantes distribuídos de forma equitativa entre as diferentes listas. Cada sessão experimental, incluindo a fase de calibração do aparelho, tinha uma duração de aproximadamente 30 minutos.

6.1.2

Resultados e discussão

Os dados foram submetidos a uma análise da variância (2X2 – *tarefa X tipo de arranjo visual*) em que foi registrado um efeito principal de *tarefa* com mais fixações não-alvo na condição simultânea do que na seqüencial ($F(1,22) = 8.01$ p

=.01). Quando os estímulos lingüístico e visual foram apresentados ao mesmo tempo, os participantes tenderam a considerar uma interpretação coordenada num primeiro momento. O gráfico abaixo apresenta esse efeito. Não foram registrados outros efeitos significativos.



Discussão

Os resultados sugerem que a apresentação simultânea dos estímulos visuais e lingüísticos pode levar a uma busca inicial errônea na tarefa de identificação das imagens solicitadas. Esse tipo de busca é compatível com uma interpretação coordenada para as frases contendo modificadores nominais recursivos. Esses dados parecem sustentar a idéia de que demandas cognitivas impostas pela tarefa podem afetar o mapeamento da análise lingüística no arranjo visual apresentado.

A tendência observada pode ter sido favorecida ainda pela ordem dos adjetivos em relação ao N no português, que é diferente da do inglês (Adj Ordinal+N+Adj no português e Adj Ordinal+Adj+N no inglês). No caso do português, é possível pensar num fechamento antecipado do DP tendo como escopo unicamente o N, sem que um procedimento de verificação das condições de fechamento de um constituinte (*look-ahead*) seja conduzido. O padrão de comportamento dos adultos avaliados é, de todo modo, compatível com o reportado na literatura com relação às crianças.

É importante salientar que não houve efeito significativo de *tipo de arranjo visual*, ou seja, os adultos no português assim como as crianças no inglês apresentaram o mesmo padrão de resposta diante de ambos os tipos de configuração (tendenciosa e não-tendenciosa). Esse fato sugere que a informação veiculada pelo ordinal é rapidamente associada à ordem linear e posteriormente re-avaliada em virtude de outras informações. Cabe salientar que a necessidade desse tipo de re-avaliação pode resultar custosa demais para as crianças afetando negativamente seu desempenho.

Levando em consideração os resultados obtidos, torna-se necessário verificar se a forma de apresentação da tarefa pode afetar a compreensão das crianças na mesma medida, fato que permitiria por em discussão a afirmação de que a dificuldade das crianças estaria no processamento de estruturas recursivas. Assim sendo, com o intuito de dar continuidade a essa questão, foi conduzido o experimento 2 que relatamos a seguir.

6.2

Experimento 2: interpretação de modificadores recursivos em crianças

O experimento reportado nesta seção teve como objetivo avaliar a compreensão de modificadores nominais recursivos por crianças. O teste foi uma adaptação da tarefa originalmente proposta por Roeper (1972) e replicada por Matthei (1982) para o inglês. As modificações introduzidas foram as seguintes:

- As imagens foram apresentadas na tela de um computador ao invés de gravuras impressas;
- Somente foram utilizadas figuras simples (cubo, bola, coração e estrela) nos estímulos de forma a minimizar o custo do reconhecimento. Já o teste de Matthei incluía as seguintes figuras: hipopótamo, urso, carro e avião;
- Foram apresentados 6 estímulos por condição em lugar de 4 como no original, de modo a termos um número maior de instâncias experimentais avaliadas; e
- Os estímulos lingüísticos e visuais foram apresentados seqüencialmente, ou seja, a frase experimental era apresentada antes do arranjo visual; isto é, a condição de menor custo de processamento conforme os dados dos adultos

anteriormente apresentados.

As variáveis dependentes foram *idade* (4, 5 e 6 anos) e *tipo de arranjo visual* (tendencioso e não-tendencioso). A variável dependente foi o número de respostas-alvo, isto é, respostas compatíveis com a instrução recebida.

6.2.1

Metodologia

Participantes

Participaram do experimento 49 crianças (24 meninas e 25 meninos) sendo que os dados correspondentes a dois dos participantes foram desconsiderados na análise; um por ter apresentado problemas na identificação das figuras e das cores durante o pré-teste e o outro por demonstrar desinteresse e falta de atenção durante o teste. As 47 crianças restantes foram divididas em três faixas etárias (4, 5 e 6 anos). Os grupos formados foram os seguintes:

- Grupo 1: 14 crianças na faixa dos 4 anos (idade média 4;7 intervalo 4;3-5;0)
- Grupo 2: 18 crianças na faixa dos 5 anos (idade média 5;5 intervalo 5;1-5;11)
- Grupo 3: 15 crianças na faixa dos 6 anos (idade média 6;4 intervalo 6;0-6;8)

Todas as crianças foram testadas nas creches que freqüentam, (creches-escolas particulares, duas em Niterói e uma no Rio de Janeiro). Em nenhum caso foram relatados problemas cognitivos ou queixas de linguagem pelas professoras e/ou coordenadoras.

A escolha da faixa dos 4 anos como idade mínima foi motivada pelo fato de que, como foi verificado nos testes reportados no Capítulo 5, algumas crianças de 3 anos ainda não dominam plenamente os primeiros números cardinais, o que poderia comprometer sua compreensão dos ordinais.

Materiais

Foram utilizados 12 pares de frase/imagem experimentais (6 por condição) e 9 pré-testes. O material foi apresentado em formato *Power Point* num computador *Sony Vaio* com tela de 15". Os estímulos experimentais foram organizados em 4 listas

aleatorizadas e as crianças distribuídas equitativamente. Seguem exemplos de pranchas em cada condição.

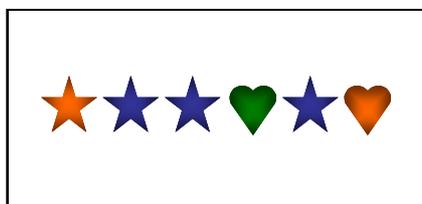


Figura 15: condição tendenciosa

Mostra pra mim a terceira estrela azul

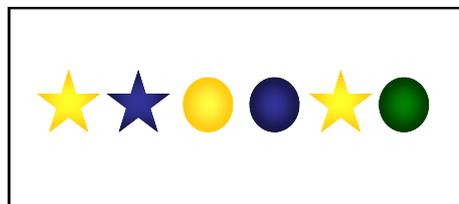


Figura 16: condição não tendenciosa

Mostra pra mim a segunda estrela amarela

Procedimento

O teste foi apresentado como um jogo de computador no qual os participantes deviam seguir as instruções do experimentador, identificando as figuras solicitadas na tela. Dessa forma, o participante “somava pontos” até o fim do jogo. Durante o teste, a criança não recebia *feedback* relativo a cada *trial*, mas a cada quatro estímulos experimentais ganhava os pontos necessários para “passar de nível”. No final da atividade, independentemente das respostas fornecidas, todas as crianças “ganhavam” o jogo.

O pré-teste foi constituído por duas partes. A primeira visava a verificar se as crianças eram capazes de reconhecer e identificar as figuras e cores que apareceriam nos estímulos experimentais. Dado que as frases e as imagens foram apresentadas seqüencialmente, durante essa etapa foi avaliado ainda se as crianças eram capazes de manter na memória frases de tamanho equivalente àquelas que seriam apresentadas no teste propriamente dito (por exemplo, *Me mostra a bola verde pequena*). A segunda etapa de pré-teste tinha como objetivo avaliar a compreensão dos ordinais por parte das crianças. Para isso foram apresentadas três pranchas com seqüências de um, dois e três tipos de elementos. Em cada caso, a criança era solicitada a apontar para a primeira, segunda e terceira estrela. Apenas as respostas relativas à primeira prancha (que apresentava elementos do mesmo tipo) foram consideradas como eliminatórias. Ou seja, as crianças deviam responder corretamente quando solicitadas para apontar para a *primeira*, a *segunda* e a *terceira* estrela (num arranjo no qual havia apenas esse tipo de elemento). Crianças que não demonstraram conhecimento

dessa “ordinalidade linear” (duas no total) não foram incluídas na amostra.

Uma vez terminada essa etapa começava a fase de teste, dividida em três blocos de 4 estímulos (cada bloco equivalia a um “nível” do jogo para as crianças). O experimentador falava as frases experimentais para a criança e em seguida os estímulos visuais eram apresentados. A criança devia apontar na tela do computador a figura solicitada. A seguir incluimos um exemplo do procedimento.

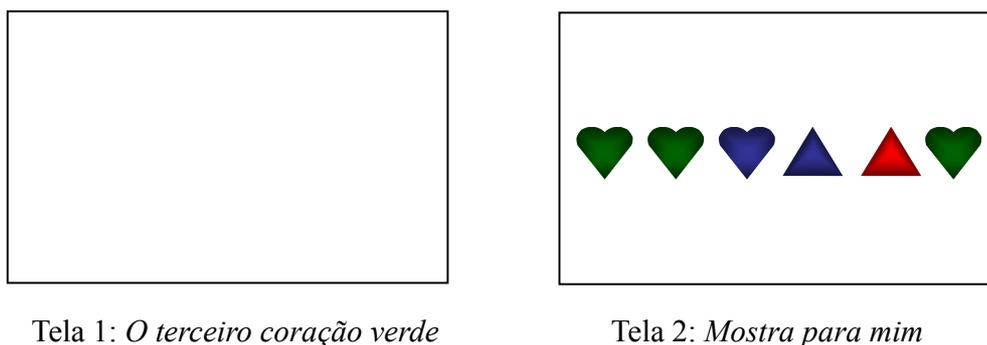


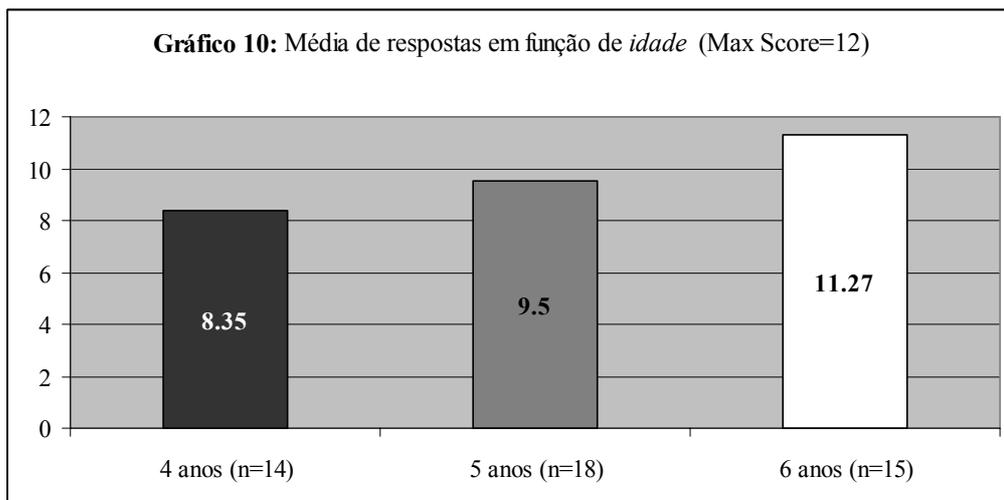
Figura 17: Exemplo do procedimento experimental utilizado

As respostas de cada participante foram registradas numa folha de controle individual junto com outras informações relevantes. As sessões experimentais duraram em média 12 minutos.

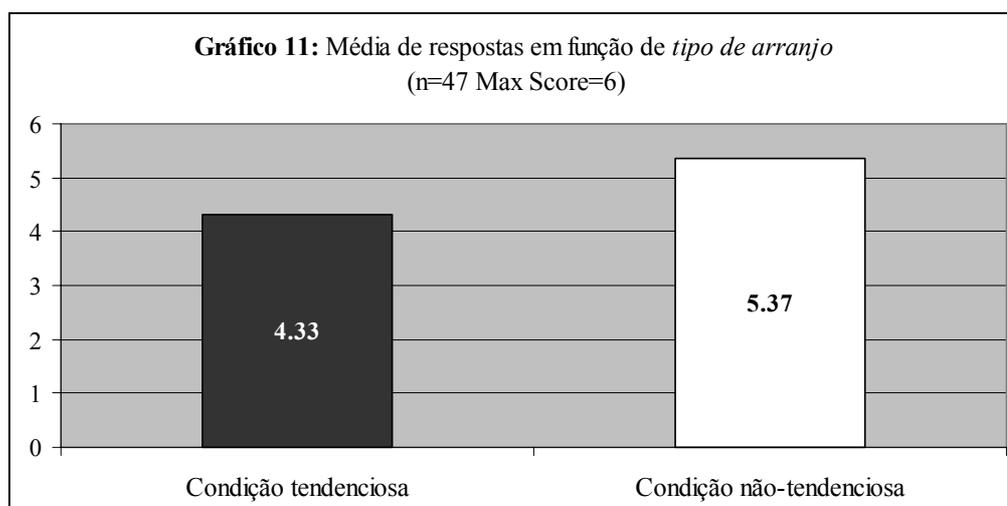
6.2.2

Resultados e discussão

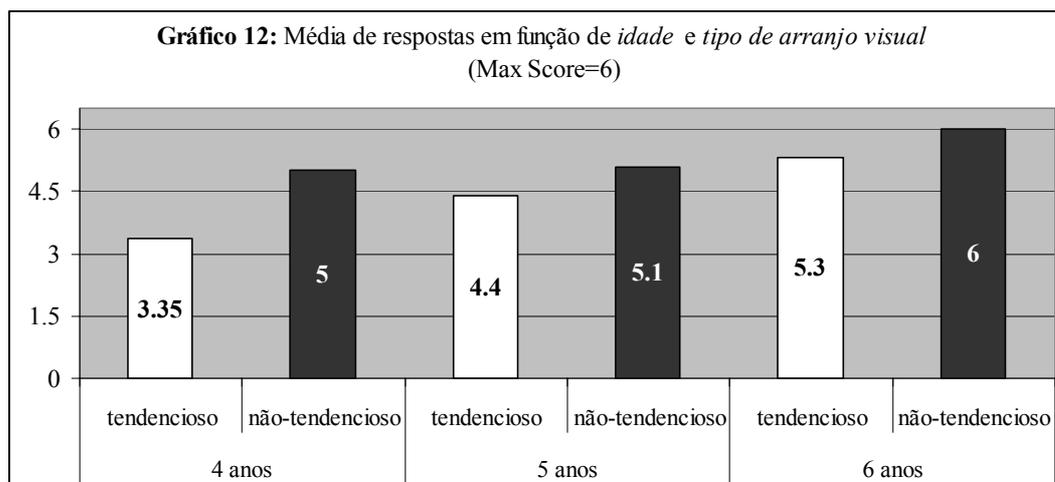
Os dados foram submetidos a uma ANOVA com design fatorial (3 *idade* X 2 *tipo de arranjo visual*). Os resultados apontaram um efeito principal de *idade* ($F(2,44) = 4,47$ $p=.01$), com um número de respostas-alvo significativamente maior no grupo de crianças mais velhas.



Foi registrado um efeito principal de *tipo de arranjo* ($F(2,44) = 19,52$ $p=.0001$) com um maior número de respostas-alvo na condição não tendenciosa. O gráfico 11 apresenta as médias correspondentes a cada condição.



Não foi obtido um efeito significativo da interação entre as duas variáveis (*idade e tipo de arranjo visual*). Esse resultado pode ser explicado com base no fato de que, independentemente de *idade* o padrão de comportamento das crianças foi similar, isto é, a condição tendenciosa foi a mais difícil para todos os grupos.



Discussão

Os resultados revelaram um efeito principal de *tipo de arranjo visual* que não foi registrado no teste conduzido em inglês (Matthei, 1982). Essa diferença pode se dever as diferenças na metodologia empregada, crucialmente, o fato de que no presente teste os estímulos visuais foram apresentados *a posteriori*. Se considerarmos os resultados obtidos com os adultos no experimento 1, que não revelaram efeito de *tipo de arranjo visual*, podemos concluir que a tendência de identificar o referente solicitado o mais rápido possível – comportamento compatível com um processamento de natureza incremental – seria independente das características do arranjo visual que está sendo analisado. Os adultos conseguem se desfazer de uma eventual primeira interpretação errada, mas isso parece ser custoso demais no caso das crianças que acabam mantendo a interpretação coordenada.

No teste de Matthei (1982), as crianças avaliadas se situavam em um *intervalo* de idade bastante amplo (3;9-6;3 idade média 5;1). O próprio autor chama a atenção para a importância de se realizar um estudo que permita uma análise por faixas etárias mais bem discriminadas, mas esclarece que isso não foi possível por limitações da amostra coletada. O presente teste permite visualizar melhor o efeito da idade no desempenho da tarefa em questão e mostra que mesmo as crianças mais novas têm um bom desempenho nos estímulos não-tendenciosos. As crianças na faixa etária inferior foram as que apresentaram maiores dificuldades na compreensão dos estímulos quando o arranjo visual era tendencioso (representando apenas 56% das

respostas-alvo). As crianças de 5 anos tiveram um melhor desempenho, mas a condição tendenciosa continua gerando uma relativa dificuldade (73% de respostas alvo nessa condição). Já as crianças mais velhas tiveram 100% de respostas-alvo na condição não-tendenciosa e 88% na tendenciosa, o que sugere que mesmo nessa faixa etária o *tipo arranjo visual* continua dificultando a tarefa. De um modo geral, a condição não-tendenciosa não parece ser muito complexa para nenhuma das faixas etárias pesquisadas, sendo que em todos os grupos o percentual de respostas ficou acima de 80% (83%, 85% e 100% respectivamente).

É importante salientar ainda que o domínio do próprio conceito de ordinalidade por parte das crianças envolve um grau de complexidade cognitiva não desprezível. Consideramos que, inicialmente, a criança partiria de uma noção que já lhe é familiar, no caso, a noção de cardinalidade. Assim, numa primeira fase a criança estabelece um paralelo entre numerais cardinais e ordinais (*um e primeiro, dois e segundo, três e terceiro*). Nesse momento, a compreensão da ordinalidade ficará fortemente associada à linearidade que caracteriza os cardinais e a criança será capaz somente de contabilizar elementos ordenados como sendo parte de uma seqüência linear. Só depois é que passará dessa idéia de ordinalidade *linear* para o conceito de ordinalidade *relativa* ou *verdadeira*. A língua pode vir a auxiliar nessa passagem justamente ao permitir estruturas como as avaliadas nas quais o ordinal entra em relações de escopo que envolvem recursividade. Essas estruturas de certa forma explicitam o caráter *relativo* da ordinalidade ao permitirem a combinação relacional de representações associadas a domínios cognitivos diferentes (neste caso, numerosidade e objetos) numa mesma sentença.

Tomados em conjunto, consideramos que os resultados dos experimentos 1 e 2 dessa seção permitem questionar a idéia de que as aparentes leituras coordenadas para seqüências com modificadores recursivos têm sua origem numa dificuldade inerente da criança para compreender estruturas envolvendo recursividade. Respostas que sugerem interpretações não-recursivas são, a nosso ver, decorrentes da interação das variáveis envolvidas na tarefa apresentada e não podem ser explicadas apenas com base no desenvolvimento estritamente lingüístico da criança.

Os achados reportados são ainda compatíveis com resultados que contradizem

a proposta de que orações relativas ramificadas à direita seriam inicialmente interpretadas como coordenadas (Tavakolian, 1981; Goodluck & Tavakolian, 1982), demonstrando que esta interpretação pode ser atribuída à metodologia tradicionalmente utilizada (Corrêa, 1982, 1986; Hamburguer & Crain, 1982).

O experimento relatado na seguinte seção busca explorar uma possível relação mais direta entre o processamento de estruturas recursivas nos domínios lingüístico e numérico.

6.3

Experimento 3: recursividade na língua e no processamento de expressões numéricas

Hauser et al. (2002) afirmam que um dos aspectos que separam os humanos de outros primatas é a habilidade de processar estruturas hierárquicas tais como as encontradas nas gramáticas naturais. As línguas humanas têm a característica de apresentar relações hierárquicas e de longa distância e, crucialmente, admitem o encaixamento recursivo de sintagmas dentro de outros sintagmas (Hauser et al., 2002:1577). Evidências experimentais apontam para o fato de que humanos são capazes de aprender tanto gramáticas artificiais de estado finito (*Finite State Grammar*) quanto gramáticas de estrutura frasal (*Phrase Structure Grammar* – associadas a estruturas hierárquicas), enquanto que primatas não humanos são capazes de aprender apenas gramáticas do primeiro tipo (Fitch & Hauser, 2004).

Friederici et al. (2006a) apresentam resultados que sugerem que a área de Broca – juntamente com uma região filogeneticamente mais antiga do cérebro que lidaria com as gramáticas de estado finito – estaria envolvida no processamento de gramáticas de estrutura frasal. Os resultados desse estudo parecem compatíveis com a idéia de que o processamento de estruturas hierárquicas, tais como as presentes nas gramáticas naturais, está associado a áreas específicas do cérebro.

Num trabalho posterior, Friedrich & Friederici (2009) pesquisaram o processamento sintático de fórmulas matemáticas abstratas num experimento de leitura utilizando ressonância magnética funcional (fMRI). Os autores partiram da tese de que linguagens formais e línguas naturais compartilham o fato de envolver

uma gramática subjacente encarregada da geração de expressões hierárquicas estruturadas e que permite determinar se uma expressão é gramatical ou não (i.e. sintaticamente bem formada). Com base nessa idéia, era esperada uma ativação no giro frontal inferior esquerdo e, em particular, na área de Broca – região normalmente ativada durante o processamento de estruturas sintáticas hierárquicas nas gramáticas artificiais (Friederici et al., 2006a; Opitz & Friederici, 2007) e nas línguas naturais (Friederici et al., 2006b; Ben-Shachar et al., 2003). Os resultados revelaram, contudo, que o processamento de fórmulas matemáticas (hierárquica vs. não hierarquicamente estruturadas) tem lugar numa região no córtex inferior frontal, qual seja, a porção ventral das regiões 45/47 das áreas de Brodman³ que é mais anterior e mais ventral que a área do cérebro responsável pelo processamento de relações hierárquicas vs. não-hierárquicas na linguagem. Com base nos resultados obtidos, os autores defendem a idéia segundo a qual, a despeito das possíveis analogias levantadas, no nível neural, matemática e língua natural são processadas de forma diferenciada.

O processamento de expressões numéricas e sentenças da língua parece, entretanto, envolver certos recursos compartilhados, em particular no que diz respeito ao uso, em ambos os casos, da memória verbal de trabalho (Fedorenko et al., 2007). Outro ponto a partir do qual é possível estabelecer uma correlação diz respeito a estruturas similares presentes nesses dois domínios. Isto é, em termos estritamente estruturais, um paralelo pode ser traçado entre determinadas sentenças lingüísticas e expressões numéricas. Especificamente, em ambos os casos, podem ocorrer estruturas envolvendo *center embedding*. Sob essa perspectiva, pode se considerar que, independentemente do conteúdo de domínio específico, a oração relativa em (34) e a expressão em (35) compartilham a mesma estrutura recursiva:

(34) O cachorro que o veterinário atendeu escapou

(35) $(6 - 2 \times 2) \times 4$

As estruturas acima têm em comum ainda o fato de que a formação de

³ As áreas de Brodmann delimitam regiões na citoarquitetura da corteza cerebral, isto é a organização do cortex de acordo com os tecidos formados por células nervosas. Essas áreas foram determinadas por Korbinian Brodmann (1909) e enumeradas de 1 a 52.

relações hierárquicas nelas não é arbitrária, mas obedece a regras. Essas regras não necessariamente seguem os mesmos princípios em cada caso, mas ainda assim, o paralelismo em termos estruturais se mantém. Cabe então questionar se haveria alguma relação, em termos de processamento, entre estruturas equivalentes, mas associadas a domínios cognitivos diferentes. Caso tal relação exista, o processamento de um desses tipos de estruturas pode afetar, em algum grau, o processamento do outro?

O *priming* sintático pode ser caracterizado como a facilitação do processamento que ocorre quando uma dada sentença apresenta a mesma forma sintática que a sentença precedente. Embora o *priming* de base semântica e aquele associado à forma fonética/fonológica dos itens sejam os que têm recebido maior atenção na literatura, há também um bom número de estudos que pesquisam a chamada persistência sintática ou *priming* sintático/estrutural (ver Pickering & Branigan, 1999 para uma revisão).

A literatura fornece dados compatíveis com a idéia de que existe uma tendência à repetição de estruturas sintáticas em situações de diálogo (Estival, 1985; Giles & Powesland, 1975; Levelt & Kelter, 1982; Schenkein, 1980; Tannen, 1989; Weiner & Labov, 1983), na produção de sentenças isoladas (Bock, 1986; Bock & Loebell, 1990; Potter & Lombardi, 1998) e também na escrita, embora o efeito de *priming* pareça ser menos duradouro nessa modalidade (Branigan & Pickering, 1999). Bock (1986) mostrou que a estrutura de descrições verbais de imagens é afetada pela estrutura das sentenças previamente apresentadas. Estudos recentes têm apontado ainda para efeitos de *priming* estrutural na compreensão (Ledoux et al., 2007).

Partindo das considerações anteriormente traçadas, ainda que diferente recursos possam estar envolvidos na condução das operações de diferentes domínios (Friederich & Friederici, 2009), foi concebido um experimento com o intuito de explorar um possível efeito de facilitação no processamento intermodal de estruturas envolvendo recursividade. Para isso, foi construída uma tarefa inspirada na técnica da leitura auto-monitorada (*self-paced reading*) e na noção de *priming* intermodal.

O paradigma da leitura auto-monitorada foi introduzido independentemente por vários pesquisadores diferentes (cf. Mitchell, 2004) e se caracteriza pelo fato de

permitir que o próprio participante controle – pressionando um botão – o tempo de exposição de cada palavra, segmento ou frase inteira durante sua leitura. Assume-se que o tempo levado para pressionar o botão (passando de um segmento, palavra ou frase para o/a seguinte) depende das propriedades daquilo que está sendo lido e está relacionado com o curso dos processos cognitivos durante a leitura e a compreensão. A técnica permite que os estímulos lingüísticos sejam apresentados de várias formas: palavra por palavra, por segmentos ou como frases completas. Usualmente, o sujeito dá a ordem de avançar apertando alguma tecla previamente especificada, já seja no próprio teclado do computador, numa caixa de botões ou por meio de algum outro dispositivo conectado ao computador (*joystick, mouse, etc.*).

É comum que os experimentos que utilizam esta técnica apresentem uma pergunta de compreensão após a leitura de cada frase com o objetivo de verificar o nível de atenção do participante. A variável dependente considerada é relativa aos tempos de leitura (medida *on-line*): de cada segmento, da frase completa, de algum dos segmentos previamente definido.

Diferentemente da tarefa de leitura automonitorada mais comumente utilizada, na qual as frases são apresentadas em segmentos (por palavra ou sintagma), no experimento que reportamos a seguir, as sentenças (orações relativas ou expressões matemáticas) foram apresentadas de forma completa na tela. Além disso, no que diz respeito à idéia de *priming* intermodal, este é usualmente caracterizado em termos de modalidade de apresentação dos estímulos (visual/auditivo, por exemplo), enquanto no experimento que relatamos, a idéia de intermodalidade diz respeito ao fato de que as estruturas a serem processadas vinculam-se a domínios cognitivos diferentes. Desta forma, técnicas vinculadas a paradigmas experimentais clássicos foram combinadas e adaptadas de modo a criar uma tarefa específica para a exploração da questão levantada. Nessa tarefa, os participantes deviam ler o mais rápido possível uma sentença na tela do computador e, posteriormente, responder a uma tarefa de compreensão⁴ que consistia em determinar se a nova informação apresentada era ou

⁴ É comum que experimentos que utilizam a técnica da leitura automonitorada apresentem uma pergunta de compreensão após a leitura de cada frase com o objetivo de verificar o nível de atenção do participante. Neste teste, após a leitura o participante devia decidir se a nova informação que aparecia na tela (uma nova oração ou uma equivalência numérica) combinava

não compatível com aquilo que tinha sido lido inicialmente.

O objetivo do teste foi avaliar se o processamento de uma estrutura com encaixamento no centro (*center embedding*), vinculada a um determinado domínio cognitivo, afeta o processamento de uma estrutura similar, mas associada a um domínio diferente. Nesse sentido, *tipo de sentença* (orações relativas e expressões numéricas) foi tomado como variável independente. Com vistas a verificar a direção de um possível efeito – seja de facilitação ou de inibição – os *trials* foram separados em dois blocos (orações relativas e expressões), sendo a *ordem de apresentação* (leitura de relativas/expressões ou leitura de expressões/relativas) dos mesmos tomada como variável grupal. A variável dependente foi o tempo de leitura de cada tipo de sentença.

6.3.1

Metodologia

Priming

Os padrões de desempenho em tarefas de memória têm sido caracterizados como uma dissociação entre processos de recuperação explícitos e implícitos (Schacter, 1987, dentre outros). Enquanto a memória explícita faz referência a um tipo de processo consciente que permite recordar experiências prévias de modo intencional ou não, a memória implícita consiste na recuperação não intencional, isto é, sem que o sujeito seja consciente de que está experimentando uma lembrança. O primeiro tipo de memória é avaliado por meio de medidas diretas, em tarefas nas quais os participantes recuperam o material apresentado num momento prévio. Já a memória implícita é avaliada com base em medidas indiretas (Baddeley, 1997).

O chamado efeito de *priming* está associado à memória implícita e diz respeito à influência que um evento antecedente (*prime*) tem sobre o desempenho de um evento posterior (alvo). Esse efeito pode ser tanto de tipo positivo. (i.e. quando as pessoas apresentam uma tendência a responder mais depressa a um item precedido de outro item semelhante) ou negativo (quando o *prime* faz com que o tempo de reação

ou não com a frase que tinha aparecido antes. Por esse motivo, chamamos essa etapa de “tarefa de compreensão”, já que não era feita uma pergunta direta aos participantes.

frente ao alvo seja mais lento, gerando assim um efeito inibidor).

Participantes

Participaram do experimento um total de 37 adultos falantes nativos de Português Brasileiro, dos quais 3 foram excluídos porque não seguiram a instrução de realizar a tarefa o mais rápido possível ou porque apresentaram um número de erros muito elevado na leitura de expressões numéricas (fato que foi tomado como indicativo de que não dominavam as regras a serem aplicadas). Assim sendo, os dados correspondentes a 34 participantes (17 em cada grupo) foram considerados na análise (idade média 29 anos/ intervalo 18-61⁵, 10 homens e 23 mulheres). Os participantes eram alunos de diversos cursos da PUC-Rio (graduação em Letras, Comunicação, Psicologia, Relações Internacionais e Engenharia e da Pós-Graduação em Letras e Comunicação) e foram avaliados na cabina anteriormente descrita no LAPAL. Pela sua participação, os voluntários receberam uma pequena remuneração ou, no caso dos alunos de Letras, uma creditação para ser trocada por horas de atividades complementares junto ao Departamento.

Materiais

Foram utilizados dois blocos com 20 sentenças experimentais em cada condição (orações relativas e expressões numéricas) das quais oferecemos alguns exemplos a seguir:

(36)

Oração relativa: A vítima que o assaltante ameaçou reagiu

Tarefa de compreensão: A vítima reagiu

Expressão: $(8 - 2 \times 2) - 1$

Tarefa de compreensão: = 3

Metade dos *trials* em cada condição tinha SIM como resposta correta na tarefa de compreensão. No caso das orações relativas, a informação apresentada coincidia já

⁵ Foi observado que o comportamento de participantes com mais de 50 anos na tarefa utilizada não diferiu do de participantes jovens.

que trazia o nome da matriz e o verbo da matriz (37) ou o nome da relativa e o verbo da relativa (38):

(37) O menino que a médica examinou emagreceu – O menino emagreceu (SIM combina)

(38) A tartaruga que a pesquisadora protegeu sumiu – A pesquisadora protegeu a tartaruga (SIM combina)

No caso das expressões numéricas os *trials* cuja resposta na tarefa de compreensão era SIM apresentavam a equivalência correta (39):

(39) $(5 + 2 \times 3) \times 2 = 22$ (SIM combina)

Nos estímulos com resposta NÃO também foram utilizados dois tipos. Nas orações relativas, nome da matriz + verbo da relativa (40) ou nome da relativa + verbo da matriz (41). Nas expressões, um resultado obtido se o cálculo fosse feito de forma linear (i.e. sem respeitar as regras e a estrutura recursiva) (42) ou um resultado parcial obtido se algum passo fosse omitido (43).

(40) A celebridade que o fotógrafo perseguiu fugiu – A celebridade perseguiu o fotógrafo (NÃO combina)

(41) O passageiro que a aeromoça serviu acordou – A aeromoça acordou (NÃO combina)

(42) $(7 - 6 : 3) \times 4 = 5$ (NÃO combina)

(43) $(2 + 3 \times 2) \times 2 = 20$ (NÃO combina)

Todas as orações relativas tinham 17 sílabas ortográficas e o gênero dos nomes na matriz e na relativa foi contrabalançado (a relação completa dos estímulos experimentais completos pode ser consultada no Apêndice).

Aparato

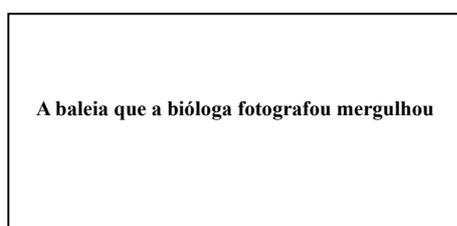
Foi utilizado um *laptop Apple MacBook A1181* para a apresentação do material e o experimento foi programado e implementado utilizando o software

*PsyScope X B53*⁶, que permite projetar e monitorar experimentos psicolinguísticos, registrando as respostas dos participantes e o tempo de reação em milésimos de segundos.

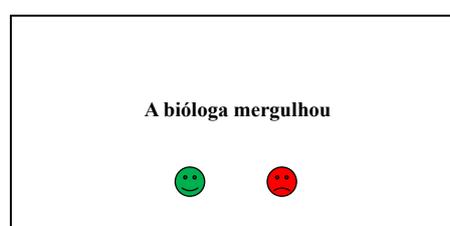
Procedimento

A tarefa utilizada foi construída com base na técnica da leitura auto-monitorada (*self-paced reading*) e na noção de *priming* intermodal. Durante o teste, o participante devia “ler” as frases que apareciam na tela do computador (orações relativas e expressões numéricas), sendo o próprio leitor quem controlava a entrada das frases na tela, apertando a barra de espaços no teclado do computador. Após cada frase era apresentada uma tarefa de compreensão que consistia em decidir se a nova informação recebida combinava ou não com a anterior. A resposta (SIM ou NÃO) era dada através do teclado, apertando na tecla correspondente.

Os estímulos foram apresentados aleatoriamente em cada um dos blocos experimentais. Os participantes forneciam suas respostas por meio do teclado, utilizando duas teclas especificamente marcadas para as respostas SIM e NÃO e a barra de espaço para avançar entre uma frase e outra. Segue abaixo um exemplo do procedimento.



Tela 1



Tela 2

⁶ O *PsyScope* é um software que permite desenhar e rodar experimentos nas áreas de psicologia e psicolinguística. O programa foi desenvolvido na Carnegie Mellon University por uma equipe formada por Jonathan Cohen, Matthew Flatt, Brian MacWhinney e Jefferson Provost, dentre outros.

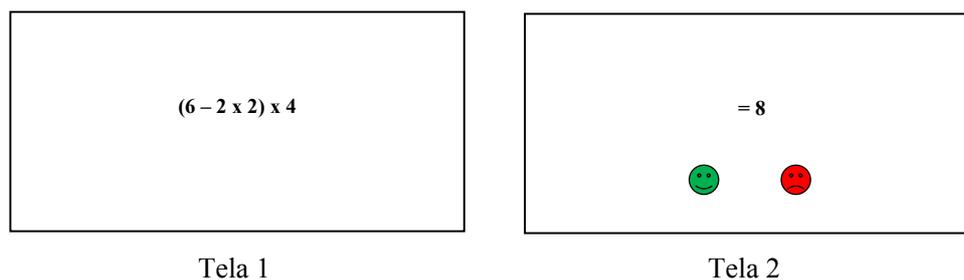


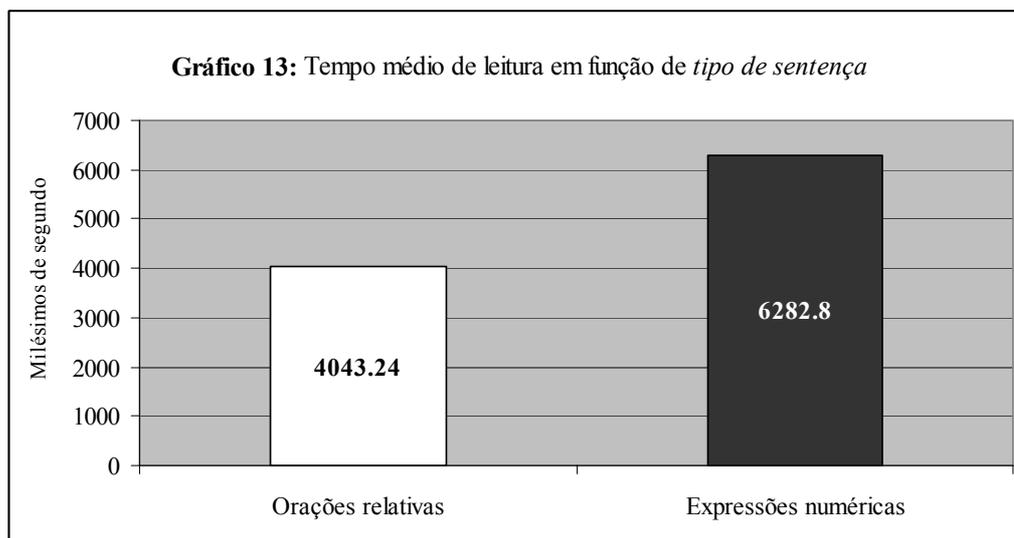
Figura 18: Exemplo do procedimento utilizado

Os participantes eram orientados a realizar todo o procedimento o mais rápido possível, mas era salientada a importância de responder corretamente à tarefa de compreensão. Cada sessão experimental durou entre 10 e 13 minutos.

6.3.2

Resultados e discussão

Os resultados foram submetidos a uma análise da variância com design fatorial 2 X 2 (*ordem de apresentação X tipo de sentença*) que revelou um efeito principal *tipo de sentença* ($F(1,32) = 59.5$ $p < .000001$) com um menor tempo de leitura para as orações relativas do que para as expressões numéricas.



Não houve efeito principal de *tarefa* ($F(1,32) = 0.001$ $p < .972702$) nem da interação entre as duas variáveis consideradas ($F(1,32) = 0.153$ $p < .697898$).

Discussão

Os dados obtidos no experimento 3 não sustentam a idéia de que o processamento de estruturas semelhantes associadas a domínios diferentes seja afetado por um efeito de *priming* de natureza estrutural. De um modo geral, os resultados se mostram compatíveis com os reportados por Friedrich & Friederici (2009). Esse estudo provê evidências baseadas em técnicas de neuro-imagem de que as redes neurais envolvidas no processamento de fórmulas matemáticas somente envolvem a área de Broca numa forma bastante seletiva, o que sugere que matemática e língua natural são em boa medida processadas de forma diferenciada. Ou seja, o fato de diferentes operações vinculadas a áreas diferentes do cérebro estarem envolvidas suplanta um possível reconhecimento de semelhança estrutural entre sentenças de diferentes domínios.

A memória verbal de trabalho parece estar envolvida tanto no processamento de sentenças da língua, quanto de expressões numéricas, fato que sugere certo grau de compartilhamento de recursos entre ambos os domínios (Fedorenko et al., 2007). Relações entre esses domínios cognitivos – vinculadas ao modo como a computação de estruturas associadas a cada um é conduzida – não têm sido, contudo, claramente apontadas até então. Embora seja possível pressupor uma relação estrutural forte entre línguas naturais e linguagens formais essa idéia não se vê confirmada pelos dados de processamento atualmente disponíveis.

A analogia explorada nesse experimento foi estabelecida com base em características de certas estruturas, no caso, estruturas recursivas. Um enfoque diferente, já mencionado nesta tese, implica considerar a recursividade como um mecanismo (Lobina & García-Albea, 2009). Pesquisar a questão sob essa perspectiva requereria, inicialmente, estabelecer uma distinção no que diz respeito ao processamento de estruturas hierarquicamente organizadas e estruturas recursivas – isto porque, se bem toda estrutura recursiva é hierarquicamente organizada, o contrário não é verdadeiro – de modo a verificar se existe alguma diferença nesse sentido. Essa distinção seria crucial para a obtenção de um parâmetro que permitisse caracterizar de forma objetiva como um mecanismo de natureza recursivo é aplicado no processamento de informação (seja esta de que natureza for).

6.4

Síntese

Neste capítulo foram reportados os resultados de 3 experimentos construídos com o intuito de explorar a idéia de que a recursividade lingüística seria uma propriedade relevante a ser levada em conta na pesquisa sobre o papel da língua no desenvolvimento de habilidades superiores.

Os dois primeiros experimentos relatados trazem evidências compatíveis com a proposta segundo a qual estruturas recursivas possibilitam a integração de informações de domínios diversos e que tal integração pode ser crucial na compreensão de relações assim como na construção de conceitos. Certas estruturas recursivas podem, contudo, ser totalmente dominadas do ponto de vista do processamento mais tardiamente pelas crianças, seja por fatores maturacionais – possivelmente associados à capacidade de memória necessária para a manutenção da estrutura em processamento enquanto as relações recursivas entre os elementos são computadas – ou pelo próprio processo de aquisição das propriedades relevantes associadas aos diferentes itens do léxico. Nesse sentido, é possível que traços associados à subcategorização sejam mais tardiamente especificados. Com base na teoria da aquisição assumida nesta pesquisa, os traços associados aos itens do léxico podem ser progressivamente especificados, o que permitiria explicar porque em determinados momentos as crianças interpretam e/ou produzem corretamente sentenças contendo certos elementos em algumas circunstâncias, mas não em outras.

É importante lembrar que os resultados dos experimentos 1 e 2 chamam a atenção para a relevância de uma cuidadosa avaliação das tarefas utilizadas nas situações experimentais, especialmente na pesquisa com crianças. O custo envolvido na execução de uma dada tarefa pode incidir negativamente nos resultados, obscurecendo a verdadeira natureza dos processos que estão sendo investigados. O experimento 2 mostrou que pequenos ajustes na tarefa original trouxeram uma mudança expressiva no desempenho dos participantes.

O terceiro experimento conduzido teve como objetivo explorar uma relação mais direta entre recursividade lingüística e recursividade em outros domínios, neste caso o domínio da matemática. Os resultados obtidos não permitem sustentar a

hipótese de uma relação direta e estão em consonância com dados recentes reportados pela literatura que enfatizam a independência de recursos na condução da computação.