

Orientation sélective de l'attention et apprentissage perceptuel

Sarah Brohé^{1,2}, Myriam Piccaluga¹, Véronique Delvaux¹, Kathy Huet¹, Bernard Harmegnies¹

(1) Laboratoire de Phonétique (UMONS) (2) Fonds National de la Recherche Scientifique
sarah.brohe@umons.ac.be

RESUME

Dans cette étude, nous explorons l'effet de l'orientation de l'attention sur la catégorisation de sons de parole. Nous orientons l'attention des sujets de deux manières : par des instructions qui les informent quant aux indices à utiliser comme critères pour le classement des sons et par l'apport d'un feedback. Nos résultats au terme d'une expérience de 15 minutes suggèrent une modification du comportement de catégorisation. Le feedback y contribue fortement, confirmant son rôle primordial dans l'apprentissage perceptuel. Nous observons également une tendance des instructions à avoir un effet différentiel sur le comportement. Ces résultats exploratoires suggèrent qu'il est possible d'influencer le comportement des sujets en orientant leur attention de manière sélective. Des expériences ultérieures devront être menées en vue de confirmer ces résultats et de mieux comprendre les processus à l'œuvre dans l'apprentissage perceptuel.

ABSTRACT

Selective orientation of attention and perceptual learning

In this experiment we explored the effect of the orientation of attention on speech processing in a categorization task. We oriented the subjects' attention by providing information about the cues that were relevant for classifying the sounds and by giving feedback after each response. Our results tended to show a modified behavior when categorizing at the end of this 15-minute experiment. The feedback strongly contributed to these results confirming its prominent role in perceptual learning. The instructions also seemed to have a differential effect on performance. These exploratory data suggest that it is possible to influence subjects' behavior by selectively orienting attention. Future research is needed to corroborate these results and to uncover the processes involved in perceptual learning.

MOTS-CLES : apprentissage perceptuel, catégorisation, attention sélective

KEYWORDS : perceptual learning, categorization, selective attention

1 Introduction

L'acquisition des aspects phonético-articulatoires d'une langue seconde est considérée comme particulièrement difficile. La raison en est que les compétences productives font appel au versant perceptuel et que l'acquisition d'un nouveau système phonologique nécessite la réorganisation des catégories de l'espace perceptuel, qui au contact de la L1, s'est structuré en articulation avec les propriétés de la L1 (Kuhl et al., 2008). Les difficultés pour percevoir des contrastes non conformes aux catégories de L1 résultent

d'un conflit entre les catégories de L2 et les catégories qui constituent le système phonologique en L1 et corollairement, la maîtrise des sons de L2 est fonction des relations de similarité entre ces sons et les catégories natives (Flege, 1995). En dépit d'un formatage de l'espace perceptuel adapté à traiter la L1, les adultes sont capables de discriminer et de former de nouvelles catégories moyennant une repondération des éléments à considérer via la redirection sélective de l'attention (Lively et al., 1994). L'attention sélective joue un rôle primordial dans le formatage perceptuel. Dans la parole, les indices ne manquent pas pour établir des distinctions entre les sons. En fonction de leur pertinence en L1, l'importance et, dès lors, l'attention accordée à ces indices varie. Cette notion est d'ailleurs au centre des modèles d'attention sélective dans l'apprentissage perceptuel (Iverson et Kuhl, 1995 ; Nosofsky, 1986), modèles selon lesquels l'apprentissage, pour favoriser la catégorisation, dirige l'attention vers les indices pertinents et inhibe les indices non pertinents. Dans la littérature, différents facteurs d'orientation de l'attention ont été utilisés et ont apporté des preuves en faveur de ces modèles (e.g., Francis et Nusbaum, 2002 ; Guion et Pederson, 2007; Lively et al., 1994), notamment le feedback (Amitay et al., 2010 ; Francis et al., 2000) et les instructions données au sujet (Pederson et Guion-Anderson, 2009).

La présente étude s'inscrit dans le cadre de travaux centrés sur l'étude des facteurs qui influencent la modification de la gestion perceptuelle de sons de parole (Delvaux et al., 2008). L'apprentissage perceptuel, tel que le définit Goldstone (1988), réfère à des modifications durables d'un système perceptuel qui favorisent son adaptation à l'environnement. Notre objectif est d'interroger la possibilité d'influencer la catégorisation de sons de parole, en l'occurrence des syllabes de type [ta] variant sur un continuum selon la durée de l'aspiration et son intensité, en ayant recours à l'orientation de l'attention. Nous orientons l'attention au moyen de deux facteurs. D'une part, les instructions, c'est-à-dire les informations que nous donnons au sujet quant au(x) critère(s) à utiliser pour le classement des sons. Ces critères représentent deux variables indépendantes (focalisation sur la durée et focalisation sur l'intensité) à 2 niveaux (absence ou présence). D'autre part, le feedback donné après chaque réponse a le statut de troisième variable indépendante à deux niveaux (absence ou présence). Le croisement des niveaux de ces trois variables donne lieu à huit groupes expérimentaux. Notre hypothèse est que ces interventions permettent de focaliser l'attention sur des indices de voisement non pertinents en français mais qui s'avèrent utiles pour distinguer nos stimuli, de sorte que les sujets catégorisent les sons en trois catégories en fonction de ces indices.

2 Méthodologie

2.1 Sujets

Les sujets ont le français comme langue maternelle. Après examen des questionnaires langagiers destinés à cerner leur profil linguistique, les sujets en contact avec des langues pouvant influencer leurs résultats (anglais, allemand) ont été exclus des analyses. À une époque où tout un chacun est de près ou de loin confronté à l'anglais, nous avons pris comme critère d'exclusion l'utilisation quotidienne de ces langues dans un but fonctionnel et communicatif. Les sujets retenus ne présentent a priori pas de troubles

auditifs. L'échantillon total se compose de 80 sujets (17 hommes, 63 femmes) entre 18 et 58 ans répartis aléatoirement dans chacun des huit groupes.

2.2 Stimuli

Les stimuli sont 15 syllabes de type [ta]. Ils ont été construits sur base d'une production naturelle : il s'agit d'une syllabe [ta] produite par une anglophone native. Cette syllabe se compose d'un burst de 15 ms, d'une aspiration de 40 ms et d'une voyelle de 210 ms débutant par une portion breathy de 30 ms. À partir de cette syllabe, 14 autres stimuli ont été générés. Le burst et la voyelle y restent inchangés. Par contre, la durée et l'intensité de l'aspiration y varient continument. Nous avons choisi l'intensité de l'aspiration comme deuxième indice car il s'agit d'un des indices secondaires du contraste phonologique de voisement. L'augmentation de l'amplitude de l'aspiration par rapport à l'amplitude de la voyelle qui suit est corrélée à la perception d'une consonne non voisée (Lisker, et Abramson, 1964 ; Repp, 1979). Dans le but de maximiser les variations entre stimuli afin d'observer le comportement de catégorisation des sujets sous l'effet de nos manipulations, nous avons donc choisi de faire covarier ces deux indices linéairement de manière à obtenir 15 stimuli qui se répartissent en trois catégories : la catégorie A contenant des sons avec des valeurs de VOT typiques du français (environ 20 ms), la catégorie B contenant des stimuli caractérisés par une durée (VOT d'environ 60 ms) et une intensité d'aspiration peu probables en français, mais communes dans d'autres langues (comme l'anglais, par exemple), et la catégorie C avec des valeurs atypiques dans la plupart des langues (à tout le moins européennes). Dans la suite, nous désignerons nos stimuli sous la forme d'une lettre et d'un nombre, la lettre désignant la catégorie d'appartenance (A, B, C) et le nombre la position sur le continuum (1 à 15). La durée de l'aspiration varie de 0 à 70 ms par pas de 5 ms : de 0 à 20 ms dans la catégorie A (stimuli A1 à A5) ; de 25 à 45 ms dans la catégorie B (stimuli B6 à B10) et de 50 à 70 ms dans la catégorie C (stimuli C11 à C15). L'intensité relative de l'aspiration a été modifiée par pas réguliers de 2 dB : pour les stimuli de la catégorie A, le différentiel par rapport à la voyelle est de -26 à -20 dB; dans la catégorie B, de -18 à -10 dB ; dans la catégorie C, de -8 à 0 dB.

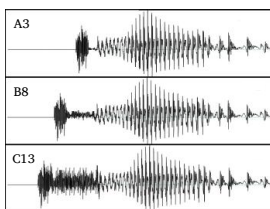


FIGURE 1 –Représentations oscillographiques des stimuli A3, B8 et C13.

2.3 Dispositif expérimental

L'ensemble du dispositif expérimental est contenu dans un montage audio-visuel et présenté aux sujets sur ordinateur. Les sujets portent un casque et participent à l'expérience dans un environnement calme. La durée totale de notre expérience est d'environ 15 minutes. Le dispositif expérimental se compose de deux phases : une

première phase d'apprentissage et une seconde phase d'effectuation. Dans la première phase, le sujet observe comment l'ordinateur classe les 15 sons: après chaque son entendu, la catégorie à laquelle appartient le son (A, B ou C) est mise en évidence visuellement. Le sujet entend la séquence de 15 stimuli dans un ordre déterminé, pseudo-aléatoire. Ce bloc est répété trois fois (soit 45 sons). Dans la phase d'effectuation, le sujet accomplit une tâche perceptive de catégorisation : pour chaque son entendu, il doit choisir la catégorie adéquate en cliquant sur l'un des trois boutons portant les lettres A, B ou C et représentant nos catégories mutuellement exclusives. L'ordre des 15 stimuli est déterminé mais ne permet pas la mémorisation d'une quelconque séquence et est différent de celui de la phase d'apprentissage. Ce bloc est répété six fois, soit 90 stimuli à classer. Pour réaliser cette tâche, les sujets disposent d'indices qui varient selon leur groupe d'appartenance : dans la première phase, il peut y avoir présence d'instructions attirant leur attention sur la durée (D_1) ou au contraire, absence d'informations à propos de cet indice (D_0). De même, pour l'intensité, ils peuvent être informés (I_1) ou pas (I_0) de la pertinence de cet indice. Ainsi, les sujets des groupes D_0I_0 ne sont pas informés des critères à utiliser pour le classement, les sujets des groupes D_1I_1 sont informés que les sons se distinguent par rapport au temps et au bruit entre [t] et [a], les sujets des groupes D_1I_0 sont informés que les sons se différencient quant au temps entre [t] et [a] tandis que les sujets des groupes D_0I_1 sont informés qu'ils doivent être attentifs au bruit entre [t] et [a]. Notre troisième variable indépendante, le feedback visuel, que nous utilisons comme second facteur d'orientation de l'attention intervient (F_1) ou non (F_0) dans la phase d'effectuation. L'ensemble de ces critères donne lieu à la constitution de huit groupes : D_0I_0/F_0 , D_0I_0/F_1 , D_1I_1/F_0 , D_1I_1/F_1 , D_1I_0/F_0 , D_1I_0/F_1 , D_0I_1/F_0 , D_0I_1/F_1 .

3 Résultats

L'analyse de Friedman et les tests de Wilcoxon, significatifs à $p = 0.001$, indiquent que les sons C (78.96% de réponses correctes) sont mieux classés que les sons A (68.92% de réponses correctes) qui sont eux-mêmes mieux classés que les sons B (47.71% de réponses correctes). La perception des stimuli est donc influencée par la similarité entre les stimuli et les catégories natives (Flege, 1995) : les sujets classent correctement les sons qui correspondent à leur langue maternelle et les sons qui représentent pour eux des sons atypiques alors que les sons intermédiaires sont plus difficiles.

Afin d'évaluer l'effet de notre traitement expérimental, nous avons calculé un indice de performance destiné à déterminer si, quand il choisit une catégorie, le sujet se comporte comme un générateur aléatoire de réponses ou si sa performance peut être imputée à une cause systématique, à savoir les manipulations auxquelles nous l'avons soumis. Nous avons obtenu cet indice de performance en comparant, dans un rapport, la probabilité binomiale d'une performance aléatoire (5/15 puisque la probabilité de choisir la catégorie correcte est de 1/3) et la probabilité binomiale du score effectivement obtenu par le sujet et en calculant ensuite le logarithme de ce rapport. Dans les analyses, nous considérons notre indice moyen de performance au sein de chaque groupe, c'est-à-dire, la moyenne des indices de performance obtenus par les sujets d'un même groupe. Cet indice, que nous avons créé et qui exprime le caractère aléatoire ou non du comportement des sujets, permet d'inférer la qualité des performances des sujets en partant du principe qu'un sujet qui a appris ne se comportera pas de manière aléatoire.

Dans un premier temps, une analyse de variance (ANOVA) nous a permis d'évaluer l'effet de nos variables indépendantes (l'apport de feedback, la focalisation sur la durée et la focalisation sur l'intensité) sur notre indice de performance au dernier bloc (celui-ci est représenté par un cercle dans la figure 2). Celle-ci révèle un effet du feedback ($F = 11,825$, $p = 0.001$) et un effet d'interaction feedback x focalisation sur l'intensité ($F = 6,523$; $p = 0.013$) sur les performances moyennes de nos sujets en fin d'expérimentation. Les groupes avec feedback obtiennent des résultats significativement meilleurs au sixième bloc que les groupes sans feedback. Dans les situations sans feedback, la focalisation sur l'intensité semble bénéfique : les résultats sont meilleurs lorsqu'il y a focalisation sur l'intensité, en particulier lorsqu'il y a aussi focalisation sur la durée. En revanche, l'interaction entre le feedback et la focalisation sur l'intensité semble néfaste à l'apprentissage: la focalisation sur l'intensité donne de plus mauvais résultats que lorsqu'il n'y a pas de focalisation sur l'intensité.

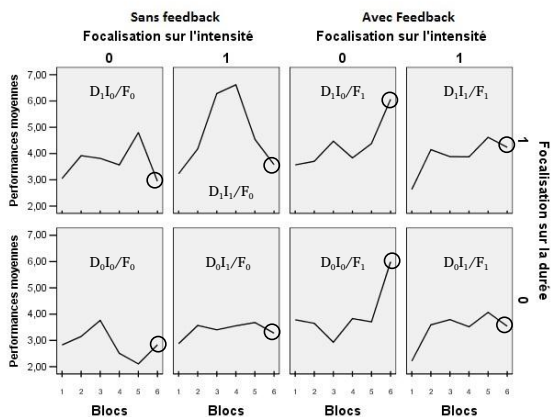


FIGURE 2 – Indice moyen de performance (en ordonnée) au cours des six blocs (en abscisse) en fonction de nos trois variables (focalisation sur la durée, focalisation sur l'intensité et feedback)

Dans un deuxième temps, nous avons étudié l'évolution des performances au cours des six blocs. En effet, l'apport de feedback après chaque réponse dans quatre de nos groupes, de même que l'absence de feedback dans les quatre autres, sont susceptibles d'engendrer des ajustements du comportement qui ne peuvent apparaître que si nous envisageons les performances dans une dimension temporelle. La figure 2 représente l'évolution des performances moyennes au fil des six blocs pour chaque groupe. L'effet positif du feedback est clair : tandis que les groupes avec feedback (graphes de droite) se caractérisent par une progression générale signifiant un classement de moins en moins aléatoire, les groupes sans feedback (graphes de gauche) ne montrent pas de réelle progression au cours de l'expérience. Dans les groupes avec feedback, les performances au bloc 1 sont meilleures quand il n'y a aucune focalisation et quand il y a focalisation sur la durée. De plus, à même condition de focalisation sur l'intensité, le pattern ne varie

pas, qu'il y ait ou non focalisation sur la durée alors qu'à focalisation sur la durée identique, la variable focalisation sur l'intensité donne de meilleurs résultats quand il n'y a pas de focalisation. Dans les groupes sans feedback, les performances fluctuent et finissent par chuter à la fin à des niveaux proches des performances du bloc 1. Contrairement à la condition D_0I_1 où il n'y a aucune amélioration, les performances dans les trois autres conditions, augmentent un peu pour finalement chuter ; il n'y a pas d'apprentissage. La condition avec double focalisation sans feedback se caractérise par une forte progression jusqu'au bloc 4, suivie d'une chute et de résultats au bloc 6 qui n'ont finalement pas évolué par rapport au bloc 1. Enfin, si l'on considère l'ensemble des groupes, les meilleurs résultats sont obtenus quand il y a feedback, pas de focalisation sur l'intensité et éventuellement, une focalisation sur la durée. La condition la plus explicite avec feedback (D_1I_1/F), qui apporte le plus d'informations, est la plus efficace jusqu'au bloc 4 mais au dernier bloc, ce constat n'est plus valable ; les conditions les plus efficaces sont celles sans focalisation sur l'intensité, et seulement s'il y a feedback.

Bien que l'ANOVA ne révèle pas d'effet significatif pour les instructions que nous donnons avant la réalisation de la tâche, les graphes examinés ci-avant suggèrent un effet différentiel des types d'instructions. Afin d'évaluer l'effet des instructions seules, nous avons observé les performances sous un troisième angle : nous avons examiné l'indice moyen de performance des sujets sans feedback au bloc 1. Ces sujets ont terminé la première phase et ne reçoivent pas de feedback ; ils sont donc sous la seule influence des instructions. D'après l'analyse de leurs résultats, il semblerait y avoir une certaine gradation dans l'efficacité des instructions à générer un comportement maîtrisé : le groupe D_0I_0 montre les performances les plus aléatoires tandis que les groupes D_1I_0 et D_0I_1 font preuve d'un comportement que l'on peut qualifier de maîtrisé. Le groupe D_1I_1 semble quant à lui obtenir les meilleures performances. Quoique non significative, cette constatation vaut aussi pour le sixième bloc dans les groupes sans feedback.

4 Discussion

L'objectif de cette étude était d'explorer la possibilité d'influencer les performances de sujets francophones en catégorisation d'occlusives variant graduellement sur un continuum en trois catégories. Étant donné l'effet reconnu de ces deux facteurs d'orientation sur l'apprentissage perceptuel, nous avons émis l'hypothèse que les instructions guidant la focalisation de l'attention sur des aspects phonétiques des sons avant l'entraînement couplées au feedback pendant la tâche, ont une influence positive sur la catégorisation des stimuli. Nos résultats suggèrent un effet de notre intervention, qui est toutefois limité puisqu'il ne s'observe que dans certains groupes. Les analyses statistiques indiquent un effet positif du feedback, confirmant l'hypothèse selon laquelle celui-ci joue un rôle important dans la catégorisation, en conformité avec les conclusions des études menées dans le champ de l'apprentissage perceptuel. En comparant les groupes avec et sans feedback, ce qui a rarement été fait dans la littérature, nous observons que les groupes avec feedback ont de meilleures performances que les groupes sans feedback. De plus, comme nous le supposions, les groupes avec feedback (en particulier sans focalisation sur l'intensité) progressent au fil des six blocs.

En l'absence de feedback, les profils d'évolution ne suggèrent pas la mise en place d'un apprentissage : les performances au bloc 6 apparaissent identiques à celles au début du

test. Parmi les quatre conditions sans feedback, les meilleurs résultats s'observent dans la condition avec double focalisation, ce qui n'est pas le cas en présence d'un feedback. Cette condition (D_1I_1/F_0) est particulièrement intéressante car il y a une évolution favorable suivie d'une perte des bénéfices enregistrés durant les quatre premiers blocs. Ce déclin des performances peut s'expliquer de plusieurs manières. D'une part, il peut être dû à un effet de fatigue ou de lassitude vis-à-vis d'une tâche longue et répétitive, qui d'ailleurs s'observe dans d'autres groupes. Dès lors, nous pouvons suggérer que le feedback, outre son rôle dans l'orientation de l'attention, est un facteur crucial dans le maintien de l'attention sur la tâche et de la motivation. Son absence peut dès lors mener à une diminution de l'attention et/ou de la motivation et à un déclin des performances. D'autre part, le feedback étant considéré comme un moyen de contrôle sur les performances, qui se base sur la difficulté perçue de la tâche (Amitay et al., 2010), nous pouvons suggérer que notre tâche est trop difficile pour être apprise sans feedback, comme en témoigne l'absence d'apprentissage dans les groupes sans feedback, suggérant le rôle facilitateur voire nécessaire du feedback dans certains cas. Il semble donc que le feedback joue un rôle important, probablement parce qu'il assure une fonction d'engagement dans la tâche, de motivation et de régulation du comportement.

Par rapport aux autres études, qui entraînent les sujets sur des périodes beaucoup plus importantes (Francis et al., 2000), cet effet du feedback se manifeste après environ 15 minutes d'entraînement. En tout, dans notre expérience de 15 minutes, chaque sujet a entendu 135 sons. Avec une phase d'apprentissage plus longue, nous pouvons toutefois supposer que les résultats obtenus dans cette étude exploratoire pourraient être plus marqués. Par ailleurs, il pourrait s'avérer intéressant d'investiguer davantage cet effet du feedback en faisant varier le contenu informationnel de celui-ci et ses occurrences.

Si nos analyses statistiques mettent en évidence un effet du feedback, elles ne permettent en revanche pas de confirmer un effet significatif des instructions. Il existe toutefois un effet d'interaction feedback x focalisation sur l'intensité : en présence de feedback, l'apprentissage est plus important en l'absence de focalisation sur l'intensité alors que la focalisation sur l'intensité en l'absence de feedback semble bénéfique. En présence de focalisation sur l'intensité, les performances ont progressé mais la progression ne se poursuit pas au-delà du bloc 5. Il est possible que le feedback amène les sujets à formuler des hypothèses qui entrent en conflit avec la catégorisation qu'ils font en prenant pour critère l'intensité, ce conflit produisant un déclin des performances (Vlahou et al., 2011).

De manière générale, contre toute attente, la condition avec feedback et focalisation sur l'intensité et sur la durée, celle qui donne un maximum d'informations, n'est pas la plus efficace, du moins si on considère le dernier bloc (car au premier bloc dans les groupes sans feedback, elle donne lieu aux meilleures performances). Les conditions donnant lieu aux meilleurs résultats sont, semble-t-il, la condition avec feedback et focalisation sur la durée ou sans focalisation. Par ailleurs, nous ne pouvons avancer que la condition sans focalisation est la moins efficace. Au contraire, en présence de feedback, elle est l'une des deux conditions conduisant aux meilleurs résultats. Ainsi, l'apprentissage perceptuel ne nécessite pas d'informations explicites quand il y a feedback.

Finalement, l'observation des performances des groupes sans feedback au premier bloc nous a renseignés sur l'effet des instructions. Ces quatre groupes ont dans l'ensemble d'assez bonnes performances dès le début de la tâche. À la fin, la double focalisation

serait plus efficace que la focalisation sur l'un ou l'autre indice tandis que les instructions sans focalisation peineraient à provoquer un comportement maîtrisé. Pederson et Guion-Anderson (2009) ont montré que des instructions focalisant l'attention sur un aspect favoriseraient l'apprentissage de cet aspect. Nos instructions focalisaient l'attention sur des aspects phonétiques précis et il semble, à la lumière de nos résultats, que les instructions aient des effets différentiels et que la focalisation sur des aspects phonétiques soit bénéfique aux performances de catégorisation de nos stimuli. Cette étude utilisait des syllabes de type [ta] mais il nous faudra vérifier ces résultats avec d'autres sons tels que des voyelles, d'autres consonnes et avec d'autres paramètres ainsi qu'utiliser une grande variété de sons produits par plusieurs locuteurs dans différents contextes phonétiques. Enfin, il serait opportun d'investiguer l'effet de nos interventions sur d'autres tâches perceptives et surtout sur les performances productives.

Références

- AMITAY, S., HALLIDAY, L., TAYLOR, J., SOHOGLU, E. & MOORE, D. (2010). Motivation and intelligence drive auditory perceptual learning. *Plos One*, 5 (3), 1-6.
- DELVAUX, V., HUET, K., PICCALUGA, M., & HARMEGNIES, B. (2008). Perceptually driven VOT lengthening in initial stops by French-L1 English L2-Learners. *Proceedings 8th ISSP*, 149-152.
- FLEGE, J. (1995). Second-language Speech Learning: Theory, Findings, and Problems. In W. Strange (Ed) *Speech Perception and Linguistic Experience: Issues in Cross-language research*, Baltimore : York Press, pp. 229-273.
- FRANCIS, A.L., BALDWIN, K., & NUSBAUM, H.C. (2000). Effects of training on attention to acoustic cues. *Perception & Psychophysics*, 62 (8), 1668-1680.
- FRANCIS, A.L., & NUSBAUM, H.C. (2002). Selective attention and the acquisition of new phonetic categories. *J. Exp. Psychol. Hum. Percept. Perform.*, 28(2), 349-366.
- GOLDSTONE, R.L. (1988). Perceptual learning. *Annual Review of Psychology*, 49, 585-602.
- GUION, S.G. & PEDERSON, E. (2007). Investigating the role of attention in phonetic learning. In O.-S. Bohn & M. Munro (Eds.) *Language Experience in Second Language Speech Learning*. Amsterdam: John Benjamins, 57-77.
- IVERSON, P. & KUHLM, P.K. (1995). Mapping the perceptual magnet effect for speech using signal detection theory and multidimensional scaling. *JASA*, 97 (1), 553-562.
- KUHL, P. K., CONBOY, B. T., COFFEY-CORINA, S., PADDEN, D., RIVERA-GAXIOLA, M. & NELSON, T. (2008). Phonetic learning as a pathway to language: new data and native language magnet theory expanded (NLM-e). *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 363, 979-1000.
- LISKER, L., & ABRAMSON, A.S (1964). A cross-language study of voicing in initial stops: Acoustical measurements. *Word*, 20, 384-422.
- LIVELY, S. E., PISONI, D. B., YAMADA, R. A., TOHKURA, Y., & YAMADA, T. (1994). Training Japanese listeners to identify English /r/ and /l/: III. Long-term retention of new phonetic categories. *JASA*, 96, 2076-2087.
- NOSOFKY, R. M. (1986). Attention, similarity, and the identification-categorization relationship. *J. Exp. Psychol. Gen.*, 115, 39-57.
- PEDERSON, E., & GUION-ANDERSON, S. (2009). Orienting attention during phonetic training facilitates learning. *JASA*, 127, EL54-EL59.
- REPP, B. H. (1979). Relative amplitude of aspiration noise as a voicing cue for syllable-initial stop consonants. *Language and Speech*, 22, 173-189.
- VLAHOV, E.L., PROTOPAPAS, A., SEITZ, A.R. (2011). Implicit training of nonnative speech stimuli. *J Exp Psychol Gen*. Advance online publication. doi:10.1037/a0025014.