

Onde estão os Zukis? Recursividade com PPs locativos na aquisição de linguagem: um estudo experimental em PB

Where are the Zukis? The acquisition of recursive locative PPs: an experimental study in BP

Mayara de Sá Pinto¹, Marije Soto², Aniela Improta França³, Nathacia Ribeiro⁴

^{1 3 4} Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil, ² Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Brasil

RESUMO

Dados na literatura mostram que estruturas geradas por *recursividade direta* (RD) aparecem mais tardiamente que as geradas por *recursividade indireta* (RI). O presente estudo aborda esta questão, ao comparar o desempenho de crianças de 4 e 5 anos, diante de encaixamento recursivo de 2 e 3 PPs locativos em estruturas RD e RI. Na tarefa de pareamento sentença-figura, os participantes tiveram maior acurácia pareando as sentenças RD. RI ficou no nível da chance. Os tempos de resposta (TR) foram maiores nas condições RD e o número de PPs não foi relevante. Crianças de 5 anos tiveram proporcionalmente mais acertos para RD e RI e TRs maiores, indicando maior engajamento na tarefa. Sugerimos que a dificuldade da interpretação semântica restritiva, a interface memória/sintaxe e a ausência de marca morfológica de RI para PPs locativos em PB sejam fatores atuantes no baixo desempenho frente à RI.

PALAVRAS-CHAVE:

Recursividade. Aquisição. Sintagmas Preposicionais. Pareamento de sentença e figura.

ABSTRACT

Data in the literature show that structures generated by direct recursion (DR) appear later than those generated by indirect recursion (IR). The present study addresses this issue, by comparing the performance of children aged 4 and 5, in view of the recursive fit of 2 and 3 locative PPs in DR and IR structures. In the sentence-figure matching task, the participants were more accurate when pairing according to the DR sentence. IR was at chance level. Response times (RT) were the longest under DR conditions and the number of PPs was not relevant. Five-year-old children had proportionally more correct answers for DR and IR and longer RTs, indicating greater engagement in the task. We suggest that the difficulty of restrictive semantic interpretation, the memory / syntax interface and the absence of an explicit morphological marker for iterative recursion with locative PPs in BP are relevant factors in the low performance.

KEYWORDS:

Recursion. Acquisition. Prepositional phrases. Sentence-picture matching.

Recebido em: 15/05/2020

Aceito em: 20/08/2020

¹ E-mail: dsp.mayara@gmail.com | ORCID: 0000-0003-2374-5390.

² E-mail: marijesoto@hotmail.com | ORCID: 0000-0002-3614-2970.

³ E-mail: aniela@gmail.com | ORCID: 0000-0003-4232-265X.

⁴ E-mail: nathacia.lucena@gmail.com | ORCID: 0000-0001-5443-8516.

1. Introdução

Desde Hauser, Chomsky e Fitch (2002), um artigo seminal em meio à versão minimalista da Gramática Gerativa, a recursividade⁵ vem sendo concebida como possivelmente a única e fundamental propriedade da linguagem que nos diferencia dos outros animais. Sob a ótica da divisão estrito senso e amplo senso (*narrow sense vs. broad sense*) nos estudos sobre a Faculdade de Linguagem (FL), a implementação da recursividade nas línguas naturais se daria através da computação *merge*⁶, que é apontada como a operação básica e estrita para formar qualquer sentença, tanto as que geram leitura conjuntiva, quanto as que são interpretadas hierarquicamente.

Olhando sob a ótica da aquisição de linguagem, seria lógico pensar que a aquisição de operações recursivas pelas crianças não seria necessária, uma vez que tais operações, tão fundamentais, seriam já fornecidas pela Gramática Universal (GU). Contudo, estudos empíricos demonstram que em muitas línguas há estruturas recursivas que são evidenciadas mais tardiamente na produção e na compreensão infantis, o que sugere tipos diferentes de estruturas resultantes da recursividade com complexidades variadas, e que elas se implementam ao longo do tempo (cf. Roeper e Snyder, 2005; Pérez-Leroux *et al.*, 2012; Pérez-Leroux *et al.*, 2018, entre outros).

Por exemplo, sabe-se que crianças produzem relativamente menos estruturas encaixadas do que coordenadas⁷ (Pérez-Leroux *et al.*, 2012). A literatura mostra também que crianças apresentam dificuldade em compreender estruturas recursivas com diferentes instâncias linguísticas (PPs, DPs, possessivos, CPs etc), quando tais estruturas comportam encaixes iterativos de mais de uma camada⁸ (Roeper, 2011; Pérez-Leroux *et al.*, 2012; Terunuma *et al.*, 2017; Lage *et al.*, no prelo).

De fato, em Roeper e Oseki (2018), foram identificados três tipos de estruturas recursivas,

⁵ Para uma discussão mais aprofundada sobre as interpretações possíveis desse conceito, remetemos às definições mencionadas no artigo de Amaral *et al.* (2018).

⁶ “Merge: in human language, the computational mechanism that constructs new syntactic objects Z (p. ex., ‘ate the apples’) from already-constructed syntactic objects X (‘ate’), Y (‘the apples’)” (Berwick *et al.*, 2013).

⁷ Agradecemos a um dos pareceristas que nos permitiu esclarecer que aqui, por *coordenadas*, entende-se estruturas que são fruto de uma operação de conjunção iterativa, formadas por um tipo de computação de *merge* (*pair merge*). Assim *coordenação* para essa versão teórica é considerada recursiva do tipo direta, apesar de não estabelecer relações de dominância entre sintagmas (Chomsky, 2001).

e os autores lançam a hipótese de que o caminho da aquisição segue um continuum de complexidade sintática supostamente crescente em três níveis: (i) Recursividade Não Estruturada Direta (RND), por exemplo, (a) *Ponha a maçã [PP na cozinha], [PP no quarto], e [PP na varanda]*; (ii) Recursividade Estruturada Direta (RED), (b) *Ponha a maçã [[[PP na casa] [PP na cozinha]] [PP no armário]]*; e (iii) Recursividade indireta (RI), (c) *Ponha a maçã [PP em [[NP o armário] [PP em [[NP a cozinha] [PP na casa]]]]]*.

RND “adiciona linearmente um número infinitamente grande de XPs, sem gerar estruturas hierárquicas” (Roeper e Oseki, 2018, p. 269, tradução nossa) e, portanto, resulta em uma leitura semanticamente conjuntiva (distributiva). Note que no exemplo RND (a), há três maçãs: uma na cozinha, outra no quarto e uma na varanda. Ademais, observa-se que, em sentenças do tipo RND, a interpretação semântica não é alterada quando é mudada a ordem dos PPs (Di Sciullo, 2015).

Em RED, os XPs são irmãos na saturação do argumento. Roeper e Oseki (2018) alegam que isso é alcançado pela propriedade de compartilhamento de traços (*feature sharing* em Chomsky (2013)) de forma que qualquer XP que siga um XP irmão no mesmo nó será rotulado de acordo com o traço que compartilham. Semanticamente, RED define sentenças posicionais em que o primeiro XP (*a casa* em (b)) resume informação contida nos XPs seguintes (*na cozinha, no armário* em (b)).

Finalmente, RI, que tem natureza composicional e hierárquica, aceita uma categoria interveniente, YP, de forma que $XP \Rightarrow X YP$, e $YP \Rightarrow Y XP$. Em RI, os PPs consecutivos modificam os NPs precedentes, de forma que, em (c), *a maçã está no armário, que está na cozinha, que está na casa*. Então, observa-se que para RI, a interpretação semântica das sentenças pode ser modificada por alterações na ordem dos PPs (Di Sciullo, 2015).

A fim de contribuir com essa discussão, realizamos o presente estudo experimental com o objetivo de coletar evidências empíricas que nos permitam avaliar a hipótese de Roeper e Oseki (2018) a respeito do processamento das diferenças computacionais entre Recursividade Não Estruturada Direta (RND) e a Recursividade Indireta (RI) (daqui para frente referenciados como RD e RI), que, respectivamente, aparecem no início e no fim do continuum durante a aquisição de linguagem. Faremos isso através de um teste, cuja tarefa é o pareamento entre sentença (estímulo auditivo) e figura (imagem alvo), por crianças de 4 e 5 anos, em que a leitura distributiva será contrastada à hierárquica com implementação de encaixes recursivos, usando sentenças com dois e três PPs.

O artigo possui cinco seções, sendo a introdução a primeira. A seção dois apresenta a

revisão da literatura. A seção três apresenta a metodologia, as hipóteses e as previsões do experimento. Na seção quatro, são apresentados os resultados e as conclusões. A seção cinco inclui discussões sobre os resultados.

2. Revisão da literatura

Os trabalhos de Roeper (2011) e Roeper e Oseki (2018)⁹ revisam o conceito de recursividade na linguagem, oferecendo modelos tipológicos que propõem uma distinção entre *recursividade direta* (RD) e *recursividade indireta* (RI). RD é uma estruturação que pode adicionar um número infinito de XPs, sem gerar hierarquia entre os constituintes. Semanticamente, RD tem uma interpretação conjuntiva, distributiva, como em *Coloque as maçãs* [_{PP} em [_{SN} a prateleira]], [_{PP} em [_{SN} a fruteira]] e [_{PP} em [a geladeira]], em que se depreende que há maçãs em cada localidade. No exemplo, cada PP é um predicado individual do objeto *as maçãs*. Os PPs não são predicados do DP como uma unidade (Chomsky, 2013), não modificam os PPs precedentes e, conseqüentemente, a permutação entre eles não resulta em diferenças semânticas.

Em contrapartida, na estruturação por RI, a configuração sintática carrega informações não apenas do conteúdo lexical presente, mas também dos operadores funcionais que veiculam as informações propositivas dos(s) referente(s), conferindo-lhes uma leitura semântica composicional, de modo que a mudança no ordenamento linear dos sintagmas encaixados implica também em uma mudança semântica. Observe os exemplos:

(1a) *Coloque as maçãs* [_{PP} em [[_{SN} a prateleira] [_{PP} em [[_{SN} a geladeira] [_{PP} em [a cozinha]]]]]]].

(1b)?*Coloque as maçãs* [_{PP} em [[_{SN} a geladeira] [_{PP} em [[_{SN} a cozinha] [_{PP} em [a prateleira]]]]]]].

No exemplo (1a), identificamos o local específico através do arranjo composicional dos PPs: elas estão na prateleira, que está dentro da geladeira, que está na cozinha. Já no exemplo (1b), a mudança da ordem dos PPs resulta numa alteração da interpretação semântica, que inclusive nesse caso é incongruente, tendo em vista a implausibilidade de uma *geladeira na cozinha* estar *na prateleira*.

⁹ Em Roeper (2011), a tipologia se restringe à distinção entre Recursividade Direta (RD) e Recursividade Indireta (RI). Já em Roeper e Oseki (2018), os autores introduzem um tipo de recursividade intermediária entre DUR e IR, a *recursividade direta estruturada* (DSR – *Direct Structured Recursion*), que não será abordada nesse trabalho.

Nesse trabalho, propomos investigar se a distinção entre RD e RI é um aporte teórico útil para entendermos a inconsistência entre os dados de compreensão infantis diante de estruturas recursivas de complexidades variadas durante o período de aquisição. Ao entreter essa proposta, ainda permanecem como objeto de pesquisa quais seriam os fatores que influenciam seu desenvolvimento no curso da aquisição.

Roeper e Snyder (2005), ao analisarem a interação entre pais e filhos usando dados da plataforma CHILDES¹⁰, mostraram que crianças parecem evitar RI na sua produção linguística. Eles observaram que crianças entre três e cinco anos, adquirindo inglês, não produzem e nem compreendem genitivos possessivos com mais de uma iteração de RI. Roeper e Pérez-Leroux (2011) consideram que apenas encaixes a partir de dois níveis podem flagrar, sem ambiguidade, uma operação do tipo RI, já que sucessivos encaixes não permitem que a interpretação semântica seja feita por mera associação lexical. Roeper (2011) sugere que o encaixe de um nível pode depender de relações estabelecidas lexicalmente apenas (ex. *Eu acho [você chato]*) pela seleção categorial e/ou semântica do argumento interno do verbo (ex. *achar*), não apresentando, de fato, a iteração que a recursividade indireta permite (ex. *acho [que você disse [que sou chato]]*). Pérez-Leroux *et al.* (2012) argumentam que as crianças em seu estudo, ao usar PPs para descrever referentes, fazem-no como PPs adjuntos, e não como modificadores encaixados. Essa diferença é, de fato, observada no processo de aquisição em que encaixes de dois ou três níveis só se apresentam em estágios de aquisição posteriores (Pérez-Leroux *et al.*, 2012).

Outros dados experimentais de produção mostram que o processo de dominar RI, principalmente com encaixes múltiplos não é simétrico para todas as estruturas: em inglês, crianças produzem estruturas encaixadas de PPs mais facilmente do que estruturas encaixadas de genitivo possessivo (Gentile, 2003; Limbach e Adone, 2010; Fujimori, 2010).

Essas evidências têm ressonância em diversos outros estudos experimentais averiguando tanto a compreensão quanto a produção linguística no período de aquisição. Gentile (2003) realizou um estudo experimental, em que apresentava a crianças de três e quatro anos uma pergunta contendo uma estrutura genitiva-possessiva do inglês com dois níveis de encaixe (ou seja, implementados por RI), como em “Can you show me Cookie Monster’s sister’s picture?” (*Pode me mostrar a figura da irmã do Cookie Monster?*). Três imagens eram apresentadas às crianças: (i) uma imagem do *Cookie Monster* e sua irmã, (ii) uma imagem da irmã do *Cookie*

¹⁰ CHILDES: Child Language Data Exchange System (Macwhinney, 2000).

Monster sozinha e (iii) uma imagem do *Cookie Monster* sozinho. Um terço das crianças escolheu a imagem com *Cookie Monster* e sua irmã, indicando que esse grupo fez uma interpretação distributiva da estrutura encaixada. Já crianças de cinco anos escolheram a imagem alvo que mostrava apenas a irmã, apontando que na faixa etária dos três aos cinco anos as crianças evoluem em relação a uma leitura restritiva possessiva. Limbach e Adone (2010) apresentaram um estudo similar com crianças de cinco anos, que também preferiram uma leitura distributiva do encaixe de dois níveis com genitivo-possessivo. O mesmo também foi encontrado com crianças adquirindo japonês (Fujimori, 2010). Nesse estudo, apenas crianças mais velhas, a partir de seis anos, pareceram ser capazes de compreender encaixes possessivos de dois ou três níveis. Já outro estudo em japonês concluiu que crianças de quatro anos conseguiam compreender PPs locativos modificadores recursivos de até dois níveis, e que diferentemente do inglês, possessivos recursivos de até três níveis foram corretamente interpretados (Terunuma *et al.*, 2017). Portanto, observamos que na literatura encontram-se dados bastante variados no sentido da faixa etária em que a compreensão de encaixes acima de dois níveis se consolida.

Outros estudos corroboram a observação de que lidar com RI pode ser mais complexo para as crianças, visto a preferência delas por uma leitura que seria correspondente a RD. Crianças de três e quatro anos de idade, usando sequências de modificadores, interpretaram expressões que demandam uma computação por RI como coordenadas, lendo “second green ball” (*segunda bola verde*) como “second and green ball” (indicando que há uma bola que é a segunda e uma outra que é verde) (Matthei, 1982) e “tea-pourer-maker” (*‘fazedor’ de ‘servidor’ de chá*) como “tea-pourer and maker” (*‘fazedor’ e ‘servidor’ de chá*) (Hiraga, 2010). Esse resultado também foi demonstrado quando crianças na mesma idade foram expostas a perguntas envolvendo mais de um encaixe sentencial, como em: “What did Sue tell Mom Bill said...” (*O que Sue contou à mamãe que o Bill disse...*). Segundo a interpretação das crianças, as sentenças eram independentes (“What did Sue tell and Bill said...” / *O que Sue contou e Bill disse...*) (Hollebrandse *et al.*, 2008).

Diante desses dados, podemos pensar que a leitura distributiva poderia ser *default* na gramática infantil em desenvolvimento, com evidências sobre variadas instâncias linguísticas ou mesmo em línguas diferentes. Portanto, a questão que se mantém é sobre o porquê da preferência da leitura conjuntiva, dada por RD, em detrimento da leitura restritiva, dada por múltiplas implementações de RI. Um possível motivo seria o fato de que a RI seria mais difícil para as crianças justamente porque é mais complexa do ponto de vista estrutural (posto que há hierarquia) e do ponto de vista semântico (posto que é composicional, veiculando principalmente

modificadores (adjetivais, preposicionais, oracionais, etc)). Podemos imaginar também que não apenas essas dimensões separadamente representem uma dificuldade, mas que, principalmente, a integração entre elas seja o crivo em questão. No exemplo de modificação por múltiplos PPs encaixados, cada PP é predicado de outro núcleo, modificando-o, e assim restringindo sua interpretação semântica. Cada predicado é derivado e interpretado na forma lógica dentro do âmbito de fase. No caso de interpretar a restrição semântica proporcionado por PPs encaixados, a necessidade de acessar cada referente em cada PP coloca uma carga adicional no sistema de interface semântico-sintática, já que requer acesso ao material já fechado numa fase anterior (Pérez-Leroux *et al.*, 2015).

Outro fator influente na aquisição é que possivelmente as crianças precisam de um maior tempo de exposição para selecionar as categorias passíveis de serem geradas por RI na língua de sua comunidade. Em inglês, por exemplo, podemos dizer “John’s brother’s car” (*o carro do irmão do João*), mas em alemão ou em português esse tipo de recursividade iterativa em possessivos genitivos não é marcado morfológicamente; assim como um composto nominal iterativo como “tea-pourer-maker” é possível em inglês, mas não nas línguas românicas. Ou, consideremos a língua aborígene Warlpiri, falada por cerca de 3 mil das pessoas no Norte da Austrália, em qual não encontramos encaixes oracionais (Legate, 2009). Por isso, argumenta-se que uma das tarefas da criança ao aprender uma língua materna seja a de identificar quais domínios gramaticais podem ser gerados por RI iterativamente e como isso acontece. Ou seja, o domínio de instâncias específicas de RI parece estar sujeito ao processo de marcação paramétrica (Chomsky, 1981; Di Sciullo, 2015).

No caso da possível recursividade iterativa de PPs locativos, uma dificuldade adicional no reconhecimento de estruturas do tipo RI pode ser atribuída às diferenças na realização morfológica explícita de núcleos funcionais associados à recursividade indireta (Sevcenco, Avram e Tomescu, 2017). Terunuma *et al.* (2017) parecem argumentar algo nessa linha para explicar a maior facilidade na aquisição de recursividade de possessivos comparados a locativos em japonês, que são ambos sinalizados pelo morfema “no”. No caso dos locativos, “no” pode sinalizar uma variedade de relações espaciais (i.e. dentro, em cima), enquanto para o possessivo não há essa ambiguidade. Sevcenco, Avram e Tomescu (2017) compararam a compreensão de encaixes sucessivos de PPs locativos em duas línguas. Eles trabalharam com crianças adquirindo inglês e com crianças adquirindo romeno, no qual há um marcador evidente para RI de PPs. Os autores não encontraram diferenças no desempenho de compreensão de PPs em estruturas RD e RI pelas

crianças em ambas as línguas.

No caso do português brasileiro (PB), na iteração de PPs locativos como modificadores encaixados, não há marca morfológica explícita. Isso também pode ser uma razão pela qual as crianças preferem uma leitura de múltiplos PPs locativos como adjuntos em vez de como modificadores encaixados. Assim, uma frase do tipo *A maçã está no prato na mesa* poderia levar à interpretação *A maçã está no prato e na mesa*. Contudo, já é consenso que as crianças não se apoiam somente em pistas morfológicas para aquisição de linguagem. A prosódia também exerce um papel fundamental. Estudos mostram que as crianças possuem uma surpreendente sensibilidade ao contorno prosódico dos enunciados e usam esse recurso para o processamento sintático (de Carvalho *et al.*, 2016a; 2016b; 2017). De fato, existe um contraste prosódico que contribui para leitura restritiva, no caso dos encaixes, e uma leitura distributiva, no caso da coordenação. No entanto, há dados que mostram que a prosódia nem sempre resolve uma aparente ambiguidade para crianças pequenas no caso do PB. França *et al.* (2014) apresenta dados que mostram que crianças de três anos não parecem compreender as sentenças com dois ou três PPs encaixados, apesar de serem marcados prosodicamente. Já as crianças de quatro anos alcançaram um desempenho melhor.

Outra explicação pela qual estruturas recursivas indiretas não parecem estar facilmente disponíveis na aquisição é a possibilidade de que enunciados contendo estruturas do tipo RI não sejam comuns na produção espontânea adulta e, então, as crianças teriam uma baixa frequência de exposição aos dados primários de interesse. Sabe-se, por exemplo, que PPs modificadores em inglês são produzidos com menor frequência que adjetivos predicativos simples (Pérez-Leroux, 2012) e, assim, torna-se importante considerar o que está disponível no *input* que as crianças recebem. Porém, Phillips e Ehrenhofer (2015) questionam essa explicação, argumentando que se houvesse uma correlação nítida entre a frequência rara de insumo de uma determinada estrutura e um atraso na sua aquisição, haveria uma enorme variedade no que diz respeito a *quando* cada criança adquire essa estrutura, o que não seria condizente com o que se observa na literatura.

No entanto, a diferença entre RD e RI também pode estar relacionada a questões de maturação cerebral, visto que as bases cerebrais que sustentam esses dois tipos de estruturação dependem de circuitos neurofuncionais diferentes, caracterizados por percursos de desenvolvimento distintos. No circuito anatômico-funcional cerebral considerado central ao processamento de linguagem, uma via ventral conecta regiões do lobo temporal mais engajadas no processamento semântico. Este conjunto de feixes nervosos ventrais parece estar presente

desde o nascimento. Uma via dorsal conecta o córtex temporal superior posterior à área de Broca, que são áreas engajadas nas computações sintáticas complexas. Essa via alcança sua maturação, ao longo da infância, até por volta dos sete anos (Friederici, 2004; Friederici e Brauer, 2009; Berwick *et al.*, 2013). Recentemente, mostrou-se ainda que as ativações em resposta a processamento *top-down* das relações semânticas e sintáticas são observadas no córtex frontal inferior esquerdo a partir do quarto ano de vida, processos que se refinam lenta e gradualmente (Skeide e Friederici, 2016). Isso pode estar relacionado à hipótese de que a dificuldade que as crianças demonstram encontrar na compreensão de estruturas por RI esteja em integrar informações sintáticas e semânticas, como já comentado.

Diante de todas essas possíveis origens para a discrepância presente nos dados no período de aquisição de linguagem em relação à RD e RI, podemos pensar que todos esses fatores contribuem em maior ou menor grau para as diferenças que encontramos tanto na produção quanto da compreensão infantis. Se as crianças não aplicam operações RI consistentemente na idade entre três e cinco anos, mas mostram dominar essa habilidade aos seis e sete anos, podemos assumir que elas estão amadurecendo essa capacidade nesse momento anterior, a partir das informações disponíveis no input, bem como as informações contextuais que demandam esse tipo de computação¹¹. Dessas dimensões dependem tanto o desempenho linguístico relacionado à recursividade indireta, como o pleno desenvolvimento da via dorsal anteriormente mencionada. Estudos mostram que se esse trato fibroso não estiver totalmente amadurecido (Brauer *et al.*, 2011) ou se estiver danificado (Wilson, 2011), o processamento de sentenças sintaticamente complexas é deficiente. Ou seja, o desenvolvimento biológico pode ser um reflexo do domínio crescente de RI e vice versa.

Com adultos, o uso de estruturas do tipo RI parece ser mais motivado por requisitos de informatividade. No exemplo, *Coloca a bolsa [na parte de cima [do armário [do quarto]]]*, a composicionalidade dada por RI está posta a fim de informar a especificidade do local, evitando ambiguidade. Em inglês, também, foi identificado que adultos usam mais estruturas do tipo RI na função de modificadores nominais, em acordo com a restrição semântica em prol da informatividade (Pérez-Leroux, 2012). Ainda assim, a literatura mostra diferentes entendimentos sobre se RI representa um mecanismo que exige maior ou menor custo processual, e se há

¹¹ Por exemplo, imaginemos a situação em que crianças se deparem com um contexto (hipotético) em que são dirigidas a “pintar a menina com o lápis na mão”. Se há uma figura de uma menina segurando um lápis, as crianças precisam processar que tanto “com o lápis” quanto “na mão” são modificadores de “a menina” e não adjuntos de instrumento do verbo. Nesse caso, há um contexto situacional que guia uma leitura por RI.

dificuldade incrementalmente proporcional ao número de encaixes. Um estudo com japonês comparou a duração de fixações do olhar durante a leitura de sentenças relativas modificadoras do objeto da oração principal. Os resultados mostraram que quanto maior a profundidade do encaixe por RI mais difícil era o processamento a sentença (Mazuka *et al.*, 1989).

Rummer, Engelkamp e Konieczny (2003) fornecem evidências experimentais para o fato de que orações subordinadas (encaixadas) são mantidas na memória de trabalho mais facilmente do que orações coordenadas, obtendo melhores índices de *recall* para orações subordinadas, tanto para os estímulos auditivos quanto para os escritos. Eles também apresentaram tempos de leitura mais rápidos para orações subordinadas. Nesse caso, os acertos são resultantes de uma tarefa de *recall verbatim* (que invoca a relembração literal). Por outro lado, em uma tarefa em que o conteúdo semântico tinha que ser recuperado da memória (*recall semântico*), já não se obteve a mesma vantagem para orações subordinadas, tendo um acerto de em torno de 80% para ambos os tipos de estímulos. Portanto, dependendo da tarefa há uma indicação de vantagem de processamento associada à memória para estruturas do tipo RI.

Com efeito, as associações entre memória e sintaxe são claras também por outras fontes. Há evidências neurofisiológicas indicando que a memória de trabalho se beneficia da interação com a sintaxe para processar estruturas hierárquicas complexas. Os resultados de (Maia *et al.*, 2018) mostraram que, enquanto a acurácia se mantinha semelhante entre condições de RI e RD, aquela do tipo RI levou a tempos de resposta maiores do que aquela do tipo RD.

Para ambos os tipos de estruturas, as condições com três camadas de PPs levaram mais tempo do que as condições com duas camadas de PPs para serem respondidas. Porém, apenas para RI, o marcador neurofisiológico de acesso lexical N400 (cuja amplitude e latência são moduladas pelo esforço cognitivo de processamento linguístico) mostrou uma latência progressivamente menor nas construções com três PPs. Os autores afirmam que esse resultado pode significar que RI se trata de um algoritmo sintático caro para ser lançado no primeiro encaixe, mas, uma vez estabelecido, o mecanismo iterativo não representa esforço extra significativo para o sistema computacional. Esse dado mostra uma possível vantagem na interação entre sintaxe e memória que, no entanto, é difícil de ser demonstrada a partir de dados off-line, já que tempos de resposta mostram uma tendência contrária. O que ficou evidente é que a dificuldade de interação semântica nas estruturas RI impacta também os tempos de respostas em adultos.

Para o PB, o estudo citado também apresentou um experimento comportamental com

design semelhante ao do presente estudo, com tarefa de pareamento entre sentenças ouvidas e figura, contrastando sentenças com PPs locativos estruturados por RI e RD e número de PPs (dois vs. três) (Maia *et al.*, 2018). Os resultados de acurácia não mostraram diferenças entre RI e RD, porém tempos de resposta para RI foram maiores do que para RD e maiores para três PPs comparados a dois PPs.

Em 2014, foi realizado um experimento com semelhante metodologia que procurou investigar em que momento da aquisição crianças brasileiras começam a compreender sentenças com PPs encaixados em comparação a sentenças com PPs coordenados. Os resultados mostraram que a partir de quatro anos as crianças conseguiram distinguir significativamente melhor as condições experimentais comparadas às crianças de três anos testadas. Para a condição de RI, as crianças de três anos alcançaram uma acurácia de 40% (abaixo da chance), enquanto as crianças de quatro anos obtiveram um índice de acurácia de 60% (acima da chance) (França *et al.*, 2014).

Diante dessa revisão trazida sobre recursividade na aquisição e sobre a interação entre sintaxe e memória em adultos, no presente estudo ajustamos a faixa etária dos participantes para a janela em que o fenômeno de encaixe parece acontecer na compreensão infantil, a partir dos resultados de França *et al.* (2014) com falantes do PB. Assim o presente experimento testou participantes de quatro e cinco anos, a fim de identificar se há uma melhora gradual nos índices de acurácia e averiguar se a habilidade de distinção entre RD e RI usando PPs seria robusta o suficiente para refletir em menor ou maior custo processual diante dos tipos de recursividade. Para isso coletamos índices de acurácia e tempos de reação (TRs), relativos à tarefa de pareamento de sentença ouvida e uma imagem alvo.

Dessa vez, consideramos também a dimensão das Funções Executivas (FE), que ainda estão em desenvolvimento nas crianças¹². Na tarefa do presente estudo que envolve fazer a escolha pela figura certa, as crianças precisam (i) processar a sentença experimental; (ii) colocar o resultado da interpretação semântica resultante na memória de trabalho; (iii) transformar essa interpretação em uma decisão binária; (iv) ativar o planejamento motor; e (v) integrar e administrar todas essas etapas. Isso significa que a complexidade cognitiva da tarefa como um todo demanda uma carga processual tão considerável que pode ofuscar efeitos de computação linguística possivelmente já não tão evidentes nessa fase da aquisição.

¹² As funções executivas abrangem: (i) Memória de trabalho: a capacidade de manter as informações em mente e usá-las; (ii) Controle inibitório: a capacidade de dominar pensamentos e impulsos de modo a resistir a tentações que possam tirar-nos de uma tarefa; e (iii) Flexibilidade cognitiva: a capacidade de ajustar-se a mudanças de demandas, prioridades ou perspectivas (Bierman *et al.*, 2008, Schmitt e Miller 2010; CDCHU, 2014).

Por isso que, levando em consideração critérios de validade ecológica do teste e as funções executivas envolvidas, adotamos a abordagem de teste-jogo. Uma hipótese sobre os desafios que as crianças enfrentariam na tarefa do teste tem relação com a dificuldade em lidar com a quantidade dos referentes nucleares dos DPs apresentados nos estímulos experimentais. Por exemplo, para a criança compreender *Elmo's sister's ball*, além de ativar a carga lexical dos DPs presentes, elas precisam entender que o DP *Elmo* e o DP *sister* estão subordinados ao DP *ball* exercendo uma função de modificação ou restrição desse último DP. Por isso, optamos por repetir nos estímulos o nome de um personagem inventado, chamado *Zuki*. Acreditamos que essa repetição facilite o processo descrito, aliviando a carga processual de ativação de diferentes DPs e reforçando a tarefa de identificação desse referente na tarefa experimental - uma vez que *prima* lexicalmente o referente principal a ser 'encontrado' em cada *trial*. Além disso, o uso de PPs locativos no contexto do 'jogo' do teste ofereceu às crianças uma adequação pragmática para a leitura semântica restritiva dos PPs encaixados. Temos visto que a adequação pragmática pode revelar o conhecimento gramatical que as crianças já possuem, mas que podem não ser aferidos por modelos metodológicos sem motivação contextual (Reuter *et al.*, 2017).

3. Metodologia

Entendemos que um grande limitador da implementação da RI pode ser a maior dificuldade na integração semântica restritiva de mais de dois níveis, comparado a uma leitura distributiva que apenas requer a computação de PP como adjunto. Em estruturas com encaixamento de apenas um PP, dificilmente podemos verificar experimentalmente se a criança chegou a uma interpretação por RI ou RD. Por isso apresentamos o design experimental 2x2x2, com duas variáveis independentes: (i) tipo de estrutura (RI vs. RD); e (ii) número de PPs (dois vs. três), apresentando sentenças experimentais com dois e três PPs que apenas se diferenciaram pela presença ou ausência de *e* (*Tem Zuki na caixa e na gaveta aberta* vs. *Tem Zuki na caixa na gaveta aberta* / *Tem Zuki na caixa e na gaveta e no armário* vs. *Tem Zuki na caixa na gaveta no armário*)¹³, comparando duas faixas etárias (quatro vs. cinco anos). Nossas variáveis dependentes

¹³ Foi apontado por um dos revisores desse artigo que poderíamos ter escolhido uma preposição mais natural em alguns exemplos. Por exemplo, em *Tem Zuki na caixa na gaveta no armário*, a preposição *em* em vez de *de* (gaveta do armário) seria mais natural. Realmente, concordamos que o uso de *em* em alguns dos estímulos de sentenças RI não seria a opção mais natural. Porém, julgamos que o uso não é agramatical, nem inaceitável. Assim, mantivemos a semelhança superficial entre os estímulos das duas condições (RI e RD), já que a consideramos uma restrição metodológica incontornável.

são acurácia na escolha de imagem alvo e tempo de resposta. Baseamo-nos na discussão que corrobora a hipótese de que a dificuldade das crianças pode estar em integrar as informações semânticas à estrutura recursiva indireta e não no fato de lidar com uma carga semântica maior ou menor dependendo da mera quantidade de DPs (Pérez-Leroux *et al.*, 2015). Ou seja, é o acerto no pareamento entre sentença-imagem com maior restrição semântica (no caso, RI com dois e três PPs) que vai flagrar uma real computação iterativa de RI.

3.1 Hipóteses

Considerando o que foi exposto nas seções anteriores, acreditamos que:

i. Crianças de cinco anos devem ter um desempenho melhor de RI do que crianças de quatro anos devido a uma fase relativamente mais avançada na sua gramática, associado a uma maturação cerebral maior, que influencia tanto na consolidação das computações linguísticas quanto no desempenho de modo mais geral. De outro modo, não havendo diferença nas medidas entre faixas etárias, poderia se concluir que, no mínimo, até cinco anos de idade, a computação e o desempenho no processamento da estrutura tipo RI se mantém instável (Roeper, 2011; Roeper e Snyder, 2018);

ii. A dificuldade das crianças no processamento de RI está associada à dificuldade em integrar as informações semânticas à estrutura recursiva indireta e não ao fato de lidar com uma carga semântica maior ou menor dependendo da mera quantidade de DPs (Pérez-Leroux *et al.*, 2018);

iii. Embora a estrutura do tipo RI deva ser mais difícil de computar do que RD, especialmente nesta fase de aquisição, é possível que haja um efeito de ganho cognitivo no processamento de três PPs para RI, comparado a dois PPs nas estruturas de RD, na medida em que estruturas encaixadas apresentariam uma vantagem para a memória depois de terem sido deslançadas uma primeira vez durante o merge da segunda camada de PP.

3.2 O experimento

O experimento foi criado no software *Open Sesame* para *tablets* (Mathôt, Schreij e Theeuwes, 2012), em um formato de ‘jogo’ para a criança. No início, os participantes são

introduzidos aos Zukis, ETs azuis muito peraltas que escaparam do planeta natal e vieram parar no planeta Terra em um foguete (ver Figura 1).

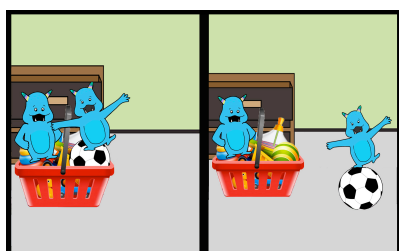
Figura 1 - Ilustrações usadas no vídeo introdutório que narra a história do teste que se configura em um jogo interativo



Fonte: elaboração própria

Um robô (no segundo quadrinho da Figura 1), Zobo, que é responsável pelo retorno dos Zukis, pede ajuda às crianças para mandar os Zukis de volta para o planeta Zuka. O problema nesse resgate é que os Zukis fazem clones de si mesmos. Apenas o robô consegue distinguir Zukis reais de clones, e, portanto, ele orienta as crianças onde estão os verdadeiros Zukis (ex. *Tem Zuki na caixa e na gaveta*). O objetivo é criar a situação em que, entre duas imagens justapostas (uma com os Zukis reais e outra com os clones), as crianças escolham aquela que mostra os Zukis reais, a partir da descrição do robô. Assim, o enredo do desenho animado ajuda a motivar pragmaticamente a interpretação das sentenças experimentais (Figura 2).

Figura 2 – Tela partida ao meio com uma cena com Zukis na direita e Zukis na esquerda. O participante devia apontar para a metade que traz a descrição feita pelo robô



Tem Zuki na bola e na cesta de brinquedos (condição de RD)
Tem Zuki na bola na cesta de brinquedos (condição RI).

3.3 Design experimental e materiais

As variáveis independentes foram (i) o tipo de recursividade (direta ou indireta), (ii) a quantidade de PPs (dois ou três), e (iii) faixa etária (quatro ou cinco anos) resultando em um *design 2x2x2*. O desenho experimental resultou em 24 sentenças para cada condição (96 no total), que foram pseudo-randomizadas e distribuídas em seis listas, de tal forma que cada participante ouviu quatro sentenças para cada condição, isto é, 16 no total (ver Tabela 1). Um total de dez

sentenças-distratoras (p. ex., *Tem Zuki no quintal brincando com o cachorro*) foi adicionado a cada lista.

Tabela 1 - Apresentação das condições experimentais e exemplos de estímulos

Número de PPs:	Tipo de estrutura:	
	Recursividade Direta	Recursividade Indireta
Dois	Tem Zuki na caixa e na gaveta aberta. (n=24) <i>Condição: RD-2PPs</i>	Tem Zuki na caixa na gaveta aberta. (n=24) <i>Condição: RI-2PPs</i>
Três	Tem Zuki na caixa e na gaveta e no armário. (n=24) <i>Condição: RD-3PPs</i>	Tem Zuki na caixa na gaveta no armário (n=24) <i>Condição: RI-3PPs</i>

As sentenças sempre tinham o mesmo formato (*Tem Zuki + PPs*) com PPs modificadores distribuídos igualmente de acordo com quatro ambientes da casa: a sala de estar, o quarto, a cozinha e o quintal, permitindo que os substantivos nos PPs apresentassem uma familiaridade de acordo com o vocabulário infantil, envolvendo elementos geralmente encontrados nesse ambientes (exemplos: uma árvore no quintal, um prato na cozinha etc). Nas condições de 2PPs, um adjetivo foi adicionado no segundo PP para ter maior pareamento com o número de palavras das condições de 3PPs.

A opção por manter o início da sentença (*Tem Zuki*) no singular foi para permitir uma ambiguidade na sua leitura, seja no singular (p. ex., *Tem um Zuki que está na planta que está dentro do aquário*) para uma estrutura tipo RI, seja no plural (p. ex., *Tem Zukis, um que está na planta e outro que está no aquário*). Essa ambiguidade se deve à possibilidade de se obter uma leitura plural a partir de uso de nominais nus em PB, inclusive por crianças (Souza e Name, 2012; França *et al.*, 2014; Lima e Gomes, 2016).

Uma voz feminina foi usada para a gravação dos estímulos que posteriormente tiveram a sua prosódia manipulada no programa PRAAT (versão 6.0.40) (Boersma e Weenink, 2011). Foi criada uma prosódia monótona para provocar imparcialidade na interpretação do tipo de recursividade, para que a interpretação fosse o máximo possível motivada pela análise de informações estruturais das sentenças experimentais, sem pistas prosódicas. Foi essa escolha metodológica que motivou o uso do robô como personagem, permitindo uma plausibilidade do tom monótono das sentenças ouvidas. O estudo predecessor, de França *et al.* (2014), conservou a

prosódia nas condições experimentais de RD e RI. Os resultados indicaram que, com o grupo de três anos, a prosódia não representou um facilitador na compreensão das sentenças de RI. Para esse grupo, a preferência geral foi a leitura por RD. Lembramos que o grupo de quatro anos conseguiu distinguir significativamente RD e RI, porém, de modo geral, com baixa acurácia. No atual estudo, a prosódia monótona serviu para verificarmos o quanto o processamento depende apenas da informação sintática estrutural.

As imagens foram criadas no software Photoshop© versão 19.0. A posição da imagem alvo na tela (esquerda ou direita) variou pseudoaleatoriamente. O número de Zukis foi sempre o mesmo nas imagens alvo e não alvo.

Além das variáveis intra-sujeitos (*within subjects*), foi considerada também uma variável independente entre-sujeitos (*between subjects*) de faixa etária que rotulamos de quatro (crianças até quatro anos e dez meses) e de cinco anos (crianças de mais de quatro anos e dez meses até cinco anos e seis meses)¹⁴.

Foram gravadas, no software *Open Sesame* para *tablets* (Mathôt, Schreij e Theeuwes, 2012), as variáveis dependentes acurácia (seleção imagem alvo vs. não alvo) e tempos de resposta (TR).

3.4 Previsões

Nossas previsões experimentais são:

i. Embora crianças, de ambas as faixas etárias, tenham mais dificuldade com RI do que RD, elas já apresentarão índices de seleção da figura alvo acima da chance ao compreender estruturas RI, replicando os achados de França *et al.*, 2014.

ii. Porém, dada a hipótese de Roeper (2011) e dados da literatura (Gentile, 2003; Fujimori 2010; Pérez-Leroux, 2012; Merx, 2016; Hiraga, 2010; Hollebrandse *et al.*, 2008), esperamos que crianças de cinco tenham desempenho relativamente melhor, com índices de acurácia maiores, principalmente para RI.

iii. A diferença de idade também pode se expressar em TRs mais rápidos para crianças de

¹⁴ Optamos por dividir as crianças em dois grupos, acima ou abaixo do limite de 4 anos e 10 meses, porque consideramos que esse corte reflete melhor uma diferença de nível maturacional do que a divisão convencional (França *et al.*, 2014). Mesmo assim, concordamos que seja uma escolha de certa forma arbitrária, por isso fizemos a análise da idade como fator de influência tanto pela análise como variável binária (4 vs. 5) quanto pela análise de correlação (ver seção Análise 3.7).

cinco anos, refletindo relativamente menor dificuldade. Ainda assim, para esse grupo, TRs podem ser mais lentos para a condição RI, em decorrência de uma maior dificuldade, como visto em estudos com adultos (Maia *et al.*, 2018).

iv. Caso a acurácia para RI se mantenha abaixo da chance, poderíamos inferir um efeito fraco do processamento de RI, sinalizando que a computação de RI ainda está em fase de aquisição ou que não está sendo implementada por motivos de desempenho.

v. Dada a hipótese de que a dificuldade das crianças está na interface sintaxe/semântica, as porcentagens de acurácia devem ser relativamente mais baixas para sentenças com três PPs comparados às sentenças com dois PPs, nas condições de RI, em comparação com as condições RD. Essa diferença deverá ser especialmente expressiva para crianças de quatro anos, que ainda têm maiores limitações na implementação de recursividade reiterada e limitações de memória e de atenção. Essa maior diferença também poderá se expressar em TRs maiores para os estímulos com três PPs, especialmente para a faixa etária de quatro anos.

vi. Haverá diferenças relativamente menores entre TRs para estímulos com dois PPs e três PPs, em estruturas tipo RI, por uma suposta facilitação que múltiplos encaixes poderiam representar, devido à memória, em relação à coordenação. Ressalvamos que esse tipo de ganho de processamento foi evidenciado em medidas de EEG e não em medidas de TR em tarefas que exigem uma análise semântica-pragmática. Portanto, é possível que a medida TR não seja sensível o suficiente para captar esse ganho com a tarefa proposta, ou que, operações posteriores à computação da estrutura anulem o efeito desse ganho em tempo de processamento. Dependendo dos índices de acerto para as diferentes faixas etárias, é possível que esse efeito só será atestado em crianças de 5 anos.

3.5 Participantes

Quarenta e seis crianças com idade média de 5,0 anos (4,1 a 5,5 anos; média: 5;0; mediana: 5;0; DP: 0;4) participaram do estudo. Ficaram 15 crianças no grupo de faixa etária de 4 (crianças até 4 anos e 10 meses; média: 4;6; mediana: 4;6; DP: 0;3), e 31 crianças no grupo de faixa etária de 5 (crianças a partir de 4 anos e 10 meses até 5 anos e 6 meses, média: 5;2; mediana: 5;2; DP: 0;2). Todas elas eram falantes monolíngues e possuem o português brasileiro como língua materna. As crianças são de turmas de duas escolas particulares em São Gonçalo (RJ): Colégio Santa Terezinha e Centro Educacional Integrado Nova Vida. Segundo as escolas, todas as crianças

apresentavam desenvolvimento típico e não demonstravam déficits visuais ou auditivos conhecidos. Todos os responsáveis legais deram sua permissão, assinando um formulário de consentimento livre e esclarecido, anteriormente à participação da criança.

3.6 Procedimento

Os participantes sentaram em uma sala separada das outras crianças numa mesa com livre acesso a um *tablet* Samsung com duas caixas de som. O experimentador apenas manipulava o programa no início do experimento em que foi apresentado um pequeno vídeo, seguido por um momento de explicação e treinamento, depois disso, todo manuseio era feito pelas crianças pelo toque no *touchscreen* do tablet (ver Figura 2). O vídeo introdutório tinha duração de dois minutos e servia para familiarizar os participantes com a história e para explicar a tarefa. A tarefa de pareamento de sentença-imagem foi motivada pelo objetivo de selecionar a imagem com os Zukis ‘reais’ entre duas imagens justapostas a partir das orientações do robô. Desta forma, havia apenas uma imagem alvo por *trial*. Depois da introdução, e uma explicação do ‘jogo’, os participantes faziam dois *trials* de treinamento para garantir que tinham compreendido a tarefa.

Figura 3 - Um dos participantes engajado na tarefa

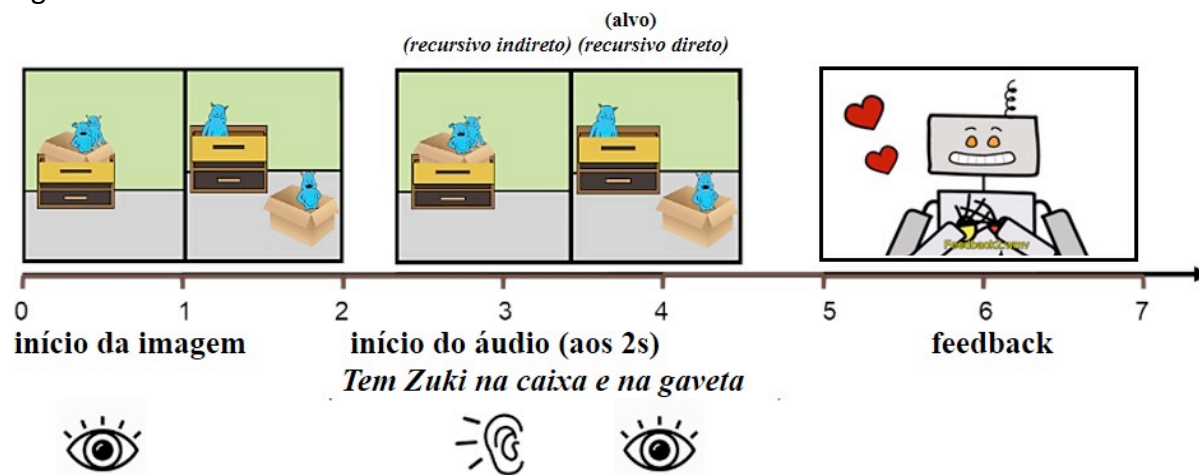


Fonte: foto propriedade das autoras

Na Figura 3, é apresentado o protocolo de apresentação de estímulos. Durante os dois primeiros segundos, as duas imagens eram apresentadas. Em seguida, os participantes ouviram a sentença experimental de duração média de 2344ms. Na fase de treinamento, os participantes foram instruídos a tocar na imagem que julgavam ser compatível com a sentença que acabaram de ouvir. Foi a partir desse momento que o tempo de resposta começava a contar. Após o *timeout* (de 5000ms), ou após tocar na imagem, aparecia uma tela com *feedback* positivo (ex. *Maravilha,*

muito bem!) ou neutro (*Ok!*) de acordo com a resposta. Em média, a duração total para o *trial* era de sete segundos. A aplicação do experimento todo teve em média quinze minutos.

Figura 4 - Protocolo de *trial*



Fonte: elaboração própria

3.7 Análise

Duas variáveis dependentes foram coletadas: a acurácia na escolha da imagem alvo vs. não alvo e o tempo de resposta. Nenhum participante foi eliminado por falta ou problemas no engajamento na tarefa. Um participante foi eliminado por problemas técnicos na gravação dos dados. Todos os outros participantes apresentaram no mínimo 11 respostas do total de 16 sentenças experimentais. Os TRs foram inspecionados para detectar *outliers* usando inspeção visual com a função de *ggplot* (WICKHAM, 2006). Baseado nessa inspeção, nenhum dado foi removido do conjunto. Todas as análises estatísticas foram executadas com o software *RStudio* (versão 1.2.5033; *R Core Team*, 2013).

A análise da acurácia (escolha alvo vs. não alvo) foi feita ajustando um modelo binominal misto, usando a função *glmer()* do pacote *lme4* package (BATES *et al.*, 2015), verificando se as variáveis fixas: tipo estrutura (RD x RI), número de PPs (dois vs. três), e faixa etária (quatro vs. cinco), eram preditores para a seleção da imagem, sendo a variabilidade de participante e item consideradas fatores randômicos.

Para investigar se o tipo de estrutura, número de PPs ou faixa etária eram preditores dos tempos de resposta, ajustamos um modelo de regressão linear de efeitos mistos usando a função *lmer* do pacote *lme4* (Bates *et al.*, 2015) com inclusão da variabilidade de participante e item como fatores randômicos (Baayen, Davidson e Bates, 2008). Aplicamos o teste de normalidade de

Jarque Bera do pacote *FPP* (Jarque e Bera, 1980) para verificar a distribuição dos dados. Para atingir uma distribuição de normalidade, os dados foram transformados com uma função *BoxCox* (Marmolejo-Ramos *et al.*, 2015). Para facilitar o entendimento, médias de RT são reportadas em ms, quando comparações estatísticas foram feitas em valores transformados. Valores p dos modelos ajustados foram calculados usando o pacote *lmerTest* (Kutnetsova *et al.*, 2017). Para comparações pareadas múltiplas *post-hoc*, foram aplicados testes de Tukey HSD, usando o pacote *lsmeans* (Lenthe, 2015).

Para complementar o resultado de modelos mistos, ainda aplicamos uma análise estatística de Pearson no programa R, a fim de verificar se há uma correlação entre os fatores idade (enquanto valores contínuos), médias de TR e acurácia, expressa em % de acerto.

Barras de erro nos gráficos mostram o intervalo de confiança (para $\alpha=0.05$), o qual para as medidas de acerto (em %) é calculado para uma estimativa de erro padrão ((raíz quadrado($p.est*(1-p.est)/n$) vezes 1.96).

4. Resultados

4.1 Acurácia

Para examinar se as variáveis independentes de tipo de estrutura (RD vs. RI), número de PPs (dois vs. três) e faixa etária (quatro vs. cinco) eram preditores para a chance da seleção da imagem alvo (variável dependente codificada binariamente: acerto vs. erro), ajustamos modelos mistos binominais (ver Tabela 2). A comparação com modelos aninhados indicou que apenas o modelo com o fator tipo de estrutura contribuiu significativamente para explicar a modulação na acurácia ($\chi^2= 5,51$, $p=0,019$).

Tabela 2 - Comparação com modelos aninhados

Comparação com modelos	Df	AIC	BIC	logLik	desvio	ChisqChi	Df	Pr(>Chisq)
modelo nulo	3	953,19	966,85	-473,60	947,19	-	-	-
tipo estrutura * num. PPs * faixa etária	10	956,62	1002,14	-468,31	936,62	10,575	7	0,1582
tipo estrutura * num. PPs	6	953,36	980,68	-470,68	941,36	5,8291	3	0,1202
num. PPs * faixa etária	6	956,38	983,7	-472,19	944,38	2,81	3	0,4218

tipo estrutura * faixa etária	6	952,34	979,65	-470,17	940,34	6,856	3	0,07663
tipo estrutura	4	949,68	967,89	-470,84	941,68	5,5114	1	0,01889*
núm. PPs	4	954,89	973,1	-473,45	946,89	0,3012	1	0,5832
faixa etária	4	954,04	972,25	-473,02	946,04	1,1564	1	0,2822

Fonte: elaboração própria

O gráfico na Figura 5 ilustra o efeito fixo de tipo de estrutura. De modo geral, participantes acertaram mais nas condições com estruturas do tipo RD, atingindo de 60%, comparado à estrutura do tipo RI, para a qual acertam apenas em 51,57%. O modelo ajustado indicou que a chance de acerto para as condições com estrutura RI é significativamente menor comparada à chance para as condições com estrutura RD ($\beta = -0,3724$, $SE=0,1590$, valor $z = -2,342$, $p < ,019^*$).

Figura 5 - Acurácia (em %) para Recursividade Direta (RD) e Recursividade Indireta (RI)

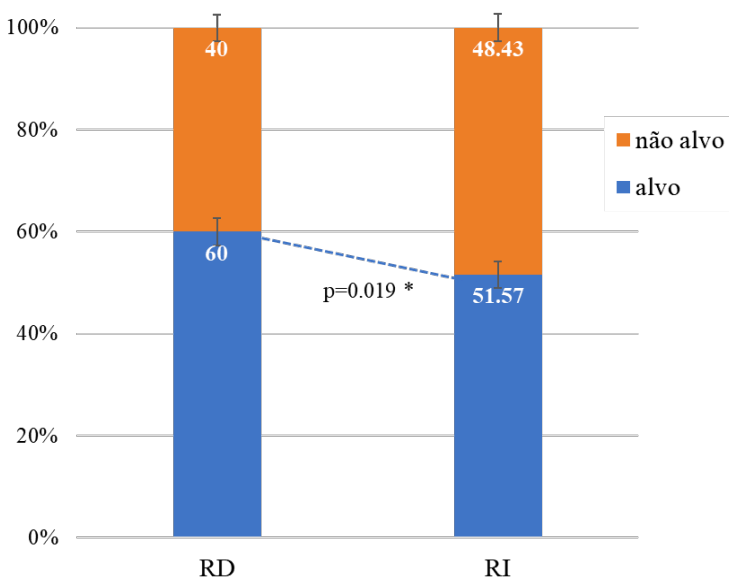


Figura 5: Porcentagem de acerto em azul (alvo), de erro (não alvo) em laranja.

Isso indica que RD é mais fácil de processar do que RI para ambas as faixas etárias e que o número de PPs, encaixados ou não, não é um fator que influencia na acurácia.

No gráfico na Figura 6, são apresentadas todas as médias de acerto (em %), para todas as variáveis experimentais. Comparações *post-hoc* não foram significantes. Embora não houvesse diferença estatística entre as médias, podemos ver que há uma tendência de maior acerto para os participantes da faixa etária de cinco anos. Enquanto crianças de quatro anos acertaram acima de

média para estruturas tipo RD com dois PPs (64,41%), para as outras condições, o desempenho foi em torno da chance, com maior porcentagem para erro do que para acerto (RD-3PPs: 50%; RI-2PPs: 47,46%; RI-3PPs: 45,61%). Já para as crianças de 5 anos, as médias de estruturas tipo RD são (quase) acima de chance independente do número de PPs (RD-2PPs: 58,97%; RD-3PPs: 64,04%), enquanto o acerto para estruturas do tipo RI ainda está em nível de chance (RI-2PPs: 55,56%; RI-3PPs: 52,54%), porém, em média, maior do que os índices de acerto encontrados para crianças de quatro anos. O número de PPs parece afetar pouco os índices de acerto, exceto para crianças de quatro anos com o tipo estrutura RD, em que parece haver uma diferença maior entre RD-2PPs (64,41%) e RD-3PPs (50%). Porém, destacamos que, embora esses valores pareçam indicar tendências lógicas, dado o desenvolvimento do desempenho e relação à idade, as diferenças aparentes entre índices de acerto não têm significância estatística.

Figura 6 - Tipo de estrutura vs. Número de PPs vs. Faixa etária (acurácia em %)

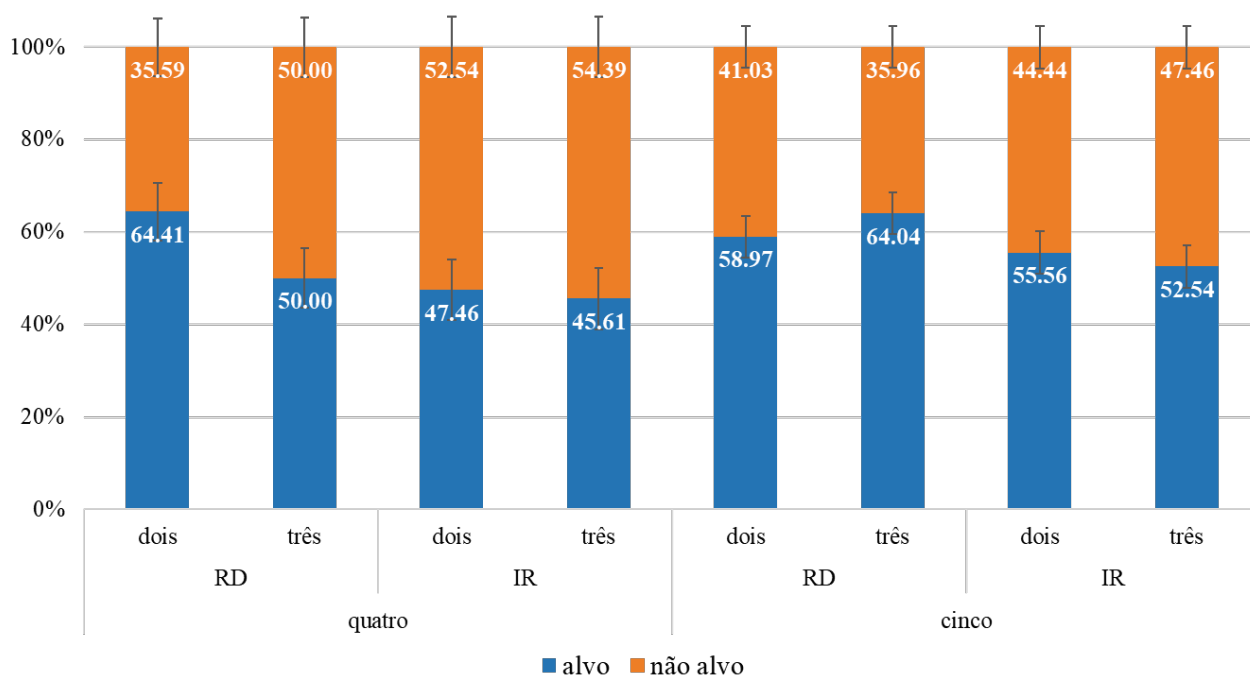


Figura 6: Acurácia (em %) para todas as variáveis examinadas: tipo de estrutura (RD vs. RI), número de PPs (dois vs. três), e faixa etária (quatro vs. cinco). Porcentagem de acerto em azul (alvo), de erro (não alvo) em laranja.

Tabela 3 - Comparação com modelos aninhados

Comparação com modelos	Df	AIC	BIC	logLik	desvio	ChisqChi	Df	Pr(>Chisq)
modelo nulo	4	5978,6	5996,8	-2985,3	5970,6	-	-	-

tipo estrutura * num. PPs * faixa etária	11	5979,5	6029,6	-2978,7	5957,5	13,078	7	0,07024
tipo estrutura * num. PPs	7	5979	6010,9	-2982,5	5965	5,5377	3	0,1364
num. PPs * faixa etária	7	5977,9	6009,8	-2981,9	5963,9	6,6538	3	0,08379
tipo estrutura * faixa etária	7	5973	6004,8	-2979,5	5959	11,576	3	0,0089**
tipo estrutura	5	5975,8	5998,6	-2982,9	5965,8	4,7201	1	0,02981*
núm. PPs	5	5979,8	6002,5	-2984,9	5969,8	0,8039	1	0,3699
faixa etária	5	5975	5997,8	-2982,5	5965	5,5275	1	0,01872*

Tabela 4: Fonte: elaboração própria

Tabela 4 - Valores para os coeficientes β), erro padrão (SE, de standard error), valores t e p, resultantes da análise do modelo ajustado para tipo estrutura * faixa etária.

<i>Efeitos fixos</i>	<i>B</i>	<i>SE</i>	<i>df</i>	<i>t</i>	<i>Pr(> t)</i>
(Intercept)	53,924	1,855	74,167	29,073	<,000
Tipo estrutura: RI	-3,621	1,485	640,12	-2,438	0,01502
Faixa etária: quatro	-8,21	3,055	66,465	-2,688	0,00908
Tipo estrutura: RI * Faixa	2,876	2,562	639,04	1,123	0,26206

Tabela 4: Fonte: elaboração própria

O gráfico na Figura 7 ilustra os efeitos de tipo estrutura e faixa etária sobre os tempos de resposta. De modo geral, TRs foram significativamente mais lentos para a faixa etária de cinco anos, com 1488ms(dp:934ms) para RD e 1308ms(dp:886ms) para RI, comparados aos TRs para a faixa etária de 4 anos, com 1099ms(dp:844ms) para RD e 1049ms(dp:790ms) para RI ($\beta = -8,21$, $p < 0,009$). Há um efeito geral em termos de tipo de estrutura, com tempos mais rápidos para RI, com média de 1223ms(dp:863ms), do que para RD, com média de 1356ms(dp:922ms) ($\beta = -3,621$, $p < 0,015$). Embora fique ilustrado na Figura 7 que essa diferença entre RI e RD parece ser menor para a faixa etária de quatro anos, o modelo não aponta para uma interação entre as variáveis de estrutura e de faixa etária. Comparações *post-hoc* par-a-par também não apontaram para essa direção (veja Tabela 5 para comparações *post-hoc*).

Figura 7 - Tipo de estrutura vs. faixa etária (TRs)

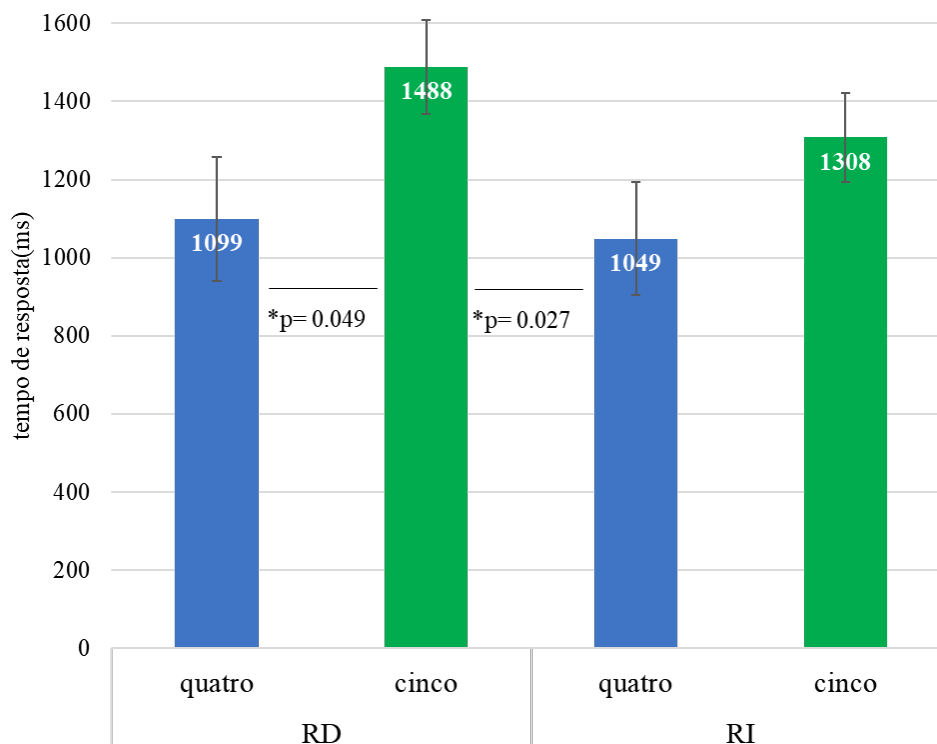


Figura 7: Tempos de resposta (em ms) para as variáveis estrutura (RD vs RI) e faixa etária (em azul: quatro vs. verde: cinco). Barras de erro indicam intervalo de confiança para $\alpha=0,05$.

Tabela 6 - Comparações par-a-par para as condições RD e RI para cada faixa etária aplicando teste Post-hoc de Tukey HSD.

condições	Est.	SE	Df	t	p
RD 5 anos – RI 5 anos	3,621	1,49	641,2	2,434	0,0719
RD 5 anos – RD 4 anos	8,21	3,11	69,1	2,642	0,0489
RD 5 anos – RI 4 anos	8,955	3,12	69,9	2,873	0,027
RI 5 anos – RD 4 anos	4,589	3,1	68,7	1,479	0,4557
RI 5 anos – RI 4 anos	5,334	3,11	69,6	1,713	0,3248
RD 4 anos – RD 4 anos	0,745	2,09	637,1	0,357	0,9844

Fonte: elaboração própria

A análise indica que estruturas do tipo RD demoraram mais para serem processadas do que aquelas do tipo RI, e que essa demora foi mais expressiva para a faixa etária de cinco anos. O número de PPs não foi uma variável com efeito significativo no tempo de resposta para grupo nenhum. Em média, condições com dois PPs levaram 1275ms(dp:903ms) para serem respondidas, semelhante ao tempo de resposta para condições com três PPs de 1303ms(dp: 887ms).

Embora crianças da faixa etária de 5 anos tenham acertado mais, elas também demoraram mais para responder. Para verificar se o tipo de resposta (acerto x erro) se correlacionava com o

tempo de resposta, ajustamos também modelos incluindo tipo de acerto (alvo x não alvo) como variável. Porém, apenas dois modelos com a variável tipo de resposta se mostraram significativos na comparação com modelo nulo. Mesmo os modelos significativos não acusaram o tipo resposta como efeito fixo significativo, tampouco houve significância em interação com outros fatores (veja Tabela 7). De fato, são as outras variáveis, já mencionadas anteriormente nesta seção, responsáveis pela significância desses modelos e não o tipo de resposta. Desse modo, não podemos associar tempos de resposta diretamente ao acerto ou erro, sendo mais provável estarem associados (i) ao processamento de um determinado tipo de estrutura apresentada, neste caso o tipo RD, independentemente do sucesso em interpretá-lo, ou (ii) a um tipo de comportamento global perante a tarefa (que diferencia a faixa etária de quatro anos de cinco anos).

Tabela 7 - Comparação com modelos aninhados para o fator tipo resposta

Comparação com modelos	Df	AIC	BIC	logLik	desvio	ChisqC	Df	Pr(>Chi)
modelo nulo	4	5978,6	5996,8	-2985,3	5970,6	-	-	-
tipo estrutura * núm. PPs * faixa etária * tipo resposta	19	5990,8	6077,3	-2976,4	5952,8	17,771	15	0,2749
tipo estrutura * faixa etária * tipo resposta	11	5977	6027,1	-2977,5	5955	15,556	7	0,0295*
tipo estrutura * núm. PPs * tipo resposta	11	5984	6034,1	-2981	5962	8,571	7	0,2849
tipo estrutura * tipo resposta	7	5977,3	6009,2	-2981,7	5963,3	7,251	3	0,06431
núm. PPs * tipo resposta	7	5981,8	6013,6	-2983,9	5967,8	2,7769	3	0,4273
faixa etária * tipo resposta	7	5976,3	6008,2	-2981,2	5962,3	8,2412	3	0,04128
tipo resposta	5	5978,7	6001,4	-2984,3	5968,7	1,8845	1	0,1698

Fonte: elaboração própria

Na análise da regressão linear, as idades das crianças foram distribuídas de forma categórica em duas faixas etárias. Para examinar o efeito da idade como valor contínuo e para controlar pelo fato de as crianças não apresentarem número igual nos dois grupos de faixa etária, fizemos uma análise adicional de correlação. A análise com método Pearson confirmou os resultados dos modelos mistos apresentados anteriormente, não levando a correlações significativas entre idade e tipo de estrutura e número de PPs: RD-2PPs: -0,055, $p=0,71$; RD-3PPs: 0,20, $p=0,19$; RI-2PPs: 0,16, $p=0,29$; RI-3PPs: 0,031, $p=0,84$; enquanto revelou uma relação

positiva entre idade e TR nas estruturas RD-2PPs: 0,28, $p=0,057$; RD-3PPs:0.39, $p=0.007$; RI-2PPs:0,30, $p=0.042$; e RI-3PPs:0.32, $p=0.028$. Esses resultados parecem reforçar que crianças na faixa de quatro a cinco anos ainda apresentam comportamentos mistos em relação ao desempenho na leitura, principalmente, das estruturas RI, como refletido nos dados de acurácia. Ademais, fica claro que quanto maior a idade mais tempo a criança leva para o processamento, possivelmente indicando um engajamento relativamente maior no processamento das estruturas e na tarefa como um todo.

5. Discussão final

Nossa primeira hipótese diz a respeito à proposta teórica de Roeper (2011) sobre a construção representacional progressiva de RD para RI ao longo do curso da aquisição de linguagem. Dados experimentais e espontâneos também apontam uma progressão nesse sentido (cf. Roeper e Pérez-Leroux, 2011; Roeper e Snyder, 2018, Pérez-Leroux *et al.*, 2018, entre outros). Por isso, nossa previsão era de que crianças de 5 anos teriam um desempenho melhor para RI do que crianças de quatro anos.

A única variável que se mostrou significativa na análise estatística foi o tipo de estrutura, com índices de acurácia maiores para RD do que RI para ambas as idades e independente do número de PPs. De modo geral, esse resultado corrobora o que a literatura vem mostrando sobre a inconsistência no desempenho com RI, com dados de produção e compreensão, a partir de paradigmas experimentais e dados naturais, refletindo um processo de aquisição ainda em curso. Não havendo diferença nas medidas entre faixas etárias, poderia se concluir que, no mínimo, até 5 anos de idade, a computação e o desempenho no processamento da estrutura tipo RI se mantém instável. Esses dados, portanto, não refletem a progressão prevista por Roeper (2011) de uma forma incontestável, ou pelo menos, não para as faixas etárias testadas. Embora observemos leves tendências que parecem sugerir um desenvolvimento progressivo no processamento de estruturas RI, não obtivemos uma confirmação clara, além da generalização de que RD está mais ao alcance das crianças neste estágio da aquisição. Isso indica que, provavelmente, nesta faixa etária (de quatro anos a cinco anos e seis meses) ainda há grande variabilidade em relação ao desempenho no que diz respeito à interpretação alvo de modificação por PPs locativos em estruturas recursivas indiretas.

Diferenças qualitativas entre a acurácia para os tipos de estrutura e número de PPs talvez

nos permitam lançar algumas explicações especulativas em relação ao processamento dessas estruturas. Vimos que as crianças na faixa etária de quatro anos atingiram uma acurácia acima da chance para RD apenas para estruturas com 2 PPs. Para RD com 3 PPs, a acurácia se mantém a 50%. Por outro lado, crianças de cinco anos atingiram acurácia acima da chance para RD, tanto para dois PPs quanto para três PPs. Isso poderia indicar que as crianças de quatro anos ainda têm dificuldade com o número de referentes expressos nos NPs, mesmo com RD. Esse resultado complementa o que Pérez-Leroux *et al.* (2015) sugere sobre crianças a partir de cinco anos, as quais já produziram vários NPs coordenados sem muita dificuldade aparente. Admitimos que, em nosso estudo, essa observação depende de uma diferença qualitativa (e não estatisticamente significativa) entre os índices de acurácia para dois e três PPs para RD.

A falha em reproduzir os resultados de França *et al.* (2014), estudo no qual crianças de quatro anos já conseguiram distinguir estruturas do tipo RD e RI, encontra seu reflexo na literatura, que apresenta dados ainda inconclusivos. Isso sugere uma inconsistência na capacidade das crianças em lidar com RI, e/ou pode ser resultante de leves divergências de metodologias e tarefas, que podem afetar as respostas das crianças, ainda mais nessa faixa etária. Um fator que pode ter dificultado a interpretação semanticamente mais restritiva, dada por RI, seria a ausência de prosódia que deixa a sentença com PPs encaixados mais ambígua estruturalmente. Essa ambiguidade pode ter levado a criança a uma leitura condizente com uma estrutura RD, mesmo a sentença da condição RI não tendo a conjunção *e*. Contudo, é provável que a principal explicação pelo resultado deste estudo seja que a RI ainda esteja frágil no repertório linguístico da criança, já que isso está em consonância com o que os dados da literatura mostram. Futuros estudos são necessários para investigar melhor a influência da prosódia no processamento deste tipo de estruturas encaixadas na aquisição.

Outra hipótese não se relaciona com a representação das estruturas do tipo RI, mas com a interação na interface sintático-semântica. Diante a interpretação da restrição semântica proporcionada por PPs encaixados numa estrutura tipo RI, a necessidade de acessar cada referente em cada PP coloca uma carga adicional no sistema de interface semântico-sintática, já que requer acesso ao material já fechado numa fase derivacional anterior (Pérez-Leroux *et al.*, 2015). Desse modo, as crianças não necessariamente têm dificuldade com uma carga semântica maior dependendo da mera quantidade de DPs, mas elas teriam dificuldade em integrar as informações semânticas à estrutura recursiva indireta.

Em uma sentença da condição RD, como *Tem Zuki na caixa, na gaveta, e no armário*, há

uma grande quantidade de referentes apresentados nos PPs, que por si só já poderia oferecer um desafio no desempenho da compreensão. Porém, pela previsão da hipótese acima, a quantidade de referentes nos PPs (dois vs. três PPs) apresentaria uma dificuldade proporcionalmente maior para RI (Ex. *Tem Zuki na caixa na gaveta no armário*). Observamos que as crianças de quatro anos obtiveram um desempenho baixo em todas as condições, exceto para o tipo RD com dois PPs. Para as crianças de cinco anos houve leve melhora nesse sentido. Obtiveram índices de acurácia de RI melhores, embora ainda em volta do nível de chance, sem diferença estatística entre dois e três PPs. A acurácia para RD estava acima de chance, mas também não houve diferença estatística entre dois e três PPs. Ou seja, não houve interação consistente entre número de PPs e tipo estrutura como previsto por Pérez-Leroux *et al.* (2015). Apenas observou-se que as crianças de quatro anos tiveram melhor desempenho com 2 PPs para o tipo RD, enquanto para as crianças de cinco anos, o número de PPs não pesou no desempenho.

Tanto a análise de idade como fator binário (quatro vs. cinco anos) quanto à análise de correlação com idade como valor contínuo (de 4 a 5 anos) mostrou que a idade é a maior preditora de tempo de resposta, com TRs mais lentos para crianças mais velhas. Isso contradiz nossas previsões de que crianças mais velhas apresentariam TRs menores refletindo menor dificuldade de processamento. Contudo, especulamos que os TRs mais longos poderiam refletir o engajamento no processamento e atenção relativamente maiores. Levando em consideração a baixa acurácia de crianças de quatro anos, sugerimos que os TRs mais rápidos desse grupo refletem um engajamento menor, devido ao menor controle das funções executivas, envolvidas na manutenção de atenção (Bierman *et al.*, 2008, Schmitt e Miller, 2010; CDCHU, 2014). É sabido, na literatura psicolinguística, que crianças quanto menores mais inclinadas são a responderem ‘no gatilho’, optando pela primeira interpretação disponível (sendo essa do alvo ou não), sem fazer reanálises, em vez de proceder de forma mais profunda e cuidadosa (Phillips e Ehrenhofer, 2015). Essa ideia é reforçada pelo fato de que a análise estatística mostrou que não há correlação entre o tipo de resposta (alvo vs. não alvo) e o tempo de resposta. Ou seja, parece que o TR não é modulado por um esforço relacionado ao sucesso nem à facilitação, mas que ele é mais modulado por um comportamento generalizado atencional dependente da idade.

A idade não é a única variável que modula o TR. O tipo de estrutura também afetou essa medida, com tempos maiores para estruturas do tipo RD. O número de PPs não afetou o TR, tanto para RI quanto para RD. Esse resultado é contrário ao que foi encontrado com adultos, que mostraram TRs maiores para RI e, de modo geral, TRs maiores para três PPs encaixados

comparado a dois PPs (Maia *et al.*, 2018). Uma explicação desse padrão diferente entre adultos e crianças talvez seja que haja uma dificuldade tamanha para as crianças que elas não se engajam na tarefa de processar nas estruturas por RI, resultando em TRs menores e acurácia reduzida. Portanto, o aspecto *gamificador* do experimento, embora tenha evitado perda de dados de participantes e dados por falta de adesão, não foi capaz de alterar acurácia em função da maior atenção.

A explicação de atribuir TRs maiores para RD a fatores de engajamento parece mais plausível do que associá-los a uma interação sintaxe/memória. Alguns estudiosos sugerem que há um ganho cognitivo para processamento de RI devido à interface sintaxe- memória (Rummer, Engelkamp e Konieczny, 2003; Maia *et al.*, 2018). Se adotássemos a ideia de que os TRs mais lentos ocorrem em consequência de uma carga de memória relativamente maior para estruturas coordenadas (por RD) do que para encaixadas (por RI), seria esperado que esse efeito causasse um aumento progressivo nos TRs para dois e três PPs. Não foi isso que os dados nos mostraram. Consideramos que as crianças neste experimento não tiveram êxito no processamento de RI. Portanto, não fomos capazes de verificar essa hipótese, embora encontremos TRs menores para RI, atribuímos esse resultado a outros fatores.

A grande questão, portanto, fica em aberto: por que crianças desta faixa etária não costumam ser bem sucedidas nas interpretações das estruturas RI? De ponto de vista representacional, Roeper (2011, p. 82) propõe que “Se há variação na forma em que as línguas permitem a recursão, então há um desafio para a aquisição”¹⁵. A proposta da tipologia tenta descrever as formas representacionais que subjazem às estruturas produzidas e compreendidas por crianças no curso da aquisição. No seu primeiro estágio, crianças ainda estão preferindo construções de recursividade direita que levam à leitura conjuntiva, pois, elas ainda estão descobrindo que recurso formal é usado na língua da sua comunidade para encaixes (múltiplos). No PB, para o caso de PPs locativos, não há marca morfológica explícita para a RI, sendo a prosódia uma pista importante. Por exemplo, na sentença *Tem Zuki na caixa na gaveta no armário*, há uma possível ambiguidade estrutural em relação à leitura distributiva e recursiva, dada pela possibilidade de interpretar expressões nominais nuas como plural e a ausência de marcador morfológico. Roeper (2011) propõe que é na última fase da aquisição de RI que a criança adquire a estrutura recursiva de encaixe, quando substitui um nódulo de complemento não

¹⁵ Tradução do original: “If variation exists in where languages allow recursion, then an acquisition challenge exists.” (Roeper, 2011; p. 82).

recursivo por um nóculo recursivo dentro das possibilidades formais que a sua língua oferece.

Porém, há uma dificuldade em evidenciar as diferentes formas representacionais disponíveis ao longo da aquisição, já que dados empíricos refletem processamento que depende de uma interação entre o conhecimento gramatical e fatores variados que afetam o desempenho. A diferença entre crianças e adultos é que a criança está em fase de desenvolvimento, submetido ainda ao um processo de maturação cerebral, que tanto influencia na consolidação das computações linguísticas quanto no desempenho de modo mais geral no âmbito das funções executivas. Dessa forma, estruturas como RI sobrecarregam o processamento, por exemplo, por conta da complexidade semântica e sintática. Pérez-Leroux *et al.* (2018) elenca a dificuldade em lidar com a carga adicional na interface sintático-semântica como fator principal para as crianças evitarem a interpretação mais restritiva. Por isso, a criança pode ter um viés para a computação RD, simplesmente, por evitarem a carga computacional veiculada por RI. De fato, a literatura mostra que crianças apresentam uma preferência por produções e interpretações conjuntivas nos primeiros anos de vida (Matthei, 1982; Limbach e Adone, 2010; Gentile, 2003; Fujimori, 2010; Pérez-Leroux, 2012; Merx, 2016; Hiraga, 2010; Hollebrandse *et al.*, 2008). Esse quadro se complica mais ainda do ponto de vista da investigação experimental. Estudos impõem contextos pragmáticos e tarefas cognitivas que por vezes sobrecarregam o processamento da criança de tal forma que é difícil dissociar os efeitos oriundos da manipulação da variável dos demais.

Na presente análise fizemos uma tentativa de separar esses efeitos. Também tentamos contribuir na inovação de metodologias que se adequassem para a faixa etária, que criassem um contexto pragmático motivador. No cômputo geral, fica claro que muitas habilidades precisam convergir para se chegar a um melhor desempenho no processamento de RI. Reiteramos a nossa interpretação de que o processo de aquisição de recursividade iterativa plena se dá em estágios progressivos. Por ora, nossos dados mostram que o final desse processo não ocorre ainda aos cinco anos. Futuros estudos poderiam evidenciar se esse percurso progressivo para o PB se consolida a partir de seis anos, como aponta a literatura para outras línguas (Pérez-Leroux *et al.*, 2015).

Referências

AMARAL, L.; MAIA, M., A.; ROEPER, T., *Recursion Across Domains*. Cambridge University Press, 2018.

BAAYEN, R. H.; DAVIDSON, D. J.; BATES, D. M. *Mixed-effects modeling with crossed random effects*

for subjects and items. *Journal of Memory and Language*, v. 59, 2008, p. 390-412. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jml.2007.12.005>

BATES, D.; MAECHLER, M.; BOLKER, B.; WALKER, S. Fitting linear mixed-effects models using lme4. *Journal of Statistical Software*, v. 67, n.1, 2015, p. 1-48. DOI: <https://doi.org/10.18637/jss.v067.i01>

BERWICK, R. C.; FRIEDERICI, A.D.; CHOMSKY, N.; BOLHUIS, J. Evolution, brain, and the nature of language. *Trends in Cognitive Science*, v. 17, n. 2, 2013.

BIERMAN, K.; NIX, R.; GREENBERG, M.; DOMITROVICH, C.E. Executive functions and school readiness intervention: Impact, moderation, and mediation in the Head Start REDI program. *Development and Psychopathology*, v. 20. n. 3. 2008.

BOERSMA, P.; WEENINK, D. *Praat, a system for doing phonetics by computer*, version 5.1.10. Institute of Phonetic sciences of the University of Amsterdam, 2011.

BRAUER, J.; ANWANDER, A.; FRIEDERICI, A. D. Neuroanatomical prerequisites for language functions in the maturing brain. *Cerebral cortex*, v. 21, n. 2, 2011, p. 459-466.

CDCHU (Center on the Developing Child at Harvard University). *Enhancing and Practicing Executive Function Skills with Children from Infancy to Adolescence*. Harvard University, 2014. Retirado de www.developingchild.harvard.edu. Acessado em agosto de 2020.

CHOMSKY, N. Principles and parameters in syntactic theory. In: HORNSTEIN, N.; LIGHTFOOT, D. (Eds). *Explanation in Linguistics: The logical problem of language acquisition*. Harlow: Longman, 1981, p. 32-75.

_____. Beyond explanatory adequacy. *MIT Occasional Papers in Linguistics* 20, 2001

_____. Problems of projection. *Lingua*, v. 130, 2013, p. 33-49.

DE CARVALHO, A; DAUTRICHE, I., CHRISTOPHE, A. Preschoolers use phrasal prosody online to constrain syntactic analysis. *Developmental Science*, v. 19, n.2, 2016a, p. 235-250.

_____; LIDZ, J.; TIEU, L.; BLEAM, T.; CHRISTOPHE, A. English-speaking preschoolers can use phrasal prosody for syntactic parsing. *Journal of the Acoustical Society of America*, v. 13, n.6, 2016b, p. 216-222.

_____, A., DAUTRICHE, I; LIN, I.; CHRISTOPHE, A. Phrasal prosody constrains syntactic analysis in toddlers. *Cognition*, v. 163, 2017, p. 67-79.

DI SCIULLO, A. M. On the domain specificity of the human language faculty and the effects of principles of computational efficiency: contrasting language and mathematics. *Revista Linguística*, v. 11, n. 1, 2015.

FRIEDERICI, A. D. Processing local transitions versus long-distance syntactic hierarchies, *Trends in Cognitive Sciences*, v. 8, n. 6, 2004.

_____; BRAUER, J. Syntactic complexity in the brain. *Syntactic Complexity: Diachrony, Acquisition, Neurocognition, Evolution*, 2009.

FUJIMORI, C. *Acquisition of recursive possessives in Japanese*. (Dissertação de mestrado). University of Massachusetts Amherst, 2010.

GENTILE, S. *On the acquisition of left-branching recursive possessives*. (Dissertação honrosa de bacharel). University of Massachusetts Amherst, 2003.

HAUSER, M. D., CHOMSKY, N., FITCH, W. *The faculty of language: What is it, who has it, and how did it evolve?* *Science*, v. 298, n. 5598, 2002.

HIRAGA, M. *Acquisition of recursive verbal compound nouns*. University of Massachusetts Amherst, 2010.

HOLLEBRANDSE, B.; HOBBS, K.; DE VILLIERS, J.; ROEPER, T. Second order embedding and second order false belief. In: GAVARRÓ, A., FREITAS, M. J. *Proceedings of generative approaches to language acquisition 2007*. Cambridge: Cambridge Scholars, 2008.

JARQUE, C.; BERA, A. Efficient tests for normality, homoscedasticity and serial independence of regression residuals. *Economics letters*, v. 6, n. 3, 1980, p. 255-259.

KUZNETSOVA, A.; BROCKHOFF, Per B.; CHRISTENSEN, R. lmerTest package: tests in linear mixed effects models. *Journal of statistical software*, v. 82, n. 13, 2017. DOI:10.18637/jss.v082.i13

LAGE, A; FRANÇA, A.; SOTO, M.; PINTO, M.; RIBEIRO, N.; COSTA, S. Eye-tracking children's acquisition of three recursive structures using PPs in Brazilian Portuguese. *Linguistic Analysis*, 2020.

LIMBACH, M.; ADONE, D. Language acquisition of recursive possessives in English. *Proceedings of Boston University Conference on Language Development (BUCLD)*, v. 34, 2010.

LEGATE, J. *Clausal recursion and embedding in Warlpiri*. Ms. University of Pennsylvania, 2009.

LENTH, R. *lsmmeans: Least-Squares Means*. Rpackageversion2.20-23, 2015 <<http://CRAN.R-project.org/package=lsmmeans>>.

LIMA, S.; GOMES, A. Q. The interpretation of Brazilian Portuguese bare singulars in neutral contexts, *Revista Letras*, n.93, Curitiba, jan/jun, 2016, p. 193-209.

MAIA, M., FRANÇA, A. I., GESUALDI, A., LAGE, A. C., GOMES, J. N., SOTO, M., SILVA, C. The processing of PP embedding and coordination in Karaja and in Portuguese. In: AMARAL, L., MAIA, M., NEVINS, A., ROEPER, T., *Recursion Across Domains*, Cambridge University Press, 2018.

MARMOLEJO-RAMOS, F.; COUSINEAU, D.; BENITES, L.; MAEHARA, R. On the efficacy of procedures to normalize Ex-Gaussian distributions. *Frontiers in Psychology*. v.5, jan. 2015.

MATHÔT, S.; SCHREIJ, D.; THEEUWES, J. OpenSesame: An open-source, graphical experiment builder for the social sciences. *Behavior research methods*, v. 44, n. 2, 2012, p. 314-324. DOI: 10.3758/s13428-011-0168-7

MATTHEI, E. The acquisition of prenominal modifier sequences. *Cognition*, v. 11, n.3, 1982, p. 301-332.

MAZUKA, R.; ITOH, K.; KIRITANI, S.; NIWA, S.; IKEJIRI, K.; NAITOH, K. Processing of Japanese garden-path, center-embedded, and multiply-left-embedded sentences: Reading time data from an eye movement study. *Annual Bulletin of the Research Institute of Logopedics and Phoniatrics*, v. 23, 1989.

MERX, M. *The production and comprehension of recursive prepositional phrases and possessives in Dutch children and adults*. Dissertação de mestrado. University of Groningen, 2016.

PÉREZ-LEROUX, A.; CASTILLA-EARLS, A.; BEJAR, S.; MASSAM, D. Elmo's Sister's Ball: The Problem of Acquiring Nominal Recursion. *Language acquisition*, v. 19, n. 4, 2012.

_____; T., PETERSON, T., CASTILLA-EARLS, A., BÉJAR, S., & MASSAM, D. *Nominal Reference, Modification, and the Acquisition of Complex NPs*. 2015.

_____; CASTILLA-EARLS, A.; BÉJAR, S.; MASSAM, D.; PETERSON, T. Strong Continuity and Children's Development of DP Recursion. In: AMARAL, L.; MAIA, M., A.; ROEPER, T., *Recursion Across Domains*, Cambridge University Press, 2018, p. 296-313.

PHILLIPS, C.; EHRENHOFER, L. The role of language processing in language acquisition. *Linguistic approaches to bilingualism*, v. 5, n. 4, 2015, p. 409-453.

R CORE TEAM R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>, 2013.

ROEPER, T.; SNYDER, W. *Language learnability and the forms of recursion*. UG and External Systems: Language, Brain and Computation, Amsterdam/Philadelphia: John Benjamins, 2005.

_____. *The acquisition of recursion: How formalism articulates the child's path*. *BiLinguistics*, v. 5, n. 1, 2011

_____; PÉREZ-LEROUX, A.T. Simplicity and complexity in child language and its explanation. *Infancia y Aprendizaje*, v. 34, n. 3, 2011.

_____; OSEKI, Y. Direct Structured Recursion in the Acquisition Path from Flat to Hierarchical Structures. In: AMARAL, L.; MAIA, M., A.; ROEPER, T., *Recursion Across Domains*, Cambridge University Press, 2018.

REUTER, T.; FEIMAN, R.; SNEDEKER, J. Getting to No: Pragmatic and Semantic Factors in Two-and Three-Year-Olds' Understanding of Negation. *Child development*, v. 89, n. 4, 2018, p. 364-381.

RUMMER, R.; ENGEELKAMP, J.; KONIECZNY, L. The subordination effect: evidence from self-paced reading and recall. *European Journal of Cognitive Psychology*, v. 15, n. 3, 2003.

TERUNUMA, A.; ISOBE, M.; NAKAJIMA, M.; OKABE, R.; INABA, S.; INOKUMA, S.; NAKATO, T.; LAMENDOLA; M. SCOTT, J. Acquisition of recursive possessives and locatives within DPs in Japanese. *Proceedings of the 41st Annual Boston University Conference on Language Development*, 2017, p. 626-636.

SCHMITT, C.; MILLER, K. Using comprehension methods in language acquisition research. In: BLOM, E., UNSWORTH, S. *Experimental methods in language acquisition research*. Amsterdam:

John Benjamins Publishing, 2010.

SEVCENCO, A.; AVRAM, L.; TOMESCU, V. The acquisition of recursive locative PPs and subject relative clauses by Romanian-Hungarian bilingual children - the view from comprehension. *13th Generative Approaches to Language (GALA 13)*, Universitat de les Illes Balears (UIB), Palma de Mallorca (Spain), 2017.

SOUZA, M.; NAME, C. O processamento de Nominais Nus em PB: investigando interfaces entre domínios cognitivos. *Gragoatá*, Niterói, v.23, n. 46, mai/ago, 2018, p. 405-426.

SKEIDE, M. A.; FRIEDERICI, A. D. The ontogeny of the cortical language network. *Nature Reviews Neuroscience*, v. 17, n. 5, 2016, p. 323.

WICKHAM, H. *ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis*. Springer-Verlag New York, 2016

WILSON, S.M.; GALANTUCCI, S.; TARTAGLIA, M.C.; RISING, K.; PATTERSON, D.K.; HENRY, M.L.; OGAR, J.M.; DELEON, J.; MILLER, B.L; GORNO-TEMPINI, M.L. Syntactic processing depends on dorsal language tracts. *Neuron*. v. 72, 2011, p. 397–403.
