



# Impact of a **computer-based intervention** in Chilean children at risk of manifesting reading difficulties / Impacto de una intervención basada en ordenador en niños chilenos con riesgo de manifestar dificultades lectoras

Ricardo Rosas, José-Pablo Escobar, María-Paz Ramírez, Alejandra Meneses & Alejandra Guajardo

**To cite this article:** Ricardo Rosas, José-Pablo Escobar, María-Paz Ramírez, Alejandra Meneses & Alejandra Guajardo (2017): Impact of a computer-based intervention in Chilean children at risk of manifesting reading difficulties / Impacto de una intervención basada en ordenador en niños chilenos con riesgo de manifestar dificultades lectoras, *Infancia y Aprendizaje*, DOI: [10.1080/02103702.2016.1263451](https://doi.org/10.1080/02103702.2016.1263451)

**To link to this article:** <http://dx.doi.org/10.1080/02103702.2016.1263451>



Published online: 12 Jan 2017.



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



Article views: 14



View related articles [↗](#)



View Crossmark data [↗](#)

## Impact of a computer-based intervention in Chilean children at risk of manifesting reading difficulties / *Impacto de una intervención basada en ordenador en niños chilenos con riesgo de manifestar dificultades lectoras*

Ricardo Rosas<sup>a</sup>, José-Pablo Escobar<sup>a</sup>, María-Paz Ramírez<sup>a</sup>, Alejandra Meneses<sup>b</sup>,  
and Alejandra Guajardo<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Escuela de Psicología, Pontificia Universidad Católica de Chile; <sup>b</sup>Facultad de Educación, Pontificia Universidad Católica de Chile

(Received 22 December 2015; accepted 26 August 2016)

**Abstract:** Reading difficulties have reached a prevalence of 3–10% in school-age children. Those who present these difficulties avoid reading and benefit very little from school-based learning opportunities, resulting in maladjustments, dropping out of school and having to repeat grades. Presented here are the results of an intervention based on a computer game intended for explicit **phonics training** in first-grade school children at risk of possessing reading difficulties. Fifty-six children from a low socioeconomic status (SES) and 31 children from a high socioeconomic status, divided into two groups (control and experimental), participated in the study. After the intervention, participants from the low-SES experimental group had enhanced their skills regarding letter sound recognition, whereas the high-SES experimental group had improved their naming speed. The results are discussed in light of the impact of interventions based on computer games and of the importance of the development of sublexical skills in children at risk of manifesting reading difficulties in transparent orthographies.

**Keywords:** reading; reader development; reading difficulties; technology

**Resumen:** Las dificultades lectoras tienen una prevalencia del 3% al 10% en niños en edad escolar. Quienes las presentan evitan leer y poco se benefician de las oportunidades de aprendizaje escolar resultando en desajustes, abandono y repitencia escolar. Se presentan los resultados de una intervención basada en un juego de ordenador dirigida al entrenamiento fónico explícito en niños de primer año de primaria en riesgo de manifestar dificultades lectoras. Participaron 56 niños de NSE Bajo y 31 niños de NSE Alto que fueron divididos en dos grupos (control y experimental). Luego de la intervención los participantes del grupo experimental del NSE bajo aumentaron sus

---

English version: pp. 1–14 / *Versión en español*: pp. 15–28

References / *Referencias*: pp. 28–31

Translated from Spanish / *Traducción del español*: Jennifer Martin

Authors' Address / *Correspondencia con los autores*: José-Pablo Escobar, Centro de Desarrollo de Tecnologías de Inclusión (CEDETI UC), Av. Vicuña Mackenna 4860, Campus San Joaquín, Edificio Mide UC, Macul, Santiago, Chile. Email: [jpescobar@uc.cl](mailto:jpescobar@uc.cl)

habilidades para el reconocimiento del sonido de las letras, mientras que en el grupo experimental del NSE alto mejoró su velocidad de denominación. Los resultados se discuten a la luz del impacto de intervenciones basadas en juegos de ordenador y de la importancia del desarrollo de habilidades sub-lexicas en niños con riesgo de manifestar dificultades lectoras en ortografías transparentes.

**Palabras clave:** lectura; desarrollo lector; dificultades lectoras; tecnología

Reading difficulties have reached a prevalence of 3–10% in school-age children (Goswami, 2011; Jiménez, Rosquete, Rodríguez, & Hernández, 2009). Those who present these difficulties avoid reading, and as their experience with printed matter is limited, they benefit very little from opportunities for learning through reading. The evidence is consistent in showing that alphabetic principle (Piasta & Wagner, 2010; Roberts, 2003) and phonological skills (Bridges & Catts, 2011; Catts, Nielsen, Bridges, Liu, & Bontempo, 2015) are fundamental cores in the formulation of intervention strategies. Although phonological core theories for the explanation of reading difficulties have been challenged (Goswami, 2011; Wolf & Bowers, 1999), especially from the perspective of the orthographic qualities of Spanish (Share, 2008), they have a vital role in the explanation of initial reading development (Hulme, Snowling, Caravolas, & Carroll, 2005; Stanovich & Siegel, 1994; Suárez-Coalla, García-de-Castro, & Cuetos, 2013). They are additionally the most-used strategy for intervention in children at risk of manifesting reading difficulties (Lonigan, Purpura, Wilson, Walker, & Clancy-Menchetti, 2013).

In the year 2000, the National Reading Panel proposed that intervention strategies aimed at treating reading difficulties should be directed towards the explicit, direct and continued training of language's phonic aspects (NRP, 2000). Even though this recommendation arose out of studies performed on the English language, it does not cease to be relevant to the orthographic context of Spanish, which is a more consistent language in terms of the grapheme-phoneme relationship than English (Ziegler et al., 2010). This level of consistency turns it into a transparent orthography, where the high predictiveness in the relationship between letters and the sounds that represent them makes it so that phonological skills have a limited and delimited effect on the beginning of reading development (Georgiou, Papadopoulos, Fella, & Parrila, 2012) and in theory, mastery of the grapheme-phoneme conversion rules should guarantee initial learning of reading (Ehri, 2013).

The comparison of learning trajectories in reading at different levels of orthographic depth shows that the more transparent the orthography is, the more rapid the reader's learning (Seymour, Aro, & Erskine, 2003). This is explained on the basis of how simple it is to learn a delimited number of sounds associated, almost unequivocally, with a limited number of graphic symbols. In the case of reading in Spanish, this number can be reduced to 27 letters, out of which only four graphemes possess more than one phoneme [*G* (/x/, /g/); *C* (/k/, /θ/); *Y* (/i/, /j/, /ʎ/); *R* (/r/, /r/)] (Defior & Serrano, 2014). However, despite how simple learning to read in Spanish can seem, there are children who experience difficulties with this reading. Studies in Spanish with children who present reading difficulties

display a pattern characterized by a lack of accuracy in reading and slowness in retrieving phonological information (Carrillo & Alegría, 2015; Castejón, González-Pumariega, & Cuetos, 2011; Jiménez, 2012).

One study compared the performance among subtypes of readers who were lagging behind in Spanish and found that the children with reading difficulties were less accurate and slower in reading than normoreaders (Cuadro & Marín, 2007). The study noted that the transparency of Spanish, as well as the children's experience with reading, were factors in favour of the learning of grapheme-phoneme correspondence rules that have an impact on reading accuracy (Cuadro & Marín, 2007). It has been found that children with difficulties are slower than normoreaders on rapid automatized naming tasks (hereinafter RAN) (Guzmán et al., 2004; Heikkilä, Narhi, Aro, & Ahonen, 2009). RAN was proposed as an indicator of speed in the retrieval of phonological labels from long-term memory (Torgesen & Wagner, 1998; Torgesen, Wagner, Rashotte, Burgess, & Hecht, 1997), and given that the phonological core plays a relevant role in the explanation of reading difficulties, its deficit would be present in those children with difficulties (Ramus & Szenkovits, 2008).

It is therefore expected that an intervention strategy would be oriented towards basic learning, such as the consolidation of the relationship between graphic symbols and the sounds that they represent. With this it would be possible to automatize the decoding process in reading and to permit the consolidation of the orthographic representations of words (Cuadro & Marín, 2007; Share, 1995), giving way to the visual recognition of words (Ehri, 2013) and with this, to free cognitive resources that enable comprehension of what is read (Perfetti, 2007). It is clear that reading is not just simply decoding. The importance of accurate and rapid decoding in the reading of words cannot be denied. Therefore, as much as it is possible to intervene and automate early reading processes, such as the phonological skills related to learning the association between letters and the sounds that they represent, we would thus achieve strengthening the path towards the reader's goal, which is the understanding of what is read.

### ***Intervention strategies: GraphoGame***

GraphoGame, a child-friendly computer game, was used as an intervention strategy oriented towards the consolidation of grapheme-phoneme correspondences (Lyytinen, Erskine, Kujala, Ojanen, & Richardson, 2009; Richardson & Lyytinen, 2014). This computer game is based on a phonic model for learning to read in which children, through different worlds and fantastic scenes, have the opportunity to perceive the differences between phonemes and their respective graphic representations. The first level of play begins with stimulation at the level of phonemes, and then advances towards oral and written correspondence between syllables, words and pseudowords. The stimuli are consistently repeated through the game, giving the children the opportunity to consolidate the connections between the written representations and the sounds that they hear. The software can also adapt itself to the child's level of learning, with an 80% success

rate regarding any given stimulus, showing the letters, syllables or words that best meet the child's level of learning achieved through the tasks. Therefore, this mechanism of adaptation permits an optimal challenging level to be maintained between what the child perceives as easy and what he/she is capable of learning, and it is with this that it becomes possible to keep the child motivated.

The use of technology for supporting early reading development is widely used (Cheung & Slavin, 2013). Within the context of Spanish orthography Jiménez and Rojas (2008) studied the effect of the video game Tradislexia, focused on the training and development of phonological awareness and word recognition, on dyslexic Spanish students from the second and third years of primary education. The control group participants were exposed to the video game for a total ranging from between 16 to 20 sessions of 30 minutes in duration, every day of the week. It was found, after the intervention, that the experimental group participants improved their skills in reading words and pseudowords more than the control group. This was a result of exposure to phonological segmentation and synthesis tasks in words with a CV structure. For their part, Nicolson, Fawcett, and Nicolson (2000) evaluated the effectiveness of an intervention with six-year-old children who had reading difficulties. This was performed by comparing an intervention with the use of a computer to a traditional type of intervention. Although they found that both strategies were effective, the computer-assisted intervention was thought to be better in terms of cost-benefit because it allowed the teacher to have more time that could be dedicated to other activities (Nicolson et al., 2000).

With regard to evidence of the effectiveness of GraphoGame, in a study performed with six-and-a-half-year-old Finnish children, Kyle, Kujala, Richardson, Lyytinen, and Goswami, (2013) compared learning trajectories in reading among children who participated in six weeks of intensive training with GraphoGame and a control group with no training, but who received regular pre-reading instruction in the classroom. The results showed that the children who played GraphoGame improved their knowledge of letter sounds as well as their reading of pseudowords. For their part, Saine, Lerkkanen, Ahonen, Tolvanen, and Lyytinen (2011) evaluated the effect between a corrective face-to-face intervention and an intervention based on GraphoGame in Finnish children in their first year of basic comprehensive education. They found that even though the group that experienced the traditional method of intervention had increases in knowledge of letters, decoding and reading accuracy, these gains were minor in comparison with the group that used GraphoGame, who additionally improved their fluency and writing skills, maintaining the writing gains 16 months after the intervention since only 8% of the GraphoGame group were below the tenth percentile, whereas 60% of the traditional method participants were in this position. GraphoGame has also been tested in opaque orthographies such as English with similar results (Brem et al., 2010; Kyle et al., 2013).

Although GraphoGame has been demonstrated to be effective for the treatment and prevention of reading difficulties in Finnish children (Richardson & Lyytinen, 2014), its effectiveness has not been proven in the orthographic context of

Spanish. Given that Spanish and Finnish possess similar characteristics with regard to orthographic consistency as they are both languages with transparent orthographies (Seymour et al., 2003), it is possible that the Finnish findings may be replicable in Spanish. However, in the Latin American context, orthographic consistency variables are not enough to explain reader development since environmental variables, by way of socioeconomic level, may also be influencing factors (Escobar & Meneses, 2014). It is therefore relevant to question whether a tool such as GraphoGame, which has demonstrated its effectiveness in Finnish children (Richardson & Lyytinen, 2014; Ronimus & Richardson, 2014), can be effective with children at risk of manifesting reading difficulties, especially coming from low socioeconomic classes. This point is fundamental because it involves enhancing knowledge with respect to the GraphoGame tool in a population whose characteristics of poverty and development are not replicable in Finland.

The aim of this study is to evaluate the impact of an explicit, sustained and direct intervention of the phonic aspects of reading in Chilean children enrolled in their first year of primary education, from a low SES and at risk of manifesting reading difficulties. The hypothesis is that the experimental group participants from both a low and high SES will improve their phonological skills and their letter knowledge in comparison with the control group. The evaluation of the effect of the intervention at a lexical level is also sought, specifically with regard to accuracy in the reading of words and pseudowords. It is hypothesized that the intervention will have an effect on the participants from the experimental groups from both SES. Finally, as a third objective, the role of RAN, letter knowledge and phonological awareness was evaluated in order to predict accuracy in the reading of words. It is hypothesized that the role of these predictors will be similar irrespective of the SES as the three variables are pillars of initial reader development.

## **Methodology**

### ***Participants***

The study's sample was comprised of 233 students in their first year of primary education, 96 coming from three high-SES schools and the remaining 137 from a low-SES school (see Table 1). From this sample, 87 students who presented the risk of manifesting reading difficulties at the beginning of the school year were selected. This risk was identified from their knowledge of letter names and sounds, since this knowledge plays a significant role as a predictor of initial reading development (Caravolas et al., 2012; Leppänen, Aunola, Niemi, & Nurmi, 2008; Muter, Hulme, Snowling, & Stevenson, 2004). Those who were found to have more than a standard deviation below the mean from their respective SES formed part of the study (Bravo, Villalón, & Orellana, 2006).

The sample was stratified by SES (high and low) and condition: control and experimental group. Fifty-six children were selected from the low SES, out of which 28 corresponded to the control group and 28 to the experimental. Thirty-one children were identified in the high SES, out of which 16 formed part of the experimental

Table 1. Sample stratification and distribution summary.

	Low SES	High SES	Total
Schools	1	3	4
Participants	137	96	233
Selected	56	31	87
Control (female)	28 (12)	15 (7)	43 (19)
Experimental (female)	28 (12)	16 (6)	44 (18)

group and those remaining were placed in the control group. For the post-intervention mediation, 51 low-SES children (experimental  $n = 27$ ) and 24 high-SES participants (experimental  $n = 14$ ) were evaluated. Not all students were evaluated due to absenteeism and changes of schools. The socioeconomic status was characterized through indicators provided by the Sistema de Medición de Calidad de la Educación or SIMCE (System of Measurement of Educational Quality) in Chile. The parents of participants from the high SES had 16 or more years of education and a monthly salary of \$2,490 or more. For their part, the parents of the low-SES participants possessed between nine and 10 years of education and a monthly salary of \$332–500 (SIMCE, 2016). The participants had the signed consent of their parents and presented appropriate emotional, sensory and cognitive development, which was reported by the teachers and confirmed by the evaluators. All the children spoke Spanish and none of them were repeating grades.

### Instruments

#### Phonological awareness

Evaluated through a task with 23 items aimed at the identification of initial, final and intermediate sounds in progressively complex words. The task consisted of presenting three words out loud to the participant. The words were accompanied by three pictures: the correct option and two distracters. The participant being evaluated listened to the stimulus that she had to recognize in a word: for example, the words *arcoíris*, *girasol*, *paraguas* (rainbow, sunflower, umbrella); in which of these words is the sound *gira* present? The items' progressive complexity was determined by the length of the word and the phonological unit to identify. It began with the identification of groups of syllables (the sound *chuga* among the words *gallina* [hen], *lechuga* [lettuce] or *peluda* [hairy]), syllables (the sound 'ma' among the words *gato* [cat], *nave* [ship] and *magó* [wizard]) and phonemes (the sound /n/ among the words *pino* [pine], *rizo* [curl] and *primo* [cousin]). Accuracy in recognition was accounted for by awarding one point for each correct response.

#### Letter knowledge

The participants were evaluated on their knowledge of letter names and sounds. With respect to letter name knowledge, an interface with 21 letters printed in uppercase was presented. The participants listened to a name of a letter, for



example ‘eme’ (*M*) and had to point out the graphical symbol that corresponded with the name from the group of letters. This task did not have a suspension criterion and counted accuracy by awarding one point for each correct response. With respect to letter sound knowledge, the same interface with the 21 letters printed in uppercase was presented. In this task the participants listened to the sound of the phoneme, for example /f/, and had to point out the graphical symbol that corresponded with the sound. The task concluded after administering the 21 stimuli and assigning one point for each correct response.

### *Rapid automatized naming*

Rapid automatized naming (RAN) was evaluated through a digits task, which was an adaptation of the classic paradigm from Denckla and Rudel (1976). On a template of  $5 \times 10$  stimuli, digits from 0 to 9 were randomly presented, giving a total of 50 stimuli to name aloud as quickly and accurately as possible in a sequence from left to right and above to below, emulating the conventions of the reading of texts. Prior to the application of the test, the digits were presented in order to verify their recognition and those participants who were able to recognize all of the digits could continue on with the test. The test was scored by recording the time in milliseconds that it took to audibly name all of the stimuli.

### *Reading of words*

This was evaluated through two tasks: the reading of words and the reading of frequent words. All of the tasks were performed aloud. The reading words task had a progressively more complex design with regard to word length, its syllabic composition and the degree of grapheme-phoneme consistency. This task consisted of the reading of 20 words (for example: *la, sol, casa, globos* [*the, sun, house, balloons*]) and recorded accuracy with one point given for each correctly read word. After six consecutive errors the test was suspended. The second task was the reading of frequent words evaluated through 89 progressively more complex items, considering the frequency of the appearance of the word in Chilean first-grade textbooks, followed by the length, syllabic composition and degree of grapheme-phoneme consistency. This task had a suspension criterion of six consecutive errors and recorded one point for each word that was read accurately.

### *Reading of pseudowords*

This task consisted of the reading of 44 pseudowords of progressive complexity based on the length, syllabic composition and the degree of grapheme-phoneme consistency of the pseudowords. Pseudowords such as *an, fon, iu* and *bin* were presented. The task was suspended after four consecutive errors and recorded one point for accuracy in the reading.



### ***Procedure***

Only the students who were selected by means of the previously described criterion were evaluated individually in their respective schools. The application of the tests was counterbalanced and lasted for 45 minutes. After identifying the participants in each SES, they were randomly placed in either the control or experimental condition. The experimental condition participants, from both the high and low SES, attended 27 individual sessions in their own schools. The frequency of the sessions was one per day, five days per week. These sessions lasted for 30 minutes and were implemented at the end of the school day for around three months. The duration and intensity of the intervention were similar to other studies on the effectiveness of GraphoGame. During this period it was possible to account for 360 minutes of effective exposure to the game. Effective exposure was considered to be the actual time spent playing the game and not the pauses in-between one activity or another, or the time in which there was no interaction with the computer. The participants were supervised by a psychology or education professional trained in the technical support of the game. These supervisors did not provide any other type of help, except for technical assistance with regard to the use of the software and the computer. The control group participants did not receive any type of extra support, except for regular attendance to their language classes, which they shared with their experimental group peers.

After the three months of intervention, all the participants were newly evaluated individually in the same schools by the psychology and education professionals trained in the application of the tests.

### ***Statistical analysis***

Descriptive analyses were performed on the assessed variables. In order to evaluate the intervention's effectiveness, an analysis of variance was performed, controlled by the pre-measurement effect on each one of the post-evaluation variables considered. A correlation analysis and linear regression were also performed to assess the predictive power of the variables of interest with regard to skills used for reading words. An alpha value lower than .5 was set as the statistically significant criterion for all the analyses presented.

### **Results**

Table 2 shows the descriptive statistics distinguished by SES and the condition type (control and experimental) of the variables in the pre- and post-intervention measurements. It can be seen that in the pre-intervention evaluation there were no significant differences in any of the variables between the control and experimental groups according to SES. An Ancova analysis was performed in order to evaluate the intervention's impact on children at risk of manifesting reading difficulties. This analysis enabled the comparison of the control and experimental groups' performances (from both SES) in the post-intervention measurement,

Table 2. Descriptive statistics and Ancova results.

Variable	Group	Pre-intervention				Post-intervention			
		M	SD	F	Sig	M	SD	F	Sig
Low SES									
	Control	109,197*	50,421*	0.786	.381	72,517*	38,322*	0.401	.531
	Exp	325,024*	1,058,719*			85,612*	53,174*		
	Control	4.8	2.8	0.755	.389	9.96	4.5	0.776	.383
	Exp	5.3	2.4			9.52	3.4		
Letter names	Control	4.6	2.6	0.500	.483	8.67	3.5	12.52	.001
	Exp	5.2	2.7			11.7	3.2		
	Control	10.5	2.8	0.060	.807	11.8	2.8	1.660	.203
PA	Exp	10.3	1.9			12.8	2.9		
	Control	4.9	4.2	0.382	.539	12.6	9.4	0.075	.785
	Exp	4.2	4.3			12.6	6.7		
Pseudowords	Control	0.54	1.5	0.624	.436	6.3	6.7	0.393	.534
	Exp	0.52	1.5			7.4	6.5		
	Control	0.42	1.8	0.371	.545	5.8	7.9	0.197	.659
Words	Exp	0.19	0.68			6.6	7.4		
	Control	62,897*	27,897*	0.597	.449	52,613*	25,087*	6.64	.018
	Exp	71,276*	23,023*			49,896*	20,354*		
Letter names	Control	7.6	2.1	0.002	.965	14.9	3.3	0.220	.645
	Exp	7.6	3.0			14.1	3.7		
	Control	6.1	1.5	1.465	.240	13.5	2.3	0.404	.533
Letter sounds	Exp	7.6	3.3			13.2	4.4		
	Control	11.5	2.5	0.621	.440	14.0	2.5	1.344	.262
	Exp	10.6	2.8			12.8	2.2		
PA	Control	5.3	3.2	0.681	.419	17.9	11.6	2.55	.620
	Exp	4.1	2.9			14.9	7.2		

(Continued)

Table 2. (Continued).

Variable	Group	Pre-intervention				Post-intervention			
		<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>F</i>	<i>Sig</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>F</i>	<i>Sig</i>
Words	Control	0.70	1.1	0.075	.787	12.9	6.2	0.839	.370
	Exp	0.79	0.89			11.1	5.1		
Freq. Words	Control	0.40	0.97	0.050	.826	13.7	8.8	0.610	.445
	Exp	0.50	1.2			11.4	8.4		

Note: \*Measured in milliseconds; RAN = Rapid Automatized Naming; PA = Phonological Awareness; Freq. Words = Frequent Words.

controlling for the pre-intervention measurement. The results showed that in the high SES the intervention only had an effect on RAN [ $F(1, 19) = 6.643, p = .018, n^2_p = .259$ ], where it could be seen that the experimental group participants improved their performance since they were faster than the control group children. However, there was no significant effect from the intervention on the rest of the tasks that were evaluated ( $p > .05$ ).

In the case of low SES, the intervention had an effect on letter sound identification skills [ $F(1, 46) = 12.520, p = .001, n^2_p = .214$ ], which benefited the experimental group children who, after the intervention, improved their performance. With respect to the rest of the reader variables, there was no significant effect from the intervention ( $p > .05$ ).

To evaluate the SES-differentiated impact of letter sounds, RAN, and phonological awareness in reading words, a variable was first constructed that broke down the scores of the three word reading tasks (words, pseudowords and frequent words) given that they were strongly interrelated. In this respect, the reading of frequent words and the reading of pseudowords strongly and positively correlated ( $r = .806, n = 75, p = .000$ ), whereas frequent words and the reading of words also showed strong and positive correlations ( $r = .936, n = 75, p = .000$ ). The relationship between words and pseudowords was also found to be strong ( $r = .839, n = 75, p = .000$ ). Table 3 shows correlations between the reading variable evaluated in the post-intervention phase (hereinafter T2) with RAN, phonological awareness and letter sound knowledge measurements evaluated in the pre-intervention phase (hereinafter T1) according to SES. In this table it is possible to identify that it was only in the low SES that the abovementioned three variables correlated with the reading measurement in T2, whereas in the high SES, only RAN (T1) associated with the reading of words from T2.

Given that the set of variables was the only predictor of accuracy regarding reading words in T2 in the low SES, it was only for this level that a hierarchical regression analysis was performed through the successive steps method to identify

Table 3. Correlations between the reading variables by SES.

Variable	1	2	3
Low SES			
1 Word Reading (T2)	1		
2 Letter sounds (T1)	.635**		
3 Phonological awareness(T1)	.323*	.464**	
4 RAN (T1)	-.347*	-.114	.156
High SES			
1 Word Reading (T2)	1		
2 Letter sounds (T1)	.377		
3 Phonological awareness(T1)	-.205	.026	
4 RAN (T1)	-.544**	-.243	.486*

Note: \*\* $p \leq .001$ ; \* $p \leq .05$ .

Table 4. Regression analysis.

Low SES			Reading of words (T2)					
Step	Variable	$R^2$	$\Delta R^2$	$Sig$	$\beta$	$T$	$Sig$	Confidence Interval
1	PA(T1)	.111	.131	.013	.132	0.980	.332	−0.797 to 2.30
2	Letters(T1)	.364	.261	.000	.519	3.87	.000	1.16 to 3.67
3	RAN (T1)	.444	.088	.010	−.310	−2.70	.010	0.000 to 0.000

Note: PA = Phonological Awareness; Letters = Letters Sounds; RAN = Rapid Automatized Naming.

the proportion of variance that the phonological awareness, letter sound knowledge and RAN measured in T1 had for predicting the reading accuracy of words in the T2 phase. With respect to the high SES, since RAN (T1) was the only variable that significantly associated with accuracy in the reading of words (T2), it was not necessary to perform a regression analysis. For the low SES, phonological awareness (T1) was introduced in step 1, letter sound knowledge (T1) in step 2 and RAN (T1) in step 3 (see Table 4).

The results showed that in the low SES the model was significant and explained 44.4% of the variance in the reading of words (T2), with letter sounds contributing more to the model ( $\beta = .519$ ,  $sig = .000$ ), followed by RAN ( $\beta = -.310$ ,  $sig = .010$ ), but not phonological awareness ( $\beta = -.132$ ,  $sig = .332$ ).

## Discussion

The results give partial support to the effectiveness of an intervention based on the explicit training of phonic aspects for developing sublexical skills in children at risk of manifesting reading difficulties from both the low and high SES. This finding is important given that it demonstrates the impact of an intervention of this type in the development of letter sound knowledge and RAN, which are recognized as foundations of early reading development (Foulin, 2005; Georgiou, Torppa, Manolitsis, Lyytinen, & Parrila, 2012). Thus, it also shows that even though this type of intervention is effective, its effects are limited to the development of sublexical skills, not managing to impact at the level of the reading of words.

The improvement in letter sound recognition skills in low-SES participants is relevant given the evidence that demonstrates how these children begin learning to read with cognitive deficits that involve, among other things, the phonic processing of language (Farah et al., 2006; Noble, Farah, & McCandliss, 2006). In this sense, the importance of letter knowledge is seen as promoting the development of phonological awareness through the learning of the grapheme-phoneme relationship (Castles, Wilson, & Coltheart, 2011), with the mastery of this relationship being one of the most important early reading predictors in transparent orthographies (Torppa, Poikkeus, Laakso, Eklund, & Lyytinen, 2006). This result implies direct support of the development of phonological skills given that the children

improved their letter sound recognition. However, this improvement does not have an impact on the development of lexical skills such as the reading of words and pseudowords. Similar results have also been reported by Hintikka, Aro, and Lyytinen (2005), who after a six-week intervention with GraphoGame with first-grade students found an effect only for the naming of letters and not at the level of reading words. This is explained by the short exposure time: six weeks with 170 minutes of intervention completed. The results of this study cannot be explained by that same reason given that the participants were exposed to 27 sessions, with 360 minutes of intervention completed. However, the intervention resulted in being more effective than no intervention in terms of improving letter sound recognition skills in children at risk of manifesting reading difficulties, which is remarkable.

Regarding the intervention's impact in the high-SES group, the improvement in RAN is relevant since it is an early reading predictor (Norton & Wolf, 2012). The better performance in RAN is reflective of improvement in the speed of recovering stored phonological information in the episodic memory and not just in the consolidation of letter knowledge, as evaluated through the RAN task with digits rather than with letters. However, this improved performance did not occur with regard to decoding skills for reading words, which did not significantly improve after the intervention.

In relation to the role of the three important predictors in the reading of words (RAN, letter sound knowledge and phonological awareness), these all hold different weights according to SES. It was found that in the low SES, the variables that were most predictive of accuracy in the reading of words at the end of the first year of basic education were letter sound knowledge and RAN, whereas RAN was the only valid predictor in the high SES. Although letter knowledge has been an important predictor of reading irrespective of SES (Caravolas et al., 2012; Castles et al., 2011; Foulín, 2005), it was not shown to be a valid predictor of accuracy in the reading of words for the high-SES children. One possible explanation is that when developing in scholarly contexts, the orthographic representations, as both letters and words, are constants in their environment (Jiménez & Rodríguez, 2008), and their reading difficulties are better explained by failings at the phonological level and not at the level of the letter name labels, which do not have comparatively greater explanatory variance. For the case of low-SES children, the name of a letter may be an element that facilitates the learning of the sound that corresponds to each graphic symbol (Treiman, Tincoff, Rodríguez, Mouzaki, & Francis, 1998), however this is a hypothesis that is beyond the scope of this study.

It should be pointed out that phonological awareness was not a valid predictor in any SES despite its role and influence in early reading development (Anthony & Francis, 2005; Melby-Lervåg, Lyster, & Hulme, 2012), especially because the GraphoGame tool is oriented towards the consolidation of these skills. It is likely that no effect was found because the phonological awareness task used in this study did not allow for more specific analyses with regard to phonological units that could have predicted accuracy in the reading of words or that could have

directly benefited from the training. This is one of the study's principal limitations.

The results of the impact and improvement in letter recognition skills in the low SES and RAN in the high SES, together with the presented predictor model, show the importance of continuing with the training of sublexical skills, which can absolutely be stimulated through an explicit, direct and sustained intervention through computers. In this respect, technology plays a relevant role in assisting in the treatment and prevention of reading difficulties. This study is added to others performed on transparent orthographies such as in Finnish (Richardson & Lyytinen, 2014) and Spanish (Jiménez & Rojas, 2008), which report promising results in the use of intervention strategies mediated by the computer. In addition, this study's results make progress towards the comprehension of the mechanisms involved in the learning of reading and of the impact of interventions aimed at stimulating phonological skills according to SES.

Among the study's limitations the small size of the high-SES sample stands out, which rendered the amount of participants in both groups non-comparable and therefore limited the findings from that SES. It should also be noted that this study only used measurements of accuracy, and not of reading speed, as indicators of effectiveness at the lexical level, which would allow for greater variance between the participants, especially in an orthographic context like that of Spanish where the variables hold greater weight in explaining reading difficulties. In addition, the nature of the phonological awareness task used in this study has limitations since it is a global indicator that does not allow differentiation of the distinct levels of phonological awareness of sounds. Finally, it is explicitly stated that the results are limited to an urban context in Chile. Additional studies that explore the intervention's effectiveness in other contexts, such as a rural one, are needed. Future studies should evaluate the post-intervention effect over time, because even though the intervention did not immediately produce an effect on decoding skills, it is possible that differences may emerge after a few months as a result of the intervention. Another matter that should be addressed in future studies is the differentiated effect between interventions based on the computer and more traditional type interventions, in order to compare their effectiveness in the treatment of reading difficulties. It would also be relevant to consider the impact of these strategies, not only at the level of reading indicators, but also at the level of the cognitive processes involved in reading. Finally, it is necessary to look into the impact of these types of computer-assisted interventions on reading development in atypical populations, such as children with intellectual disabilities, who generally present low reading performance.

To summarize, although the intervention was shown to be effective, it was unique according to SES, being that children from a low SES improved in skills such as letter sound knowledge, whereas the students from a high SES improved skills that were more related to fluency in the recovery of phonological labels.



## **Impacto de una intervención basada en ordenador en niños chilenos con riesgo de manifestar dificultades lectoras**

Las dificultades lectoras tienen una prevalencia del 3% al 10% de los niños en edad escolar (Goswami, 2011; Jiménez, Rosquete, Rodríguez, & Hernández, 2009). Quienes las presentan evitan leer, y en tanto su experiencia con impresos es limitada, poco se benefician de las oportunidades de aprendizaje a través de la lectura. La evidencia es consistente en mostrar que las habilidades de principio alfabético (Piasta & Wagner, 2010; Roberts, 2003) y fonológicas (Bridges & Catts, 2011; Catts, Nielsen, Bridges, Liu & Botempo, 2015) son nucleares para la formulación de estrategias de intervención. Si bien las teorías del núcleo fonológico para la explicación de las dificultades lectoras han sido desafiadas (Goswami, 2011; Wolf & Bowers, 1999), especialmente desde la perspectiva de las cualidades ortográficas del español (Share, 2008), tienen un rol primordial para la explicación del desarrollo lector inicial (Hulme, Snowling, Caravolas, & Carroll, 2005; Stanovich & Siegel, 1994; Suárez-Coalla, García-de-Castro, & Cuetos, 2013). Además de ser el tipo de estrategia más utilizada para la intervención en niños con riesgo de manifestar dificultades lectoras (Lonigan, Purpura, Wilson, Walker, & Clancy-Menchetti, 2013).

En el año 2000 el National Reading Panel propuso que las estrategias de intervención orientadas al tratamiento de las dificultades lectoras tienen que dirigirse al entrenamiento explícito, directo y sostenido de los aspectos fónicos del lenguaje (National Reading Panel [NRP], 2000). Si bien esta recomendación surge de estudios realizados en lengua inglesa, no deja de ser atinente al contexto ortográfico del español, el cual es una lengua más consistente en la relación grafema-fonema que el inglés (Ziegler et al., 2010). Este nivel de consistencia la convierte en una ortografía transparente, en donde la alta predictividad en la relación de las letras y los sonidos que las representan hace que las habilidades fonológicas tengan un efecto limitado y acotado al inicio del desarrollo lector (Georgiou, Papadopoulos, Fella, & Parrilla, 2012) y en teoría, la maestría en las reglas de conversión grafema-fonema debieran garantizar el aprendizaje inicial de la lectura (Ehri, 2013).

La comparación de las trayectorias de aprendizaje de la lectura en distintos niveles de profundidad ortográfica, muestran que el aprendizaje lector es más rápido a medida que la ortografía es más transparente (Seymour, Aro, & Erskine, 2003). Esto se explica a partir de lo simple que significa aprender un número acotado de sonidos asociados, casi unívocamente, a un limitado número de grafías. Para el caso de la lectura en español, este número se reduce a 27 letras, de las cuales solo cuatro grafemas poseen más de un fonema [*G* (/x/, /g/); *C* (/k/,

/θ/); *Y* (/i/, /j/, /ɛ/); *R* (/r/, /r/)] (Defior & Serrano, 2014). Sin embargo, a pesar de lo simple que parece aprender a leer en español, hay niños que experimentan dificultades con la lectura. Los estudios en español con niños que presentan dificultades lectoras muestran un patrón caracterizado por la falta de precisión en la lectura y lentitud en la recuperación de información fonológica (Carrillo & Alegría, 2015; Castejón, González-Pumariega, & Cuetos, 2011; Jiménez, 2012).

Un estudio que comparó el desempeño entre subtipos de lectores retrasados en español encontró que los niños con dificultades lectoras eran menos precisos y más lentos para leer que los normolectores (Cuadro & Marín, 2007). Mencionan que tanto la transparencia del español, como su experiencia con la lectura, son factores a favor del aprendizaje de las reglas de correspondencia grafema-fonema que inciden en su precisión lectora (Cuadro & Marín, 2007). Se ha encontrado que los niños con dificultades son más lentos que los normolectores en tareas de velocidad de denominación (en adelante RAN) (Guzmán et al., 2004; Heikkilä, Narhi, Aro, & Ahonen, 2009). Lo que se plantea es que RAN es un indicador de la velocidad en la recuperación de etiquetas fonológicas desde la memoria a largo plazo (Torgesen & Wagner, 1998; Torgesen, Wagner, Rashotte, Burgess, & Hecht, 1997), y dado que el núcleo fonológico tiene un papel relevante para la explicación de las dificultades lectoras, de ahí que su déficit esté presente en algunos niños con dificultades (Ramus & Szenkovits, 2008).

Por lo tanto, se espera que una estrategia de intervención se oriente hacia aprendizajes básicos tales como la consolidación de la relación entre las grafías y los sonidos que las representan. Con ello sería posible automatizar el proceso de decodificación lectora y permitir la consolidación de las representaciones ortográficas de las palabras (Cuadro & Marín, 2007; Share, 1995), dando paso al reconocimiento visual de palabras (Ehri, 2013) y con ello, liberar recursos cognitivos que faciliten la comprensión de lo leído (Perfetti, 2007). Está claro que leer no es solo decodificar, pero tampoco negar la importancia de la precisa y rápida decodificación para la lectura de palabras. Por lo tanto, en la medida que sea posible intervenir y automatizar procesos lectores tempranos, tales como las habilidades fonológicas relacionadas con el aprendizaje de la asociación entre las grafías con los sonidos que las representan, lograríamos afianzar el camino hacia el fin de la lectura que es comprender lo que se lee.

### **Estrategias de intervención: GraphoGame**

Una estrategia de intervención orientada hacia la consolidación de la correspondencia grafema-fonema es la que se encuentra a la base del software GraphoGame (Lyytinen, Erskine, Kujala, Ojanen, & Richardson, 2009; Richardson & Lyytinen, 2014). Este es un juego de ordenador que se sustenta en un modelo fónico para el aprendizaje de la lectura en donde los niños, a través de distintos mundos y escenarios fantásticos, tienen la oportunidad de percibir las diferencias entre los fonemas y sus respectivas representaciones gráficas. El primer nivel del juego parte por la estimulación a nivel de fonemas, para luego avanzar hacia la correspondencia oral y escrita entre sílabas, palabras y pseudopalabras. Los

estímulos se repiten consistentemente a través del juego, por lo que los niños tienen la oportunidad de consolidar las conexiones entre las representaciones escritas y los sonidos que escuchan. El software puede adaptarse al nivel de aprendizaje del niño, un 80% de acierto a determinado estímulo, mostrando aquellas letras, sílabas o palabras que mejor se ajusten a su nivel de aprendizaje alcanzado a través de las tareas. Por lo tanto, este mecanismo de adaptación permite mantener un nivel óptimo de desafío entre lo que el niño percibe como fácil y lo que es capaz de aprender, con lo cual es posible mantenerlo motivado.

El uso de tecnología para apoyar el desarrollo lector temprano es ampliamente utilizado (Cheung & Slavin, 2013). En el contexto ortográfico español Jiménez y Rojas (2008), quienes en estudiantes disléxicos españoles de segundo y tercer ciclo de primaria evaluaron el efecto del videojuego Tradislexia orientado al entrenamiento y desarrollo de la conciencia fonológica y el reconocimiento de palabras. Los participantes del grupo control fueron expuestos al videojuego entre 16 y 20 sesiones de 30 minutos de duración todos los días de la semana. Posterior a la intervención encontraron que el grupo experimental mejoró sus habilidades en la lectura de palabras y pseudopalabras sobre el grupo control, como consecuencia de la exposición a tareas fonológicas del tipo segmentar y síntesis en palabras con estructura CV. Por su parte, Nicolson, Fawcett, y Nicolson (2000), evaluaron la eficacia de una intervención en niños de seis años con dificultades lectoras a través de ordenador en comparación a una intervención de tipo tradicional. Si bien encontraron que ambas estrategias fueron efectivas, la asistida por ordenador resultó mejor en términos de costo-beneficio dado que permite al profesor liberarse de tiempo para dedicarlo a otras actividades (Nicolson et al., 2000).

Con respecto a la evidencia de efectividad del software GraphoGame, en una investigación realizada con niños finlandeses de seis años y medio en edad pre escolar Kyle, Kujala, Richardson, Lyytinen, y Goswami, 2013 compararon las trayectorias de aprendizaje lector entre niños que asistieron a seis semanas intensivas de entrenamiento con GraphoGame y un grupo control sin entrenamiento pero que recibía la instrucción prelectora regular en sala de clase. Los resultados mostraron que los niños que jugaron con GraphoGame mejoraron su conocimiento del sonido de las letras así como su lectura de pseudopalabras. Por su parte, Saine, Lerkkanen, Ahonen, Tolvanen, y Lyytinen (2011), evaluaron el efecto entre una intervención correctiva cara a cara y la intervención basada en GraphoGame en niños finlandeses de primero básico. Encontraron que si bien el grupo intervenido a través de un método tradicional tuvo ganancias en el conocimiento de las letras, decodificación y precisión lectora, esas ganancias fueron en menor medida en comparación con el grupo intervenido a través del software GraphoGame el cual además mejoró sus habilidades de fluidez y escritura, manteniendo las ganancias en escritura 16 meses después de la intervención ya que solo el 8% de los participantes del grupo GraphoGame se mantuvieron por debajo del percentil 10, mientras que el 60% de los participantes del método tradicional estaban en esa posición. Así también, la herramienta ha sido probada en ortografías opacas como el inglés encontrando resultados similares (Brem et al., 2010; Kyle et al., 2013).

Si bien GraphoGame ha demostrado ser efectiva para el tratamiento y prevención de las dificultades en la lectura en niños finlandeses (Richardson & Lyytinen, 2014), no ha sido probada su efectividad en el contexto ortográfico del español. Dado que el español y el finlandés poseen características similares de consistencia ortográfica, ambas son lenguas con ortografías transparente (Seymour et al., 2003), es posible que los hallazgos finlandeses puedan ser replicables al español. Sin embargo, en el contexto latinoamericano, las variables de consistencia ortográfica no bastan para explicar el desarrollo lector siendo las variables ambientales, vía nivel socioeconómico, quienes también pueden influir (Escobar & Meneses, 2014). Por lo tanto, es relevante preguntarse si es que una herramienta como GraphoGame, que ha demostrado su efectividad en niños finlandeses (Richardson & Lyytinen, 2014; Ronimus & Richardson, 2014) pueda ser efectiva con niños en riesgo de manifestar dificultades lectoras, en especial provenientes de NSE bajo. Este punto es fundamental, porque implica ampliar el conocimiento con respecto a la herramienta GraphoGame en una población cuyas características de pobreza y desarrollo no son replicables en Finlandia.

El objetivo de esta investigación es evaluar el impacto de una intervención explícita, sostenida y directa de los aspectos fónicos de la lectura en niños chilenos de primero básico, de NSE alto y bajo, con riesgo de manifestar dificultades lectoras. La hipótesis es que los participantes de los grupos experimentales de ambos NSE mejoran sus habilidades fonológicas y del conocimiento de las letras en comparación al grupo control que no recibe tratamiento. Así también, se busca evaluar el efecto de la intervención a nivel léxico, específicamente en la precisión de la lectura de palabras y pseudopalabras. Se hipotetiza que la intervención tendrá efecto en los participantes de los grupos experimentales de ambos NSE. Finalmente, como tercer objetivo se evaluará el papel de RAN, el conocimiento de las letras y la conciencia fonológica para predecir la precisión en la lectura de palabras. Se hipotetiza que el papel de los predictores será similar con independencia del NSE en tanto las tres variables son pilares del desarrollo lector inicial.

## **Metodología**

### ***Participantes***

La muestra del estudio estuvo compuesta por 233 escolares de primer año básico, 96 provenientes de tres colegios de NSE alto y los 137 restantes de un colegio de NSE bajo (Ver [Tabla 1](#)). De esta muestra, fueron seleccionados 87 alumnos que presentaban al inicio del año escolar riesgo de manifestar dificultades lectoras. El riesgo fue identificado a partir de su conocimiento del nombre y el sonido de las letras, ya que este conocimiento tiene un importante papel como predictor del desarrollo lector inicial (Caravolas et al., 2012; Leppänen, Aunola, Niemi, & Nurmi, 2008; Muter, Hulme, Snowling, & Stevenson, 2004). Quienes se encontraban a más de una desviación estándar por debajo de la media de su respectivo NSE formaron parte del estudio (Bravo, Villalón, & Orellana, 2006).

Tabla 1. Tabla resumen estratificación y distribución de la muestra.

	NSE bajo	NSE alto	Total
Colegios	1	3	4
Participantes	137	96	233
Seleccionados	56	31	87
Control (mujeres)	28 (12)	15 (7)	43(19)
Experimental (mujeres)	28 (12)	16 (6)	44(18)

La muestra fue estratificada por NSE (Alto y Bajo) y condición: grupo control y experimental. En el NSE bajo fueron seleccionados 56 niños, de los cuales 28 corresponden al grupo control y 28 al experimental. En el NSE alto, se identificaron a 31 niños, de los cuales 16 formaron parte del grupo experimental y el resto al grupo control. Para la medición post intervención, se evaluaron a 51 niños del NSE bajo (experimental  $n = 27$ ) y 24 participantes del NSE alto (experimental  $n = 14$ ) debido a ausentismo y cambios de colegios. El nivel socioeconómico fue caracterizado a través de los indicadores proporcionados por el Sistema de Medición de Calidad de la Educación (SIMCE). Los padres de los participantes provenientes del NSE alto tienen 16 o más años de escolaridad y un salario mensual de \$2,490 dólares o más. Por su parte, los padres de los participantes del NSE bajo poseen entre nueve o 10 años de educación y un salario mensual entre \$332–500 dólares (SIMCE, 2016). Los participantes contaron con el consentimiento firmado de sus padres y presentaron un adecuado desarrollo emocional, sensorial y cognitivo, lo cual fue reportado por los profesores y confirmados por los evaluadores. Todos los niños hablan español y no hay repitentes en los cursos.

## ***Instrumentos***

### *Conciencia fonológica*

Evaluada mediante una tarea de 23 ítems orientada a la identificación de sonidos iniciales, finales e intermedios en palabras de complejidad progresiva. La tarea consistía en presentar auditivamente al evaluado tres palabras acompañadas de su dibujo: la alternativa correcta y dos distractores. El evaluado escucha el estímulo que debe reconocer en una palabra: por ejemplo, las palabras: *arcoíris*, *girasol*, *paraguas*; ¿En cuál de las palabras está presente el sonido ‘gira’? La complejidad progresiva de los ítems está determinada por la extensión de la palabra y la unidad fonológica a identificar. Inicia con la identificación de grupos de sílabas (el sonido ‘chuga’ entre las palabras *gallina*, *lechuga* o *peluda*), sílabas (el sonido ‘ma’ entre las palabras *gato*, *nave* y *magó*) y fonemas (el sonido /n/ entre las palabras *pino*, *rizo* y *primo*). Se contabiliza la precisión en el reconocimiento con un punto por respuesta correcta.

### *Conocimiento de las letras*

Los participantes fueron evaluados en su conocimiento del nombre y del sonido de las letras. Con respecto al conocimiento del nombre de las letras, se presentaba

una interfaz con 21 letras escritas en mayúscula y con letra imprenta. Los evaluados escuchan el nombre de la letra, por ejemplo ‘eme’ y tienen que señalar del conjunto de letras la grafía que corresponde con el nombre. Esta tarea no tiene criterio de suspensión y se contabilizaba la precisión con un punto por respuesta correcta. En relación al conocimiento del sonido de las letras, se presentaba la misma interfaz con las 21 letras escritas en mayúscula y con letra imprenta. Los evaluados ahora escuchan el sonido del fonema, por ejemplo /f/ y tienen que señalar la grafía que corresponde con el sonido. La tarea concluye al administrar los 21 estímulos y se asigna un punto por cada acierto.

### *Velocidad de denominación*

La velocidad de denominación (RAN) fue evaluada a través de la tarea de dígitos, la cual es una adaptación al paradigma clásico de Denckla y Rudel (1976). En una plantilla de 5 x 10 estímulos, se presentan aleatoriamente dígitos del 0 al 9 dando un total de 50 estímulos a nombrar en voz alta, lo más rápido y preciso posible, en secuencia de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo, emulando los convencionalismos de la lectura de textos. Previo a la aplicación de la prueba, se presentan los dígitos para verificar su reconocimiento y quienes reconozcan la totalidad de los dígitos podrán continuar la prueba. La prueba se puntúa cronometrando el tiempo en la cantidad milisegundos que toma nombrar en voz alta la totalidad de estímulos.

### *Lectura de palabras*

Fue evaluada a través de dos tareas: lectura de palabras y lectura de palabras frecuentes. Todas las tareas se ejecutan en voz alta. La tarea de lectura de palabras tiene un diseño de complejidad progresiva considerando la extensión de la palabra, su composición silábica y grado de consistencia grafema-fonema. Esta tarea consistía en la lectura de 20 palabras (por ejemplo: *la, sol, casa, globos*) y se contabilizaba la precisión con un punto por palabra leída correctamente. Después de seis errores consecutivos se suspendía la prueba. La segunda tarea fue la lectura de palabras frecuentes evaluada a través de 89 ítems de complejidad progresiva considerando como primer criterio frecuencia de aparición en los libros de texto de primero básico chilenos seguido de la extensión, composición silábica y grado de consistencia grafema-fonema. Esta tarea tiene un criterio de suspensión de seis errores consecutivos y se contabiliza con un punto la precisión en la lectura de la palabra.

### *Lectura de pseudopalabras*

Esta tarea consiste en la lectura de 44 pseudopalabras con un criterio de complejidad progresiva basado en la extensión, composición silábica y grado de consistencia grafema-fonema de las pseudopalabras. Se presentan pseudopalabras tales como *an, fon, iu, bin*. La prueba se suspende luego de cuatro errores consecutivos y se contabiliza con un punto la precisión en la lectura.

### ***Procedimiento***

Solo los participantes seleccionados a través del criterio previamente descrito fueron evaluados de forma individual en sus propias escuelas. La aplicación de pruebas tuvo una duración de 45 minutos y fueron administradas de manera contrabalanceada. Luego de identificar a los participantes en cada NSE, se distribuyeron aleatoriamente a las condiciones control y experimental. Los participantes de la condición experimental, de ambos NSE asistieron a 27 sesiones individuales de juego en sus propias escuelas. La periodicidad de las sesiones era una vez al día, cinco días a la semana, duraban 30 minutos y se implementaron al final de la jornada escolar por cerca de tres meses. La duración e intensidad de la intervención es similar a otros estudios de la efectividad de GraphoGame. En este periodo fue posible contabilizar 360 minutos de exposición efectiva al juego, ello en tanto el software considera como exposición efectiva el tiempo jugado real y no las pausas entre una actividad a otra, ni el tiempo en donde no hay interacción con el ordenador. Los participantes fueron supervisados por un profesional de la psicología o de la educación entrenado en el soporte técnico del juego. Estos supervisores no entregaban ningún otro tipo de ayuda, salvo asistencia técnica con respecto al uso del software y del ordenador. Los participantes del grupo control no recibieron ningún tipo de apoyo extra, salvo la asistencia regular a sus clases de lenguaje, las cuales compartieron con sus pares del grupo experimental.

Después de los tres meses de intervención, todos los participantes fueron evaluados nuevamente, de manera individual en sus mismos colegios por profesionales de la psicología y la educación entrenados en la aplicación de las pruebas.

### ***Análisis estadísticos***

Se llevaron a cabo análisis descriptivos de las variables evaluadas. Con el fin de evaluar la efectividad de la intervención, se realizaron análisis de varianza controlando por el efecto de la medición pre en cada una de las variables post evaluación consideradas. Así también se realizaron análisis de correlación y regresión lineal con el fin de evaluar el poder predictor de las variables de interés en las habilidades de lectura de palabras. Se ha fijado un valor *alpha* menor a .05 como criterio de significatividad estadística para todos los análisis presentados.

### **Resultados**

La [Tabla 2](#) muestra los estadísticos descriptivos diferenciados por NSE y tipo de condición (control y experimental) de las variables en la medición pre y post intervención. En ella se observa que en la evaluación pre intervención no existen diferencias significativas en ninguna de las variables entre los grupos control y experimental por NSE. Con el fin de evaluar el impacto de la intervención en niños con riesgo de manifestar dificultades lectoras, se realiza un análisis de



Tabla 2. Estadísticos descriptivos y resultados Ancova.

Variable	Grupo	Pre intervención				Post intervención			
		M	DE	F	Sig	M	DE	F	Sig
<b>NSE bajo</b>									
RAN	Control	109,197*	50,421*	0.786	.381	72,517*	38,322*	0.401	.531
	Exp	325,024*	1,058,719*			85,612*	53,174*		
Nombre Letras	Control	4.8	2.8	0.755	.389	9.96	4.5	0.776	.383
	Exp	5.3	2.4			9.52	3.4		
Sonido Letras	Control	4.6	2.6	0.500	.483	8.67	3.5	12.52	.001
	Exp	5.2	2.7			11.7	3.2		
CF	Control	10.5	2.8	0.060	.807	11.8	2.8	1.660	.203
	Exp	10.3	1.9			12.8	2.9		
Pseudopalabras	Control	4.9	4.2	0.382	.539	12.6	9.4	0.075	.785
	Exp	4.2	4.3			12.6	6.7		
Palabras	Control	0.54	1.5	0.624	.436	6.3	6.7	0.393	.534
	Exp	0.52	1.5			7.4	6.5		
Palabras Frec.	Control	0.42	1.8	0.371	.545	5.8	7.9	0.197	.659
	Exp	0.19	0.68			6.6	7.4		
<b>NSE alto</b>									
RAN	Control	62,897*	27,897*	0.597	.449	52613*	25087*	6.64	.018
	Exp	71,276*	23,023*			49896*	20354*		
Nombre Letras	Control	7.6	2.1	0.002	.965	14.9	3.3	0.220	.645
	Exp	7.6	3.0			14.1	3.7		
Sonido Letras	Control	6.1	1.5	1.465	.240	13.5	2.3	0.404	.533
	Exp	7.6	3.3			13.2	4.4		
CF	Control	11.5	2.5	0.621	.440	14.0	2.5	1.344	.262
	Exp	10.6	2.8			12.8	2.2		
Pseudopalabras	Control	5.3	3.2	0.681	.419	17.9	11.6	2.55	.620
	Exp	4.1	2.9			14.9	7.2		

(Continúa)

Tabla 2. (Continuación).

Variable	Grupo	Pre intervención				Post intervención			
		M	DE	F	Sig	M	DE	F	Sig
Palabras	Control	0.70	1.1	0.075	.787	12.9	6.2	0.839	.370
	Exp	0.79	0.89			11.1	5.1		
Palabras Frec.	Control	0.40	0.97	0.050	.826	13.7	8.8	0.610	.445
	Exp	0.50	1.2			11.4	8.4		

Nota: \*Medida en milisegundos; RAN = Velocidad de denominación; CF = Conciencia fonológica; Palabras Frec. = Palabras frecuentes.

Ancova. Este análisis permite comparar el desempeño entre los grupos control y experimental, de ambos NSE, en la medición post intervención controlando por la medición pre intervención. Los resultados muestran que en el NSE Alto, la intervención solo tuvo efecto en RAN [ $F(1, 19) = 6.643, p = .018, \eta^2_p = .259$ ] en donde los participantes del grupo experimental mejoraron su desempeño ya que fueron más rápidos que los niños del grupo control. Sin embargo, con el resto de tareas evaluadas no hubo un efecto significativo de la intervención sobre ellas ( $p > .05$ ).

Para el caso del NSE bajo, la intervención tuvo efecto en el desarrollo de habilidades de identificación del sonido de las letras [ $F(1, 46) = 12.520, p = .001, \eta^2_p = .214$ ] las cuales beneficiaron a los niños del grupo experimental quienes, posterior a la intervención, mejoraron su desempeño. Con respecto al resto de variables lectoras, no hubo efecto significativo de la intervención ( $p > .05$ ).

Para evaluar el impacto diferenciado por NSE del sonido de las letras, RAN y la conciencia fonológica en la lectura de palabras primero se construye una variable que colapse los puntajes de las tres tareas de lectura de palabras (palabras, pseudopalabras y palabras frecuentes) dado que se relacionan fuertemente entre sí. En este sentido, la lectura de palabras frecuentes y la lectura de pseudopalabras correlacionan fuerte y positivamente ( $r = .806, n = 75, p = .000$ ), mientras que las palabras frecuentes y la lectura de palabras también muestran fuertes y positivas relaciones ( $r = .936, n = 75, p = .000$ ). Por su parte la relación entre palabras y pseudopalabras también es fuerte ( $r = .839, n = 75, p = .000$ ). La [Tabla 3](#) muestra las correlaciones entre la variable lectura evaluada en la fase post intervención (T2 en adelante) con las medidas de RAN, conciencia fonológica y conocimiento del sonido de las letras evaluadas en la fase pre intervención (T1 en adelante) por NSE. En la tabla es posible identificar que únicamente en el NSE bajo las tres variables antes descritas correlacionan con la medida de lectura en T2, mientras que en el NSE alto, solo RAN(T1) es una variable asociada a la lectura de palabras de T2.

Dado que solo el set de variables es predictor de la precisión en la lectura de palabras en T2 en el NSE bajo, solo para este nivel se lleva a cabo un análisis de

Tabla 3. Correlaciones entre las variables lectoras por NSE.

Variable		1	2	3
NSE bajo				
1	Lectura Palabras (T2)	1		
2	Sonido de las letras (T1)	.635**		
3	Conciencia fonológica (T1)	.323*	.464**	
4	RAN (T1)	-.347*	-.114	.156
NSE alto				
1	Lectura Palabras (T2)	1		
2	Sonido de las letras (T1)	.377		
3	Conciencia fonológica (T1)	-.205	.026	
4	RAN (T1)	-.544**	-.243	.486*

Nota: \*\* $p \leq .001$ ; \* $p \leq .05$ .

Tabla 4. Análisis de regresión.

NSE bajo		Lectura de palabras (T2)						
Paso	Variable	$R^2$	$\Delta R^2$	$Sig$	$\beta$	$T$	$Sig$	Intervalo Confianza
1	CF(T1)	.111	.131	.013	.132	0.980	.332	-0.797 a 2.30
2	Letras(T1)	.364	.261	.000	.519	3.87	.000	1.16 a 3.67
3	RAN(T1)	.444	.088	.010	-.310	-2.70	.010	0.000 a 0.000

Nota: CF = Conciencia fonológica; Letras = Sonido de las letras; RAN = Velocidad de denominación.

regresión jerárquica mediante el método de pasos sucesivos para identificar la proporción de varianza que la conciencia fonológica, el conocimiento del sonido de las letras y RAN medidos en la fase T1 tienen para predecir la precisión lectora de palabras en la fase T2. Con respecto al NSE alto, ya que solo RAN (T1) es la única variable que se asocia significativamente con la precisión en la lectura de palabras (T2), es innecesario hacer el análisis de regresión. Para el caso del NSE bajo, en el paso 1 se introduce la conciencia fonológica (T1), en el paso 2 el conocimiento del sonido de las letras (T1) y en el paso 3, RAN (T1) (Ver [Tabla 4](#)).

Los resultados muestran que en el NSE bajo el modelo es significativo y explica un 44.4% de la varianza en la lectura de palabras (T2), siendo el sonido de las letras quien más aporta al modelo ( $\beta = .519$ ,  $sig = .000$ ), seguida de RAN ( $\beta = -.310$ ,  $sig = .010$ ) pero no de la conciencia fonológica ( $\beta = -.132$ ,  $sig = .332$ ).

## Discusión

Los resultados permiten sostener parcialmente la eficacia de una intervención basada en el entrenamiento explícito de los aspectos fónicos para el desarrollo de habilidades subléxicas en niños de NSE bajo y NSE alto con riesgo de manifestar dificultades lectoras. Este hallazgo es importante dado que demuestra el impacto de una intervención de este tipo en el desarrollo del conocimiento del sonido de las letras y RAN, los cuales son reconocidos como pilares del desarrollo lector temprano (Foulin, 2005; Georgiou, Torppa, Manolitsis, Lyytinen, & Parrila, 2012). Así también muestra que, si bien este tipo de intervención es efectiva, sus efectos están acotados al desarrollo de habilidades subléxicas no logrando impactar al nivel de lectura de palabras.

La mejora en las habilidades de reconocimiento del sonido de las letras en los participantes del NSE bajo es relevante dada la evidencia que muestra como estos niños inician su aprendizaje lector con déficits cognitivos que involucran entre otros al procesamiento fónico del lenguaje (Farah, Farah, & McCandliss, 2006; Noble et al., 2006). En este sentido, es reconocida la importancia del conocimiento de las letras en tanto potencia el desarrollo de la conciencia fonológica a través del aprendizaje de la relación grafema-fonema (Castles, Wilson, &

Coltheart, 2011), siendo la maestría en dicha relación uno de los más importantes predictores lectores tempranos en ortografías transparentes (Torppa, Poikkeus, Laakso, Eklund, & Lyytinen, 2006). Este resultado supone un apoyo directo para el desarrollo de habilidades fonológicas dado que los niños mejoraron su reconocimiento del sonido de las letras. Sin embargo, esta mejora no impactó en el desarrollo de habilidades léxicas tales como la lectura de palabras y pseudopalabras. Resultados similares también son reportados por Hintikka, Aro, y Lyytinen (2005), quienes luego de 6 semanas de intervención con GraphoGame en niños de primer grado encontraron efecto únicamente para el nombrado de letras y no al nivel de lectura de palabras. Ello se explica por el poco tiempo de exposición: seis semanas completando 170 minutos de intervención. Para esta investigación los resultados no se pueden explicar por la misma causa dado que los participantes fueron expuestos a 27 sesiones completando 360 minutos de intervención. Sin embargo, la intervención resultó ser más efectiva que la no intervención para mejorar las habilidades de reconocimiento de sonidos de las letras en niños con riesgo de manifestar dificultades lectoras, lo cual es destacable.

Con respecto al impacto de la intervención en el grupo de NSE alto, la mejora en RAN es relevante dado que es un predictor lector temprano (Norton & Wolf, 2012). El mejor desempeño en RAN es reflejo de la mejora en la velocidad para recuperar información fonológica almacenada en la memoria episódica y no solo consolidación del conocimiento de las letras, en tanto fueron evaluados a través de la tarea RAN de dígitos y no con RAN Letras. Sin embargo, este mejor desempeño no pudo ser transferido a mejoras en sus habilidades de decodificación en la lectura de palabras, las cuales no mejoraron significativamente luego de la intervención.

En relación al papel de tres importantes predictores de la lectura de palabras tales como RAN, el conocimiento del sonido de las letras y conciencia fonológica, éstos tienen peso diferenciado en función del NSE. Se encontró que en el NSE bajo las variables que más predicen la precisión en la lectura de palabras al final de primero básico son el conocimiento del sonido de las letras y RAN, mientras que en el NSE alto solamente RAN es un predictor válido. Si bien el conocimiento de las letras es un importante predictor de la lectura, con independencia del NSE (Caravolas et al., 2012; Castles et al., 2011; Foulín, 2005), para el caso de los niños del NSE alto no logró ser predictor válido de la precisión en la lectura de palabras. Una posible explicación es que al desarrollarse en contextos letrados, las representaciones ortográficas tanto de letras como de palabras, son constantes en su ambiente (Jiménez & Rodríguez, 2008), y sus dificultades lectoras son mejor explicadas por fallas al nivel fonológico y no al nivel de las etiquetas de los nombres de las letras, las cuales no tienen comparativamente mayor varianza explicativa. Para el caso de los niños del NSE bajo, el nombre de la letra puede ser un elemento que facilite aprender el sonido que corresponde a cada grafía (Treiman, Tincoff, Rodríguez, Mouzaki, & Francis, 1998), sin embargo esta es una hipótesis que sobrepasa los alcances de esta investigación.

Es de llamar la atención que en ningún NSE la conciencia fonológica fuera un predictor válido, a pesar de su papel e influencia en el desarrollo lector temprano

(Anthony & Francis, 2005; Melby-Lervåg, Lyster, & Hulme, 2012), especialmente porque la herramienta GraphoGame está orientada a la consolidación de estas habilidades. Es probable que no se haya encontrado efecto en tanto la tarea de conciencia fonológica utilizada en este estudio no permitió realizar análisis más específicos con respecto a las unidades fonológicas que mejor pudieran predecir la precisión en la lectura de palabras o que pudieran ser beneficiadas directamente por el entrenamiento, siendo ésta una de las principales limitaciones del estudio.

Los resultados del impacto y mejora en las habilidades de reconocimiento de sonido de letras en el NSE bajo y RAN en el NSE alto, junto al modelo predictor presentado demuestran la importancia de continuar en el entrenamiento de habilidades subléxicas las cuales sí pueden ser estimuladas a través de una intervención explícita, directa y sostenida a través de ordenadores. En este sentido, la tecnología juega un papel relevante para asistir en el tratamiento y prevención de las dificultades lectoras. Esta experiencia se suma a otras realizadas en ortografías transparentes tales como el finlandés (Richardson & Lyytinen, 2014) y español (Jiménez & Rojas, 2008), quienes reportan resultados prometedores en el uso de estrategias de intervención mediadas por ordenador. Adicionalmente, los resultados de esta investigación avanzan hacia la comprensión de los mecanismos envueltos en el aprendizaje de la lectura y del impacto de intervenciones orientadas a la estimulación de habilidades fonológicas en función del NSE.

Entre las limitaciones del estudio se destaca el reducido tamaño de la muestra en el NSE alto, no siendo comparables en cantidad de participantes ambos grupos, y con ello limitando los hallazgos encontrados en este NSE. Se destaca que únicamente se tienen medidas de precisión y no de velocidad lectora como indicadores de efectividad a nivel léxico, las cuales permitirían tener mayor varianza entre los participantes, especialmente en un contexto ortográfico como el español donde éstas variables tienen mayor peso para explicar las dificultades lectoras. Así también, la naturaleza de la tarea de conciencia fonológica utilizada en este estudio tiene limitaciones en tanto es un indicador global que no permite diferenciar distintos niveles del análisis fonológico de los sonidos. Finalmente, se explicita que los resultados están limitados al contexto urbano de Chile, siendo necesarios estudios que exploren la efectividad de la intervención en otros contextos tales como el rural. Futuras investigaciones debieran evaluar el efecto post intervención en el tiempo, ya que si bien en lo inmediato de la intervención no hubo efecto en las habilidades de decodificación, es posible que al cabo de los meses puedan emerger diferencias producto de la intervención. Otro tema que puede ser abordado en futuras investigaciones es el efecto diferenciado entre intervenciones basadas en ordenador e intervenciones de tipo tradicional para comparar su efectividad en el tratamiento de las dificultades lectoras. Así también, sería relevante considerar el impacto de estas estrategias, no solo a nivel de indicadores lectores, sino al nivel de los procesos cognitivos envueltos en la lectura. Finalmente, es necesario indagar el impacto de este tipo de intervenciones asistidas a través de ordenador en el desarrollo lector de poblaciones

atípicas, tales como niños con discapacidad intelectual, quienes en general presentan bajo desempeño lector.

En síntesis, si bien la intervención mostró ser efectiva, se diferencia por NSE, siendo que los niños provenientes de NSE bajo mejoraron habilidades tales como el conocimiento del sonido de las letras, mientras que los estudiantes de NSE alto en habilidades más relacionadas con la fluidez en la recuperación de etiquetas fonológicas.

### Acknowledgements / Agradecimientos

This study was funded through the CONICYT AKA–FINLANDIA 08 project ‘Prediction and reading support through computer games for children at risk of manifesting reading difficulties’. / *Esta investigación ha sido financiada a través del proyecto CONICYT AKA–FINLANDIA 08 ‘Predicción y apoyo de la lectura, mediante juegos de computador, para niños con riesgo de manifestar dificultades lectoras’.*

### 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

- Anthony, J. L., & Francis, D. J. (2005). Development of phonological awareness. *Current Directions in Psychological Science*, 14, 255–259. doi:10.1111/cdir.2005.14.issue-5
- Bravo, L., Villalón, M., & Orellana, E. (2006). Diferencias en la predictividad de la lectura entre primer año y cuarto año básicos. *Psyke*, 15(1), 3–11.
- Brem, S., Bach, S., Kucian, K., Guttorm, T. K., Martin, E., Lyytinen, H. ... Richardson, U. (2010). Brain sensitivity to print emerges when children learn letter–speech sound correspondences. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107, 7939–7944. doi:10.1073/pnas.0904402107
- Bridges, M. S., & Catts, H. W. (2011). The use of a dynamic screening of phonological awareness to predict risk for reading disabilities in kindergarten children. *Journal of Learning Disabilities*, 44, 330–338.
- Caravolas, M., Lervåg, A., Mousikou, P., Efrim, C., Litavsky, M., Onochie-Quintanilla, E., & Hulme, C. (2012). Common patterns of prediction of literacy development in different alphabetic orthographies. *Psychological Science*, 23, 678–686. doi:10.1177/0956797611434536
- Carrillo, M., & Alegría, J. (2015). Mecanismos de identificación de palabras en niños disléxicos en español: ¿existen subtipos? / Mechanisms of word identification in dyslexic children in Spanish dyslexic children: Do subtypes exist? *Ciencias Psicológicas*, 3, 135–152.
- Castejón, L., González-Pumariega, S., & Cuetos, F. (2011). Adquisición de la fluidez en la lectura de palabras en una muestra de niños españoles: Un estudio longitudinal. *Infancia y Aprendizaje*, 34, 19–30. doi:10.1174/021037011794390139
- Castles, A., Wilson, K., & Coltheart, M. (2011). Early orthographic influences on phonemic awareness tasks: Evidence from a preschool training study. *Journal of Experimental Child Psychology*, 108, 203–210. doi:10.1016/j.jecp.2010.07.006
- Catts, H. W., Nielsen, D. C., Bridges, M. S., Liu, Y. S., & Bontempo, D. E. (2015). Early identification of reading disabilities within an RTI framework. *Journal of Learning Disabilities*, 48, 281–297. doi:10.1177/0022219413498115



- Cheung, A. C., & Slavin, R. E. (2013). Effects of educational technology applications on reading outcomes for struggling readers: a best-evidence synthesis. *Reading Research Quarterly*, 48, 277–299. doi:10.1002/rrq.50
- Cuadro, A., & Marín, J. (2007). Subtipos de lectores retrasados en español. *Ciencias Psicológicas*, 1, 133–148.
- Defior, S., & Serrano, F. (2014). Diachronic and synchronic aspects of Spanish: The relationship with literacy acquisition/Aspectos diacrónicos y sincrónicos del español: relación con la adquisición del lenguaje escrito. *Estudios de Psicología*, 35, 450–475. doi:10.1080/02109395.2014.974422
- Denckla, M. B., & Rudel, R. (1976). Rapid “automatized” naming (RAN): Dyslexia differentiated from other learning disabilities. *Neuropsychologia*, 14, 471–479. doi:10.1016/0028-3932(76)90075-0
- Ehri, L. C. (2013). Grapheme—Phoneme Knowledge Is Essential for Learning to Read Words in English. In *Word recognition in beginning literacy* (pp. 1). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Escobar, J.-P., & Meneses, A. (2014). Initial reading predictors in Spanish according to SES: Is semi-transparency sufficient to explain performance?/Predictores de la lectura inicial en español según NSE: ¿es suficiente la semi-transparencia para explicar su desempeño? *Estudios de Psicología*, 35, 625–635. doi:10.1080/02109395.2014.965458
- Farah, M. J., Shera, D. M., Savage, J. H., Betancourt, L., Giannetta, J. M., Brodsky, N. L., ... Hurt, H. (2006). Childhood poverty: Specific associations with neurocognitive development. *Brain Research*, 1110(1), 166–174. doi:10.1016/j.brainres.2006.06.072
- Foulin, N. (2005). Why is letter-name knowledge such a good predictor of learning to read? *Reading and Writing*, 18, 129–155. doi:10.1007/s11145-004-5892-2
- Georgiou, G. K., Papadopoulos, T., Fella, A., & Parrila, R. (2012). Rapid naming speed components and reading development in a consistent orthography. *Journal of Experimental Child Psychology*, 112, 1–17. doi:10.1016/j.jecp.2011.11.006
- Georgiou, G. K., Torppa, M., Manolitsis, G., Lyytinen, H., & Parrila, R. (2012). Longitudinal predictors of reading and spelling across languages varying in orthographic consistency. *Reading and Writing*, 25, 321–346. doi:10.1007/s11145-010-9271-x
- Goswami, U. (2011). A temporal sampling framework for developmental dyslexia. *Trends in Cognitive Sciences*, 15, 3–10. doi:10.1016/j.tics.2010.10.001
- Guzmán, R., Jiménez, J. E., Ortiz, M. R., Hernández-Valle, I., Estévez, A., Rodrigo, M., ... Hernández, S. (2004). Evaluación de la velocidad de nombrar en las dificultades de aprendizaje de la lectura. *Psicothema*, 16, 442–447.
- Heikkilä, R., Narhi, V., Aro, M., & Ahonen, T. (2009). Rapid automatized naming and learning disabilities: Does RAN have a specific connection to reading or not? *Child Neuropsychology*, 15, 343–358. doi:10.1080/09297040802537653
- Hintikka, S., Aro, M., & Lyytinen, H. (2005). Computerized training of the correspondences between phonological and orthographic units. *Written Language & Literacy*, 8 (2), 79–102.
- Hulme, C., Snowling, M., Caravolas, M., & Carroll, J. (2005). Phonological skills are (probably) one cause of success in learning to read: A comment on Castles and Coltheart. *Scientific Studies of Reading*, 9, 351–365. doi:10.1207/s1532799xssr0904\_2
- Jiménez, J. (2012). *Dislexia en español: Prevalencia e indicadores cognitivos, culturales, familiares y biológicos*. Madrid: Ediciones Pirámide.
- Jiménez, J., Rosquete, R. G., Rodríguez, C., & Hernández, C. A. (2009). Prevalencia de las dificultades específicas de aprendizaje: La dislexia en español. *Anales de Psicología*, 25, 78–85.
- Jiménez, J. E., & Rodríguez, C. (2008). Experiencia con el lenguaje impreso e indicadores socioculturales asociados a los diferentes subtipos disléxicos. *Psicothema*, 20, 341–346.

- Jiménez, J. E., & Rojas, E. (2008). Efectos del videojuego Tradislexia en la conciencia fonológica y reconocimiento de palabras en niños disléxicos. *Psicothema*, 20, 347–353.
- Kyle, F., Kujala, J. V., Richardson, U., Lyytinen, H., & Goswami, U. (2013). Assessing the effectiveness of two theoretically motivated computer-assisted reading interventions in the United Kingdom: GG Rime and GG Phoneme. *Reading Research Quarterly*, 48, 61–76.
- Leppänen, U., Aunola, K., Niemi, P., & Nurmi, J.-E.. (2008). Letter knowledge predicts Grade 4 reading fluency and reading comprehension. *Learning and Instruction*, 18, 548–564. doi:10.1016/j.learninstruc.2007.11.004
- Lonigan, C. J., Purpura, D. J., Wilson, S. B., Walker, P. M., & Clancy-Menchetti, J. (2013). Evaluating the components of an emergent literacy intervention for preschool children at risk for reading difficulties. *Journal of Experimental Child Psychology*, 114, 111–130. doi:10.1016/j.jecp.2012.08.010
- Lyytinen, H., Erskine, J., Kujala, J., Ojanen, E., & Richardson, U. (2009). In search of a science-based application: A learning tool for reading acquisition. *Scandinavian Journal of Psychology*, 50, 668–675. doi:10.1111/sjop.2009.50.issue-6
- Melby-Lervåg, M., Lyster, S. A. H., & Hulme, C. (2012). Phonological skills and their role in learning to read: A meta-analytic review. *Psychological Bulletin*, 138, 322. doi:10.1037/a0026744
- Muter, V., Hulme, C., Snowling, M. J., & Stevenson, J. (2004). Phonemes, rimes, vocabulary, and grammatical skills as foundations of early reading development: Evidence from a longitudinal study. *Developmental Psychology*, 40, 663–681. doi:10.1037/0012-1649.40.5.665
- National Reading Panel (US), National Institute of Child Health, & Human Development (US). (2000). *Report of the national reading panel: Teaching children to read: An evidence-based assessment of the scientific research literature on reading and its implications for reading instruction: Reports of the subgroups*. Rockville, MD: NICHD Clearinghouse.
- Nicolson, R., Fawcett, A., & Nicolson, M. (2000). Evaluation of a computer-based reading intervention in infant and junior schools. *Journal of Research in Reading*, 23, 194–209. doi:10.1111/1467-9817.00114
- Noble, K. G., Farah, M. J., & McCandliss, B. D. (2006). Socioeconomic background modulates cognition achievement in reading. *Cognition Development*, 21, 349–368. doi:10.1016/j.cogdev.2006.01.007
- Norton, E., & Wolf, M. (2012). Rapid automatized naming and reading fluency: Implications for understanding and treatment of reading disabilities. *Annual Review of Psychology*, 63, 427–452. doi:10.1146/annurev-psych-120710-100431
- Perfetti, C. (2007). Reading ability: Lexical quality to comprehension. *Scientific Studies of Reading*, 11, 357–383. doi:10.1080/10888430701530730
- Piasta, S. B., & Wagner, R. K. (2010). Developing early literacy skills: A meta-analysis of alphabet learning and instruction. *Reading Research Quarterly*, 45, 8–38. doi:10.1598/RRQ.45.1.2
- Ramus, F., & Szenkovits, G. (2008). What phonological deficit? *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 61, 129–141. doi:10.1080/17470210701508822
- Richardson, U., & Lyytinen, H. (2014). The GraphoGame method: The theoretical and methodological background of the technology-enhanced learning environment for learning to read. *Human Technology: an Interdisciplinary Journal on Humans in ICT Environments*, 10, 39–60. doi:10.17011/ht/urn.201501071031
- Roberts, T. A. (2003). Effects of alphabet-letter instruction on young children's word recognition. *Journal of Educational Psychology*, 95, 41. doi:10.1037/0022-0663.95.1.41

- Ronimus, M., & Richardson, U. (2014). Digital game-based training of early reading skills: Overview of the GraphoGame method in a highly transparent orthography/ Entrenamiento de habilidades de lectura tempranas basado en un juego digital: Visión general del método GraphoGame en una ortografía altamente transparente. *Estudios de Psicología*, 35, 648–661.
- Saine, N. L., Lerkkanen, M. K., Ahonen, T., Tolvanen, A., & Lyytinen, H. (2011). Computer- assisted remedial reading intervention for school beginners at risk for reading disability. *Child Development*, 82, 1013–1028. doi:[10.1111/j.1467-8624.2011.01580.x](https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2011.01580.x)
- Seymour, P. H., Aro, M., & Erskine, J. M. (2003). Foundation literacy acquisition in European orthographies. *British Journal of Psychology*, 94, 143–174. doi:[10.1348/00071260321661859](https://doi.org/10.1348/00071260321661859)
- Share, D. (2008). On the anglocentricities of current reading research and practice: The perils of overreliance on an outlier orthography. *Psychological Bulletin*, 134, 584–615. doi:[10.1037/0033-2909.134.4.584](https://doi.org/10.1037/0033-2909.134.4.584)
- Share, D. L. (1995). Phonological recoding and self-teaching: Sine qua non of reading acquisition. *Cognition*, 55, 151–218. doi:[10.1016/0010-0277\(94\)00645-2](https://doi.org/10.1016/0010-0277(94)00645-2)
- SIMCE. (2016). *Resultados nacionales*. Santiago de Chile: Ministerio de Educación.
- Stanovich, K. E., & Siegel, L. S. (1994). Phenotypic performance profile of children with reading disabilities: A regression-based test of the phonological-core variable-difference model. *Journal of Educational Psychology*, 86, 24. doi:[10.1037/0022-0663.86.1.24](https://doi.org/10.1037/0022-0663.86.1.24)
- Suárez-Coalla, P., García-de-Castro, M., & Cuetos, F. (2013). Variables predictoras de la lectura y la escritura en castellano. *Infancia y Aprendizaje*, 36, 77–89. doi:[10.1174/021037013804826537](https://doi.org/10.1174/021037013804826537)
- Torgesen, J., & Wagner, R. (1998). Alternative diagnostic approaches for specific developmental reading disabilities. *Learning Disabilities Research & Practice*, 13, 220–232.
- Torgesen, J., Wagner, R., Rashotte, C., Burgess, S., & Hecht, S. (1997). Contributions of phonological awareness and rapid automatized naming ability to growth of word-reading skills in second- to fifth-grade children. *Scientific Studies of Reading*, 1, 161–185. doi:[10.1207/s1532799xssr0102\\_4](https://doi.org/10.1207/s1532799xssr0102_4)
- Torppa, M., Poikkeus, A. M., Laakso, M. L., Eklund, K., & Lyytinen, H. (2006). Predicting delayed letter knowledge development and its relation to grade 1 reading achievement among children with and without familial risk for dyslexia. *Developmental Psychology*, 42, 1128. doi:[10.1037/0012-1649.42.6.1128](https://doi.org/10.1037/0012-1649.42.6.1128)
- Treiman, R., Tincoff, R., Rodriguez, K., Mouzaki, A., & Francis, D. J. (1998). The foundations of literacy: Learning the sounds of letters. *Child Development*, 69, 1524–1540. doi:[10.1111/cdev.1998.69.issue-6](https://doi.org/10.1111/cdev.1998.69.issue-6)
- Wolf, M., & Bowers, P. G. (1999). The double-deficit hypothesis for the developmental dyslexia. *Journal of Educational Psychology*, 91, 415–438. doi:[10.1037/0022-0663.91.3.415](https://doi.org/10.1037/0022-0663.91.3.415)
- Ziegler, J., Bertrand, D., Tóth, D., Csépe, V., Reis, A., Fásca, L. ... Blomert, L. (2010). Orthographic depth and its impact on universal predictors of reading: A cross language investigation. *Psychological Science*, 21, 551–559. doi:[10.1177/0956797610363406](https://doi.org/10.1177/0956797610363406)