

## Late phonological development in Spanish children with bilateral hearing loss / Desarrollo fonológico tardío en niños españoles con pérdidas auditivas bilaterales

Verónica Martínez <https://orcid.org/0000-0002-2597-4667>, Ana Herrero & Gary Morgan

To cite this article: Verónica Martínez <https://orcid.org/0000-0002-2597-4667>, Ana Herrero & Gary Morgan (2019): Late phonological development in Spanish children with bilateral hearing loss / Desarrollo fonológico tardío en niños españoles con pérdidas auditivas bilaterales, *Infancia y Aprendizaje*, DOI: [10.1080/02103702.2019.1650465](https://doi.org/10.1080/02103702.2019.1650465)

To link to this article: <https://doi.org/10.1080/02103702.2019.1650465>



Published online: 20 Sep 2019.



Submit your article to this journal [↗](#)



View related articles [↗](#)



View Crossmark data [↗](#)



## Late phonological development in Spanish children with bilateral hearing loss / *Desarrollo fonológico tardío en niños españoles con pérdidas auditivas bilaterales*

Verónica Martínez<sup>a</sup>, Ana Herrero<sup>a</sup>, and Gary Morgan<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Universidad de Oviedo; <sup>b</sup>City University London

(Received 9 July 2018; accepted 29 July 2019)

**Abstract:** This study has a twofold objective: to analyse and compare the phonological processes in a sample of Spanish children with hearing loss, both with a cochlear implant and with a hearing aid, with a group with normal hearing; and to determine whether there are differences between the participants with a cochlear implant and with a hearing aid in the frequency and nature of the phonological processes. The sample is made up of 168 participants, eight with hearing loss (four with an implant and four with a hearing aid) and 160 with normal hearing. Samples of spontaneous speech were collected and transcribed using the tools from the CHILDES project. For the analysis, the phonological processes paradigm was adopted, evaluating phonological development based on normative error rates. The participants with a hearing loss show slower phonological development in terms of phonological processes, along with atypical processes. Furthermore, the participants with cochlear implants committed more phonological errors than those that wear a hearing aid. The implications of the results are discussed, and it is recommended that auditory stimulation should be done early in children with hearing loss regardless of their technical aid.

**Keywords:** hearing loss; phonological development; phonological processes; cochlear implant; hearing aids

**Resumen:** El presente estudio tiene doble objetivo, analizar y comparar los procesos fonológicos en una muestra de niños españoles con pérdidas auditivas, tanto con implante coclear como con audífono, con un grupo normativo normo-oyente; y establecer si hay diferencias entre los participantes con implante coclear y con audífono en la frecuencia y naturaleza de los procesos. La muestra está formada por 168 participantes, ocho con pérdidas auditivas (cuatro con implante y cuatro con audífono) y 160 normo-oyentes. Se recogen y transcriben muestras de habla espontánea con las herramientas del proyecto CHILDES. Para el análisis se adopta el paradigma de los procesos fonológicos, evaluando el desarrollo fonológico a partir de

---

English version: pp. 1–19 / *Versión en español:* 20–38

References / *Referencias:* pp. 39–42

Translated from Spanish / *Traducción del español:* Mary Black

Authors' Address / *Correspondencia con los autores:* Verónica Martínez, Departamento de Psicología, Universidad de Oviedo, Plaza Feijoo, s/n, 33003 Oviedo, Asturias, España. E-mail: [martinezveronica@uniovi.es](mailto:martinezveronica@uniovi.es)

índices de error normativos. Los participantes con pérdidas auditivas muestran un desarrollo fonológico más lento en términos de procesos fonológicos, y, a su vez, procesos atípicos. Además, los participantes implantados cometen más errores fonológicos que los que llevan audífono. Se discuten las implicaciones de los resultados y se recomienda que la estimulación auditiva deberá realizarse precozmente en niños con pérdidas auditivas independientemente de su ayuda técnica.

**Palabras clave:** pérdidas auditivas; desarrollo fonológico; procesos fonológicos; implante coclear; audífonos

There are approximately one million deaf persons in Spain (INE), and around 1:1,000 children are born deaf. Children with hearing loss (HL) show linguistic problems in the process of language development in terms of their phonetic-phonological development, with smaller phonetic inventories with limited growth over time and a smaller number and variety of syllables that contain consonants (Stoel-Gammon, 1988), along with delayed lexical development in the appearance of the first words and in vocabulary growth (Connor, Heiber, Arts, & Zwolan, 2000), and in grammatical development, with a shorter average sentence length (Szagun, 2004).

This article describes the development of language in children with hearing loss and their phonological development in particular, focusing on studying the processes of phonological simplification. The study of the phonological development of pre-lingual children with HL with some kind of palliative treatment such as cochlear implants (CI) and hearing aids (HA) has been a recurring topic in the past few decades (Flipsen, 2008; Law & So, 2006; Skoruppa & Rosen, 2014; Tobey, 1993). Thus, their phonological development in terms of both perception and intelligible production evolves favourably with age after having received treatment with technical aids (Jiménez, 2014; Manrique et al., 2006; Miyamoto, Kirk, Robbins, Todd, & Riley, 1996; Schramm, Bohnert, & Keilmann, 2009; Yoshinaga-Itano, Baca, & Sedey, 2010).

Yoshinaga-Itano et al. (2010) found that early intervention with HAs and CIs poses a clear advantage that facilitates deaf children's oral linguistic development, since the auditory age variable — that is, the age of the subjects counted from the moment when they began to hear — is what best captures the variability in speech patterns (Flipsen & Parker, 2008). Consequently, these children who were detected, diagnosed and stimulated early (between the first and second years of life) acquire oral language similar to children with normal hearing (NH) (Kirk et al., 2002; Monsalve & Núñez, 2006; Nicholas & Geers, 2006; Robinshaw, 1995; Schramm et al., 2009).

However, despite the use of these technical aids (HA/CI), it has been found that the vocalizations of children with NH versus deaf children in the early stages (between 10 and 24 months) varied not in their nature but in their development, given that deaf children show some delay at the onset of babbling, a smaller repertoire of consonants and the use of less complex syllable structures in both Spanish and English (Ertmer & Moreno-Torres, 2009; Moeller et al., 2007). Furthermore, they tend to show a high number of production errors in the late

stages of phonological development, after age three, compared to children with NH (Flipsen & Parker, 2008; Hudgins & Numbers, 1942; Huttunen, 2001; Meline, 1997; Skoruppa & Rosen, 2014).

On the other hand, differences have been found between children with NH and children with profound HL in pace, length, articulatory movements, intonation, velar control and voice quality (Nikerson, 1975). These differences could be explained by the importance of ‘auditory feedback’, which is not present or is altered in children with HL, along with the age of the onset of deafness, the degree of hearing loss and environmental factors (Geers, Nicholas, & Sedey, 2003).

It is known that daily exposure to the sounds of speech or linguistic immersion from early ages is a necessary factor in language acquisition (Breuning, Klipphan, & Cordero, 2012). According to Oller (2000), children with HL reach the canonical babbling period if they have previously gained enough auditory experience. This is due to the existence of a more receptive or sensitive auditory period, that is, a period of time when language learning is more effective. According to Huanca (2004), this period spans from six months to two years of age, but neuronal auditory plasticity, as described by Manrique et al. (2006), lasts until age five or six.

The study of the phonological development of children with NH and children with HL after they begin to produce their first words revolves around analysing their phonetic inventories and the production errors they make. The vast majority of studies focusing on inventories stress the benefits of technical aids for children with HL, even if they are acquired more slowly (Law & So, 2006; Moeller et al., 2007; Serry & Blamey, 1999). No study exists in the literature analysing the phonetic inventories of children with HL in Spanish.

The traditional procedure for evaluating production errors in children with NH with typical development and with phonological disorders has been to analyse the repertoire of isolated phonemes according to the place and mode of production, and to analyse them in terms of errors of omission, substitution and distortions (Templin, 1957). However, studying these errors in terms of phonological simplification processes has been exceptionally valuable ever since it was adopted as a way of describing children’s phonology for clinical purposes. Thus, the paradigm of phonological processes, defined as the systematicity in the patterns of developmental change observed in children’s phonological development (Vihman, 1996), has become widespread and is used by researchers looking at phonological acquisition in both children with NH with typical development (Bosch, 1983; Dodd, Holm, Hua, & Crosbie, 2003; Grunwell, 1981; Ingram, 1976; Martínez, 2010; Roberts, Burchinal, & Footo, 1990) and in children with HL, in studies of both individuals and groups with HA or CI (Buhler, DeThomasis, Chute, & DeCora, 2007; Chin & Pisoni, 2000; Churchill, Hodson, Jones, & Novak, 1988; Dodd, 1976; Dodd & So, 1994; Flipsen & Parker, 2008; Gordon-Brannan, Hodson, & Wynne, 1992; Grogan, Barker, Dettman, & Blamey, 1995; Law & So, 2006; Madrid & Moreno-Torres, 2014; Meline, 1997; Skoruppa & Rosen, 2014).

The numerous studies in different languages which describe the phonological development of children with NH in terms of simplification processes suggest that they cease being applied with age (Bortolini & Leonard, 1991; Bosch, 1983; Cheung & Abberton, 2000; Dodd et al., 2003; Grunwell, 1981; Ingram, 1976), even though a series of residual errors still persists in some children at the age of six (Martínez, 2010; Roberts et al., 1990). In the case of children with HL, these processes also disappear, but at later ages (Chin & Pisoni, 2000; Flipsen & Parker, 2008; Grogan et al., 1995). Furthermore, in the typical development of children with NH, there tends to be a distinction between typical and atypical developmental phonological processes (Bauman-Waengler, 2004; Edwards & Shriberg, 1983; Ingram, 1976). This categorization is made bearing in mind the frequency and regularity with which young children with typical development apply these processes to simplify adult words. This, then, is used to determine whether the course of development shows a delayed or deviated pattern. Likewise, the processes that entail restrictions in the combinations of phonemes within a word (phonotactic processes) are more frequent than segmental processes, which are resolved at the age of 5;0 in late phonological development with typical development (Martínez, 2010).

In the case of children with HL, it has been determined that there is a statistically significant relationship between hearing loss, the correct number of consonants and the application of phonological processes (Huttunen, 2001; Law & So, 2006; Meline, 1997). But it is important to distinguish studies with samples made up of subjects with HL who use HA as a technical aid from those who use CI.

In the study by Meline (1997), the deaf English-speaking subjects with HA between the ages of five and 12 used similar phonological processes to children with NH. Likewise, they identified that final consonant deletion, consonant cluster reduction and the substitution of liquids were the most frequent and prevalent processes. Likewise, differences were found in the percentage at which phonological processes occurred according to the participants' degree of hearing loss. Additionally, in a literature review of 11 studies in the English language which use the phonological processes approach with children with HL that have HA, Parker (2005) (see Flipsen & Parker, 2008) found that there are seven phonological processes which can be categorized as typical processes (final consonant deletion, consonant cluster reduction, devoicing of stops, stopping of fricatives and affricates, fricative and velar fronting, liquid simplification and gliding) and six which can be categorized as atypical (initial consonant deletion, substitution of voiced stops, fricative and velar backing, vowel substitutions, vowel neutralization and diphthong simplification). However, in a study with Cantonese speakers, Dodd and So (1994) found that of all the typical processes analysed in English, only the stopping of fricatives was used by all their participants, while cluster reduction, final consonant deletion and the voicing of silent stops was used by six subjects, while 10 of the subjects used at least one of the four atypical processes analysed (fricativization of stops, initial consonant deletion, fricative and velar backing and addition).

In the case of deaf children with CI, different results have been reported according to the methodology of the study. Thus, in spontaneous speech after the implant, the most frequent processes are the nasalization of voiced stops, diphthong reduction, fricative voicing, the stopping of fricatives and affricates, final consonant deletion and consonant cluster reduction, and final consonant deletion is what decreases considerably (Flipsen & Parker, 2008; Grogan et al., 1995). In the case of isolated word production, several studies found that the most frequent ones are the stopping of fricatives, the gliding of liquids and the use of the labiodental fricative /f/ instead of /s, t, k/ (Chin & Pisoni, 2000), while other studies found that final consonant deletion, the stopping of affricates, cluster reduction, the omission of liquids and velar fronting are the most common (Buhler et al., 2007).

A comparative study of Cantonese-speaking subjects with CI and HA on a naming task found that the former use fewer simplification processes and that only the latter, the children with HA, use atypical processes (Law & So, 2006).

The only Spanish study that compares a group of eight children with CI with another eight with NH using the phonological processes paradigm concluded that at the segmental level, the most frequent processes are the nasalization of stops, substitution of phonemes and the stopping of fricatives and affricates, while at the syllable level they are the unstressed syllable deletion, the stressed syllable deletion — a process considered atypical in typical phonological development — and consonant cluster reduction, despite intragroup differences in the group with CI (Madrid & Moreno-Torres, 2014).

In short, the oral linguistic development of children with HL is characterized by a notable phonological delay due to the fact that the subjects' linguistic environment is more limited. It is apparent that if we focus on phonological simplification processes, qualitative similarities have been found between children with HL and NH, but the differences stem from the time when the use of these processes appears and disappears. However, to date there is no evidence as to whether phonological simplification processes vary according to the technical aid used and whether the age of hearing aid onset and adaptation of these technical aids influences the late phonological development of Spanish children.

The overall objective of this study is to analyse and compare phonological simplification processes in a sample of Spanish children with HL, both with CI and HA, and a group with normal hearing and typical development. The phonological repertoire of all the participants is analysed in order to obtain data on the most frequent phonological simplifications. Given that the sample is made up of children with CI and with HA, we were also able to compare whether there are significant differences between the two groups in the frequency and nature of these processes and to study the phonological development in subjects with HL according to the age when they started using a cochlear implant or hearing aid. This study will help us understand more about how Spanish children born with HL may develop oral language.

## Method

### *Participants*

The sample in this study was made up of 168 children, eight with HL (two girls and six boys) aged 3;8 to 7;11, and 160 children aged 3;6 to 6;0, which is the normative group. Four members of the sample with HL use CI as a technical aid (age range from 3;8 to 6;6;  $M = 4;10$ ;  $SD = 1;02$ ) and the other four have a HA (age range from 4;0 to 7;11;  $M = 6;01$ ;  $SD = 1;06$ ). Even though there are eight participants, this is considered a representative sample size bearing in mind the difficulties in recruiting children with HL who have had CI or HA as a technical aid since a young age and whose mother tongue is oral language. None of the participants with HL had any associated medical conditions, according to the medical reports, and they all come from the middle class (five participants) and upper class (three participants). The selection criteria of the sample with HL were: chronological age (CA), type of hearing impairment and age of adoption and adaptation of the technical aids (HA/CI). In relation to the first criterion, participants were chosen between the ages of three and seven years old. Secondly, they all had bilateral sensorineural hearing impairment, except for one case with a mixed component, and with a degree of hearing loss spanning from moderate to profound. Finally, only participants who were young, that is, no older than 24 months, when their technical aid was adopted and adapted were chosen. Table 1 shows the characteristics of the participants with HL in terms of chronological age, sex, type of hearing impairment, cause, type of technical aid, age of adoption and level of schooling.

The sample of children with NH was made up of 160 children with a mean chronological age of 4;6 ( $SD = 0.774$ ) who were divided into four groups in order to compare them with the participants with HL according to their chronological age: 40 children with a mean age of three and a half (20 boys and 20 girls), 40 children with a mean age of four (20 boys and 20 girls), 40 children with a mean age of four and a half (20 boys and 20 girls) and 40 children with a mean age of five and a half (20 boys and 20 girls) who are part of the study by Martínez (2010). They all showed standard development at all levels, had no background of language disorders, were in school and primarily belonged to the urban middle class in the central zone of a province in northern Spain.

### *Materials and instruments*

The standardized *Phonological Record Test* by Bosch (2004) was used to evaluate the phonological development only of the participants with HL. This test, which evaluates phonological development qualitatively and quantitatively, provides information on the sounds which are present in the child's phonological repertoire and how they produce these sounds in spontaneous language in order to infer the type of phonological simplification processes the child uses (Bosch, 1983). The test is made up of 32 words (28 nouns and four adjectives) from the children's lexicon presented on 12 colour illustrations which encompass all the phonemes in Castilian Spanish in

Table 1. Chronological age (CA), type of deafness, cause of hearing disorder, type of technical aid, age of adoption of technical aid and level of schooling.

Subjects	CA	Sex	Type of deafness	Cause	CI/HA	Age of adoption	Level of schooling
S1	3;8	M	Profound bilateral sensorineural	Congenital	Bilateral simultaneous CI	12m	Early elementary school
S2	4;9	M	Profound bilateral sensorineural	Late prelingual	Bilateral simultaneous CI	12m	Middle elementary school
S3	4;11	F	Profound bilateral sensorineural	Congenital	Bilateral simultaneous CI	< 12m	Middle elementary school
S4	6;6	M	Profound bilateral sensorineural	Late prelingual	Bilateral simultaneous CI	21m	Middle elementary school
S5	4;0	M	Moderate mixed bilateral	Congenital	Bilateral HA	< 12m	Early elementary school
S6	6;1	M	Severe bilateral sensorineural	Late prelingual	Bilateral HA	< 12m	Middle elementary school
S7	6;2	F	Moderate bilateral sensorineural	Late prelingual	Bilateral HA	18m	Middle elementary school
S8	7;11	M	Moderate bilateral sensorineural	Unknown	Bilateral HA	18m	2nd grade



different syllable positions. The lexicon evaluated includes 22 consonant clusters and four diphthongs (Bosch, 2004).

Furthermore, a sample of spontaneous speech was recorded, which is a spontaneous conversation without any previously determined script during a given period of time. To record the speech sample of the participants with HL and NH, an Olympus VN-7600 voice recorder was used.

### ***Procedure***

Before starting the study, the parents or legal guardians of the participants signed informed consent to formalize their participation and ensure the confidentiality of the data obtained. Once the documents were signed, the study was explained and any questions were answered, the participants with HL were asked to come to a speech therapist's office to apply the Phonological Record (PR) test (Bosch, 2004) and to collect the samples of spontaneous speech.

With regard to the application of the PR, the evaluator sat across from the child and showed them the 12 illustrations one by one. The instructions given to the children were always the same: 'Tell me what you see here'. If the words shown in the illustration were not uttered spontaneously, the evaluator asked, 'What is this?' or 'Look, what about this?' to get the participant to say them in guided language. If there was a word that the participant did not utter, it was left for a second phase in the administration of the test via repetition. While the participant described what they saw in the illustrations, the evaluator took notes in the record form regarding whether the phonological production of each word was correct or not, stressing the production of each of the phonemes comprising the word, as well as the consonant clusters which were evaluated in it. The participants' responses were not recorded.

Once the PR had been administered, the participants with HL were audio-recorded in situations of spontaneous conversation with one of the researchers in the speech therapist's office, while the participants with NH were recorded in their homes. The length of these conversations was approximately 10 minutes, during which they discussed topics that emerged spontaneously in the course of the communicative exchanges, which varied from child to child. However, during the conversation, the researcher interspersed two situations in which they elicited stories from the children. They asked the children to tell the story of Little Red Riding Hood and the story of a visit to the doctor, that is, a fictitious story and a personal narrative. The immediate objective of these tasks was not to study the children's stories; however, these fragments did elicit the same vocabulary among all the participants.

### ***Data analysis***

All the spontaneous conversations were transcribed using the CHAT format and analysed with the programmes from the CLAN software provided by the CHILDES project (MacWhinney, 2000). To code each of the production errors in terms of phonological processes, a categorization system was designed, used

by the Syndroling research group (Diez-Itza et al., 2014), which covers the categories proposed by Ingram (1976) and the adaptations to Spanish by Bosch (1983). Ingram (1976) established a repertoire of processes based on an eclectic definition which interplays Natural Phonology (Stampe, 1969) and Structural Phonology (Jakobson, 1941) in order to establish a system of observation categories for the clinical evaluation of phonological development; based on this, a paradigm was developed which has given rise to a major stream of studies in a wide variety of languages. The coding system used in this study is divided into five major categories: processes related to the syllable structure (SS), substitution processes (ST), omission processes (OM), assimilation processes (AS) and addition processes (AD). Likewise, each of these categories is divided into different types of processes. The essential difference from Ingram's original system (1976) lies in considering omissions separately as different kinds of substitution processes and including addition processes beyond epenthesis as a strategy to reduce clusters, which are also kept as SS processes.

Table 2 shows part of the classification and categorization system of the phonological processes used in the study by Martínez (2010), because including all of them would go beyond the purpose of this study.

Table 2. Classification and categorization of the phonological processes.

---

<i>Syllable Structure</i> (SS)	– <i>Reduction of consonant cluster</i> (CR:CT) and <i>vowel cluster</i> (CR:VO) – <i>Final consonant deletion</i> (FC) – <i>Unstressed syllable deletion</i> (US) – <i>Metathesis</i> (MT)
<i>Substitution</i> (ST)	– <i>Liquid</i> (LQ) – <i>Nasal</i> (NS) – <i>Voiced stop</i> (VS) – <i>Voiceless stop</i> (VL) – <i>Fricative</i> (FR) – <i>Vowel</i> (VO)
<i>Omission</i> (OM)	– <i>Liquid</i> (LQ) – <i>Nasal</i> (NS) – <i>Voiced stop</i> (VS) – <i>Voiceless stop</i> (VL) – <i>Fricative</i> (FR) – <i>Vowel</i> (VO)
<i>Assimilation</i> (AS)	– <i>Regressive</i> (RS) – <i>Progressive</i> (PR) – <i>Contiguous</i> (CN) – <i>Non-Contiguous</i> (NC)
<i>Addition</i> (AD)	– <i>Consonant</i> (CT) – <i>Vowel</i> (VO)

---

Table 3 shows several examples of production errors codified in accordance with the categorization system described and the kinds of processes that appear in Table 2, and it also explains what kind of simplification processes the subject uses. The CHAT format consists of codes and rules for standardized computerized transcription. Each participant's utterances are preceded by an asterisk and the first three letters of the participant's role appear in upper-case letters (\*CHI). Each altered word or expression is marked with an asterisk within brackets [\*]. Then a dependent error line is introduced (%err) which includes a reproduction of the altered word, specifying (=) after the canonical form from which it comes. This is then followed by the symbol which is used to introduce any kind of coding (\$) in CHAT, in this case the abbreviation *PHO*, which is the CHAT code

Table 3. Examples of phonological errors codified according to the categorization system.

Example 1	<p>*CHI: primero [*].            %err: <b>pimero = primero \$PHO:SS:CR:CT:HM:SP;</b>            In example 1, the syllable structure (SS) of the word is simplified, reducing the homosyllabic consonant cluster (CR:CT) /pr/ from the first syllable, which is in the absolute initial position, by eliminating one of its elements /r/. The resulting syllabus has the canonical CV structure, just like the other syllables in the word.</p>
Example 2	<p>*CHI: nari [*].            %err: <b>nari = nariz \$PHO:SS:FC;</b>            In example 2, a phonological process of simplification of the syllable structure (SS) of the last syllable is used by eliminating the fricative consonant /θ/ in the absolute final position in the word (FC).</p>
Example 3	<p>*CHI: festa [*].            %err: <b>festa = cesta \$PHO:ST:FR:FT;</b>            In example 3, there is a substitution process (ST) with fronting (FT); that is, the articulatory location of the phoneme /s/ is fronted and replaced by the phoneme /f/, from the same consonant series but in the labial position.</p>
Example 4	<p>*CHI: Caperutita [*].            %err: <b>Caperutita = Caperucita \$PHO:AS:NC:RS:CC;</b>            In example 4, we see the substitution of the phoneme /o/ as the result of a regressive (RS) assimilation process (AS) of the phoneme /t/, which appears in the last syllable of the word. Therefore, this is non-contiguous (NC) assimilation because the phonemes involved are not in contact and it occurs between consonants (CC).</p>
Example 5	<p>*CHI: Capeucita [*].            %err: <b>Capeucita = Caperucita \$PHO:OM:LQ;</b>            In example 5, the liquid phoneme is omitted (OM:LQ), in this case the phoneme /r/.</p>
Example 6	<p>*CHI: tienge [*].            %err: <b>tienge = tiene \$PHO:AD:CT;</b>            In example 6, a consonant is added (AD:CT), the phoneme /g/.</p>

to refer to the phonological level. In this same sequence, the codes corresponding to the phonological processes operating in the word are introduced, hierarchized by kinds and types, in accordance with the system of categories established.

On the PR record sheet, the evaluator noted down whether the subject uttered the word spontaneously or after repetition. Likewise, the researcher annotated the exact production of the 32 words on the test to evaluate the presence or absence of each of the phonemes in Spanish in isolation, along with the different types of syllable structures included in the test and the phonological simplification processes which the participant applied. For each participant with HL, the relationship between the number of absent or altered items and the total was calculated.

Once the transcriptions were coded, the data were analysed using some of the programs provided by the CHILDES software package. The frequency of the tokens and phonological processes was obtained with the *FREQ* program, which provided a tally of them.

A Phonological Error Rate (PER) was also calculated for all the processes as a whole and for each kind of process, defined as the percentage of phonological processes over all the words produced (total processes/tokens). Thus, the PER was compared with the normative error rate calculated based on the phonological processes produced by the sample of children with NH (Martínez, 2010).

Cohen's kappa ( $\kappa = 0.995$ ;  $p < .001$ ) was used to determine the inter-judge reliability of the transcriptions and the coding of the phonological processes undertaken by the two authors.

The design of this research is quasi-experimental with two groups, one of them normative. The data obtained were analysed using the IBM SPSS Statistics software version 22.0 for Windows. Statistical analyses and Spearman correlations among the phonological variables (PR, total processes, PER and total kinds of processes), the CA and the age of adoption and adaptation were performed. A contrast of means was also used via the Student *t*-test for a single sample to check whether there were differences in phonological development in the group with HL and the children with NH in terms of the PER by age group and kinds of processes, in order not to make Type I errors due to the difference in the sample size. Furthermore, the non-parametric Mann-Whitney *U*-test for independent samples was used to corroborate whether there were significant differences between the subjects with HA and those with CI in all the phonological processes, in the different kinds and types and according to the age of adoption.

## Results

The results of the correlation analysis between CA and PR, the total number of processes, the PER and the categories of phonological processes in the group with HL showed that there were no statistically significant correlations within any of these variables, nor between the tokens and the phonological variables. A statistically significant correlation was found between the score on PR and the

PER ( $r = .850$ ;  $p < .01$ ) and with the four kinds of processes (SS:  $r = .850$ ;  $p < .01$ ; ST:  $r = .743$ ;  $p < .05$ ; OM:  $r = .807$ ;  $p < .05$ ; AS:  $r = .867$ ;  $p < .01$ ). In turn, the PER correlates with the five kinds of processes (SS:  $r = .998$ ;  $p < .001$ ; ST:  $r = .762$ ;  $p < .05$ ; OM:  $r = .886$ ;  $p < .01$ ; AS:  $r = .771$ ;  $p < .05$ ; AD:  $r = .761$ ;  $p < .05$ ). On the other hand, no statistically significant correlation was found between the age of adoption and adaptation of the aids and the phonological variables.

Table 4 shows the mean ( $M$ ) and the standard deviation ( $SD$ ) of the CA, the tokens, the PER and the error rates of the kinds of phonological processes in the participants without and with HL. It was found that on average, the participants with HL produce fewer tokens than those with NH even though their mean CA is higher, and this difference is statistically significant ( $t = 16.954$ ;  $p < .001$ ). On the other hand, major differences were found on the PER; specifically, the group with HL showed a PER five times higher than the group with NH, and these differences were statistically significant ( $t = -2.344$ ;  $p = .052$ ). It was also found that the most frequent kind of process in both groups in terms of error rates are processes related to the syllable structure (SS), and that the least frequent is additions (AD), which could be considered marginal. There are statistically significant differences between both groups in SS ( $t = -2.905$ ;  $p < .05$ ) and ST processes ( $t = -2.294$ ;  $p < .05$ ).

Figure 1 shows the phonological profile in terms of PER among the participants with HL and NH by age groups. It can be seen that in both groups the phonological errors gradually diminish as the CA rises, although in the group with HL this decline is not as gradual. In this latter group, there are age ranges where we can find a higher error rate (at 3;6 and 4;6), and others where this rate drops considerably (at 4;0 and 5;6). There are statistically significant differences between the group without and with HL at the age of 3;6 ( $t = -10.715$ ;  $p < .001$ ) and 5;6 ( $t = 3.140$ ;  $p < .05$ ).

Figure 2 shows the phonological profile in terms of the error rate of the kinds of phonological processes of the participants with and without HL by age groups. The error rate in both groups and at all ages is still higher in SS and lower in AD processes. Likewise, it was found that the PER in the different kinds of processes

Table 4. Descriptive statistics of CA, tokens, PER and error rates of the different kinds of phonological processes.

	CA	Tokens	PER	PER_SS	PER_ST	PER_OM	PER_AS	PER_AD
NH	$M$ 4;6	1437.40	5.39	2.93	1.71	0.36	0.21	0.16
	$SD$ 0;10	597.215	7.951	4.615	3.544	0.709	0.403	0.237
HL	$M$ 5;5	329.75	32.39	14.44	11.49	5.16	2.00	1.07
	$SD$ 1;05	107.618	32.580	13.535	2.156	0.539	2.271	0.191

Note: PER: Phonological Error Rate, PER\_SS: Error rate of syllable structure, PER\_ST: Error rate of substitution, PER\_OM: Error rate of omission, PER\_AS: Error rate of assimilation, PER\_AD: Error rate of addition.

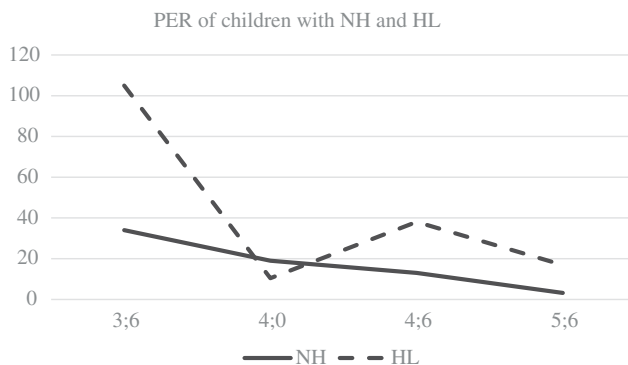


Figure 1. Phonological profile of the children with normal hearing (NH) and with hearing loss (HL).

and in both groups gradually dropped as the CA increased, with a higher PER at age 3;6 in all the kinds of processes. Only in ST processes in the 4;6 age group are there statistically differences between both groups ( $t = -4.302; p < .001$ ).

Within the group with HL, the total number of tokens and phonological variables were compared. Table 5 shows that the mean errors in the PR are higher in the group with CI than in the group with HA, and these differences are statistically significant ( $Z = -2.323; p = .029$ ). However, in the tokens variable, there is no significant difference between both groups. Likewise, we found that the total mean PER in the group with CI is three times higher than in the group with HA, and these differences are statistically significant ( $Z = 1.732; p = .037$ ). On the other hand, the highest PER in both groups with HL is in SS processes and the lowest is in AD. If both groups are compared, we find that the CI group shows a higher frequency of processes of all kinds. However, there are only statistically significant differences on the PER in ST ( $Z = -2.021; p = .043$ ) and AS ( $Z = -2.309; p = .021$ ).

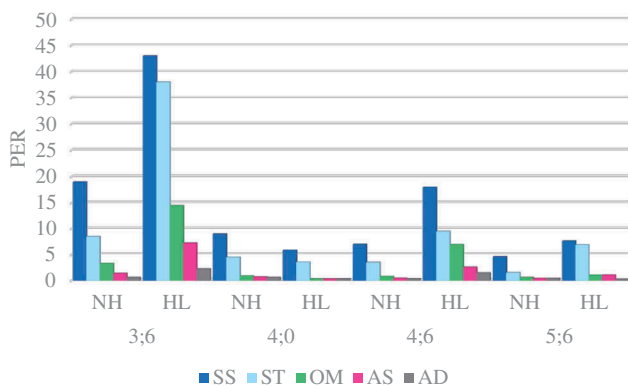


Figure 2. PER of the kinds of phonological processes by age group in the group with HL and the group with NH.

Table 5. Descriptive analysis of the PR, tokens and total PER by kinds of phonological processes in subjects with CI and HA.

	CA	Tokens	PER	PER_SS	PER_ST	PER_OM	PER_AS	PER_AD	
CI	<i>M</i>	27.25	359.25	51.19	22.13	17.07	7.29	3.38	1.3
	<i>SD</i>	14.361	141.288	38.118	15.732	14.069	5.850	2.625	1.405
HA	<i>M</i>	5.50	300.25	13.58	6.74	4.98	0.91	0.62	0.32
	<i>SD</i>	5.196	68.854	8.989	4.696	3.570	0.878	0.311	0.228

Note: PER\_SS: Error rate of syllable structure, PER\_ST: Error rate of substitution, PER\_OM: Error rate of omission, PER\_AS: Error rate of assimilation, PER\_AD: Error rate of addition.

Table 6 shows that there are statistically significant differences in the participants with CI and HA in some kinds of processes in each of the five categories. There are differences in SS processes in cluster reduction (CR) and within them, in consonant cluster reduction (CR:CT), and in metathesis (MT), in favour of the group with CI. In the case of ST processes, the differences are in the liquids (LQ) and in voiced stops (VS). In the OM

Table 6. Mean frequency, Mann-Whitney test and significance in the types of processes.

	CI		HA		<i>Z</i>	<i>p</i>
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>		
SS:CR	36.75	9.946	10.50	9.469	-2.309	.021*
SS:CR:CT	32.00	9.274	10.00	9.764	-2.021	.043*
SS:CR:VO	4.00	4.761	0.50	0.577	-1.858	.630
SS:FC	18.25	11.087	11.00	12.028	-0.436	.663
SS:US	6.5	6.455	1.00	0	-1.230	.219
SS:MT	2.00	2.708	0	0	-2.000	.046*
ST:LQ	19.75	12.816	3.25	2.217	-2.323	.020*
ST:NS	1.25	1.893	0.25	0.500	-0.833	.405
ST:VS	11.25	5.315	1.50	1.732	-2.323	.020*
ST:VL	5.50	7.724	4.75	9.500	-1.191	.234
ST:FR	8.25	6.652	4.25	5.852	-1.461	.200
ST:VO	5.00	3.916	2.50	1.915	-0.871	.384
OM:LQ	10.75	6.702	0.50	1.000	-2.366	.018*
OM:NS	1.75	2.217	0.25	0.500	-1.423	.155
OM:VS	1.50	1.915	1.00	0.816	-0.150	.881
OM:VL	3.75	4.500	0.75	0.957	-0.615	.538
OM:FR	1.25	2.500	0.50	1.000	-0.189	.850
OM:VO	1.50	2.380	0	0	-1.512	.131
AS:RS	9.25	3.594	2.00	1.414	-2.323	.020*
AS:PR	0.75	0.957	0	0	-1.512	.131
AS:CN	0	0	0	0	0	1.000
AS:NC	10.00	4.243	2.00	1.414	-2.337	.019*
AD:CT	1.50	1.732	0.25	0.500	-1.423	-.303
AD:VO	1.75	2.062	0.75	0.500	0.155	.762

processes, there are only significant differences in LQ, and in AS, in non-contiguous (NC) and in regressives (RS).

The participants in both groups with HL showed typical processes such as final consonant deletion (FC), consonant cluster reduction (CR) and the stopping (OC) of liquid phonemes or fricatives, and atypical processes such as vowel substitution (VO), the omission of liquid phonemes (LQ) and regressive assimilation (AS:RS) among consonants. On the other hand, it was found that all the subjects with CI use fronting in fricatives and voiced stops, and that only one subject with HA used the fronting process on voiced and voiceless stops. Likewise, backing is used by six of the participants with HL, three with CI and three with HA: they back fricative phonemes, voiced stops and voiceless stops.

With regard to the age of onset and adaptation of the technical aid, without considering whether the participant has CI or HA, no statistically significant differences were found in the total number of tokens and in the PR, but they were found in the PER; specifically, the children who got the technical aid at the age of 12 months or less were those with the higher PER ( $Z = -1.938$ ;  $p < .05$ ). Likewise, Table 7 shows that this same group shows a higher number of errors in all the kinds of phonological processes, and these differences are statistically significant in SS ( $Z = -1.938$ ;  $p < .05$ ) and AD processes ( $Z = -1.998$ ;  $p < .05$ ).

If we compare the group with CI with the group with HA at the age of 12 months or lower, we find that the group with CI has a higher average number of phonological processes ( $M = 160$ ;  $SD = 62.746$ ) than the group with HA ( $M = 68.50$ ;  $SD = 51.619$ ), although these differences are not statistically significant ( $Z = -1.732$ ;  $p = .083$ ). In the subjects older than 12 months, no statistical analyses can be performed because we only have one case in the group with CI and two in the group with HA.

## Discussion

This is a descriptive study that shows that children with HL have problems with phonological production in Spanish. Even though many studies have revealed that the linguistic development of children with HL improves after they have received

Table 7. Kinds of phonological processes according to age of adoption and adaptation.

		PER	PER_SS	PER_ST	PER_OM	PER_AS	PER_AD
	<i>M</i>	43.70	64.00	51.00	20.50	10.00	3.25
≤ 12 months	<i>SD</i>	37.312	22.226	24.590	11.790	4.234	3.304
	<i>M</i>	13.53	22.50	16.50	3.00	2.00	1.00
> 12 months	<i>SD</i>	8.781	20.761	15.759	2.944	1.414	0.816



palliative treatment like CI or HA (Jiménez, 2014; Manrique et al., 2006; Miyamoto et al., 1996; Schramm et al., 2009; Yoshinaga-Itano et al., 2010), there remain certain differences in the late phonological development of children with HL in Spanish. Due to the dearth of studies in Spanish comparing the phonological profile of children with HL with a broad sample of children with NH, this study has focused on establishing this phonological profile in terms of the frequency and nature of the phonological processes used by a group of children with HL with two different types of technical aids, CI or HA. First, in the discussion section that follows, we are going to describe the phonology of the children with HL and their phonological profile. To do this, first we shall discuss the differences found between the children with NH and the children with HL, and finally, we shall explain the differences found between the children with CI and with HA.

Bearing in mind the number of phonological processes based on the number of words produced, the phonological profile, that is, the PER of the children with HL compared to the group of children with NH at the ages of three and half, four, four and a half and five and a half, shows that the former show a higher PER. Therefore, the subjects with HL, regardless of the kind of technical aid they have, show slower phonological development than children with NH if we focus on the frequency of the occurrence of phonological processes. Furthermore, we found that the PER with the group with HL is higher in the same age ranges, except for 4;0. From these results, we can conclude that the participants with HL are distributed according to the three stages established in late phonological development: Subject 1 (S1) would be in the expansion phase despite the fact that he should be in the subsequent stage (stabilization) based on their chronological age; the other subjects would be distributed between the stabilization stage (five subjects) and the resolution stage (the two older subjects) (Diez-Itza & Martínez, 2004; Martínez, 2010).

While in the children with NH it was found that the frequency of phonological processes reduced with age (Bortolini & Leonard, 1991; Bosch, 1983; Cheung & Abberton, 2000; Dodd et al., 2003; Grunwell, 1981; Ingram, 1976; Martínez, 2010), this trend is not so clear in the children with HL. It was also found that even the older subjects continue to show a high frequency of phonological processes, which would indicate that the late phonological development of the subjects with HL extends beyond the age of 6;0, which is considered the end of phonological development in Spanish (Bosch, 1983). This result is in line with previous studies on other languages which found that children with HL continued to use phonological processes at later ages than children with NH (Chin & Pisoni, 2000; Flipsen & Parker, 2008; Grogan et al., 1995; Hudgins & Numbers, 1942; Huttunen, 2001; Meline, 1997; Skoruppa & Rosen, 2014). Thus, the absence of auditory stimulation during the early years of life owing to the age of onset of deafness, the degree of hearing loss and environmental factors such as a lower number of interactive experiences among parents and children (Geers et al., 2003) as well as parents' lower educational level (Fitzpatrick, Crawford, Ni, & Durieux-Smith, 2011) could be factors explaining why the phonological

processes last longer. Hence, auditory stimulation with either CI or HA in children with profound HL should happen as early as possible.

Vowel substitution is an atypical process which appears quite frequently in English-speaking subjects with HL, although it tends to disappear with age and is correlated to the age of aid adoption (Flipsen & Parker, 2008). Therefore, high variability in vowel production is considered an indicator of late phonological development (Donegan, 2002; Reynolds, 2002) and changes in vowel substitution patterns would signal progress towards more mature production capacities (McCauley, Roberts, & Arena, 2003). Furthermore, children with more vowel problems have been identified as those with the most consonant alterations according to studies in English (Pollock & Keiser, 1990), German (Kehoe & Lleó, 2003), Swedish (Nettelbladt, 1983), Cantonese (So & Dodd, 1994) and Spanish (Goldstein & Pollock, 2000). The results of this study corroborate this finding, given that S1 and S2 are the participants with the most vowel substitutions (9 and 7, respectively) and vowel omissions (5 and 1, respectively), and they are also the participants with the most errors and the lowest chronological age.

The high frequency of processes of omission of liquid consonants is quite noteworthy; especially if we bear in mind processes of cluster reduction and final consonant deletion, there is a high frequency of phonemes omitted from this series. Therefore, the difficulties of contrast and segmental phonological representation merge with the difficulties of phonotactic combination and representation at the syllable and word levels.

In English-speaking children with NH, the frequency of assimilation is under 1% at the age of 30 months (Roberts et al., 1990); however, in Spanish, progressive assimilations between vowels (earlier processes) in typical development tend to disappear at around age four, while regressive assimilations between consonants (later processes) persist after the age of four and a half, which might indicate that these processes remain as processing errors at the end of late phonological development (Martínez & Diez-Itza, 2012). Given that our participants with HL show a delay in their phonological development, the frequency of these processes would affect this delayed pattern.

Additionally, it was found that the subjects in our study with CI use fronting of fricatives and voiced stops, and only one subject with HA applies fronting processes to voiced and voiceless stops. Likewise, backing is used by six of the subjects in the sample, three with CI and three with HA, and all of them back fricative phonemes and voiced and voiceless stops. When comparing the phonological development between children with HL and children with NH, Moeller et al. (2007) identified that the production of fricative consonants was slower compared to the rest of consonantal and vocalic phonemes, which would be reflected in a higher number of production errors in them. Flipsen and Parker (2008) found that the incidence of both processes in their sample was low and never reached a mean of 1%. In our study, both processes occur more frequently, 2.19% for backing and 4.38% for fronting. Stokes, Tse-Kay Lau, and Ciocca (2002) suggest that backing processes should be more frequent than fronting processes at these ages, even though the latter are very common in all world

languages (Locke, 1983). The results of a study with Australian children with NH indicated that backing processes operated until the age of four, while the fronting of velars disappeared at the age of two (James, 2001). This would once again confirm that the participants show a delayed pattern even in the most frequent or typical processes.

Likewise, it was found that the participants with CI show a higher Phonological Error Rate than the participants with HA. These results run counter to those found by Law and So (2006) in a study with Cantonese-speaking children, where the group with CI showed better phonological skills than the group with HA with a similar degree of hearing loss. One possible explanation for these results could be the type of evaluative task used in each study. While the aforementioned authors used an elicitation test, this study analysed the spontaneous language by evaluating the subjects' language in contexts of functional use, which is how the language acquisition and development processes occur in children, without isolating them from the conversational context (Diez-Itza, 1992). This idea is supported by the current study because differences were found in the nature of the processes which were analysed and coded in spontaneous conversation and in the production test with the same subject. However, these differences are not expressed in frequency, given that there is a very high correlation between the number of processes in spontaneous speech and in the test.

Regarding the nature of the processes, it was also found that the most frequent kind of phonological processes in the participants with HL are SS followed by ST, as found in the children with NH (Martínez, 2010), although there are differences in terms of the frequency of these two kinds between the groups with HL. Thus, the subjects with CI showed a PER in SS, in ST and in AS three times higher than the subjects with HA, while in the case of OM this difference is six times higher, although it is only statistically significant in the case of ST and AS. SS processes in both groups with HL show a tendency to a higher frequency in this study. One of the plausible explanations for this higher incidence of SS processes comes from autosegmental phonology, which suggests that syllabic representation may be independent of the consonantal and vocalic segments of the word; hence, the phonological processes tend to retain the canonical structure of the syllables at the expense of the segmental content (Goldsmith, 1990). Segmental processes, that is, ST, refer to the phonemic restrictions that entail restrictions in the choice of phonemes within the repertoire, stemming from the oppositions according to marking and distinctive features. In terms of the high frequency of OM processes in CI, this suggests major differences compared to ST processes, so they cannot be assumed to operate at the segmental level as substitutions by  $\square$ , as Ingram (1976) had initially assumed, but instead they obey different restrictions in the phonematic and phonotactic dimensions.

In terms of the kinds of processes, it was found in the current study that all the subjects with HL show consonant cluster reduction, final consonant deletion and the stopping of liquids or fricatives as typical processes, and vowel substitution, the omission of liquid phonemes regardless of their place in the word and

regressive assimilation between consonants as atypical processes. These three typical processes are also used frequently by English-speaking children with HL (Buhler et al., 2007; Chin & Pisoni, 2000; Flipsen & Parker, 2008; Grogan et al., 1995), while in the study of Spanish-speaking children, only cluster reduction (18) and the stopping of fricatives and affricates (10) show a higher frequency (Madrid & Moreno-Torres, 2014). Regarding atypical processes, in this same study consonant assimilation was found at a high rate; however, the other two kinds atypical processes (vowel substitution and omission of liquids) were not recorded (Madrid & Moreno-Torres, 2014). Conversely, these authors drew attention to the high frequency of the omission of stops because they are phonemes which are acquired at early ages (Bosch, 2004).

In terms of phonological development according to the age of adoption and adaptation of the technical aids, it was not found to correlate significantly with the total number of words. This diverges with the results of other studies, because even though some find that subjects with CI improve their production of vowels, two-syllable words and phrase production, with the younger children benefitting the most from the technical aid of the IC (Manrique et al., 2006), other studies found that after having used the aid for at least 12 months, 73.3% of the children (116 participants) showed auditory integration difficulties with a consequent difficulty discriminating the presence or absence of voicing (Jiménez, 2014). Thus, in addition to the explanatory capacity of the age of adoption (Flipsen & Parker, 2008), we should consider the subjects' nonverbal cognitive capacity (Geers, Nicholas, & Moog, 2007), as well as other factors that may be exerting an influence.

Likewise, the results of the phonological development in the group with HL according to age of adoption of the technical aid indicate that even though there are statistically significant differences, they run counter to the expected findings because those whose devices were implanted at the age of 12 months or less show a higher PER. One possible explanation is that these participants are also those with a younger chronological age, and it is amply documented that the younger the chronological age, the higher the number of phonological errors.

The findings of this study should be generalized with caution due to the limitations in the design of the study, firstly because of the small sample size of just eight children with HL. The individual variability in terms of the subjects' age and the age of adoption of technical aids poses considerable problems in studies with small groups. Therefore, an additional study with larger sample groups is clearly in order. Finally, future studies could use other categorization systems, such as the one by Rose and Inkelas (2011), to check whether parallels between these systems could be established with the same data.

## **Desarrollo fonológico tardío en niños españoles con pérdidas auditivas bilaterales**

Aproximadamente hay un millón de personas sordas en España (INE) con alrededor de 1:1000 niños nacidos sordos. Los niños con pérdidas auditivas (PA) presentan problemas lingüísticos en el proceso del desarrollo del lenguaje a nivel de desarrollo fonético-fonológico con inventarios fonéticos más pequeños con un crecimiento limitado en el tiempo de los mismos y reducido número y variedad de sílabas que contienen consonantes (Stoel-Gammon, 1988), de desarrollo léxico con un retraso en la aparición de las primeras palabras y en el crecimiento de vocabulario (Connor, Heiber, Arts, & Zwolan, 2000), y de desarrollo gramatical con una longitud media de enunciados más corta (Szagun, 2004).

Este artículo describe el desarrollo del lenguaje en niños con pérdidas auditivas y en particular el desarrollo fonológico, centrándose en el estudio de los procesos de simplificación fonológica. El estudio del desarrollo fonológico de niños con PA prelocutivas con algún tipo de tratamiento paliativo como los implantes cocleares (IC) y los audífonos (AU) ha sido un tema recurrente en las últimas tres décadas (Flipsen, 2008; Law & So, 2006; Skoruppa & Rosen, 2014; Tobey, 1993). Así, su desarrollo fonológico tanto a nivel de percepción como de producción inteligible evoluciona favorablemente con la edad después de haber recibido tratamiento de ayudas técnicas (Jiménez, 2014; Manrique et al., 2006; Miyamoto, Krik, Robins, Todd, & Riley, 1996; Schramm, Bohnert, & Keilmann, 2009; Yoshinaga-Itano, Baca, & Sedey, 2010).

Yoshinaga-Itano et al. (2010) encontraron que la intervención temprana con AU y con IC es una clara ventaja que facilita el desarrollo lingüístico oral de los niños sordos, ya que la variable edad auditiva, es decir, la edad de los sujetos contabilizada desde el momento en el que comienzan a oír, es la que mejor captura la variabilidad en los patrones de habla (Flipsen & Parker, 2008). En consecuencia, estos niños que han sido detectados, diagnosticados y estimulados de manera precoz (entre el primero o segundo año de vida), van adquiriendo un lenguaje oral similar al de los niños normo-oyentes (NO) (Kirk et al., 2002; Monsalve & Núñez, 2006; Nicholas & Geers, 2006; Robinshaw, 1995; Schramm et al., 2009).

Sin embargo, a pesar del uso de estas ayudas técnicas (AU/IC) se ha observado que las vocalizaciones de las primeras etapas (entre los 10 y los 24 meses) entre niños NO y niños sordos no variaban en cuanto a la naturaleza de las mismas, pero sí en cuanto a su desarrollo puesto que presentan un cierto retraso en el inicio del balbuceo, menor repertorio consonántico y un uso de estructuras silábicas menos complejas tanto en español como en inglés (Ertmer & Moreno-Torres, 2009; Moeller et al., 2007). Además, suelen presentar un

elevado número de errores de producción en etapas tardías del desarrollo fonológico, a partir de los tres años en comparación con los niños NO (Flipsen & Parker, 2008; Hudgins & Numbers, 1942; Huttunen, 2001; Meline, 1997; Skoruppa & Rosen, 2014).

Por otro lado, se ha evidenciado diferencias entre los niños NO y con PA profundas en el ritmo, la duración, los movimientos articulatorios, la entonación, el control velar y la calidad de su voz (Nikerson, 1975). Estas diferencias se podrían explicar por la importancia del ‘feedback auditivo’, no presente o alterado en niños con PA, la edad de inicio de la sordera, el grado de pérdida auditiva y los factores de tipo ambiental (Geers, Nicholas, & Sedey, 2003).

Se conoce que la exposición diaria a los sonidos del habla o inmersión lingüística desde edades tempranas es un factor necesario para la adquisición del lenguaje (Breuning, Klipphan, & Cordero, 2012). De acuerdo con Oller (2000), los niños con PA alcanzarán el periodo de balbuceo canónico si previamente acumulan suficiente experiencia auditiva. Esto se debe a la existencia de un periodo auditivo más receptivo o sensible, es decir, un espacio de tiempo en el que el aprendizaje del lenguaje se realiza con mayor eficacia. Según Huanca (2004), este periodo se sitúa entre los seis meses y los dos años de edad, pero la plasticidad auditiva neuronal, según describen Manrique et al. (2006), se extiende hasta los cinco-seis años.

El estudio del desarrollo fonológico de los niños tanto NO como con PA a partir de que empiezan a producir sus primeras palabras se centra en el análisis de los inventarios fonéticos y en el estudio de los errores de producción que comenten. La gran mayoría de los estudios centrados en los inventarios destacan los beneficios de las ayudas técnicas en niños con PA, aunque estos se adquieren más lentamente (Law & So, 2006; Moeller et al., 2007; Serry & Blamey, 1999). En español, no se ha encontrado investigación sobre el análisis de los inventarios fonéticos en niños con PA.

El procedimiento tradicional para evaluar los errores de producción tanto en niños NO con desarrollo típico como con trastornos fonológicos ha sido el análisis del repertorio de fonemas aislados en función del lugar y el modo de producción, y analizarlos en términos de errores de omisión, sustitución y distorsiones (Templin, 1957). Sin embargo, el estudio de estos errores en términos de procesos fonológicos de simplificación ha resultado excepcionalmente valioso desde que se adoptó como un modo de describir la fonología infantil con finalidad clínica. Así, el paradigma de los procesos fonológicos, definidos como la sistematicidad en los patrones de cambio evolutivo que se observan en el desarrollo fonológico infantil (Vihman, 1996), se ha extendido ampliamente y ha sido empleado por investigadores de la adquisición fonológica tanto en niños NO con desarrollo típico (Bosch, 1983; Dodd, Holm, Hua, & Crosbie, 2003; Grunwell, 1981; Ingram, 1976; Martínez, 2010; Roberts, Burchinal, & Footo, 1990) como en niños con PA tanto en estudios de caso único como de grupo con AU o con IC (Buhler, DeThomasis, Chute, & DeCore, 2007; Chin & Pisoni, 2000; Churchill, Hodson, Jones, & Novak, 1988; Dodd, 1976; Dodd & So, 1994; Flipsen & Parker, 2008; Gordon-Brannan, Hodson, &

Wynne, 1992; Grogan, Barker, Dettman, & Blamey, 1995; Law & So, 2006; Madrid & Moreno-Torres, 2014; Meline, 1997; Skoruppa & Rosen, 2014).

Los numerosos estudios en diferentes lenguas que describen el desarrollo fonológico de niños NO en términos de procesos de simplificación plantean que éstos dejan de aplicarse con la edad (Bortolini & Leonard, 1991; Bosch, 1983; Cheung & Abberton, 2000; Dodd et al., 2003; Grunwell, 1981; Ingram, 1976), aunque en algunos niños a la edad de seis años persisten una serie de errores residuales (Martínez, 2010; Roberts et al., 1990). En el caso de los niños con PA estos procesos se eliminan pero a edades más tardías (Chin & Pisoni, 2000; Flipsen & Parker, 2008; Grogan et al., 1995). Además, en el desarrollo típico de niños NO se suele establecer una diferenciación entre procesos fonológicos de desarrollo típico y atípico (Bauman-Waengler, 2004; Edwards & Shriberg, 1983; Ingram, 1976). Esta categorización se realiza atendiendo a la frecuencia y regularidad con la que los niños pequeños con desarrollo típico aplican estos procesos para simplificar las palabras adultas. En función de esto, se establece si el curso del desarrollo presenta un patrón retrasado o desviado. Asimismo, los procesos que implican restricciones en las combinaciones de fonemas dentro de la palabra (procesos fonotácticos) son más frecuentes que los procesos segmentales, los cuales se resuelven a la edad de los 5;0 años en el desarrollo fonológico tardío del desarrollo típico (Martínez, 2010).

En el caso de los niños con PA, se ha determinado que existe una relación estadísticamente significativa entre la pérdida auditiva, el número correcto de consonantes y la aplicación de procesos fonológicos (Huttunen, 2001; Law & So, 2006; Meline, 1997). Pero hay que diferenciar aquellos estudios cuya muestra está formada por sujetos con PA que tienen como ayuda técnica los AU de aquellos que tienen IC.

En el estudio de Meline (1997) los sujetos ingleses sordos con AU entre los cinco y los 12 años utilizan procesos fonológicos similares a los de los niños NO. Asimismo, identificó que la supresión de consonante final, la reducción del grupo consonántico y la sustitución de líquidas eran los procesos más frecuentes y los que más prevalecen. También, encontró diferencias en el porcentaje de ocurrencia de los procesos fonológicos en función del grado de pérdida de los participantes. Por su parte, Parker (2005) (véase Flipsen & Parker, 2008) en una revisión bibliográfica de 11 estudios en lengua inglesa que usan el enfoque de los procesos fonológicos en niños con PA con AU, encuentra que hay siete procesos fonológicos que pueden ser catalogados como procesos típicos (supresión de consonante final, reducción de grupo, ensordecimiento de oclusivas, oclusivización de fricativas y de africadas, frontalización de fricativas y velares, simplificación de líquidas y de semiconsonantización) y seis como procesos atípicos (omisión de consonante inicial, sustitución de oclusivas sonoras, posteriorización de fricativas y velares, sustitución de vocales, neutralización de vocales y simplificación de diptongos). Sin embargo, Dodd y So (1994) en un estudio en habla cantonés observaron que de todos los procesos típicos analizados en lengua inglesa solo la oclusivización de fricativas fue utilizada por todos sus participantes, mientras que la reducción de grupos, la supresión de consonante final y la sonorización de oclusivas sordas fue utilizada por seis sujetos,

mientras que 10 de los sujetos usaban al menos uno de los cuatro procesos atípicos analizados (fricativización de oclusivas, omisión de consonante inicial, posteriorización de fricativas y velares y adición).

En el caso de niños sordos con IC se ha encontrado diversos resultados en función de la metodología de estudio. Así, en habla espontánea después de la implantación, los procesos más frecuentes son la nasalización de oclusivas sonoras, la reducción de diptongos, la sonoridad de fricativas, la oclusivización de fricativas y africadas, la supresión de consonante final y la reducción de grupo consonántico, siendo el proceso de supresión de consonante final el que disminuye significativamente en su ocurrencia (Flipsen & Parker, 2008; Grogan et al., 1995). En el caso de la producción de palabras aisladas, unos estudios encuentran que los más frecuentes son la oclusivización de fricativas, la semiconsonantización de líquidas y el uso de la fricativa labiodental /f/ en lugar de /s, t, k/ (Chin & Pisoni, 2000), y otros estudios que la supresión de consonante final, la oclusivización de africadas, la reducción de grupos, la omisión de líquidas y la frontalización de velares son los más frecuentes (Buhler et al., 2007).

En un estudio comparativo del cantonés entre sujetos con IC y con AU en una tarea de denominación se ha observado que los primeros utilizan menos procesos de simplificación que los segundos, y que solo los niños con AU emplean procesos atípicos (Law & So, 2006).

El único estudio en español que compara a un grupo de ocho niños con IC con otro de ocho niños NO empleando el paradigma de los procesos fonológicos, concluye que a nivel segmental los procesos más frecuentes son la nasalización de oclusivas, la sustitución de fonemas y la oclusivización de fricativas y africadas, mientras que a nivel silábico son la supresión de sílaba átona, la supresión de sílaba tónica, siendo éste un proceso considerado atípico en el desarrollo fonológico típico, y la reducción de grupos consonánticos, a pesar de las diferencias intragrupo en el grupo con IC (Madrid & Moreno-Torres, 2014).

En definitiva, el desarrollo lingüístico oral de los niños con PA, se caracteriza por un retraso fonológico notable, debido a que el entorno lingüístico de estos sujetos es más limitado. Es cierto que centrando la atención en los procesos de simplificación fonológica se han encontrado similitudes cualitativas entre niños con PA y NO, pero las diferencias radican en el momento de aparición y desaparición del uso de estos procesos. Sin embargo, no se ha evidenciado hasta ahora si los procesos de simplificación fonológica varían en función de la ayuda técnica empleada y si la edad de implantación y adaptación de esas ayudas técnicas influye en el desarrollo fonológico tardío de niños españoles.

El objetivo general del presente trabajo es analizar y comparar los procesos fonológicos de simplificación en una muestra de niños españoles con PA, tanto con IC como con AU, con un grupo normativo normo-oyente con desarrollo típico. Se analizará el repertorio fonológico de todos los participantes para obtener datos sobre las simplificaciones fonológicas más frecuentes. Puesto que la muestra está formada por niños con IC y niños con AU, se podrá contrastar además, si entre ambos grupos existen diferencias significativas en la frecuencia y naturaleza de estos procesos y estudiar el desarrollo fonológico de



los sujetos con PA en función de la edad de implantación. Esta investigación podría ayudar a entender más acerca de cómo los niños españoles nacidos con PA pueden desarrollar el lenguaje oral.

## **Método**

### ***Participantes***

La muestra de este estudio está formada por 168 niños de los cuales ocho niños (dos niñas y seis niños) presentan PA de edades comprendidas entre 3;8 y 7;11 años, y 160 niños de edades comprendidas entre 3;6 y 6;0 años que es el grupo normativo. De la muestra con PA cuatro de ellos tienen como ayuda técnica un IC (rango de edad de 3;8 años a 6;6 años;  $M = 4;10$  años;  $DT = 1;02$  años) y los otros cuatro un AU (rango de edad de 4;0 años a 7;11 años;  $M = 6;01$  años;  $DT = 1;06$  años). A pesar de ser ocho participantes, se considera un tamaño de muestra representativa teniendo en cuenta las dificultades para reclutar niños con PA que presenten como ayuda técnica un AU o un IC y que además, hubiesen sido implantado tempranamente y cuya lengua materna sea la lengua oral. Ninguno de los participantes con PA presenta enfermedades médicas asociadas según los informes médicos, y pertenecen a la clase socioeconómica media (cinco participantes) y alta (tres participantes). Los criterios de selección de la muestra con PA fueron tres: edad cronológica (EC), tipo de hipoacusia y edad de implantación y adaptación de las ayudas técnicas (AU/IC). En relación con el primer criterio, se seleccionaron participantes de edades comprendidas entre tres y siete años, inclusive. En segundo lugar, todos presentaban una hipoacusia de tipo neurosensorial bilateral, excepto en un caso que presenta componente mixto, y con un grado que oscila entre moderado y profundo. Por último, únicamente se seleccionaron participantes cuya edad de implantación y adaptación fuese temprana, es decir, no superase los 24 meses. En la [Tabla 1](#) se recogen las características de los participantes con PA en cuanto a la edad cronológica, el sexo, el tipo de hipoacusia, la causa, el tipo de ayuda técnica, la edad de implantación y el nivel de escolarización.

La muestra de NO estaba formada por 160 niños con una media de edad cronológica de 4;6 años ( $DT = 0.774$ ) que se dividen en cuatro grupos para poder compararlos con los participantes con PA en función de su edad cronológica: 40 niños con una media de edad de tres y medio años (20 niños y 20 niñas), 40 niños con una media de edad de cuatro años (20 niños y 20 niñas), 40 niños con una media de edad de cuatro y medio años (20 niños y 20 niñas) y 40 niños con una media de edad de cinco y medio años (20 niños y 20 niñas) que forman parte del estudio de Martínez (2010). Todos ellos mostraban desarrollo típico en todos los niveles, no tenían antecedentes de trastorno del lenguaje, estaban escolarizados y pertenecían principalmente a clases medias urbanas de la zona central de una provincia del norte de España.

Tabla 1. Edad cronológica (EC), características de la audición, causa, tipo de ayuda técnica, edad de implantación y nivel de escolarización.

Sujetos	EC	Sexo	Tipo de sordera	Causa	IC/AU	Edad	
						implantación	Nivel de Escolarización
S1	3;8	M	Profunda bilateral neurosensorial	Congénita	IC bilateral simultáneo	12m	1° Ciclo Infantil
S2	4;9	M	Profunda bilateral neurosensorial	Tardía prelocutiva	IC bilateral simultáneo	12m	2° Ciclo Infantil
S3	4;11	F	Profunda bilateral neurosensorial	Congénita	IC bilateral simultáneo	< 12m	2° Ciclo Infantil
S4	6;6	M	Profunda bilateral neurosensorial	Tardía prelocutiva	IC bilateral simultáneo	21m	2° Ciclo Infantil
S5	4;0	M	Moderada bilateral mixta	Congénita	AU bilateral	< 12m	1° Ciclo Infantil
S6	6;1	M	Severa bilateral neurosensorial	Tardía prelocutiva	AU bilateral	< 12m	2° Ciclo Infantil
S7	6;2	F	Moderada bilateral neurosensorial	Tardía prelocutiva	AU bilateral	18m	2° Ciclo Infantil
S8	7;11	M	Moderada bilateral neurosensorial	Desconocido	AU bilateral	18m	2° Primaria

### ***Materiales e instrumentos***

Se utilizó la prueba estandarizada *Registro Fonológico* de Bosch (2004) para evaluar el desarrollo fonológico solo de los participantes con PA. Esta prueba, que realiza una valoración cualitativa y cuantitativa del desarrollo fonológico, proporciona información sobre los sonidos que están presentes en el repertorio fonológico del niño y el uso que hace de los mismos en el lenguaje espontáneo, con la finalidad de inferir el tipo de procesos de simplificación fonológica que emplea (Bosch, 1983). La prueba está formada por 32 palabras (28 sustantivos y cuatro adjetivos) incluidas en el léxico infantil, presentadas en 12 láminas a color y que recoge todos los fonemas del castellano en diferentes posiciones de sílaba. Dentro del léxico evaluado se incluyen 22 grupos consonánticos y cuatro diptongos (Bosch, 2004).

Además, se ha registrado una muestra de habla espontánea que es una conversación espontánea, sin un guion previo establecido durante un periodo de tiempo determinado. Para el registro de las muestras de habla de los participantes con PA y NO se empleó una grabadora de voz ‘Olympus VN-7600’.

### ***Procedimiento***

Antes de iniciar el estudio, los padres o tutores legales de los participantes firmaron un consentimiento informado para formalizar su participación y asegurar la confidencialidad de los datos requeridos. Una vez firmados los documentos, explicado el estudio y aclaradas todas las dudas, se citó a los participantes con PA en un despacho de logopedia para aplicar el Registro Fonológico (RF) (Bosch, 2004) y la recogida de las muestras de habla espontánea.

Respecto la aplicación del RF, el evaluador se situó en frente del niño y le fue mostrando las 12 láminas, una a una. La consigna que se le dio al niño fue siempre la misma: ‘Cuéntame lo que ves aquí’. En caso de que no emitiese de manera espontánea las palabras de la lámina, el evaluador le preguntaba ‘¿Qué es esto?, Mira, ¿y esto?’ para que el participante las emitiese en lenguaje dirigido. Si había alguna palabra que el participante no emitía, se dejaba para una segunda fase de aplicación de la prueba mediante repetición. Mientras el participante va describiendo lo que ve en las láminas, el evaluador va anotando en la hoja de registro si la producción fonológica de cada una de las palabras es correcta o no, haciendo hincapié tanto en la producción de cada uno de los fonemas que componen la palabra, como en los grupos consonánticos que se evalúan en la misma. Las respuestas de los participantes no fueron grabadas.

Una vez finalizada la administración del RF, los participantes con PA eran grabados en audio en situaciones de conversación espontánea con una de las investigadoras en el despacho de logopedia, mientras que los sujetos NO eran grabados en su hogar. La duración de estas conversaciones era aproximadamente de 10 minutos, durante los cuales se trataban los temas que iban surgiendo libremente al hilo de los intercambios comunicativos, que variaban de unos niños a otros. No obstante, a lo largo de la charla, la investigadora intercalaba dos situaciones de elicitación de narraciones. Les pedía que contasen el cuento de Caperucita y una visita al médico, es decir, una narración de ficción y un

script. El objetivo inmediato de estas tareas no está relacionado con el estudio de las narraciones infantiles, sin embargo, tales fragmentos suponen de hecho la elicitación de un mismo vocabulario en todos los participantes.

### *Análisis de datos*

Todas las conversaciones de habla espontánea fueron transcritas en formato CHAT y analizadas con los programas del paquete CLAN, proporcionados por el Proyecto CHILDES (MacWhinney, 2000). Para la codificación de cada uno de los errores de producción, en términos de procesos fonológicos, se diseñó un sistema de categorización empleado por el grupo de investigación Syndroling (Diez-Itza et al., 2014) que atiende a las categorías propuestas por Ingram (1976) y a las adaptaciones al español de Bosch (1983). Ingram (1976) estableció un repertorio de procesos a partir de una definición ecléctica que conjuga la Fonología Natural (Stampe, 1969) y Estructural (Jakobson, 1941) con el fin de establecer un sistema de categorías de observación para la evaluación clínica del desarrollo fonológico, a partir del cual se configuró un paradigma que ha dado lugar a un importante caudal de investigaciones en lenguas muy diversas. El sistema de codificación utilizado en esta investigación se divide en cinco grandes categorías: procesos relativos a la estructura de la sílaba (ES), procesos de sustitución (ST), procesos de omisión (OM), procesos de asimilación (SM) y procesos de adición (AD). A su vez, cada una de estas categorías se divide en diferentes tipos de procesos. La diferencia fundamental con respecto al sistema original de Ingram (1976) reside en la consideración independiente de las omisiones como clases distintas de los procesos de sustitución y la inclusión de procesos de adición más allá de las epéntesis como estrategia de reducción de grupos que se mantienen también como procesos de ES.

En la [Tabla 2](#) se recoge una parte del sistema de clasificación y categorización de los procesos fonológicos utilizados en el estudio de Martínez (2010) porque su totalidad excede al objetivo de esta investigación.

En la [Tabla 3](#) se muestran algunos ejemplos de errores de producción codificados de acuerdo con el sistema de categorización descrito y las clases de procesos que aparecen en la [Tabla 2](#), así mismo se explica qué tipo de procesos de simplificación aplica el sujeto. El formato CHAT consiste en códigos y normas para la transcripción informatizada unificada. Los enunciados de cada participante están precedidos por un asterisco y las primeras tres letras del rol del participante en mayúsculas (\*CHI). Cada palabra o expresión alterada se marca con un asterisco entre corchetes [\*]. A continuación se introduce una línea dependiente de error (%err) que incluye la reproducción de la palabra alterada, especificando (=) a continuación la forma canónica de la que precede. Sigue luego el símbolo que sirve para introducir en CHAT cualquier tipo de codificación (\$), en este caso las siglas *PHO* que es el código de CHAT para referirse al nivel fonológico. En la misma secuencia y de un modo jerarquizado por clases y tipos se van introduciendo los códigos correspondientes a los

Tabla 2. Clasificación y categorización de los procesos fonológicos.

<i>Estructura de la sílaba</i> (ES)	- <i>Reducción de Grupo Consonántico</i> (RG:CT) y <i>Vocálico</i> (RG:VO) - <i>Supresión de Consonante Final</i> (CF) - <i>Supresión de Sílaba Átona</i> (SA) - <i>Metátesis</i> (MT)
<i>Sustitución</i> (ST)	- <i>Líquida</i> (LQ) - <i>Nasal</i> (NS) - <i>Oclusiva Sonora</i> (ON) - <i>Oclusiva Sorda</i> (OR) - <i>Fricativa</i> (FC) - <i>Vocal</i> (VL)
<i>Omisión</i> (OM)	- <i>Líquida</i> (LQ) - <i>Nasal</i> (NS) - <i>Oclusiva Sonora</i> (ON) - <i>Oclusiva Sorda</i> (OR) - <i>Fricativa</i> (FC) - <i>Vocal</i> (VL)
<i>Asimilación</i> (AS)	- <i>Regresiva</i> (RS) - <i>Progresiva</i> (PR) - <i>Contigua</i> (CN) - <i>No-Contigua</i> (NC)
<i>Adición</i> (AD)	- <i>Consonante</i> (CT) - <i>Vocal</i> (VL)

procesos fonológicos que operan en la palabra, de acuerdo con el sistema de categorías establecido.

En la hoja de registro del RF se anota si el sujeto ha emitido la palabra de manera espontánea o por repetición. Asimismo, la investigadora recoge la producción exacta de las 32 palabras que forman la prueba para valorar la presencia o ausencia de cada uno de los fonemas del castellano de manera aislada y los diferentes tipos de estructura silábica que se incluyen en la prueba y los procesos de simplificación fonológica que aplica el participante. Para cada participante con PA se calculó la relación entre el número de ítems ausentes o alterados y el total.

Una vez codificadas las transcripciones se procedió a analizar los datos empleando algunos de los programas que proporciona el paquete de programas informáticos de CHILDES. La frecuencia de los *tokens* y de los procesos fonológicos fue obtenida a partir del programa *FREQ* que proporciona un recuento de los mismos.

También, se calculó un Índice de Error Fonológico (IEF) para el total de procesos y para cada clase de procesos, definido como el porcentaje de procesos fonológicos sobre el total de palabras producidas (Total Procesos/tokens). Así, el valor de los IEF se comparó con el índice de error normativo calculado a partir de los procesos fonológicos producidos por la muestra de niños NO (Martínez, 2010).

Tabla 3. Ejemplos de errores fonológicos codificados según el sistema de categorización.

---

<i>Ejemplo 1</i>	<p>*CHI: pimero [*].          %err: <b>pimero</b> = <b>primero</b> \$PHO:ES:RG:CT:HM:SP\$;          En el ejemplo 1 se simplifica la estructura de la sílaba de la palabra (ES), reduciendo el grupo consonántico homosilábico (RG:CT) /pr/ de la primera sílaba, que está en posición inicial absoluta, mediante la supresión de unos de sus elementos /r/. La sílaba resultante tiene la estructura canónica CV, al igual que el resto de sílabas de la palabra.</p>
<i>Ejemplo 2</i>	<p>*CHI: nari [*].          %err: <b>nari</b> = <b>nariz</b> \$PHO:ES:CF\$;          En el ejemplo 2, se aplica un proceso fonológico de simplificación de la estructura (ES) en la última sílaba mediante la supresión de la consonante fricativa /θ/ en la posición final (CF) absoluta de la palabra.</p>
<i>Ejemplo 3</i>	<p>*CHI: festa [*].          %err: <b>festa</b> = <b>cesta</b> \$PHO:ST:FC:FT\$;          En el ejemplo 3, se produce un proceso de sustitución (ST) en el que tiene lugar una frontalización (FT), es decir, una anteriorización en la localización articulatoria del fonema /s/, que se sustituye por el fonema /f/, de la misma serie, pero situado en el orden labial.</p>
<i>Ejemplo 4</i>	<p>*CHI: Caperutita [*].          %err: <b>Caperutita</b> = <b>Caperucita</b> \$PHO:SM:NC:RS:CC\$;          En el ejemplo 4 se observa la sustitución del fonema /o/ como resultado de un proceso de asimilación (SM) de dirección regresiva (RS) por parte del fonema /t/, que aparece en la última sílaba de la palabra. Se trata pues de una asimilación no contigua (NC) porque los fonemas implicados no están en contacto y se produce entre consonantes (CC).</p>
<i>Ejemplo 5</i>	<p>*CHI: Capeucita [*].          %err: <b>Capeucita</b> = <b>Caperucita</b> \$PHO:OM:LQ\$;          En el ejemplo 5 se omite un fonema líquido (OM:LQ), en este caso el fonema /r/.</p>
<i>Ejemplo 6</i>	<p>*CHI: tienge [*].          %err: <b>tienge</b> = <b>tiene</b> \$PHO:AD:CT\$;          En el ejemplo 6 se añade una consonante (AD:CT), el fonema /g/.</p>

---

Para determinar la fiabilidad interjueces en las transcripciones y en la codificación de los procesos fonológicos realizadas por dos de los autores, se utilizó la kappa de Cohen ( $\kappa = 0.995$ ;  $p < .001$ ).

El diseño de esta investigación es cuasiexperimental de dos grupos, uno de ellos normativo. Los datos obtenidos se analizaron mediante el programa IBM SPSS Statistics — versión 22.0 para Windows. Se realizaron análisis estadísticos y correlaciones de Spearman entre las variables fonológicas (RF, total procesos, IEF y total clases de procesos), la EC y la edad de implantación y adaptación. Se utilizó también un contraste de medias a través de la prueba *t* de Student para una

sola muestra, para comprobar si existían diferencias en el desarrollo fonológico del grupo con PA y del NO en el IEF, por grupos de edad y clases de procesos con la finalidad de no incurrir en un error Tipo I debido a la diferencia en el tamaño de la muestra. Además se utilizó la prueba no paramétrica *U* de Mann-Whitney para muestras independientes para corroborar si existían diferencias significativas entre los sujetos con AU y los sujetos con IC en el total de procesos fonológicos, en las diferentes clases, tipos y en función de la edad de implantación.

## Resultados

Los resultados del análisis de correlación entre la EC y el RF, el número total de procesos, el IEF y las categorías de procesos fonológicos en el grupo con PA mostraron que no había correlación estadísticamente significativa con ninguna de estas variables, lo mismo que entre las *tokens* y las variables fonológicas. Sí se ha observado correlación estadísticamente significativa entre la puntuación del RF con el IEF ( $R = .850$ ;  $p < .01$ ) y con las cuatro clases de procesos (ES:  $R = .850$ ;  $p < .01$ ; ST:  $R = .743$ ;  $p < .05$ ; OM:  $R = .807$ ;  $p < .05$ ; SM:  $R = .867$ ;  $p < .01$ ). A su vez, el IEF correlaciona con las cinco clases de procesos (ES:  $R = .998$ ;  $p < .001$ ; ST:  $R = .762$ ;  $p < .05$ ; OM:  $R = .886$ ;  $p < .01$ ; SM:  $R = .771$ ;  $p < .05$ ; AD:  $R = .761$ ;  $p < .05$ ). Por otro lado, no se ha encontrado correlación estadísticamente significativa entre la edad de implantación y adaptación y las variables fonológicas.

En la [Tabla 4](#) se presenta la media (*M*) y la desviación típica (*DT*) de la EC, los *tokens* el IEF y los índices de error de las clases de procesos fonológicos en los participantes NO y con PA. Se observa que los participantes con PA producen de media menos *tokens* que los NO a pesar de que su media de EC es mayor, siendo esta diferencia estadísticamente significativas ( $t = 16.954$ ;  $p < .001$ ). Por otro lado, se han observado grandes diferencias en el IEF, donde el grupo con PA presentaba un IEF cinco veces mayor que el del grupo NO, siendo estas diferencias estadísticamente significativas ( $t = -2.344$ ;  $p = .052$ ). También se puede observar que el tipo de procesos más frecuente en ambos grupos en términos de índice de error, son los procesos relativos a la estructura de la

Tabla 4. Estadísticos descriptivos de la EC, *tokens*, IEF, índices de error de las clases de procesos fonológicos.

	EC	Tokens	IEF	IEF_ES	IEF_ST	IEF_OM	IEF_SM	IEF_AD	
NO	<i>M</i>	4;6	1437.40	5.39	2.93	1.71	0.36	0.21	0.16
	<i>DT</i>	0;10	597.215	7.951	4.615	3.544	0.709	0.403	0.237
PA	<i>M</i>	5;5	329.75	32.39	14.44	11.49	5.16	2.00	1.07
	<i>DT</i>	1;05	107.618	32.580	13.535	2.156	0.539	2.271	0.191

Nota: IEF: Índice de error fonológico, IEF\_ES: Índice de error de estructura de la sílaba, IEF\_ST: Índice de error de sustitución, IEF\_OM: Índice de error de omisión, IEF\_SM: Índice de error asimilación, IEF\_AD: Índice de error de adición.

sílaba (ES), y el menos frecuente, las adiciones (AD), que se podrían considerar como marginales. Existen diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos en los procesos de ES ( $t = -2.905$ ;  $p < .05$ ) y de ST ( $t = -2.294$ ;  $p < .05$ ).

En la [Figura 1](#) se muestra el perfil fonológico en términos de IEF entre los participantes con PA y NO por grupos de edad. Se puede observar que en ambos grupos los errores fonológicos disminuyen progresivamente según aumenta la EC, aunque en el caso del grupo con PA este descenso no es tan gradual. En este grupo, hay rangos de edad donde se puede apreciar mayor índice de error (a los 3;6 y los 4;6 años), y otros, en los que el valor del índice disminuye considerablemente (a los 4;0 y a los 5;6 años). Existen diferencias estadísticamente significativas entre el grupo NO y con PA a la edad de los 3;6 años ( $t = -10.715$ ;  $p < .001$ ) y de los 5;6 años ( $t = 3.140$ ;  $p < .05$ ).

En la [Figura 2](#) se muestra el perfil fonológico en términos de índice de error de las clases de procesos fonológicos de los participantes con PA y NO atendiendo a los grupos de edad. El índice de error en ambos grupos y en todas las edades sigue siendo mayor en los procesos de ES, y menor, en las AD. Asimismo, se puede comprobar que el IEF en las diferentes clases de procesos y en ambos grupos va disminuyendo progresivamente según aumenta la EC, siendo mayor a la edad de 3;6 años en todas las clases de procesos. Solo en el grupo de 4;6 años, en los procesos de ST existen diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos ( $t = -4.302$ ;  $p < .001$ ).

Dentro del grupo con PA se ha comparado el total de *tokens* y las variables fonológicas. En la [Tabla 5](#) se observa que la media de errores en el RF es mayor en el grupo de IC que en el grupo de AU, siendo estas diferencias estadísticamente significativas ( $Z = -2.323$ ;  $p = .029$ ). Sin embargo, en la variable *tokens* no hay diferencia significativa entre ambos grupos. A su vez, se puede observar que la media del IEF total en el grupo de IC es tres veces mayor que en el grupo de AU, siendo estas diferencias estadísticamente significativas ( $Z = 1.732$ ;  $p = .037$ ). Por otro lado, el IEF más alto en ambos grupos con PA se encuentra en los procesos de ES y el más bajo en los de AD. Si se

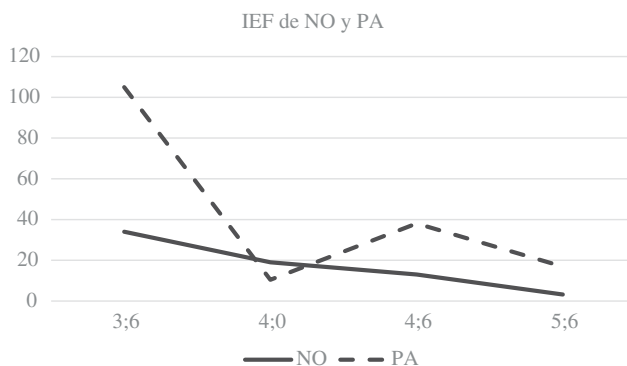


Figura 1. Perfil fonológico de los sujetos normo-oyentes (NO) y con pérdidas auditivas (PA).



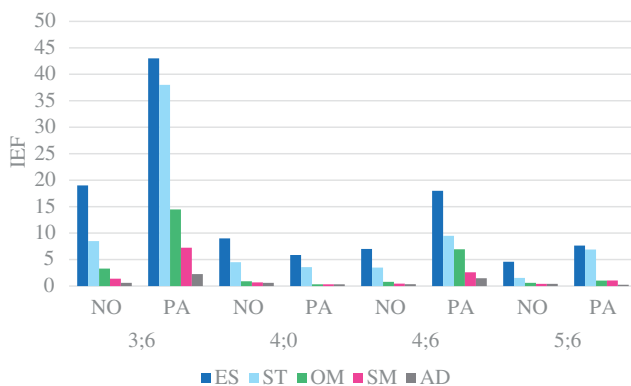


Figura 2. IEF de las clases de procesos fonológicos por grupo de edad en el grupo con PA y el grupo NO.

Tabla 5. Análisis descriptivo del RF, los *tokens*, el IEF total y por clases de procesos fonológicos en los sujetos con IC y con AU.

		RF	Tokens	IEF	IEF_ES	IEF_ST	IEF_OM	IEF_SM	IEF_AD
IC	<i>M</i>	27.25	359.25	51.19	22.13	17.07	7.29	3.38	1.3
	<i>DT</i>	14.361	141.288	38.118	15.732	14.069	5.850	2.625	1.405
AU	<i>M</i>	5.50	300.25	13.58	6.74	4.98	0.91	0.62	0.32
	<i>DT</i>	5.196	68.854	8.989	4.696	3.570	0.878	0.311	0.228

Nota: IEF\_ES: Índice de error de estructura de la sílaba, IEF\_ST: Índice de error de sustitución, IEF\_OM: Índice de error de omisión, IEF\_SM: Índice de error asimilación, IEF\_AD: Índice de error de adición.

comparan ambos grupos, se puede observar que el grupo IC presenta mayor frecuencia de procesos en todas las clases. Sin embargo, solo hay diferencias estadísticamente significativas en el IEF en ST ( $Z = -2.021$ ;  $p = .043$ ) y en SM ( $Z = -2.309$ ;  $p = .021$ ).

En cuanto a los tipos de procesos en cada una de las cinco categorías, en la [Tabla 6](#) se puede observar que hay diferencias estadísticamente significativas en los participantes con IC y con AU en algunos tipos. Hay diferencias en los procesos de ES en la reducción de grupos (RG) y dentro de éstos, en la reducción de grupos consonánticos (RG:CT), y en las MT, a favor del grupo con IC. En el caso de los procesos de ST, las diferencias están en las líquidas (LQ) y en las oclusivas sonoras (ON). En los procesos de OM, solo hay diferencias significativas en las LQ, y en las SM, en las no contiguas (NC) y en las regresivas (RS).

Los participantes de ambos grupos con PA presentan como procesos considerados típicos la supresión de consonante final (CF), la reducción de grupos consonánticos (RG) y la oclusivización (OC) de fonemas líquidos o de fricativos, y como procesos atípicos la sustitución de vocales (VL), la omisión de fonemas líquidos (LQ) y la asimilación regresiva (SM:RS) entre consonantes. Por otro

Tabla 6. Frecuencia media, prueba de Mann-Whinney y significación en los tipos de procesos.

	IC		AU		Z	p
	M	DT	M	DT		
ES:RG	36.75	9.946	10.50	9.469	-2.309	.021*
ES:RG:CT	32.00	9.274	10.00	9.764	-2.021	.043*
ES:RG:VO	4.00	4.761	0.50	0.577	-1.858	.630
ES:CF	18.25	11.087	11.00	12.028	-0.436	.663
ES:SA	6.5	6.455	1.00	0	-1.230	.219
ES:MT	2.00	2.708	0	0	-2.000	.046*
ST:LQ	19.75	12.816	3.25	2.217	-2.323	.020*
ST:NS	1.25	1.893	0.25	0.500	-0.833	.405
ST:ON	11.25	5.315	1.50	1.732	-2.323	.020*
ST:OR	5.50	7.724	4.75	9.500	-1.191	.234
ST:FC	8.25	6.652	4.25	5.852	-1.461	.200
ST:VL	5.00	3.916	2.50	1.915	-0.871	.384
OM:LQ	10.75	6.702	0.50	1.000	-2.366	.018*
OM:NS	1.75	2.217	0.25	0.500	-1.423	.155
OM:ON	1.50	1.915	1.00	0.816	-0.150	.881
OM:OR	3.75	4.500	0.75	0.957	-0.615	.538
OM:FC	1.25	2.500	0.50	1.000	-0.189	.850
OM:VL	1.50	2.380	0	0	-1.512	.131
SM:RS	9.25	3.594	2.00	1.414	-2.323	.020*
SM:PR	0.75	0.957	0	0	-1.512	.131
SM:CN	0	0	0	0	0	1.000
SM:NC	10.00	4.243	2.00	1.414	-2.337	.019*
AD:CT	1.50	1.732	0.25	0.500	-1.423	-.303
AD:VO	1.75	2.062	0.75	0.500	0.155	.762

lado, se observa que todos los sujetos con IC utilizan la frontalización en las fricativas y en las oclusivas sonoras, y solo un sujeto con AU aplica el proceso de frontalización a las oclusivas sonoras y sordas. Asimismo, la posteriorización es utilizada por seis de los participantes con PA, tres con IC y tres con AU: posteriorizan los fonemas fricativos, los oclusivos sonoras y los oclusivos sordos.

En cuanto a la edad de implantación y adaptación a la ayuda técnica sin atender si tienen un IC o un AU no se han encontrado diferencias estadísticamente significativas en el total de *tokens* y en el RF pero sí en el IEF, siendo los niños que tienen la ayuda técnica a los 12 meses o menos los que presentan mayor IEF ( $Z = -1.938$ ;  $p < .05$ ). Asimismo, en cuanto las clases de procesos fonológicos, en la [Tabla 7](#) se puede observar que este mismo grupo presenta un mayor número de errores en todas las clases, siendo las diferencias estadísticamente significativas en los procesos de ES ( $Z = -1.938$ ;  $p < .05$ ) y de AD ( $Z = -1.998$ ;  $p < .05$ ).

Si se compara al grupo de IC y al de AU a la edad de 12 meses o menos, se obtiene que el grupo con IC tiene un mayor número medio de procesos fonológicos ( $M = 160$ ;  $DT = 62.746$ ) que el grupo con AU ( $M = 68.50$ ;

Tabla 7. Clases de procesos fonológicos en función de la edad de implantación y adaptación.

		IEF	IEF_ES	IEF_ST	IEF_OM	IEF_SM	IEF_AD
	<i>M</i>	43.70	64.00	51.00	20.50	10.00	3.25
≤ 12 meses	<i>DT</i>	37.312	22.226	24.590	11.790	4.234	3.304
	<i>M</i>	13.53	22.50	16.50	3.00	2.00	1.00
> 12 meses	<i>DT</i>	8.781	20.761	15.759	2.944	1.414	0.816

*DT* = 51.619), pero estas diferencias no son estadísticamente significativas ( $Z = -1.732$ ;  $p = .083$ ). En el caso de los sujetos con más de 12 meses no se pueden hacer análisis estadísticos porque solo tenemos un caso en el grupo de IC y dos en el de AU.

## Discusión

Este estudio es un trabajo descriptivo que muestra que los niños con PA tienen problemas de producción fonológica en español. Aunque son muchos los estudios que han puesto de manifiesto que el desarrollo lingüístico de los niños con PA mejora después de que han recibido tratamiento paliativo como los IC o los AU (Jiménez, 2014; Manrique et al., 2006; Miyamoto et al., 1996; Schramm et al., 2009; Yoshinaga-Itano et al., 2010), se sigue apreciando ciertas diferencias en el desarrollo fonológico tardío de los niños con PA en español. Debido a la escasez de estudios en español, comparando el perfil fonológico de niños con PA con una muestra amplia de niños NO, este estudio se ha centrado en establecer dicho perfil fonológico en cuanto a la frecuencia y naturaleza de los procesos fonológicos utilizados por un grupo de niños con PA con diferentes tipos de ayudas técnicas, IC o AU. En primer lugar, en la discusión se va a caracterizar la fonología de los niños con PA y se va a describir el perfil fonológico. Para hacer esto, primero se discuten las diferencias encontradas entre los niños NO y los niños con PA. Finalmente, se explica las diferencias apreciadas entre los niños con IC y los niños con AU.

El perfil fonológico atendiendo al número de procesos fonológicos a partir del número de palabras producidas, es decir, el IEF de los niños con PA comparándolo con el de un grupo de niños NO a la edad de tres años y medio, cuatro años, cuatro años y medio, y cinco años y medio, muestra que los primeros presentan un IEF más alto. Por tanto, los sujetos con PA, independientemente del tipo de ayuda técnica que poseen, muestran un desarrollo fonológico más lento que los NO si nos centramos en la frecuencia de ocurrencia de los procesos fonológicos. Además, se ha obtenido que el IEF del grupo con PA es mayor en los mismos rangos de edad, excepto a los 4;0 años. De estos resultados se podría concluir que los participantes con PA se distribuyen de acuerdo a las tres etapas establecidas en el desarrollo fonológico tardío: el Sujeto 1 (S1) se encontraría en la etapa de expansión a pesar de que por su edad

cronológica se tendría que ubicar en la etapa siguiente (estabilización); el resto de sujetos se distribuirán entre la etapa de estabilización (cinco sujetos) y de resolución (los dos sujetos de mayor edad cronológica) (Diez-Itza & Martínez, 2004; Martínez, 2010).

Mientras que en los niños NO se ha observado que la frecuencia de los procesos fonológicos va disminuyendo según aumenta la edad (Bortolini & Leonard, 1991; Bosch, 1983; Cheung & Abberton, 2000; Dodd et al., 2003; Grunwell, 1981; Ingram, 1976; Martínez, 2010), esta tendencia no es tan marcada en los niños con PA. Se observa también que incluso los sujetos de más edad siguen presentando una frecuencia alta de procesos fonológicos, lo que indicaría que el desarrollo fonológico tardío de los sujetos con PA se prolonga más allá de los 6;0 años, edad en la que se considera que culmina el desarrollo fonológico en español (Bosch, 1983). Este resultado va en la línea de investigaciones previas en otras lenguas que muestran que los niños con PA continúan empleando procesos fonológicos a edades más tardías que los NO (Chin & Pisoni, 2000; Flipsen & Parker, 2008; Grogan et al., 1995; Hudgins & Numbers, 1942; Huttunen, 2001; Meline, 1997; Skoruppa & Rosen, 2014). Así, la ausencia de estimulación auditiva durante los primeros años de vida debido a la edad de inicio de la sordera, al grado de pérdida auditiva y a factores de tipo ambiental como el menor número de situaciones interactivas entre padres e hijos (Geers et al., 2003) y el menor nivel educativo de los padres (Fitzpatrick, Crawford, Ni, & Durieux-Smith, 2011) podrían ser factores explicativos de por qué los procesos fonológicos perduran más en el tiempo. De ahí que la estimulación auditiva bien con IC o bien con AU, en niños con PA profundas deberá realizarse lo más precozmente posible.

La sustitución de vocales es un proceso atípico que se manifiesta con una alta frecuencia en los sujetos con PA de habla inglesa, que tiende a desaparecer con la edad y que se correlaciona con la edad de implantación (Flipsen & Parker, 2008). Por tanto, una variabilidad alta en la producción de vocales se considera indicador de desarrollo fonológico tardío (Donegan, 2002; Reynolds, 2002) y los cambios en los patrones de sustitución de las vocales marcarían un progreso hacia capacidades de producción de habla más maduras (McCauley, Roberts, & Arena, 2003). Además, se ha relacionado que los niños que presentan más problemas con las vocales son los que muestran mayores alteraciones en las consonantes, de acuerdo con estudios de la lengua inglesa (Pollock & Keiser, 1990), alemana (Kehoe & Lleó, 2003), sueca (Nettelbladt, 1983), cantonesa (So & Dodd, 1994) y española (Goldstein & Pollock, 2000). Los resultados del presente estudio corroboran esta relación puesto que los S1 y S2 son los participantes que presentan más sustituciones de vocales (9 y 7 respectivamente) y omisiones de vocales (5 y 1 respectivamente), y a su vez son los que tienen mayor número de errores pero menor edad cronológica.

La alta frecuencia de procesos de omisión de consonantes líquidas es muy destacable, sobre todo si se tiene en cuenta que en los procesos de reducción de grupos y de supresión de consonante final se da ya una alta frecuencia de omisiones de fonemas de dicha serie. Por tanto, las dificultades de contraste

y representación fonológica segmental se unen a las de combinación fonotáctica y representación en los niveles silábico y de la palabra.

En niños NO de habla inglesa la frecuencia de asimilaciones está por debajo del 1% a la edad de los 30 meses (Roberts et al., 1990); sin embargo, en español las asimilaciones progresivas entre vocales (procesos más tempranos) en el desarrollo típico tienden a desaparecer en torno a los cuatro años mientras que persisten asimilaciones regresivas entre consonantes (procesos más tardíos) a partir de los cuatro años y medio, lo que podría indicar que dichos procesos se mantienen como errores de procesamiento al final del desarrollo fonológico tardío (Martínez & Diez-Itza, 2012). Puesto que nuestros participantes con PA presentan un retraso en su desarrollo fonológico, la frecuencia de estos procesos incidiría en ese patrón retrasado.

Por otro lado, se observa que los sujetos de nuestro estudio con IC utilizan la frontalización de fricativas y de oclusivas sonoras, y solo un sujeto con AU aplica el proceso de frontalización a las oclusivas sonoras y sordas. Asimismo, la posteriorización es utilizada por seis de los sujetos de la muestra, tres sujetos con IC y tres con AU, y todos ellos posteriorizan los fonemas fricativos, los oclusivos sonoras y las oclusivos sordos. Ya Moeller et al. (2007), comparando el desarrollo fonológico entre niños con PA y niños NO, identificaron que la producción de consonantes fricativas era la más lenta en comparación con el resto de fonemas consonánticos y vocálicos, lo que se reflejaría en un mayor número de errores de producción en éstos. Flipsen y Parker (2008) encontraron que la incidencia de ambos procesos en su muestra era escasa porque en ningún caso alcanza el 1% medio de ocurrencia. En nuestro estudio ambos procesos tienen una incidencia mayor, del 2,19% para la posteriorización y del 4,38% para la frontalización. Stokes, Tse-Kay Lau, y Ciocca (2002) sugieren que los procesos de posteriorización tendrían que ser más frecuentes que los de frontalización a estas edades, a pesar de que estos últimos son muy comunes en todas las lenguas del mundo (Locke, 1983). Los resultados de un estudio con niños australianos NO indicaban que los procesos de posteriorización operan hasta los cuatro años mientras que la frontalización de velares desaparece a la edad de dos años (James, 2001). Esto confirmaría de nuevo que los participantes presentan un patrón retrasado incluso en los procesos más frecuentes o típicos.

Asimismo, se observa que los participantes con IC muestran mayor índice de error fonológico que los participantes con AU. Estos resultados son contrarios a los de Law y So (2006) en un estudio con niños de habla cantonés, donde el grupo con IC presentaban mejores habilidades fonológicas que el grupo con AU con similar grado de pérdida auditiva. Una posible explicación a estos resultados podría estar en el tipo de tarea evaluativa empleada en cada estudio. Mientras que los autores anteriores utilizaron un test de elicitación, el presente estudio realiza un análisis del lenguaje espontáneo que aporta la valoración del lenguaje de los sujetos en contextos de uso funcional que es como se dan los procesos de adquisición y desarrollo del lenguaje en los niños, sin aislarse del contexto conversacional (Diez-Itza, 1992). Esta idea se ve reforzada porque se han encontrado diferencias en cuanto a la naturaleza de los procesos que se

analizaron y codificaron en la conversión espontánea y en el test de producción de un mismo sujeto. Sin embargo, estas diferencias no se manifiestan en la frecuencia puesto que existe una correlación significativa muy alta entre el número de procesos en el habla espontánea y en el test.

Atendiendo a la naturaleza de los procesos fonológicos de los participantes con PA, se observa que la clase de procesos fonológicos más frecuentes son los procesos de ES seguido de los de ST como se observa en los niños NO (Martínez, 2010), aunque existen diferencias en cuanto a la frecuencia de estas dos clases entre los grupos con PA. Así, los sujetos con IC presentan un IEF en ES, en ST y en SM tres veces más que en los sujetos con AU, mientras que en el caso de las OM esta diferencia es seis veces más, siendo solo estadísticamente significativas en el caso de las ST y SM. Son los procesos ES en ambos grupos con PA el que marca la tendencia de mayor frecuencia en este estudio. Una de las explicaciones plausibles de esta mayor incidencia de los procesos ES proviene de la fonología autosegmental, que sugiere que la representación silábica podría ser independiente de los segmentos consonánticos y vocálicos de la palabra, de ahí que los procesos fonológicos tiendan a mantener la estructura canónica de las sílabas en detrimento del contenido segmental (Goldsmith, 1990). Los procesos segmentales, es decir, los de ST, harían referencia a las restricciones fonemáticas que implican restricciones en la selección de fonemas dentro del repertorio, derivadas de las oposiciones en función de la marcación y los rasgos distintivos. En cuanto a la alta incidencia de los procesos de OM en el IC sugiere importantes diferencias con respecto a los procesos de ST, con lo que no podría asumirse que operan en el nivel segmental como sustituciones por  $\emptyset$ , como había presupuesto inicialmente Ingram (1976), sino que obedecerían a restricciones diferentes, tanto en su dimensión fonemática, como fonotáctica.

En cuanto a los tipos de procesos se ha encontrado que todos los sujetos con PA presentan como procesos típicos la reducción de grupos consonánticos, la supresión de consonante final y la oclusivización de líquidas o fricativas, y como procesos atípicos la sustitución de vocales, la omisión de fonemas líquidos sin atender a la posición que ocupa en la palabra y la asimilación regresiva entre consonantes. Estos tres procesos típicos observados también son utilizados en una alta frecuencia por niños con PA de habla inglesa (Buhler et al., 2007; Chin & Pisoni, 2000; Flipsen & Parker, 2008; Grogan et al., 1995), mientras que el estudio de niños con IC de habla española, solo presentan una mayor frecuencia la reducción de grupos (18) y la oclusivización de fricativas y africadas, (10) (Madrid & Moreno-Torres, 2014). En este mismo estudio, respecto a los procesos atípicos, la asimilación entre consonantes se observa en un porcentaje elevado, sin embargo, los otros dos tipos de procesos atípicos (sustitución de vocales y omisión de líquidas) no son registrados (Madrid & Moreno-Torres, 2014). Por el contrario, estos autores llaman la atención sobre la alta frecuencia de omisiones de oclusivas porque es un fonema que se adquiere en edades tempranas (Bosch, 2004).

En cuanto al desarrollo fonológico en función de la edad de implantación y adaptación de las ayudas técnicas se ha encontrado que ésta no correlaciona significativamente con el número total de palabras. Hay disparidad en cuanto los resultados de otros estudios porque si bien unos encuentran que los sujetos con IC mejoran en la producción de vocales, bisílabas y producción de frases, siendo los de menor edad los que más se benefician de la ayuda técnica del IC (Manrique et al., 2006), otros estudios hallan que el 73.3% de los niños (116 participantes) presentaban dificultades para la integración auditiva con la consiguiente dificultad para discriminar presencia o ausencia de sonido después de haber utilizado al menos durante 12 meses la ayuda (Jiménez, 2014). Así, además de la capacidad explicativa de la edad de implantación (Flipsen & Parker, 2008), habría que considerar la capacidad cognitiva no verbal de los sujetos (Geers, Nicholas, & Moog, 2007) y otros factores que podrían estar influyendo.

Asimismo, los resultados del desarrollo fonológico del grupo con PA en función de la edad de implantación indican que, si bien hay diferencias estadísticamente significativas, van en contra de lo esperado, porque son los implantados con 12 meses o menos los presentan mayor IEF. Una posible explicación es que estos participantes son también los de menor edad cronológica, y está muy documentado que a menor edad cronológica mayor número de errores fonológicos.

La generalización de los hallazgos en el estudio actual debe llevarse a cabo con precaución debido a las limitaciones del diseño del estudio. Primero, por el pequeño tamaño de muestra de solo ocho niños con PA. La variabilidad individual en cuanto a la edad de los sujetos y la edad de implantación, plantea problemas considerables para los estudios en grupos pequeños. Por lo tanto, un estudio adicional con grupos de muestra más grandes está claramente indicado. Por último, en futuras investigaciones se podría emplear otros sistemas de categorización, como el de Rose y Inkelas (2011), para comprobar si con los mismos datos se podrían establecer paralelismos entre dichos sistemas.

### **Acknowledgements /Agradecimientos**

We would like to express our gratitude to the children with hearing loss who were part of this research because of their cooperation in all the sessions held as part of the study. / *Expresamos nuestro agradecimiento a los niños con discapacidad auditiva que han formado parte de esta investigación por su colaboración en todas las sesiones de este estudio.*

### **Disclosure statement**

No potential conflict of interest was reported by the authors. / *Los autores no han referido ningún potencial conflicto de interés en relación con este artículo.*

**References / Referencias**

- Bauman-Waengler, J. (2004). *Articulatory and phonological impairments: A clinical focus* (2nd ed.). Boston, MA: Allyn and Bacon.
- Bortolini, U., & Leonard, L. B. (1991). The speech of phonologically disordered children acquiring Italian. *Clinical Linguistics and Phonetics*, 5, 1–12.
- Bosch, L. (1983). El desarrollo fonológico infantil: Una prueba para su evaluación. *Anuario de Psicología*, 28, 86–114.
- Bosch, L. (2004). *Evaluación fonológica del habla infantil*. Barcelona: MASSON.
- Breuning, S., Klipphan, M., & Cordero, L. (2012). Desarrollo de habilidades de percepción de habla en niños con implante coclear. *Revista Faso*, 19(1), 43–47.
- Buhler, H. C., DeThomasis, B., Chute, P., & DeCora, A. (2007). An analysis of phonological process use in young children with cochlear implants. *The Volta Review*, 107, 55–74.
- Cheung, P., & Abberton, E. (2000). Pattern of phonological disability in Cantonese-speaking children in Hong Kong. *International Journal of Language and Communication Disorders*, 35, 451–473.
- Chin, S. B., & Pisoni, D. B. (2000). A phonological system at 2 years after cochlear implantation. *Clinical Linguistics and Phonetics*, 14, 53–73.
- Churchill, J., Hodson, B., Jones, B., & Novak, R. (1988). Phonological systems of speech-disordered clients with positive/negative histories of otitis media. *Language, Speech, and Hearing Services in Schools*, 19, 100–106.
- Connor, C. M., Heiber, S., Arts, H. A., & Zwolan, T. A. (2000). Speech, vocabulary, and the education of children using cochlear implants: Oral or total communication? *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 43, 1185–1204.
- Diez-Itza, E. (1992). *Adquisición del lenguaje*. Oviedo: Pentalfa.
- Diez-Itza, E., Martínez, V., Miranda, M., Antón, A., Ojea, A. I., Fernández-Urquiza, M., ... Shiro, M. (2014). *The Syndroling Project: A comparative linguistic analysis of typical development profiles and neurodevelopmental genetic disorders* (Down, Williams and Fragile X syndromes). Poster in 13th International Conference for the Study of Child Language. University of Amsterdam.
- Diez-Itza, E., & Martínez, V. (2004). Las etapas tardías de la adquisición fonológica: Procesos de reducción de grupos consonánticos. *Anuario de Psicología*, 35, 177–202.
- Dodd, B. (1976). The phonological systems of deaf children. *Journal of Speech and Hearing Disorders*, 41, 185–311.
- Dodd, B., Holm, A., Hua, Z., & Crosbie, S. (2003). Phonological development: A normative study of British English-speaking children. *Clinical Linguistics and Phonetics*, 17, 617–643.
- Dodd, B., & So, L. K. H. (1994). The phonological abilities of Cantonese-speaking children with hearing loss. *Journal of Speech and Hearing Research*, 37, 671–679.
- Donegan, P. J. (2002). Normal vowel development. In M. J. Ball, & F. E. Gibbson (Eds.), *Vowel disorders* (pp. 1–35). Woburn, MA: Butterworth-Heinemann.
- Edwards, M. L., & Shriberg, L. D. (1983). *Phonology: Applications in communicative disorders*. San Diego, CA: College-Hill Press Inc.
- Ertmer, D. J., & Moreno-Torres, I. (2009). Prelinguistic vocal development and children with hearing loss who are acquiring Spanish. *Revista de Logopedia, Foniatria y Audiología*, 29, 153–164.
- Fitzpatrick, E. M., Crawford, L., Ni, A., & Durieux-Smith, A. (2011). A descriptive analysis of language and speech skills in 4- to 5-yr-old children with hearing loss. *Ear & Hearing*, 32, 605–616.
- Flipsen, P., Jr. (2008). Intelligibility of spontaneous conversational speech produced by children with cochlear implants: A review. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 72, 559–564.



- Flipsen, P., Jr., & Parker, R. G. (2008). Phonological patterns in the conversational speech of children with cochlear implants. *Journal of Communication Disorders*, 41, 337–357.
- Geers, A., Nicholas, J., & Moog, J. (2007). Estimating the influence of cochlear implantation on language development in children. *Audiological Medicine*, 5, 262–273.
- Geers, A. E., Nicholas, J. G., & Sedey, A. L. (2003). Language skills of children with early cochlear implantation. *Ear & Hearing*, 24, 46S–58S.
- Goldsmith, J. A. (1990). *Autosegmental and metrical phonology*. Oxford: Basil Blackwell.
- Goldstein, B. A., & Pollock, K. E. (2000). Vowel errors in Spanish-speaking children with phonological disorders: A retrospective, comparative study. *Clinical Linguistics and Phonetics*, 14, 217–234.
- Gordon-Brannan, M., Hodson, B. W., & Wynne, M. K. (1992). Remediating unintelligible utterances of a child with a mild hearing loss. *American Journal of Speech-Language Pathology*, 1, 28–38.
- Grogan, M. L., Barker, E. J., Dettman, S. J., & Blamey, P. J. (1995). Phonetic and phonologic changes in the connected speech of children using a cochlear implant. *Annals of Otolaryngology, Rhinology, and Laryngology (supplement)*, 166, 390–393.
- Grunwell, P. (1981). The development of phonology: A descriptive profile. *First Language*, 3, 161–191.
- Huanca, D. (2004). Emisiones otoacústicas para evaluación auditiva en el periodo neonatal y pre escolar. *Pediatrica*, 6(1), 42–47.
- Hudgins, C. V., & Numbers, F. C. (1942). An investigation of the intelligibility of the speech of the deaf. *Genetic Psychology Monographs*, 25, 289–392.
- Huttunen, K. H. (2001). Phonological development in 4–6-year-old moderately hearing impaired children. *Scandinavian Audiology*, 30, 79–82.
- Ingram, D. (1976). *Phonological disability in children*. London: Edward Arnold.
- Jakobson, R. (1941). *Kindersprache, aphasie und allgemeine lautgesetze*. Uppsala: Almqvist & Wiksell. [Trad. ingl. *Child language, aphasia and phonological universals*. The Hague: Mouton, 1968].
- James, D. G. H. (2001). The use of phonological processes in Australian children aged 2 to 7;11 years. *Advances in Speech-Language Pathology*, 3, 109–128.
- Jiménez, M. S. (2014). El impacto del implante coclear en la integración auditiva: Resultados y factores predictores en un grupo de 116 niñas y niños sordos españoles. *Revista de Logopedia, Foniatría y Audiología*, 34, 4–16.
- Kehoe, M., & Lleó, C. (2003). The acquisition of nuclei: A longitudinal analysis of phonological vowel length in three German-speaking children. *Journal of Child Language*, 30, 527–556.
- Kirk, K. I., Miyamoto, R. T., Lento, C. L., Ying, E., O'Neill, T., & Fears, B. (2002). Effects of age at implantation in young children. *Annals of Otolaryngology and Laryngology, Supplement*, 189, 69–73.
- Law, Z. W. Y., & So, L. K. H. (2006). Phonological abilities of hearing-impaired Cantonese-speaking children with cochlear implants or hearing aids. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 49, 1342–1353.
- Locke, J. L. (1983). *Phonological acquisition and change*. New York, NY: Academic Press.
- MacWhinney, B. (2000). *The childe project: Tools for analyzing talk* (3rd ed.). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Madrid, S., & Moreno-Torres, I. (2014). Producción fonológica en el niño sordo con implante coclear prelocutivo. *Quaderns de Filologia: Estudis Lingüístics*, 19, 47–69.
- Manrique, M., Ramos, A., Morera, C., Cenjor, C., Lavilla, M. J., & Cervera-Paz, F. J. (2006). Evaluación del implante coclear como técnica de tratamiento de la hipoacusia profunda en pacientes pre y postlocutivos. *Acta Otorrinolaringológica Española*, 57, 2–23.

- Martínez, V. (2010). *Etapas tardías del desarrollo fonológico infantil: Procesos y límites del trastorno* (Tesis doctoral). Universidad de Oviedo.
- Martínez, V., & Diez-Itza, E. (2012). Procesos de asimilación en las etapas tardías del desarrollo. *Psicothema*, 24, 193–198.
- McCauley, R., Roberts, J., & Arena, C. (2003). *Variation in Children's Vowels Due to Dialect and Phonologic Disorder*. Poster presented at NAWAV (New Ways of Analyzing Variation) Conference, University of Pennsylvania, Philadelphia, PA, October, 2003.
- Meline, T. (1997). Description of phonological patterns for nineteen elementary-age children with hearing losses. *Perceptual and Motor Skills*, 85, 643–653.
- Miyamoto, R. T., Kirk, K. L., Robbins, A. M., Todd, S., & Riley, A. (1996). Speech perception and speech production skills of children with multichannel cochlear implants. *Acta Otolaryngologica*, 116, 240–243.
- Moeller, M., Hoover, B., Putman, C., Arbataitis, K., Bohnenkamp, G., Peterson, B., ... Stelmachowicz, P. (2007). Vocalizations of infants with hearing loss compared with infants with normal hearing: Part I—phonetic development. *Ear & Hearing*, 28, 605–627.
- Monsalve, A., & Núñez, F. (2006). La importancia del diagnóstico e intervención temprana para el desarrollo de los niños sordos. Los programas de detección precoz de la hipoacusia. *Intervención Psicosocial*, 15(1), 7–28.
- Nettelblatt, U. (1983). *Development studies of dysphonology in children*. Lund, Sweden: CWK Gleerup.
- Nicholas, J. G., & Geers, A. E. (2006). Effects of early auditory experience on the spoken language of deaf children at 3 years of age. *Ear and Hearing*, 27(3), 286–298.
- Nikerson, R. S. (1975). Characteristics of the speech of deaf persons. *The Volta Review*, 77, 342–362.
- Oller, D. K. (2000). *The emergence of the speech capacity*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum and Associates, Inc.
- Parker, R. G. (2005). *Phonological process use in the speech of children fitted with cochlear implants*. Unpublished Master's thesis. Knoxville, TN: University of Tennessee.
- Pollock, K., & Keiser, N. (1990). An examination of vowel errors in phonologically disordered children. *Clinical Linguistics and Phonetic*, 4, 161–178.
- Reynolds, J. (2002). Recurring patterns and idiosyncratic systems in some English children with vowel disorders. In M. J. Ball, & F. E. Gibbson (Eds.), *Vowel disorders* (pp. 115–143). Boston, MA: Butterworth Heinemann.
- Roberts, J. E., Burchinal, M., & Footo, M. M. (1990). Phonological process decline from 2.5 to 8 years. *Journal of Communication Disorders*, 23, 205–217.
- Robinshaw, H. M. (1995). Early intervention for hearing impairment: Differences in the timing of communicative and linguistic development. *British Journal of Audiology*, 29, 315–334.
- Rose, Y., & Inkelas, S. (2011). The interpretation of phonological patterns in first language acquisition. In M. van Oostendorp, C. J. Ewen, E. Hume, & K. Rice (Eds.), *The blackwell companion to phonology* (pp. 2414–2438). Malden, MA/Oxford: Wiley-Blackwell.
- Schramm, B., Bohnert, A., & Keilmann, A. (2009). The prelexical development in children implanted by 16 months compared with normal hearing children. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 73, 1673–1681.
- Serry, T. A., & Blamey, P. J. (1999). A 4 year investigation into phonetic inventory development in young cochlear implant users. *Journal of Speech, Language & Hearing Research*, 42, 141–154.
- Skoruppa, K., & Rosen, S. (2014). Processing of phonological variation in children with hearing loss: Compensation for English place assimilation in connected speech. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 57, 1127–1134.

- So, L. K. H., & Dodd, B. J. (1994). Phonologically disordered Cantonese-speaking children. *Clinical Linguistics and Phonetics*, 8, 235–255.
- Stampe, D. (1969). The acquisition of phonemic representation. In R. I. Binnick, A. Davison, G. Green, & J. L. Morgan (Eds.), *Papers from the fifth regional meeting of the Chicago linguistic society* (pp. 443–454). Chicago, IL: University of Chicago.
- Stoel-Gammon, C. (1988). Prelinguistic vocalizations of hearing-impaired and normally hearing subjects. *Journal of Speech and Hearing Disorders*, 53, 302–315.
- Stokes, S. F., Tse-Kay Lau, J., & Ciocca, V. (2002). The interaction of ambient frequency and feature complexity in the diphthong errors of children with phonological disorders. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 45, 1188–1201.
- Szagan, G. (2004). Learning by ear: On the acquisition of case and gender marking by German-speaking children with normal hearing and with cochlear implants. *Journal of Child Language*, 31, 1–30.
- Templin, M. C. (1957). *Certain language skills in children: Their development and interrelationships*. Minneapolis, MN: University of Minnesota Press.
- Tobey, E. (1993). Speech production. In R. Tyler (Ed.), *Cochlear implants: Audiological foundations* (pp. 257–316). San Diego, CA: Singular Publishing Group.
- Vihman, M. M. (1996). *Phonological development: The origins of language in the child*. Cambridge, MA: Blackwell Publishers.
- Yoshinaga-Itano, C., Baca, R. L., & Sedey, A. L. (2010). Describing the trajectory of language development in the presence of severe-to-profound hearing loss: A closer look at children with cochlear implants versus hearing aids. *Otology & Neurotology*, 31, 1268–1274.