

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE EDUCAÇÃO E CIÊNCIAS HUMANAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM PSICOLOGIA

**Efeitos da probabilidade transicional e fonotática na extração de
palavras e mapeamento simultâneo com estímulos visuais ao longo de
tentativas ambíguas**

Este trabalho foi apoiado pela FAPESP
(Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de
São Paulo - Processo 2018/18748-5)

Isabella Toselli Prequero
Orientadora: Prof.^a Dr.^a Débora de Hollanda Souza

São Carlos – SP
2021

**Efeitos da probabilidade transicional e fonotática na extração de
palavras e mapeamento simultâneo com estímulos visuais ao longo de
tentativas ambíguas**

Isabella Prequero

Discente

Isabela Toselli Prequero

Débora de Hollanda Souza

Orientadora

Prof^a. Dr^a. Débora de Hollanda Souza

Trabalho apresentado como requisito para
conclusão no curso de *Graduação em
Psicologia* da Universidade Federal de
São Carlos, sob orientação da Prof^a. Dr^a.
Débora de Hollanda Souza

São Carlos

2021

Resumo

O presente estudo investigou o efeito do alinhamento ou desalinhamento das probabilidades transicional e fonotática em uma tarefa de segmentação e mapeamento simultâneo ao longo de tentativas ambíguas. Participaram 40 adultos, que foram aleatoriamente divididos em dois grupos. O primeiro grupo ouviu uma língua com as probabilidades alinhadas e o segundo, uma língua com as probabilidades desalinhadas. O experimento foi realizado em uma sala do Laboratório de Interações Sociais da UFSCar e as tarefas eram apresentadas em um monitor de vídeo e realizadas com a ajuda de um teclado conectado ao notebook onde o programa era rodado. O experimento era formado por três fases: familiarização com a língua, teste de segmentação, e teste de mapeamento. Depois de realizar os testes, os participantes respondiam a um questionário que continha perguntas sobre a sua fluência em outras línguas. A hipótese do estudo era a de que a tarefa de mapeamento facilitaria a extração das palavras, independentemente do alinhamento ou não das probabilidades. Os resultados demonstraram que os participantes da língua 1 foram capazes de extrair as palavras e de mapeá-las aos seus referentes. Os participantes da língua 3, entretanto, não segmentaram as palavras acima do esperado pelo acaso, mas foram capazes de mapeá-las aos seus referentes. Possivelmente, o desalinhamento das probabilidades afetou a preferência no teste de segmentação. É necessário que um próximo estudo investigue o processo de segmentação com a L3 para que se possa explicar os resultados obtidos no presente estudo.

Palavras-chave: aquisição de linguagem, segmentação de fala, probabilidade fonotática, probabilidade transicional

Abstract

The present study aimed to investigate the effect of the alignment or misalignment of transitional and phonotactic probabilities on a task of segmentation and simultaneous mapping across ambiguous trials. Forty individuals participated and they were randomly assigned to two groups. The first group listened to a language with aligned probabilities and the second group listened to the same language, but with misaligned probabilities. The experiment was conducted in the Laboratory of Social Interactions of UFSCar and the tasks were presented on a video monitor and performed with the help of a keyboard connected to the notebook where the program was run. The experiment consisted of computer tasks divided into three phases: familiarization with the language, a segmentation test and a mapping test. After doing the tests, participants answered a questionnaire containing questions about their fluency in other languages. The hypothesis was that the word mapping would facilitate word segmentation regardless of the alignment or misalignment of the two probabilities. The results showed that participants of language 1 were able to extract the words and map them to their referents. Language 3 participants, however, did not segment the words above chance, but were able to map them to their referents. Possibly, misalignment of the probabilities affected the preference in the segmentation test. A next study needs to investigate the segmentation process with L3 in order to explain the results obtained in the present study.

Keywords: language acquisition, speech segmentation, phonotactic probability, transitional probability

Introdução

A aquisição de linguagem se inicia logo nos primeiros meses de vida dos bebês e ocorre como decorrência de um conjunto de processos maturacionais e estimulações ambientais (Choi, Black, & Werker, 2018; Werker & Gervain, 2013). Antes mesmo do primeiro aniversário, bebês já se mostram atentos às regularidades do *input* linguístico (e.g., prosódia, probabilidade transicional, probabilidade fonotática) e as usam para superar os desafios envolvidos na aquisição de linguagem (e.g., Aslin, 2017; Estes, Gluck, & Grimm, 2016; Hay, Estes, Wang, & Saffran, 2015; Saffran, Aslin, & Newport, 1996; Shukla, White, & Aslin, 2011).

Um desses desafios envolve descobrir quais são as palavras de uma língua. Diferentemente da escrita, não há pausas consistentes entre as palavras na língua oral e poucas palavras ocorrem em isolamento (~10%, Brent & Siskind, 2001). Uma forma de descobrir o início e o fim das palavras é por meio do rastreamento das probabilidades transicionais entre os sons de uma fala. A probabilidade transicional (PT) representa a chance de uma determinada sílaba (x) ser seguida por outra (y), e pode ser calculada pela divisão da ocorrência de xy pela ocorrência de x . Quanto mais próxima de 1, maior a chance das sílabas coocorrerem, e quanto mais próxima de 0, menor a chance.

Saffran, Aslin, & Newport (1996) investigaram se bebês de 8 meses de idade extraem palavras de uma fala contínua com base na PT entre as suas sílabas. O experimento consistiu na apresentação de um discurso contínuo composto por quatro palavras trissilábicas inventadas (PT das sílabas intra-palavra = 1, ou seja, sempre coocorriam), repetidas o mesmo número de vezes (45x). Por outro lado, a PT das sílabas que ocorriam entre as palavras, nas fronteiras, era de 0,33. As demais regularidades linguísticas (i.e., prosódia, fonotática, densidade de vizinhança) foram controladas. Após a exposição à fala, durante dois minutos, a extração das palavras foi testada pela

repetição de: palavras (PT = 1), parte-palavras (junção das sílabas de duas palavras; PT = 0,33), e não-palavras (sequência de sílabas que não ocorreram nenhuma vez durante a fala contínua, PT = 0). Cada um desses estímulos foi apresentado individualmente e era repetido até que os bebês desviassem o olhar da fonte sonora por mais de 2 segundos, o que seria indicativo de perda de interesse do mesmo. Os participantes olharam por mais tempo para a fonte sonora quando ouviam parte-palavras ou não-palavras, indicando que eles discriminaram entre sequências sonoras com alta PT (palavras) e sequências sonoras com baixa PT (parte-palavras e não-palavras). Além disso, a preferência por parte-palavras e não palavras pode indicar um movimento de assimilação e generalização de padrões sonoros que destoam daqueles com os quais os participantes estão familiarizados em sua língua materna (Name, 2012). A consistência dos achados de Saffran et al. (1996) foi confirmada em inúmeras replicações (para revisões, ver Krogh, Vlach, & Johnson, 2013; Romberg & Saffran, 2010), e mais recentemente, em uma meta-análise (Black & Bergmann, 2017).

Além de extrair as palavras de falas contínuas, outro desafio central na aprendizagem de uma língua é mapear essas palavras a referentes (Lany & Saffran, 2013). Em uma série de experimentos, Thiessen (2010) adaptou o procedimento de Saffran et al. (1996) para investigar a interação entre segmentação e mapeamento. Durante a familiarização, além de ouvir a fala contínua (com palavras com PT = 1 e parte-palavras com PT = 0,33), os participantes adultos também viam uma sequência de figuras, sendo que o início e o fim de cada figura foram sincronizados com o início e o fim de cada palavra. Os participantes segmentaram as palavras e simultaneamente as mapearam aos referentes visuais quando esses foram pareados consistentemente (uma figura para cada palavra). Além disso, a comparação com um grupo controle, que foi exposto somente à fala contínua, demonstrou que as dicas visuais aumentaram

significativamente a acurácia da extração de palavras (resultados semelhantes são descritos por Cunillera, Càmara, Laine, & Rodríguez-Fornells, 2010).

Avançando nessa direção, Cunillera, Laine, Càmara, e Rodríguez-Fornells (2010) demonstraram que adultos extraem palavras de uma fala contínua e simultaneamente as mapeiam a referentes visuais quando esses são consistentemente pareados (uma figura para cada palavra) ou inconsistentemente pareados (mais de uma figura por palavra). Além disso, o mapeamento ocorreu mesmo quando a apresentação das figuras foi dessincronizada em $\pm 100\text{ms}$, $\pm 150\text{ms}$, e $\pm 200\text{ms}$ em relação ao início e ao fim das palavras da fala contínua.

Apesar dos efeitos da integração de dicas auditivas e visuais não ambíguas, o ambiente linguístico é composto por diversos referentes aos quais as palavras podem ser relacionadas, caracterizando situações ambíguas de aprendizagem (Quine, 1960).

Buscando investigar se dicas estatísticas podem promover a aprendizagem de relações entre palavras e referentes em situações ambíguas, Yu & Smith (2007) expuseram adultos a uma sequência de tentativas que continham várias palavras faladas e várias figuras por tentativa (2 x 2, 3 x 3, 4 x 4; Figura 1).

Dezoito pares palavra-objeto foram combinados entre si e apresentados por seis vezes ao longo da familiarização. Os participantes foram instruídos a descobrir as relações entre palavras e figuras. Embora isso fosse altamente improvável em uma única tentativa, a comparação das coocorrências ao longo das tentativas eliminava a ambiguidade (Figura 1). Os participantes mapearam as palavras a figuras acima do esperado pelo acaso, independentemente do grau de ambiguidade (2 x 2, 3 x 3, 4 x 4), demonstrando que a coocorrência entre palavra e figura é uma dica utilizada para superar a ambiguidade em contextos linguísticos. Os resultados de Yu e Smith foram

replicados inúmeras vezes, com populações variadas (para um panorama veja, Vlach & DeBrock, 2017).

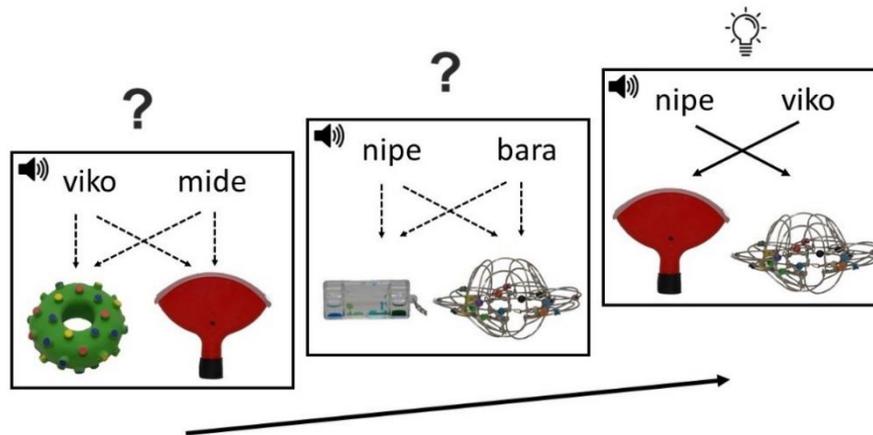


Figura 1. Representação de três tentativas ambíguas (2 x 2) utilizadas por Yu e Smith (2007). As setas tracejadas indicam as possíveis relações entre os estímulos. Se o participante mapear a coocorrência entre palavras e figuras ao longo das tentativas, então, na terceira tentativa, as relações entre as palavras e as figuras podem ser estabelecidas (setas cheias).

Nenhuma das pesquisas descritas (ou citadas) até o momento foi conduzida com falantes do Português-Brasileiro. A primeira investigação a medir o efeito de dicas estatísticas em tarefas de extração de palavras de falas contínuas e mapeamento ao longo de tentativas ambíguas com falantes do Português-Brasileiro está sendo conduzida pelo doutorando em Psicologia, na UFSCar, Rodrigo Dal Ben (Processo # 2015/26389-7), sob orientação da Prof.^a Dr.^a Débora de Hollanda Souza. Em uma série de estudos, a investigação aborda os processos de extração e mapeamento separadamente (um processo por vez), sequencialmente (extração seguida de mapeamento ao longo de tentativas ambíguas) e simultaneamente (extração e mapeamento simultaneamente).

O primeiro estudo conduzido por Dal Ben investigou a extração de palavras de falas contínuas separadamente. Para tanto, o pesquisador criou uma língua contendo seis palavras dissilábicas inventadas com probabilidades fonotáticas e densidades de vizinhança (i.e., n de Coltheart e Distância Fonológica de Levenshtein 20) (e.g., Storkel & Hoover, 2010; Vitevitch & Luce, 2004; Yarkoni, Balota, & Yap, 2008) controladas em relação ao Português-Brasileiro (Estivalet & Dal Ben, 2018). Tais palavras (PT = 1) foram combinadas entre si de modo a gerar seis parte-palavras (PT = 0,5; Tabela 1). Em seguida, as palavras foram concatenadas em uma sequência pseudorandomizada, sendo que a mesma palavra nunca ocorreu em sequência e metade das palavras foram repetidas o dobro de vezes da outra metade (300 vs. 150) balanceando a frequência entre as palavras e as parte-palavras testadas (Aslin, Saffran, & Newport, 1998). Por fim, a fala foi gerada no sintetizador MBROLA (com a voz feminina br4; Dutoit, Pagel, Pierret, Bataille, & van der Vrecken, 1996) que controlou quaisquer dicas prosódicas que pudessem influenciar a tarefa (entonação padronizada em 180Hz, intensidade padronizada em 77dB, e duração de cada palavra padronizada em 696ms), e teve duração 15 min 39 s e 424 ms.

Tabela 1

Probabilidade Fonotática (Pbf), Densidade de Vizinhaça [i.e., n de Coltheart, Distância Fonética de Levenshtein 20 (DFL20)], e valor médio das dimensões para cada palavra (esquerda) e parte-palavra (direita).

	Palavras			Parte-palavras			
	Pbf	n de Coltheart	DFL20	Pbf	n de Coltheart	DFL20	
dini	0,060	10	1,4	nipe	0,012	4	1,65
deta	0,042	19	1	tadi	0,015	2	1,8
pemi	0,030	7	1,6	mide	0,016	19	1
sute	0,036	6	1,2	teba	0,014	12	1,15
viko	0,021	5	1,35	kosu	0,029	1	1,95
bara	0,035	25	1	ravi	0,013	7	1,55
Média	0,037	12	1,26	Média	0,017	7,5	1,52

No primeiro experimento, 40 adultos foram familiarizados com a fala contínua enquanto jogavam jogos distratores (cf. Saffran, Newport, Aslin, Tunick, & Barrueco, 1997). Na fase de teste, a cada tentativa, os participantes escutavam uma palavra (de baixa frequência, repetida 150x na fala) e uma parte-palavra (de alta frequência, repetida 150x na fala), separadas por uma pausa de 500ms, e indicavam qual delas se parecia mais com as palavras da língua escutada na fase anterior. Os participantes extraíram as palavras acima do esperado pelo acaso [$M = 0,64$; $SD = 0,252$; $t(39) = 3,517$; $p = 0,001$; $d = 0,556$; IC 95% (0,22; 0,886)]. Além disso, houve uma correlação positiva entre o desempenho médio para cada palavra e as suas probabilidades fonotáticas [$r = 0,733$; $p = 0,007$; IC 95% (0,274; 0,92)], indicando que a diferença de probabilidade fonotática entre palavras e parte-palavras pode ter atuado em conjunto com a diferença de PTs para facilitar a extração das palavras da fala contínua.

Para testar essa hipótese, no segundo experimento, as palavras e parte-palavras da língua foram invertidas de função: as parte-palavras se tornaram palavras e vice-

versa. Nessa versão, as palavras possuíam alta PT, porém baixa probabilidade fonotática, e o contrário ocorreu para as parte-palavras. Vinte e um adultos foram expostos ao mesmo procedimento do experimento anterior. No entanto, eles não diferenciaram as palavras das parte-palavras na fase de teste [$M = 0,439$; $SD = 0,233$; $t(20) = -1,197$; $p = 0,245$; $d = -0,261$; IC 95 (-0,693; 0,177)]. A comparação dos resultados do experimento 1 e 2 demonstra que a interação das probabilidades transicionais e fonotáticas pode tanto facilitar a extração de palavras de falas contínuas, quando alinhadas, quanto impossibilitar a extração, quando desalinhadas (resultados similares são relatados por Mersad & Nazzi, 2011).

Em experimentos posteriores, as palavras foram extraídas acima do esperado pelo acaso com base na PT de suas sílabas quando as probabilidades fonotáticas das palavras e parte-palavras foram balanceadas. Em outro experimento, elas também foram mapeadas a figuras ao longo de tentativas ambíguas (replicando Yu & Smith, 2007). Além disso, os resultados preliminares de um experimento em andamento têm indicado que tanto a extração quanto o mapeamento são facilitados quando dicas visuais ambíguas são combinadas com a fala contínua (duas palavras e duas figuras coocorrendo por vez).

As pesquisas descritas até o momento indicam que: 1) a integração de dicas visuais não ambíguas e dicas auditivas facilitam a extração de palavras de falas contínuas e promovem o mapeamento simultâneo com referentes em situações não ambíguas (Cunillera, Càmara et al., 2010; Cunillera, Laine et al., 2010; Thiessen, 2010), 2) a coocorrência entre palavras e figuras promove o mapeamento em situações ambíguas (Yu & Smith, 2007), 3) a interação entre probabilidades transicionais e fonotáticas pode facilitar ou impossibilitar a extração de palavras que seguem as estatísticas do Português-Brasileiro, e 4) resultados preliminares indicam que a

integração de dicas visuais e auditivas ao longo de tentativas ambíguas facilita tanto a extração quanto o mapeamento das palavras por falantes do Português-Brasileiro.

Diante desse cenário, a presente pesquisa buscou investigar o papel do alinhamento (ou desalinhamento) das probabilidades transicionais e fonotáticas das palavras de uma fala contínua na extração e mapeamento simultâneo com estímulos visuais ao longo de tentativas ambíguas. Para responder a essa pergunta, os participantes foram divididos em dois grupos. Ambos foram expostos a uma fala contínua combinada com figuras ao longo de tentativas ambíguas. O primeiro grupo ouviu uma fala com palavras cujas probabilidades transicionais e fonotáticas estavam alinhadas (Tabela 1) e o segundo grupo ouviu uma fala com as probabilidades desalinhadas (inverso do primeiro grupo). O conjunto dos resultados da presente investigação e dos experimentos anteriores informou sobre os efeitos da variação do conjunto de dicas transicionais e fonotáticas na extração e mapeamento simultâneo. Tais comparações são inéditas na literatura e contribuirão para o avanço do nosso conhecimento sobre o papel de dicas estatísticas na superação dos desafios envolvidos na aquisição de linguagem (Rasanen & Rasilo, 2015; Saffran, 2014; Smith, Suanda, & Yu, 2014).

Método

Participantes

Quarenta jovens adultos participaram do presente estudo. Eles foram recrutados por meio de postagens no grupo da UFSCar no Facebook. Para participar, eles deveriam assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido¹. Eles foram aleatoriamente distribuídos em dois grupos, com 20 participantes cada.

¹ Todos os procedimentos éticos relativos ao presente estudo foram aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da Universidade Federal de São Carlos (Parecer # 1.484.847).

Situação experimental e Equipamentos

O experimento foi conduzido em uma sala de coleta de dados do Laboratório de Interações Sociais (LIS) da UFSCar, que faz parte do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia sobre Comportamento, Cognição e Ensino (INCT-ECCE). As instruções e as tarefas experimentais eram apresentadas em um computador por meio do software *Psychopy2* (Peirce et al., 2019). Os estímulos auditivos eram apresentados por meio de um fone de ouvido profissional (Sony MDR 7506) conectado ao computador e os participantes eram solicitados a responder usando um teclado numérico adaptado.

Estímulos experimentais

Duas versões da língua criada por Dal Ben (2018) foram utilizadas no presente estudo. O processo de gravação e todas as dimensões sonoras foram as mesmas das descritas anteriormente (i.e., 180Hz de entonação, 77dB de intensidade, 696ms de duração para cada palavra). Cada versão era composta por seis palavras (Tabela 1). Na primeira língua, as palavras tinham probabilidades transicional e fonotática alinhadas (e.g., “viko”, “nipe”; Tabela 1); já na segunda, as probabilidades estavam desalinhadas, as palavras tinham baixa probabilidade fonotática e alta probabilidade transicional, e o inverso ocorria nas parte-palavras. Em cada versão, três palavras eram repetidas 300 vezes e as outras três palavras eram repetidas 150 vezes. Logo, o número de repetições das palavras de baixa frequência era balanceado com o número de repetições das parte-palavras de alta frequência (150x cada). A duração total de ambas versões era de 15 min 39 s e 424 ms.

Seis figuras inventadas foram selecionadas da base de figuras NOUN (Horst & Hout, 2016). Elas foram escolhidas com base no seu grau de novidade ($M = 77\%$) e de discriminabilidade ($M = 90\%$). Todas as figuras eram fotos 3D de objetos coloridos

realísticos. Cada figura foi combinada randomicamente com uma palavra, formando seis pares palavra-figura.

Desenho experimental

O experimento era formado por 3 fases (Figura 2): familiarização, teste de segmentação, e teste de mapeamento. Na primeira fase, os participantes ouviam uma fala contínua enquanto viam figuras na tela do computador. Duas figuras eram apresentadas na tela e permaneciam enquanto as duas palavras correspondentes estavam sendo tocadas (dois pares por vez; cf. Figura 1), e assim sucessivamente. O aparecimento ou retirada das figuras era dessincronizado em ± 100 , ± 150 , ± 200 ms do início ou fim das palavras para evitar que a sincronia servisse como dica para a segmentação. Entretanto, a duração total das figuras na tarefa era equilibrada entre os estímulos. O teste de segmentação consistia na escolha forçada entre duas opções: cada uma das três palavras de baixa frequência (150 repetições) era contrastada com as três parte-palavras de alta frequência (150 repetições) por 6 vezes (18 tentativas). O teste de mapeamento exigia que o participante escolhesse uma entre quatro figuras após uma palavra ser apresentada (escolha forçada entre quatro tentativas). Cada par era testado duas vezes (12 tentativas).

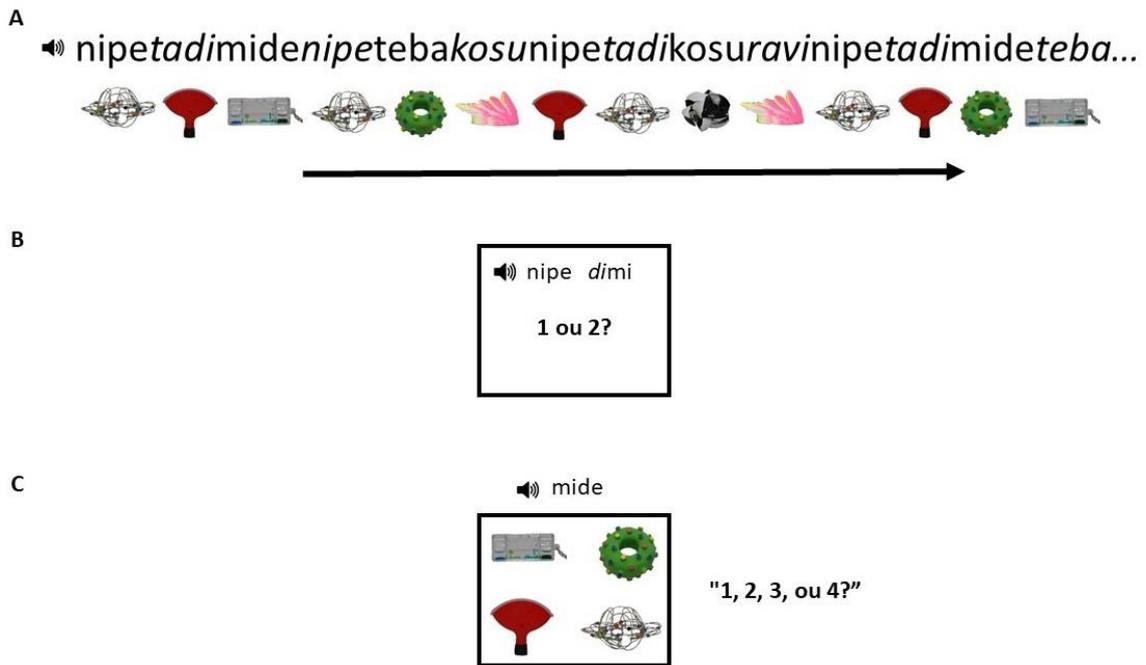


Figura 2. Representação da fase de familiarização com a fala contínua e pares (A), teste de extração de palavras (B) e teste de mapeamento (C).

Procedimento

O experimento era realizado individualmente. No início, o participante ouvia uma música de 77dB (mesma intensidade dos estímulos experimentais) e podia ajustar o volume do áudio. Em seguida, ele era instruído de que ouviria uma língua nova, que veria figuras novas/inventadas, e que sua tarefa seria identificar as relações entre palavras e figuras (ele não era informado de que uma única palavra correspondia à apenas uma figura). Após a familiarização, um aquecimento para a fase seguinte era realizado: palavras do Português-Brasileiro (PB) eram comparadas a palavras inventadas e o participante deveria selecionar as existentes no PB.

No teste de extração, ele deveria selecionar quais dos sons ouvidos (palavra e parte-palavra) se assemelhavam mais aos sons da língua apresentada durante a familiarização. Os dois estímulos eram apresentados em sequência e o participante

deveria pressionar a tecla 1 ou a tecla 2 se o primeiro ou o segundo som fosse o mais semelhante à língua. Após essa fase, o participante avaliava o próprio desempenho: deveria pressionar – no teclado adaptado – 1 se estivesse que acertou entre 0 e 25% das tentativas, 2 para 25 e 50%, 3 para 50 e 75%, e 4 para 75 e 100%.

Antes de prosseguir para o teste de mapeamento, um treino era realizado. Eram apresentadas palavras e figuras conhecidas e o participante deveria escolher a figura que correspondia à palavra ouvida. Durante o teste de mapeamento, o participante deveria indicar qual figura, dentre as quatro, correspondia à palavra ouvida. Em seguida, ele deveria estimar seu desempenho, conforme descrito anteriormente.

Finalmente, quando terminadas essas tarefas, a pesquisadora pedia que o participante respondesse um questionário para obter as seguintes informações: seu gênero, idade, nível educacional, nacionalidade, se já residiu no exterior e tempo de residência, língua nativa, proficiência em outras línguas que não o PB, e a existência (ou não) de condições que possam afetar sua percepção auditiva e visual (Apêndice 1; Li, Sepanski, & Zhao, 2006).

Análise de dados

Para cada versão da língua, as principais medidas avaliadas foram a taxa geral de acertos (obtida pela divisão do número de acertos pelo número de tentativas) nos testes de segmentação e mapeamento. Além disso, foram consideradas as latências dos acertos e erros, a auto avaliação sobre o desempenho, e o conhecimento linguístico individual.

Testes estatísticos (teste-t e ANOVA) foram utilizados para investigar possíveis efeitos de gênero sobre o desempenho na tarefa, bem como se o número de acertos nos testes de segmentação e mapeamento diferiam do esperado pelo acaso. Adicionalmente, análises bayesianas² buscaram quantificar a evidência relativa para a hipótese

² As análises foram conduzidas preferencialmente com o software JASP. Não obstante, quando necessário, as bibliotecas para análise bayesiana disponíveis na linguagem R também foram utilizadas.

alternativa e nula. Finalmente, análises de correlação de Spearman foram realizadas para testar possíveis associações entre as variáveis de interesse: (1) o desempenho dos participantes, (2) estimativa deles sobre o seu desempenho (autoavaliação), (3) a idade dos participantes, (4) o número de línguas conhecidas, (5) nível de fluência em língua estrangeira, e (6) tempo de moradia no exterior.

Por fim, as taxas de segmentação e mapeamento para cada versão da língua foram comparadas estatisticamente por meio de testes t de amostras independentes. Diferenças entre as versões puderam revelar efeitos do alinhamento ou desalinhamento das probabilidades fonotáticas e transicionais na extração de palavras e mapeamento a referentes simultaneamente ao longo de tentativas ambíguas.

Resultados

A Tabela 2 apresenta as estatísticas descritivas referentes ao desempenho dos 40 participantes no teste de segmentação, considerando proporção de acerto (número de acerto dividido pelo número de tentativas), média da latência de acerto e média da latência de erro.

Tabela 2.

Médias (DP) no teste de segmentação da língua 1 e da língua 3³.

	L1	L3
Taxa de acerto	870 (200)	570 (300)
Latência acerto (ms)	1005 (900)	1522 (1400)
Latência erro (ms)	800 (1000)	2.573 (1700)

³ Destacamos que apenas duas línguas foram utilizadas no presente estudo, mas optou-se por chamar a segunda língua de L3, tendo em vista que foi a terceira língua criada por Dal Ben (2018).

A Tabela 3, por sua vez, apresenta as estatísticas descritivas do desempenho dos participantes no teste de mapeamento.

Tabela 3

Médias (DP) no teste de mapeamento da língua 1 e da língua 3.

	L1	L3
Taxa de acerto	850 (200)	680 (300)
Latência acerto (ms)	2490 (1300)	2510 (1200)
Latência erro (ms)	800 (1000)	1788 (1700)

A Figura 3 apresenta a representação gráfica do desempenho dos participantes da L1 e da L3 na tarefa de segmentação.

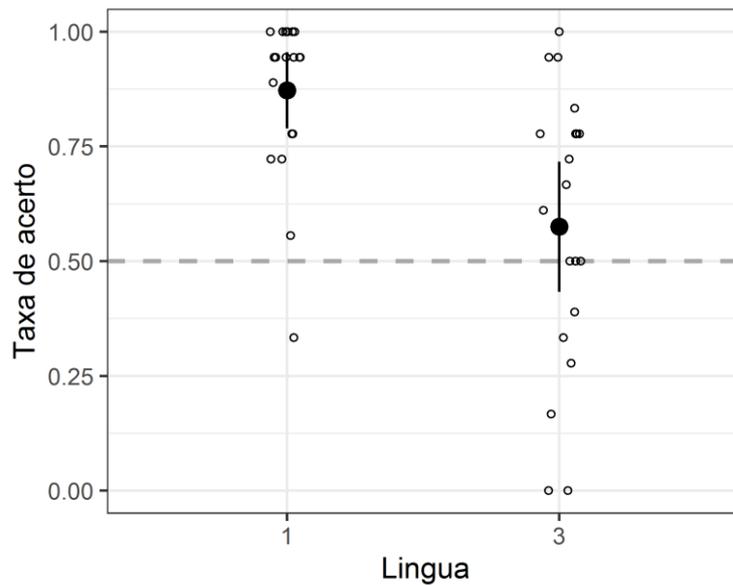


Figura 3. Taxa geral de acerto para cada participante e média geral de acertos na tarefa de segmentação com intervalo de confiança (95%) para cada uma das línguas.

A Figura 4 apresenta a representação gráfica dos participantes das duas línguas na tarefa de mapeamento.

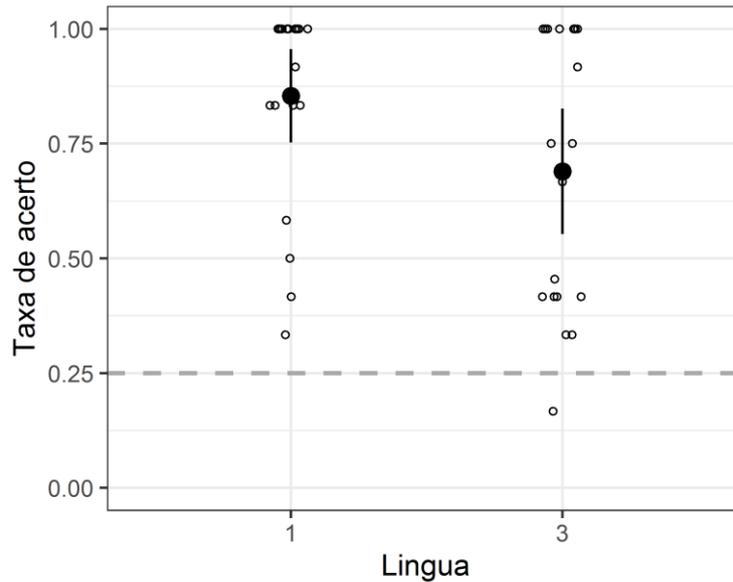


Figura 4. Taxa geral de acerto para cada participante e média geral de acertos na tarefa de mapeamento com intervalo de confiança (95%) para cada uma das línguas.

Um teste t de amostras independentes para a tarefa de segmentação demonstrou que houve diferença significativa entre o desempenho dos participantes dos dois grupos (L1 e L3), $t(38) = 3,786, p < .001$. Para a tarefa de mapeamento, a mesma análise mostrou que houve uma tendência à diferença entre os dois grupos ($t(38) = 2,024, p = 0,05$).

Um teste t de uma amostra revelou que os participantes do grupo L1 tiveram desempenho acima do esperado pelo acaso na tarefa de segmentação, $t(19) = 9,372, p < .001$, e na tarefa de mapeamento, $t(19) = 12,41, p < .001$. Além disso, um teste t bayesiano de uma amostra contra o acaso [com prior padrão Cauchy (0; 0,707), Wagenmakers et al., 2018] indicou forte evidência a favor da hipótese alternativa na tarefa de segmentação e mapeamento ($BF_{10} = 870998.096$; $BF_{10} = 6.395e+07$; respectivamente) e nenhuma evidência a favor da hipótese nula ($BF_{01} = 0$; $BF_{01} = 1,564e-08$; respectivamente).

Já para a L3, os mesmos testes revelaram que o desempenho na tarefa de segmentação não foi acima do esperado pelo acaso, $t(19) = 1,108, p = 0,282$. Na tarefa

de mapeamento, o mesmo teste demonstrou que o desempenho foi acima do esperado pelo acaso, $t(19) = 6,734$, $p < .001$. As análises bayesianas não revelaram evidências a favor da hipótese alternativa ou nula para a segmentação ($BF_{10} = 0,398$; $BF_{01} = 2.512$), diferentemente do que ocorreu para o mapeamento, em que foi encontrada forte evidência em favor da hipótese alternativa ($BF_{10} = 9694959$; $BF_{01} = 0$).

Uma correlação significativa foi encontrada entre o desempenho na tarefa de segmentação e na tarefa de mapeamento para L1 ($r_s = 0,663$, $p = 0,001$; $BF_{10} = 36,44$; $BF_{01} = 0,027$), como apresentada na Figura 5. Para a L3, a correlação não foi significativa e nenhuma evidência foi encontrada para a hipótese alternativa ou nula ($BF_{10} = 2,372$; $BF_{01} = 0,422$); a representação gráfica está na Figura 6.

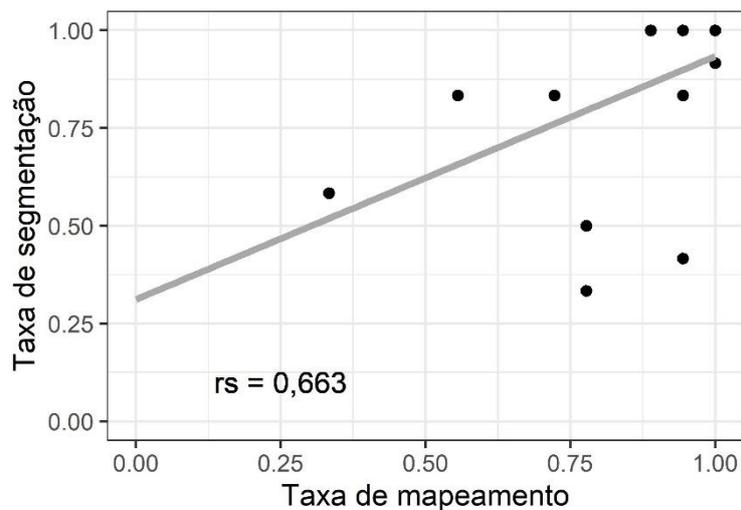


Figura 5. Correlação entre desempenho no teste de segmentação e no teste de mapeamento na L1.

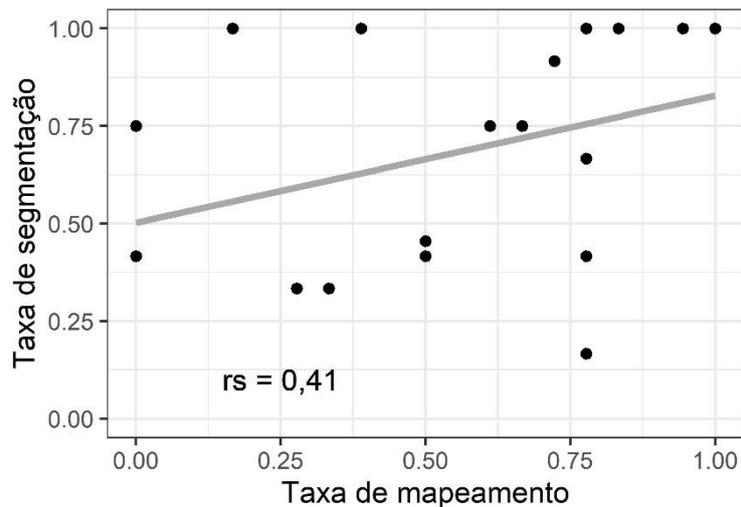


Figura 6. Correlação entre desempenho no teste de segmentação e no teste de mapeamento na L3.

Um teste t de amostras independentes mostrou que não houve diferença significativa entre a latência de acerto dos participantes das duas línguas na tarefa de segmentação [$t(38) = -1,352, p > 0,05$]. Também não foi encontrada diferença significativa entre as línguas para a latência de erro na mesma tarefa [$t(38) = -1,514, p > 0,05$]. O mesmo teste foi feito para a tarefa de mapeamento e, novamente, não foi encontrada diferença significativa entre as línguas na latência de acerto [$t(38) = -0,048, p > 0,05$], mas foi encontrada diferença significativa para a latência de erro e $t(38) = -2,174, p = 0,036$].

Uma análise de correlação entre o desempenho e a autoavaliação na tarefa de segmentação revelou correlação significativa apenas no grupo L1 ($rs = 0,514, p = 0,02$ para a L1 e $rs = 0,123, p = 0,6$ para a L3) e análises bayesianas encontraram evidência a favor da hipótese alternativa apenas para L1 e nenhuma evidência em favor da hipótese nula em ambos os grupos ($BF_{10} = 7,061; BF_{01} = 0,142$, para L1; e $BF_{10} = 0,316; BF_{01} = 3,166$ para L3).

A mesma análise foi feita para o desempenho e autoavaliação na tarefa de mapeamento. Os resultados demonstram que houve uma correlação forte entre a média

de acerto no mapeamento e a autoavaliação em L1 ($rs = 0,591$, $p = 0,006$) e a análise bayesiana demonstrou forte evidência em favor da hipótese alternativa ($BF_{10} = 21,47$). A correlação também foi significativa para L3 ($rs = 0,527$, $p = 0,017$) e uma evidência moderada foi encontrada em favor da hipótese alternativa ($BF_{10} = 8,853$; $BF_{01} = 0,113$).

Não foram encontradas correlações significativas entre idade dos participantes, nível de fluência em língua estrangeira, número de línguas faladas e tempo de moradia no exterior.

Discussão

O estudo teve como objetivo investigar o efeito do alinhamento e desalinhamento das probabilidades transicional e fonotática em uma tarefa de segmentação e mapeamento simultâneo em situações ambíguas. Os participantes da língua 1 foram capazes de extrair palavras de um discurso contínuo acima do esperado pelo acaso, muito provavelmente devido às regularidades da língua, o que vai ao encontro da literatura da área (para revisões, ver Krogh, Vlach, & Johnson, 2013; Romberg & Saffran, 2010). O alinhamento das probabilidades transicional e fonotática pode ter facilitado a discriminação e a escolha pelas palavras em vez das parte-palavras, porque as sílabas das palavras sempre ocorriam juntas e elas eram familiares ao Português-Brasileiro. O grupo também foi capaz de mapear as palavras a seus referentes, mesmo em situação ambígua (Yu & Smith, 2007) e foi encontrada uma forte correlação entre os desempenhos das duas tarefas. Análises bayesianas, como complemento, revelaram forte evidência em favor da hipótese alternativa nas tarefas de segmentação e de mapeamento.

As correlações encontradas entre a média de acerto e a autoavaliação nas tarefas de segmentação e de mapeamento na L1 indicam que os participantes desse grupo foram capazes de estimar adequadamente o seu desempenho em relação a essas tarefas.

É possível que o alinhamento das dicas estatísticas durante a familiarização tenha facilitado o mapeamento, visto que, nessa língua, as palavras são identificadas mais rapidamente. Apesar disso, a latência de erro na tarefa de mapeamento foi menor, em comparação ao grupo L3. Os participantes erravam mais rapidamente nesse teste, possivelmente por estarem mais seguros sobre as relações palavras-figuras. A correlação positiva entre autoavaliação e desempenho para os participantes dessa língua é um indicativo adicional nessa direção.

Diferentemente dos participantes da língua 1, os participantes da língua 3 não preferiram as palavras acima do esperado pelo acaso. Isso poderia ser explicado pelo desalinhamento das probabilidades transicional e fonotática, que poderia ter dificultado a extração das palavras do discurso contínuo (Mersad & Nazzi, 2011, Dal Ben, 2018). Entretanto, os participantes foram capazes de mapear as palavras a seus referentes, o que indica que eles provavelmente extraíram tanto as palavras quanto as parte-palavras do discurso. As parte-palavras dessa língua, diferentemente das palavras, tinham alta probabilidade fonotática; portanto, eram mais familiares à língua portuguesa. Essa característica das parte-palavras pode ter influenciado o desempenho no teste de segmentação, levando os participantes a preferi-las em detrimento das palavras. De forma consistente com essa hipótese, foi encontrada uma correlação moderada entre os desempenhos nas tarefas de segmentação e de mapeamento e não houve diferença significativa entre os grupos L1 e L3 para a tarefa de mapeamento.

Os resultados do teste de segmentação na Língua 3 não fornecem informações suficientes para concluir se os participantes segmentaram o discurso. Assim, é necessário realizar uma nova investigação explorando a tarefa de segmentação com essa língua. Uma possibilidade é utilizar um procedimento go/no-go para o teste de segmentação. O teste de escolha forçada, utilizada no presente estudo, não indica se a

palavra foi corretamente selecionada e/ou se a parte-palavra foi corretamente rejeitada. Em um teste go/no-go poderiam ser apresentadas palavras, parte-palavras e não-palavras para que os participantes indicassem se o estímulo esteve ou não presente no discurso. Os resultados mostrariam se os participantes extraíram somente as palavras, somente as parte-palavras ou ambas. Além disso, haveria possibilidade de incorporar ao estudo registros neurofisiológicos, mais especificamente, potenciais relacionados a eventos, na direção do estudo de François, Cunillera, Garcia, Laine, e Rodriguez-Fornells (2017), em que foram encontrados potenciais relacionados a eventos (ERP) envolvidos nas tarefas de segmentação e de mapeamento.

Em resumo, os resultados aqui apresentados apontam para a interação entre as probabilidades transicionais e fonotáticas na extração e mapeamento de palavras. Os resultados do grupo L3 nos testes de segmentação e de mapeamento evidenciam a necessidade de se investigar mais rigorosamente esses processos. O presente estudo contribuiu para a investigação do desenvolvimento da linguagem e, mais especificamente, do papel das dicas estatísticas na aprendizagem em falantes do Português Brasileiro, apresentando dados que podem fundamentar e contribuir para pesquisas futuras, nessa linha de investigação recém-inaugurada no Brasil (Dal Ben, 2018).

Apêndice 1

Questionário Pós-experimental

Idade: _____ Gênero: () Masculino () Feminino () Outro

Nível educacional: () Superior em andamento, curso: _____
() Superior completo (graduação, pós), curso: _____
() Outro (ensino médio): _____

Você nasceu no Brasil? () Sim () Não, eu nasci no(a) _____

Você já morou em um país estrangeiro? () Não () Sim
Se sim, por quanto tempo e com qual idade? _____

Você é falante nativo (a) do português? () Sim () Não, minha língua nativa é o _____

Além do português, você fala outras línguas? () Não () Sim
Se sim, indique quais são as línguas e o seu nível de proficiência em cada uma delas:

1) Língua: _____
a) Qual era a sua idade quando você começou a aprender essa língua? _____ anos de idade;
b) Qual é o seu nível de proficiência (sendo 1 iniciante e 7 praticamente um falante nativo):
() 1 () 2 () 3 () 4 () 5
() 6 () 7

2) Língua: _____
a) Qual era a sua idade quando você começou a aprender essa língua? _____ anos de idade;
b) Qual é o seu nível de proficiência (sendo 1 iniciante e 7 praticamente um falante nativo):
() 1 () 2 () 3 () 4 () 5
() 6 () 7

3) Língua: _____
a) Qual era a sua idade quando você começou a aprender essa língua? _____ anos de idade;
b) Qual é o seu nível de proficiência (sendo 1 iniciante e 7 praticamente um falante nativo):
() 1 () 2 () 3 () 4 () 5
() 6 () 7

4) Língua: _____
a) Qual era a sua idade quando você começou a aprender essa língua? _____ anos de idade;
b) Qual é o seu nível de proficiência (sendo 1 iniciante e 7 praticamente um falante nativo):
() 1 () 2 () 3 () 4 () 5
() 6 () 7

Você possui alguma condição que afete a sua percepção auditiva (por exemplo, perda auditiva, hipersensibilidade, dificuldade de processamento auditivo)?

() Não () Sim, _____

Você possui alguma condição que afete a sua percepção visual (por exemplo, perda de visão, hipersensibilidade, dificuldade de processamento visual)?

() Não () Sim, _____

Como ficou sabendo da pesquisa: () Facebook () Outro: _____

Referências

- Aslin, R. N. (2017). Statistical learning: a powerful mechanism that operates by mere exposure. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Cognitive Science*, 8(1–2), 1–7. <http://doi.org/10.1002/wcs.1373>
- Aslin, R. N., Saffran, J. R., & Newport, E. L. (1998). Computation of Conditional Probability Statistics by 8-Month-Old Infants. *Psychological Science*, 9(4), 321–324. <http://doi.org/10.1111/1467-9280.00063>
- Black, A., & Bergmann, C. (2017). Quantifying Infants' Statistical Word Segmentation: A Meta-Analysis. In G. Gunzelmann, A. Howes, T. Tenbrink, & E. Davelaar (Eds.), *Proceedings of the 39th Annual Meeting of the Cognitive Science Society* (pp. 124–129). Austin, TX: Cognitive Science Society. Retrieved from <https://pdfs.semanticscholar.org/0807/41051b6e2b74d2a1fc2e568c3dd11224984b.pdf>
- Brent, M. R., & Siskind, J. M. (2001). The role of exposure to isolated words in early vocabulary development. *Cognition*, 81(2), B33–B44. [http://doi.org/10.1016/S0010-0277\(01\)00122-6](http://doi.org/10.1016/S0010-0277(01)00122-6)
- Choi, D., Black, A. K., & Werker, J. F. (2018). Cascading and Multisensory Influences on Speech Perception Development. *Mind, Brain, and Education*, 1–12. <http://doi.org/10.1111/mbe.12162>
- Cunillera, T., Càmarà, E., Laine, M., & Rodríguez-Fornells, A. (2010). Speech segmentation is facilitated by visual cues. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 63(2), 260–274. <http://doi.org/10.1080/17470210902888809>
- Cunillera, T., Laine, M., Càmarà, E., & Rodríguez-Fornells, A. (2010). Bridging the gap between speech segmentation and word-to-world mappings: Evidence from an audiovisual statistical learning task. *Journal of Memory and Language*, 63(3), 295–305. <http://doi.org/10.1016/j.jml.2010.05.003>
- Dal Ben, R. (2018). Extração de palavras e mapeamento com estímulos visuais ao longo de tentativas ambíguas sequenciais e simultâneas. *Texto apresentado para o Exame de Qualificação de Doutorado*. UFSCar, São Carlos.
- Dutoit, T., Pagel, V., Pierret, N., Bataille, F., & van der Vrecken, O. (1996). The MBROLA project: towards a set of high quality speech synthesizers free of use for non commercial purposes. In *Proceeding of Fourth International Conference on Spoken Language Processing. ICSLP* (Vol. 3, pp. 1393–1396). IEEE. <http://doi.org/10.1109/ICSLP.1996.607874>
- Estes, K. G., Gluck, S. C. W., & Grimm, K. J. (2016). Finding patterns and learning words: Infant phonotactic knowledge is associated with vocabulary size. *Journal of Experimental Child Psychology*, 146, 34–49. <http://doi.org/10.1016/j.jecp.2016.01.012>
- Estivalet, G. L. & Dal Ben, R. (2018). An online calculator to compute phonotactic and orthotactic probability, and phonological and orthographical neighborhood densities for words and nonwords in Brazilian-Portuguese. *Manuscrito em preparação*.
- François, C., Cunillera, T., Garcia, E., Laine, M. & Rodriguez-Fornells, A. (2017). Neurophysiological evidence for the interplay of speech segmentation and word-referent mapping during novel word learning. *Neuropsychologia*, 98, 56-67.
- Hay, J. F., Estes, K. G., Wang, T., & Saffran, J. R. (2015). From Flexibility to Constraint: The Contrastive Use of Lexical Tone in Early Word Learning. *Child Development*, 86(1), 10–22. <http://doi.org/10.1111/cdev.12269>
- Horst, J. S., & Hout, M. C. (2016). The Novel Object and Unusual Name (NOUN)

- Database: A collection of novel images for use in experimental research. *Behavior Research Methods*, 48(4), 1393–1409. <http://doi.org/10.3758/s13428-015-0647-3>
- Krogh, L., Vlach, H. A., & Johnson, S. P. (2013). Statistical Learning Across Development: Flexible Yet Constrained. *Frontiers in Psychology*, 3(JAN), 1–11. <http://doi.org/10.3389/fpsyg.2012.00598>
- Lany, J., & Saffran, J. R. (2013). Statistical Learning Mechanisms in Infancy. In J. Rubenstein & P. Rakic (Eds.), *Neural Circuit Development and Function in the Brain* (Vol. #volume#, pp. 231–248). Elsevier. <http://doi.org/10.1016/B978-0-12-397267-5.00034-0>
- Li, P., Sepanski, S., & Zhao, X. (2006). Language history questionnaire: A web-based interface for bilingual research. *Behavior Research Methods*, 38(2), 202–210. <http://doi.org/10.3758/BF03192770>
- Mersad, K., & Nazzi, T. (2011). Transitional probabilities and positional frequency phonotactics in a hierarchical model of speech segmentation. *Memory and Cognition*, 39(6), 1085–1093. <http://doi.org/10.3758/s13421-011-0074-3>
- Name, C. (2012). O que nos dizem os resultados experimentais sobre a percepção da fala pelo bebê. *Veredas Online, especial*, 284–297.
- Peirce, J., Gray, J. R., Simpson, S., MacAskill, M., Höchenberger, R., Sogo, H., ... Lindeløv, J. K. (2019). PsychoPy2: Experiments in behavior made easy. *Behavior Research Methods*, 3. <https://doi.org/10.3758/s13428-018-01193-y>
- Quine, W. A. O. (1960). *Word and Object*. MIT press.
- Rasanen, O., & Rasilo, H. (2015). A joint model of word segmentation and meaning acquisition through cross-situational learning. *Psychological Review*, 122(4), 792–829. <http://doi.org/10.1037/a0039702>
- Romberg, A. R., & Saffran, J. R. (2010). Statistical learning and language acquisition. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Cognitive Science*, 1, 906–914. <http://doi.org/10.1002/wcs.78>
- Saffran, J. (2014). Sounds and Meanings Working Together: Word Learning as a Collaborative Effort. *Language Learning*, 64(s2), 106–120. <http://doi.org/10.1111/lang.12057>
- Saffran, J. R., Aslin, R. N., & Newport, E. L. (1996). Statistical Learning by 8-Month-Old Infants. *Science*, 274(5294), 1926–1928. <http://doi.org/10.1126/science.274.5294.1926>
- Saffran, J. R., Newport, E. L., Aslin, R. N., Tunick, R. a., & Barrueco, S. (1997). Incidental Language Learning: Listening (and Learning) Out of the Corner of Your Ear. *Psychological Science*, 8(2), 101–105. <http://doi.org/10.1111/j.1467-9280.1997.tb00690.x>
- Shukla, M., White, K. S., & Aslin, R. N. (2011). Prosody guides the rapid mapping of auditory word forms onto visual objects in 6-mo-old infants. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 108(15), 6038–6043. <http://doi.org/10.1073/pnas.1017617108>
- Smith, L. B., Suanda, S. H., & Yu, C. (2014). The unrealized promise of infant statistical word-referent learning. *Trends in Cognitive Sciences*, 18(5), 251–258. <http://doi.org/10.1016/j.tics.2014.02.007>
- Storkel, H. L., & Hoover, J. R. (2010). An online calculator to compute phonotactic probability and neighborhood density on the basis of child corpora of spoken American English. *Behavior Research Methods*, 42(2), 497–506. <http://doi.org/10.3758/BRM.42.2.497>
- Thiessen, E. D. (2010). Effects of Visual Information on Adults' and Infants' Auditory Statistical Learning. *Cognitive Science*, 34(6), 1093–1106.

- <http://doi.org/10.1111/j.1551-6709.2010.01118.x>
- Vitevitch, M. S., & Luce, P. A. (2004). A Web-based interface to calculate phonotactic probability for words and nonwords in English. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*, 36(3), 481–487. <http://doi.org/10.3758/BF03195594>
- Vlach, H. A., & DeBrock, C. A. (2017). Remember dax? Relations between children's cross-situational word learning, memory, and language abilities. *Journal of Memory and Language*, 93, 217–230. <http://doi.org/10.1016/j.jml.2016.10.001>
- Wagenmakers, E.-J., Marsman, M., Jamil, T., Ly, A., Verhagen, J., Love, J., ... Morey, R. D. (2018). Bayesian inference for psychology. Part I: Theoretical advantages and practical ramifications. *Psychonomic Bulletin & Review*, 25(1), 35–57. <https://doi.org/10.3758/s13423-017-1343-3>
- Werker, J. F., & Gervain, J. (2013). *Speech Perception in Infancy*. (P. D. Zelazo, Ed.) *Human Auditory Development*. Oxford University Press. <http://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199958450.013.0031>
- Yarkoni, T., Balota, D., & Yap, M. (2008). Moving beyond Coltheart's N: A new measure of orthographic similarity. *Psychonomic Bulletin & Review*, 15(5), 971–979. <http://doi.org/10.3758/PBR.15.5.971>
- Yu, C., & Smith, I. (2007). Rapid word learning under uncertainty via cross-situated statistics. *Psychological Science*, 18(5), 414–420.