



Adaptación de una aplicación de juegos para la alfabetización inicial y análisis de propiedades psicolingüísticas en relación con la lectura y escritura de palabras

María Soledad Assis

Tesis de Maestría en Ciencias Cognitivas
Universidad de la República
Uruguay
2023

Tutor: Dr. Juan Valle Lisboa
Cotutora: Dra. Camila Zugarramurdi

Lugar de realización:

Centro de Investigación Básica en Psicología, Facultad de Psicología
(Udelar)

Centro Interdisciplinario en Cognición para la Enseñanza y el
Aprendizaje, Espacio Interdisciplinario (Udelar)

Agradecimientos

A la Agencia Nacional de Investigación y a la Comisión Académica de Posgrado por las financiaciones otorgadas a lo largo de mi trabajo de investigación.

Al Centro de Investigación Básica en Psicología (CIBPsi) y todas las personas que forman parte de este espacio que tanto valoro.

Al Centro Interdisciplinario en Cognición para la Enseñanza y el Aprendizaje y sus integrantes. Gran lugar para potenciar los aprendizajes y contribuir con sus aportes a la educación de Uruguay. Estoy muy contenta de ser parte de este equipo.

A los directivos y docentes que me dieron la posibilidad de llevar adelante parte de este proyecto de investigación en sus escuelas.

A los niños y niñas que participaron de la propuesta. Gracias por ser una gran fuente de inspiración para seguir aprendiendo sobre las mejores formas de enseñar.

A los estudiantes y psicólogos que me acompañaron en el trabajo de campo.

A Juan Sobral, por compartir conmigo la etapa inicial de este trabajo y ponerle voz a Kalulu.

A María Noel Macedo y Thaíz Sánchez por el compañerismo de todos los días que hacen más placentero el recorrido.

A Camila Zugarramurdi, mi referente a lo largo de esta etapa formativa. Exigente, generosa a la hora de compartir su saber, excelente guía cuando el camino se pone difícil. Muchas gracias Cami por ser parte de mi formación académica.

A Juan Valle Lisboa. Dicen que el mejor jugador de un equipo no se define solo por saber jugar bien, sino que éste también tiene la habilidad de hacer que el resto del equipo juegue y se luzca. Gracias por abrirme las puertas del CIBPsi y por confiar en mi trabajo.

A mi familia, por entender la necesidad que tuve de irme de su lado para buscar mi camino y saber acompañarme a la distancia.

A Martín, mi gran amigo, familia y compañero de ruta. Gracias por incentivarme a emprender este viaje y acompañarme en todo momento. Hoy no estaría cerrando esta etapa si no fuera por tu apoyo incondicional.

Resumen

En los últimos años las investigaciones del campo de las neurociencias han aportado información crucial sobre el procesamiento del lenguaje escrito y el aprendizaje de la lectura y escritura. A través de esta información se sabe que el éxito en la alfabetización depende de diversas características, tales como las habilidades cognitivas, el desarrollo de los precursores de la lectura y los métodos de enseñanza utilizados para el abordaje de estos conocimientos. En este trabajo se presentan los resultados obtenidos de la adaptación de una aplicación de juegos para la alfabetización inicial, diseñada bajo el uso de evidencia científica relacionada con los procesos implicados en el aprendizaje de la lectoescritura. Realizamos un estudio pre-post con control en el que participaron 97 niños y niñas de primer año de educación primaria. Analizamos el diseño de la propuesta de juegos, el desempeño de los participantes y la implicancia de las propiedades psicolingüísticas de las palabras en la lectura y escritura de las mismas. Los resultados muestran que: 1) La progresión de estímulos de la propuesta es consistente con el avance en el aprendizaje de las letras que presentan los estudiantes a finales de primer grado. 2) En las evaluaciones pre-post no se observan diferencias significativas entre grupos debido a un posible efecto techo. 3) El análisis de las palabras evaluadas indica que las propiedades lingüísticas (longitud de palabra, frecuencia, estructura ortográfica y consistencia ortográfica) influyen de forma diferencial en la lectura y escritura. En particular, mostramos que en la lectura el desempeño es inferior para las palabras de mayor longitud y complejidad en la correspondencia grafema-fonema. En la escritura, el desempeño es inferior cuando las palabras presentan complejidad en la consistencia y predominancia de la correspondencia fonema-grafema, así como también cuando presentan mayor longitud y complejidad en la estructura ortográfica. Al finalizar discutimos estos resultados a la luz de sus implicancias para la enseñanza de la lectura y escritura en el aula.

Palabras clave: alfabetización inicial, juegos educativos, propiedades lingüísticas.

Tabla de contenido

Agradecimientos	i
Resumen.....	iii
Organización de la tesis.....	v
Introducción	1
Fundamentos teóricos.....	3
Habilidades cognitivas subyacentes al aprendizaje de la lectura y escritura.....	3
Recursos tecnológicos como herramientas educativas	7
Propiedades psicolingüísticas de las palabras.....	9
Objetivos del presente estudio	16
Objetivo general	16
Objetivos específicos	16
Materiales y métodos.....	17
Adaptación de la aplicación de juegos.....	17
Contenido general de Kalulu.....	18
Contenido específico de los juegos.....	19
Dispositivos para el uso del juego	20
Diseño del estudio	21
Participantes	21
Procedimiento.....	22
Resultados.....	25
Adaptación del juego al español rioplatense	25
Intervención: efectos de grupo y conocimiento de letras	28
Propiedades lingüísticas y desempeño en lectura y escritura.....	31
Propiedades de las palabras evaluadas.....	31
Análisis del efecto de las propiedades lingüísticas en la lectura y escritura	38
Discusión.....	49
Resumen de los resultados	49
Discusión de resultados	50
Consideraciones finales.....	57
Comunicaciones Científicas.....	58
Referencias Bibliográficas.....	59
Apéndice.....	1

Organización de la tesis

El presente trabajo se encuentra organizado en cinco secciones. En primer lugar, la sección de *Introducción* ofrece un panorama general y breve que contextualiza los aspectos centrales de la investigación. Los temas indicados en la Introducción se desarrollan en la segunda sección denominada *Fundamentos teóricos*. En esta segunda parte, se presenta la revisión bibliográfica de los trabajos relacionados a los puntos centrales que se abordan en esta tesis, así como también los objetivos generales y específicos que guían este estudio.

En tercer lugar, se presenta la sección de *Materiales y métodos* en donde se describen los instrumentos utilizados para la adaptación de la aplicación de juegos. Luego se realiza una descripción de los contenidos generales y específicos de la aplicación. Por último, esta sección especifica cómo se implementó el uso de la aplicación de juegos en el trabajo de campo. Aquí se describe el tipo de dispositivos utilizados, el diseño del estudio, las características de los participantes y el procedimiento del trabajo en las escuelas.

En la cuarta sección se reportan los *Resultados*, apartado en el cual se describen los principales hallazgos de la investigación. Se comunican los resultados que remiten a la adaptación realizada de la aplicación de juegos, la intervención llevada a cabo en escuelas y el análisis de propiedades lingüísticas que se desprenden del estudio.

Por último, la quinta sección está destinada a la *Discusión y conclusiones* de los resultados. En este capítulo, se detallan las limitaciones que se observaron durante el desarrollo del proyecto, así como las perspectivas de trabajo a futuro.

Al finalizar la tesis, se hace mención a las comunicaciones científicas relacionadas con este trabajo; así como también se incluyen las referencias bibliográficas y un apéndice con material complementario a la tesis.

Introducción

La alfabetización inicial es un proceso por demás importante en la gran mayoría de las culturas en donde, tanto la lectura como la escritura, conforman los pilares de la educación. Esto se debe a que dichas habilidades permiten no solo expresar pensamientos e ideas sino también compartir esas ideas a través del tiempo y espacio. Por lo tanto, se considera que estas son habilidades transversales a cualquier enseñanza.

El proceso de alfabetización sienta sus bases en la actividad neuronal que procesa la información escrita a través de circuitos especializados en el reconocimiento de los patrones de la escritura (Liebig et al., 2021). A medida que los/as estudiantes se sumergen en el aprendizaje de la lectura y escritura, estos conocimientos no solo se afianzan, sino que también el cerebro se modifica en el transcurso de su aprendizaje, volviéndose especialista en el reconocimiento de las palabras (Dehaene, 2014).

En los últimos años se ha producido una gran cantidad de estudios orientados a entender los mecanismos que subyacen al procesamiento del lenguaje, la lectura y la escritura. Una gran mayoría de estos estudios provienen del campo de las neurociencias y de las ciencias cognitivas que, a través del trabajo interdisciplinar, han comenzado a tener más injerencia en el área educativa (Dehaene, 2011; Dehaene et al., 2005; National Reading Panel, 2000). Con ayuda de estas contribuciones, se espera que los educadores puedan tener conocimientos y herramientas sólidas sobre el funcionamiento cognitivo que subyace al aprendizaje de dichas habilidades, permitiendo así el desarrollo de intervenciones teóricamente orientadas para optimizar el proceso de alfabetización. A pesar de que existen numerosas investigaciones que vinculan las ciencias cognitivas con la educación, los estudios existentes en los países latinoamericanos son pocos en comparación con los estudios de otras regiones (Alves et al., 2022). En este sentido, los trabajos que puedan llevarse a cabo en nuestra región, y desde estas perspectivas son de gran relevancia. Sobre todo, porque las particularidades sociales, étnicas y lingüísticas (en nuestro caso)

imponen variaciones en las teorías y conceptos basados en estudios de los países centrales.

En el presente trabajo de investigación vinculamos la información teórica perteneciente al campo de las ciencias cognitivas con la adaptación de una aplicación de juegos destinada a la alfabetización inicial, su aplicación en escuelas y el posterior análisis de la influencia de las propiedades psicolingüísticas en el desempeño de la lectura y escritura de los estudiantes.

Creemos que conjugar los aportes teóricos de las ciencias y la educación y acercar la ciencia al aula para desarrollar nuevas estrategias de enseñanza e intervenciones educativas puede contribuir significativamente a la mejora de la alfabetización inicial.

Fundamentos teóricos

Habilidades cognitivas subyacentes al aprendizaje de la lectura y escritura

A diferencia del lenguaje oral, la lectura y escritura son habilidades que se desarrollan a través de la enseñanza (Cuetos, 2010; Dehaene, 2011a; Wegenhart, 2015). Ambas son reconocidas como actividades complejas que se apoyan en mecanismos neuronales primitivos (Dehaene, 2014). Bajo la influencia de la cultura y el aprendizaje, estos mecanismos primitivos de carácter hereditario se reciclan, estableciendo nuevas conexiones neuronales que permiten llevar a cabo el procesamiento de la información escrita (Dehaene & Cohen, 2007; Feng et al., 2022). Algunas de las funciones que conforman la base de estos mecanismos primitivos son la navegación espacial, el reconocimiento de objetos y caras y la representación de los sonidos (Dehaene, 2011b). A continuación, se ampliará la información sobre dichas habilidades dado que las mismas juegan un papel fundamental en el desarrollo de la alfabetización.

En lo que respecta a la navegación espacial, la misma nos permite orientarnos en los espacios que ocupamos, así como también orientar nuestras acciones. El estudio de la navegación ocupa una parte importante de la neurociencia computacional (Rowland et al., 2016; Trappenberg, 2010) y algunos autores han planteado que es fundacional en otras habilidades neurocognitivas (Lee et al., 2012). La relación de esta función con la lectura y escritura radica en que ambas comparten la capacidad viso perceptiva, ya sea a los efectos de lograr la coordinación de la vista con la mano, así como la ejecución del plan motor requerido para realizar cada letra al escribir (de Podestá et al., 2014; Van Galen, 1991). En relación con ello, se ha demostrado que las tareas de trazado de letras mejoran en gran medida el aprendizaje lector (Gentaz et al., 2003). Además, los movimientos de la escritura orientan a los estudiantes en el espacio, hecho que contribuye a la comprensión del uso adecuado del sistema de escritura de izquierda a derecha (Dehaene, 2015).

Cuando hablamos del reciclaje neuronal relacionado con las funciones visuales destinadas al reconocimiento de los objetos y caras, nos referimos a la transformación existente de algunas estructuras de la corteza visual para lograr procesar la información escrita (Menary, 2014). En este caso, estudios a través del uso de neuroimagen indican que la información visual se procesa inicialmente en las áreas occipitotemporales para luego transferir dicha información a una región temporal inferior izquierda que se especializa en el reconocimiento de letras (Cohen et al., 2000; Dehaene et al., 2005; Feng et al., 2022). Esta área específica que recibe el nombre de “caja de letras” o “área de la forma visual de las palabras” (Dehaene, 2014), comenzó a ser investigada a partir de estudios de pacientes que presentaban lesiones en dicha región. Estas investigaciones indicaban que los pacientes perdían la capacidad de leer, pero su campo visual permanecía intacto, tal como fue revelado en los estudios de Dejerine en 1882. La especificidad que se obtiene a través del procesamiento de la información en esta área permite el reconocimiento de los patrones que presentan los grafemas¹. Estos patrones tienen que ver con la forma y el tamaño que presentan las letras (Dufor & Rapp, 2013), así como también la diferenciación necesaria entre las “letras espejo” que son las letras “p” y “q” y las “b” y “d”. En este último caso, cuando la exposición y el dominio del código escrito aún está en su fase inicial, se pueden observar dificultades para realizar las diferenciaciones adecuadas entre estas letras (Cornell, 1985; Dehaene, 2014). A medida que la exposición a estos conocimientos aumenta, la respuesta del área de la forma visual de las palabras incrementa (Dehaene, 2015). Por lo tanto, la enseñanza explícita y sistematizada de las letras favorecerá el reconocimiento de las mismas permitiendo desarrollar una lectura y escritura adecuada.

Otro funcionamiento neural relevante es la representación de los sonidos del habla. A través de diversas investigaciones científicas, se ha comprobado que existen predisposiciones innatas que le permiten al ser humano identificar los sonidos característicos de su lengua materna (Doupe & Kuhl, 1999). En este sentido, se puede destacar que la exposición al lenguaje desde edades muy tempranas hace posible la adquisición y el dominio de esta habilidad (Goswami,

¹ Grafema: letra o conjunto de letras que representan un fonema.

2022). De hecho, el lenguaje del ambiente empieza a afectar la percepción de la lengua materna, a nivel fonético, desde el útero (Moon et al., 2013). Esta percepción de los sonidos del lenguaje no solo contribuye al habla, sino que también es esencial para poder desarrollar las posteriores habilidades de lectura y escritura (Geva & Wang, 2001). En este sentido, es importante destacar el rol que cumple la conciencia fonológica (CF) en el proceso de alfabetización inicial. Las investigaciones vinculadas a las ciencias cognitivas y educación nos ofrecen definiciones sobre la CF y su función en la adquisición de la lectoescritura (Defior, Serrano, et al., 2008; Fumagalli et al., 2014; Zugarramurdi, Fernández, Lallier, Valle-Lisboa, et al., 2022). Partiendo de estos aportes, podemos definir a la conciencia fonológica como una habilidad metalingüística que nos permite reflexionar conscientemente sobre los segmentos fonológicos del lenguaje oral. Dicho de otra manera, es la toma de conciencia de que las palabras están constituidas por sonidos que a su vez debemos aprender a manipular para propiciar el desarrollo de la lengua escrita. Son muchos los estudios que destacan su rol como predictor de la lectura (Bradley & Bryant, 1983; Defior & Serrano, 2011; González & González, 1993), así como también los diferentes niveles de complejidad (léxico, silábico, intrasilábico y fonémico) que la misma presenta (Cossu et al., 1988; Defior, Serrano, et al., 2008). Se puede distinguir que el dominio de la CF, sobre todo a nivel fonémico y silábico, contribuyen a la manipulación adecuada de las correspondencias entre grafemas y fonemas² (Cardoso-Martins et al., 2011; Cuadro et al., 2020). Este es uno de los motivos principales por el cual se contemplan estos aportes a la hora de pensar en estrategias que apuntan a una alfabetización efectiva.

Por último, es importante mencionar que todas las áreas corticales involucradas en el proceso de lectura y escritura se encuentran vinculadas entre sí. Estas conexiones encargadas de procesar la información escrita apuntan a lograr lo que se conoce como el fin último de la lectura: comprender aquello que se está leyendo. En este sentido, hay estudios que destacan la importancia de diferentes habilidades que podrían describirse como parte de una estructura denominada “Modelo simple de la lectura” (Duke & Cartwright, 2021; Gough & Tunmer, 1986).

² Fonemas: unidades mínimas de los sonidos del habla.

En el marco de este modelo se distinguen habilidades propias al lenguaje oral y habilidades relacionadas con el proceso de decodificación (Kendeou et al., 2009). Las primeras incluyen la capacidad de construir significado de base lingüística, en donde el énfasis está puesto en el dominio de las estructuras lingüísticas, el vocabulario y el razonamiento verbal. Las segundas hacen referencia al reconocimiento visual de las palabras, la conciencia fonológica y las correspondencias entre grafemas y fonemas (Tunmer & Hoover, 2019). El modelo simple de la lectura propone que la comprensión lectora es el resultado del producto entre habilidades propias al lenguaje oral y las habilidades relacionadas al proceso de decodificación, y que la influencia de cada uno de estos dos componentes en la comprensión lectora cambia a lo largo del desarrollo. Cabe destacar que en etapas tempranas del aprendizaje de la lectura las habilidades de decodificación son las principales contribuyentes a la comprensión lectora.

Tanto las habilidades descritas dentro del marco del lenguaje oral como aquellas que favorecen la decodificación, deben ser consideradas como condiciones *sine qua non* para lograr el dominio de la lectura (Hoover & Gough, 1990; Muter et al., 2004; Tunmer & Hoover, 2019). A pesar de ello, el aprendizaje de la decodificación muchas veces puede ser subestimado, perdiendo de vista que la comprensión lectora depende sustancialmente del dominio de este conocimiento (Muter et al., 2004). Gough y Tunmer (1986) definen a la decodificación como la capacidad para “leer palabras aisladas de forma rápida, precisa y silenciosa a través del uso de reglas de correspondencia grafema-fonema”. Este proceso requiere en primer lugar 1) establecer las correspondencias entre grafemas y fonemas, 2) sostener en la memoria información de cada correspondencia para, posteriormente 3) unir los sonidos y así formar la palabra. En la actualidad se indica que el desarrollo de la decodificación y de las habilidades del lenguaje oral operan de manera superpuesta, reafirmando nuevamente la importancia de estimular desde edades tempranas ambos procesos y no solo uno (Duke & Cartwright, 2021). Por lo tanto, consideramos que reformular las estrategias de alfabetización inicial, en donde se consideren estos aportes, podría generar cambios positivos en el aprendizaje.

Recursos tecnológicos como herramientas educativas

En los últimos años, el uso de la tecnología como herramienta educativa se ha vuelto un recurso atractivo para generar propuestas de enseñanza que capten la atención de los estudiantes con mayor facilidad (Ríos Tejada et al., 2017). A su vez, las investigaciones sobre el uso de la tecnología en el aula sugieren que este tipo de herramientas puede complementar útilmente las prácticas de enseñanza (Jamshidifarsani et al., 2019; Mayer & Moreno, 2003), sobre todo cuando se desarrollan utilizando como base aportes del área de las ciencias cognitivas (Hirsh-Pasek et al., 2015).

En este sentido, los recursos tecnológicos han tomado mayor relevancia para los investigadores interesados en establecer lazos entre las ciencias cognitivas y la educación. Esto es debido, principalmente, a la versatilidad que ofrecen las herramientas tecnológicas para presentar propuestas educativas de forma práctica, sistematizada y atractiva para los más pequeños (Cheung & Slavin, 2013; Cidrim & Madeiro, 2017). En relación con ello, podemos encontrar estudios regionales dirigidos al desarrollo de aplicaciones centradas en estimular las funciones ejecutivas (Goldin et al., 2014), juegos digitales desarrollados para la enseñanza de conocimientos matemáticos (Langfus et al., 2019; Valle-Lisboa et al., 2016) o herramientas orientadas a medir predictores de lectura (Zugarramurdi, Fernández, Lallier, Carreiras, et al., 2022).

Al centrarnos en el uso de la tecnología como recurso para la alfabetización inicial, observamos que son pocas las aplicaciones que demuestran su efectividad a través de investigaciones científicas (Patel et al., 2022; Potier Watkins & Dehaene, 2023; Ronimus et al., 2020). Hasta el momento, los reportes de estudios similares para la alfabetización en español son escasos en comparación con los estudios sobre alfabetización en otros idiomas (Kim et al., 2021b; McTigue et al., 2020). Teniendo en cuenta que el español presenta una ortografía transparente, no está claro que las mismas estrategias que, por ejemplo, funcionan en inglés también sean útiles para el español. A su vez, si se desea adaptar al español este tipo de propuestas desarrolladas en otros

contextos educativos, se vuelve necesaria la realización de nuevos estudios que comprueben la efectividad de las propuestas actuales. Por lo tanto, parece prudente pensar en adaptaciones o nuevas aplicaciones que constaten su efectividad a través de investigaciones científicas realizadas dentro de la población a la que está dirigida.

Teniendo en cuenta esta premisa, uno de los objetivos del presente trabajo es adaptar una aplicación de juegos dirigida a la alfabetización inicial y comprobar su efectividad. El juego, llamado Kalulu, fue desarrollado en Francia por el equipo del Dr. Dehaene (www.unicog.org) para la alfabetización en francés e inglés. El objetivo principal de Kalulu es facilitar el aprendizaje de la decodificación a través de la enseñanza sistematizada del conocimiento de letras y la correspondencia grafema-fonema. La estructura de Kalulu está diseñada en base a la evidencia científica relacionada con los procesos que intervienen a la hora de aprender a leer y escribir (Dehaene, 2011b, 2014, 2015). La propuesta de trabajar sobre la decodificación está fundamentada en el hecho el abordaje de la misma aporta una base sólida para el desarrollo de la lectura (Hoover & Gough, 1990); la práctica de esta habilidad deviene fundamental desde los primeros años de enseñanza (Castles et al., 2018). Kalulu contiene una serie de pantallas que representan niveles de formación (lecciones) en donde cada estudiante recibe una pequeña explicación de los sonidos y usos de las letras, así como de la grafía de las mismas. A posteriori, se presentan varios juegos interactivos que tienen como objetivo afianzar el conocimiento de cada lección. De esta manera, los jugadores aprenden la correspondencia entre grafemas y fonemas en sus diferentes formas (mayúscula, minúscula y cursiva) para luego profundizar este conocimiento a través de los juegos de cada módulo interactivo. Kalulu está programado para presentar los estímulos en orden de dificultad: de los más simples a los más complejos. Por tal motivo, la enseñanza comienza con las vocales, las consonantes de uso más frecuente y luego incluye progresivamente las letras que presentan dos sonidos (ej.: la letra C cuenta con dos sonidos /k/ y /s/) para finalizar por aquellas letras de menor uso en las palabras del español (ej.: K, W, Z). Cabe aclarar que la aplicación también cuenta con juegos para estimular el conocimiento matemático. Si bien este trabajo se centra en los estímulos del área de lectura, los juegos de matemática son de gran utilidad para

la investigación, ya que se utilizan para el trabajo con el grupo control activo. Además de una progresión de estímulos cuidadosamente diseñada, la aplicación de juegos cuenta con el beneficio de adaptarse gradualmente a los desafíos específicos de cada jugador. De esta manera, Kalulu reduce la velocidad de los juegos cuando los estudiantes requieren más tiempo para la resolución de los mismos e incrementa la velocidad para los estudiantes que necesitan juegos más desafiantes. Por lo tanto, Kalulu ofrece una enseñanza regulada, sistematizada y en orden de complejidad ascendente para facilitar el desarrollo de la decodificación de las palabras y estimular el aprendizaje de una manera sencilla y atractiva para los más pequeños. También es de destacar que la versión francesa de la aplicación ya cuenta con estudios que comprueban su efectividad a través de la utilización de una versión anterior del software (Potier Watkins et al., 2020; Potier Watkins & Dehaene, 2023).

Propiedades psicolingüísticas de las palabras

Áreas de investigación como la neurolingüística y la psicolingüística se han enfocado en describir las propiedades lingüísticas de las palabras en relación al procesamiento cognitivo o neural de las mismas. Las propiedades lingüísticas de las palabras refieren a características intrínsecas de las mismas que permiten, por ejemplo, la identificación, clasificación y estudio de las palabras dentro de un sistema lingüístico determinado. Los aportes científicos en relación con las propiedades psicolingüísticas son diversos. Algunos estudios describen aspectos fonológicos (referentes a los sonidos que presentan las palabras) (Peramunage et al., 2011), otros hacen referencia a las características morfológicas como la descripción del uso de los morfemas³ (Amenta & Crepaldi, 2012) o el significado de las palabras a través de estudios del campo semántico (Cabana et al., 2023). Algunas investigaciones que relacionan algunas de estas propiedades con otras características o habilidades cognitivas, como puede ser la memoria en relación a la longitud de las palabras (Baddeley et al., 1975) o la influencia de la frecuencia de uso de las palabras en el desarrollo del vocabulario (Tekmen Ferrel & Daloglu, 2006). A su vez, diferentes investigaciones se

³ Morfema: unidades de sentido mínimas que contienen las palabras.

enfocan en el estudio de algunas propiedades psicolingüísticas y demuestran la importancia de las mismas en el procesamiento del código escrito, especialmente en la alfabetización inicial (Ford et al., 2018; Hiebert et al., 2020; Zhang et al., 2021).

Para comprender cómo estas características lingüísticas influyen a la hora de leer y escribir, es imprescindible contar con un modelo cognitivo que describa ambos procesos de manera clara. En este caso, los modelos de doble ruta ofrecen una explicación sobre cómo procesamos el código escrito a través de dos vías: la vía léxica o directa, y la vía subléxica o fonológica (Coltheart & Rastle, 1994; Hillis & Caramazza, 1995; Humphreys & Evett, 1985). El mismo surge de los estudios fundacionales de Marshall y Newcombe en la década de 1970, quienes idearon un modelo básico de procesamiento de lectura para intentar responder los interrogantes que se presentaban al analizar casos de pacientes con dificultades en la lectura (Castles et al., 2006). Con el paso de los años, este modelo ha sido revisado y perfeccionado por diferentes investigadores que constatan la utilidad del mismo a la hora de interpretar la forma en que leemos y escribimos (Al-Natour et al., 2022; Ferreres & López, 2009). Básicamente, este modelo postula que los lectores utilizan dos vías distintas para leer. Por un lado, si la palabra presentada ya fue aprendida, esta se procesa rápidamente por la vía léxica en donde se conecta con la semántica de la misma. Por otro lado, las palabras desconocidas o las pseudopalabras son procesadas a través de la vía subléxica (Coltheart et al., 2001). En este sentido, el lector experto, que presenta un léxico ortográfico desarrollado, puede reconocer las palabras de forma más rápida que el lector principiante (Peláez & Valcárcel, 2002). Esto se debe a que, al inicio de la alfabetización, el lector procesa la información por la vía subléxica, en donde realiza la conversión grafema-fonema para luego ensamblar los sonidos que dan como resultado la formación de las palabras (Ardila & Cuetos, 2016). Estos procesos también se observan en la escritura, en donde se establecen diferencias en el modo de procesar la información escrita (Patterson, 1986). Por un lado, la vía fonológica, por la cual se realiza la conversión fonema-grafema; por otro lado, una vía ortográfica que establece conexión con el almacén lexical para acceder a la ortografía de las palabras (Alegría & Carrillo Gallego, 2014).

En este sentido, podemos analizar diferentes propiedades psicolingüísticas como la longitud, frecuencia de uso o consistencia ortográfica, contemplando la activación de las vías que presenta el modelo de doble ruta. Por ejemplo, podemos decir que las palabras frecuentes y bien aprendidas son procesadas principalmente a través de la vía léxica, mientras que las palabras menos frecuentes y con una consistencia ortográfica compleja precisarían la activación de la vía subléxica. En relación con ello, encontramos diferentes investigaciones que analizan el impacto de las propiedades psicolingüísticas en la actividad lectora (Hiebert et al., 2020) o la escritura (Defior et al., 2000; Ford et al., 2018). En estos casos, entre las propiedades más estudiadas se destacan las investigaciones sobre la longitud de las palabras (Barton et al., 2014), la estructura ortográfica (Chetail et al., 2015), la frecuencia de uso de las mismas (Brysbaert et al., 2018) y la consistencia ortográfica (Diuk et al., 2009).

A continuación, se realiza una descripción de cada una de las propiedades utilizadas en este trabajo para el análisis de los efectos de las propiedades lingüísticas de las palabras en los desempeños en lectura y escritura en la etapa de alfabetización inicial.

Frecuencia de uso

Al analizar los efectos de las propiedades psicolingüísticas en el reconocimiento de palabras escritas, una de las variables más estudiadas es la frecuencia de uso que tienen las mismas en un corpus determinado (Cuetos et al., 2011). Una forma de medir el efecto de la frecuencia es mediante el estudio de la velocidad del procesamiento de las palabras, en donde se observa que aquellas de alta frecuencia se procesan más rápido que las de baja frecuencia (Just & Carpenter, 1980). Estos resultados se reportan tanto en estudios de decisión léxica (Gardner et al., 1987; Perea & Pollatsek, 1998) como en estudios en donde se analiza la fijación ocular al leer (Dahan et al., 2001; Raney & Rayner, 1990). Es de destacar que la frecuencia de uso puede explicar un porcentaje importante de la varianza en tareas de reconocimiento de las palabras (Brysbaert et al., 2016), sin embargo, el efecto de la frecuencia de uso podrá variar en relación al dominio del lenguaje escrito y el grado de exposición lingüística de cada persona

(Brysbaert et al., 2018). En estos casos, la exposición a las palabras y su frecuencia de uso cambiará en relación a las características de la población estudiada, como la edad de los sujetos o el idioma de cada región (Brysbaert et al., 2011; Stuart et al., 2003), entre otros factores. Por tal motivo, existen diferentes tipos de corpus, algunos orientados a las características de palabras que son más frecuentes en la infancia (Corral et al., 2009), o en población adulta (Duchon et al., 2013) y otros que contemplan ambas características (van Heuven et al., 2014). En el caso de los estudios destinados al análisis de dichas características en poblaciones infantiles, se vuelve relevante la utilización de un corpus de palabras usadas en infantes para un análisis posterior que represente de manera precisa la frecuencia en dicha población, como es el caso del presente trabajo.

Longitud de las palabras

La longitud de las palabras influye en los tiempos de lectura, lo que se conoce como “el efecto del largo de la palabra”. Este efecto se observa como una correlación entre el tiempo de lectura y el largo de la palabra; a palabras más largas, mayores tiempos. Se observa solamente en lectores incipientes y en palabras de baja frecuencia tanto en infantes como en adultos, ya que en ambos casos prima el uso de la vía subléxica (Bijeljac-Babic et al., 2004; Joseph et al., 2009). A su vez, este efecto ocurre tanto si se define el largo de la palabra como el número de letras, el número de fonemas, o el número de sílabas (Difalcis et al., 2020). A nivel de procesamiento visuoatencional, estudios sobre movimientos oculares informan que a medida que aumenta la habilidad lectora y en consecuencia el uso de la vía léxica disminuyen las fijaciones y se incrementa la amplitud de las sacadas, lo que deriva en una reducción del efecto del largo de la palabra. A medida que se desarrolla la fluidez lectora, se observa una relación entre la probabilidad de fijar las palabras y la longitud de las mismas (Blythe & Joseph, 2012; Rayner, 1998). Estos efectos, así como los de la frecuencia de uso de las palabras, también son investigados a través de estudios de neuroimagen en donde se aplica fMRI para observar la actividad neural a la hora de procesar información escrita (Shain et al., 2021). Dichos estudios constatan diferencias en relación a la longitud de las palabras, tanto en la lectura como en la escritura de las mismas (Rapp & Dufor, 2011). En este sentido, la

influencia de esta propiedad podrá ser distinta tanto a la hora de leer como a la hora de escribir palabras, siendo esta información relevante para el desarrollo de propuestas educativas enfocadas a la enseñanza de ambos procesos.

Consistencia ortográfica

La consistencia que presentan las palabras hace referencia al grado de estabilidad que tienen las mismas entre las correspondencias fonema-grafema (F-G) y, en el sentido inverso, grafema-fonema (G-F) (Georgiou et al., 2012; Planton et al., 2019). Muchos estudios se basan en esta característica para estudiar las regularidades ortográficas de un idioma determinado (Fayol et al., 2008) o la influencia que puede tener sobre los errores ortográficos (Cuadro et al., 2013; Sánchez Abchi et al., 2007). Sin embargo, medir con precisión la consistencia de las palabras en diferentes idiomas es un tema controversial (Ziegler, 1996). En este sentido, es importante destacar que el sistema alfabético en español está conformado por 27 letras a las que se suman 5 dígrafos (CH, LL, RR, QU, GU) y una cantidad inferior de fonemas (Real Academia Española., 2010). En algunos casos los fonemas pueden ser representados solo por un dígrafo (ej.: /č/ = CH), y en otros casos las letras pueden representar fonemas diferentes (ej.: C = /k/, /s/). Por tal motivo, un punto relevante a tener en cuenta al analizar palabras son las diferencias observadas, por un lado, en la lectura, y por otro, en la escritura. Dichas diferencias se deben a que existen palabras formadas por correspondencias F-G inconsistentes que, si se desconoce la ortografía adecuada, podrían ocasionar dificultades en su escritura debido a la variabilidad presente en sus grafemas (Kriner 1996). A su vez, esa misma palabra puede presentar mayor consistencia en las correspondencias G-F, hecho que no ocasionaría una dificultad en la lectura. A modo de ejemplo, podemos señalar este tipo de diferencias en la lectura y escritura con la palabra VIAJE. La *lectura* de esta palabra presenta consistencia ya que cada grafema puede ser representado por un solo fonema (V= /b/, l= /i/, A= /a/, J= /x/ E= /e/), pero su *escritura* es inconsistente porque contiene fonemas que se pueden representar con más de un grafema (/b/= B -V, /i/= I – Y, /x/= G -J). En este sentido, no basta solo con disponer de la información de correspondencias G-F para predecir el éxito de los estudiantes en el proceso de alfabetización, sino que

es necesario incorporar también la consistencia en el sentido inverso que se observa en las correspondencias F-G (Miranda & Abusamra, 2013).

Estructura ortográfica

Otro aspecto que explica la variación en el desempeño al leer y escribir es la estructura ortográfica de las palabras (Svensson Lundmark et al., 2021). Esta propiedad se refiere a las distinciones relacionadas a las secuencias entre consonantes (C) y vocales (V) que presentan las palabras (Duchon et al., 2013). En este sentido, al analizar esta propiedad, es factible estudiar la estructura silábica o la estructura consonante-vocal, como dos niveles de representación de la alternancia entre vocales y consonantes (Meijer, 1996). En cuanto a la *estructura silábica*, hay investigaciones que destacan su importancia en el procesamiento de las palabras, en donde se observan diferencias en las respuestas de los participantes dependiendo del tipo de sílabas (CV o CVC) y su ubicación (sílabas inicial u otra posición) (Álvarez et al., 2001; Carreiras & Perea, 2011). En cuanto a la *estructura consonante-vocal*, se puede destacar que la misma funciona como una buena unidad de análisis para estudios sobre la codificación fonológica (Meijer, 1996). Al observar la influencia de los grupos consonánticos en la pronunciación de las palabras a edades tempranas, se puede constatar que las diferencias en la estructura consonante-vocal afectan la capacidad de los niños para aislar los sonidos del habla, hecho que repercute sobre el desempeño en tareas de conciencia fonológica. En este sentido, las estructuras con secuencias CC (por ejemplo, *plato*) son más difíciles de aislar que las estructuras con alternancias exclusivamente CV (por ejemplo, *pato*) (Treiman & Weatherston, 1992). Ambos niveles de la estructura ortográfica, el silábico y el de la estructura CV, afectan el procesamiento del código escrito, por lo que se considera importante el estudio de esta propiedad para la comprensión de las características que interfieren en la lectoescritura.

El análisis de las propiedades psicolingüísticas antes mencionadas, en su conjunto, permite comprender la influencia que tienen dichas características sobre el desempeño de las habilidades de lectura y escritura. Las mismas cobran particular relevancia cuando se trata de dilucidar cuáles son los factores que intervienen en el proceso de alfabetización inicial, siendo necesario que en el

estudio de las propiedades se contemplen las características propias de la ortografía de la lengua de estudio. En este sentido, comprender el peso relativo que tiene cada una de las propiedades psicolingüísticas en el idioma español, tanto en la lectura como en la escritura de palabras, representa no solo un aporte al conocimiento de las propiedades psicolingüísticas en sí mismas, sino que también puede utilizarse como recurso para la mejora de las intervenciones educativas. A modo de ejemplo, podemos encontrar herramientas de evaluación que contemplan varios de estos aportes (Costa Ball et al., 2011; Cuadro et al., 2009; Ferreres et al., 2011; Franco Accinelli, 2021). Por otro lado, cabe destacar que la elaboración de propuestas educativas basadas en estos conocimientos aún no se encuentra muy explorada en el idioma español.

Objetivos del presente estudio

Objetivo general

El objetivo general de este trabajo es contribuir a generar una herramienta científicamente validada para apoyar la enseñanza de la lectura y escritura contemplando los aportes provenientes del campo de las ciencias cognitivas.

Objetivos específicos

- Adaptar y validar al español rioplatense el juego Kalulu. Esto incluye tanto la adaptación de los estímulos como de la progresión en la presentación de correspondencias grafemas-fonemas, así como la adaptación de las consignas de cada juego.
- Evaluar la eficacia de Kalulu en español para promover la alfabetización inicial en niños y niñas de primer año de educación primaria en Uriuguay.
- Analizar el peso relativo de las diferentes propiedades psicolingüísticas en el desempeño en la lectura y escritura en lectores principiantes.

Materiales y métodos

Adaptación de la aplicación de juegos

El trabajo sobre la adaptación del juego se dividió en 3 etapas: En primer lugar, se realizó una selección de palabras en español para utilizarlas como estímulo en los diferentes juegos. Para esta selección se utilizó una base de datos que contiene 13.184 palabras de uso frecuente en niños y niñas españoles (Corral et al., 2009). Debido a que existen algunas palabras que son de uso frecuente en España pero que difieren de las utilizadas en esta región, los estímulos seleccionados se procesaron por una segunda base de datos (Duchon et al., 2013) que contiene palabras específicas del español utilizado en América Latina. En este último procedimiento se descartaron 241 palabras de la lista original que no coincidían con las características de las palabras utilizadas en la región. Por otro lado, esta última plataforma permitió seleccionar diferentes propiedades de las palabras (Logaritmo de frecuencia, estructura ortográfica, número de letras y número de fonemas). Estas propiedades se describen a posteriori, junto con los resultados, debido a que fueron utilizadas para el análisis de las palabras evaluadas en las medidas pre y post intervención.

La segunda etapa de la adaptación del juego consistió en generar una progresión de estímulos teniendo en cuenta los fundamentos teóricos que sustentan el diseño del juego original. Dicho diseño tiene como eje principal la enseñanza del código escrito con estímulos centrados en el conocimiento de las letras y presentados en un orden de complejidad ascendente. En este sentido, el juego permite abordar el conocimiento del mapeo fonema-grafema partiendo de las correspondencias más consistentes y frecuentes hasta la presentación de aquellas que tienen menor consistencia y menor frecuencia de uso. Para lograr la progresión adecuada en base a estos criterios, se utilizó un algoritmo que utiliza una red neuronal de tipo “Transformer sequence-to-sequence” (seq2seq), diseñado específicamente para mapear la codificación fonética de las palabras a su representación gráfemica (Potier Watkins et al., 2019). La entrada al transformador consistió en la lista de palabras descritas anteriormente. Como resultado se obtuvo una secuencia de letras presentadas en base a la consistencia de los mapeos grafema-fonema que define el transformador. De las

palabras utilizadas para obtener la progresión de las lecciones se seleccionaron 1500 para los juegos de armado de palabras y oraciones que también aparecen según el criterio de complejidad de la propuesta. Por otro lado, la aplicación cuenta con 500 pseudopalabras que funcionan como distractores en las diferentes propuestas de juego. Las mismas se obtuvieron a través del uso de un generador de pseudopalabras (Keuleers & Brysbaert, 2010). Para finalizar la adaptación y completar la estructura del juego, se grabaron videos tutoriales que funcionan como explicación principal en cada una de las instancias de aprendizaje. A su vez, se procedió a grabar la lista de estímulos principales en un estudio profesional de grabación con el objetivo de obtener audios de buena calidad.

Contenido general de Kalulu

Kalulu presenta una serie de módulos que contienen diferentes lecciones sobre conocimientos del área de lectura y conocimientos del área de matemáticas. Las mismas son presentadas por el personaje del juego en la pantalla de bienvenida. Cada módulo está conformado por lecciones (de tres a cuatro por módulo) sobre el conocimiento de las letras y lecciones sobre conocimientos matemáticos. Al finalizar todas las lecciones de un módulo, los jugadores deben realizar una última actividad que contempla los conocimientos trabajados hasta ese momento en ambas áreas (Figura 1). Como se explicó en el apartado anterior, las lecciones de lectura presentan, como característica principal, conocimientos necesarios para el proceso de decodificación. De esta manera, los participantes reciben del juego la enseñanza de las letras y la enseñanza de las correspondencias entre grafemas y fonemas para formar sílabas y palabras. Por otro lado, los juegos que corresponden al área de matemáticas sirvieron como actividad de trabajo para el grupo control.

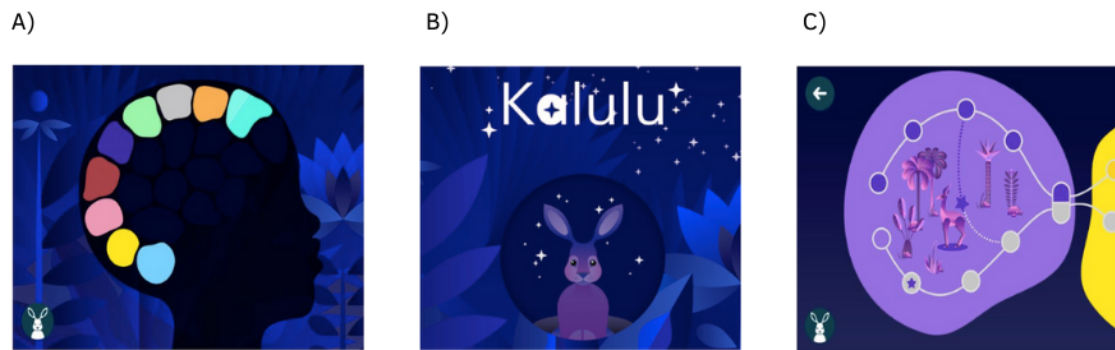


Figura 1: Representación gráfica de la estructura general del juego. A) Los módulos de trabajo son presentados como parte del cerebro de un niño. Una vez finalizado cada módulo, estos se muestran en diferentes colores. B) Pantalla de inicio en donde el personaje del juego, una liebre llamada Kalulu, brinda información a los participantes. C) Las lecciones del área de lectura son representadas como círculos en la parte superior de los diferentes módulos, mientras que las lecciones del área de matemáticas aparecen en la parte inferior. Las evaluaciones se muestran conectando el trabajo de un módulo con el siguiente.

Contenido específico de los juegos

Las lecciones están conformadas por diferentes actividades. En la primera actividad, se le presenta al jugador el video de un niño pronunciando una letra. Luego, puede ver y oír la letra en el contexto de una palabra con una imagen de apoyo. El paso siguiente es graficar la letra presentada en su forma mayúscula, minúscula y cursiva (Figura 2). Para finalizar, se presentan tres juegos relacionados al conocimiento de la letra enseñada (Figura 3). Estos juegos están destinados a afianzar lo aprendido en cada lección y cuentan con actividades de correspondencias entre grafemas y fonemas, reconocimiento de sílabas, armado de palabras y armado de oraciones. Todas los juegos se distribuyen en orden de complejidad ascendente. Por tal motivo, la enseñanza comienza con las vocales, las consonantes de uso más frecuente y luego incluye progresivamente las consonantes de menor frecuencia y lecciones específicas en donde se trabaja sobre las letras que presentan más de un fonema.



Figura 2: Cada lección cuenta con el video de un niño pronunciando la letra enseñada. Luego, la letra es representada en el contexto de una palabra con la apoyatura de una imagen y acompañada por un audio. Por último, los jugadores deben graficar la letra en imprenta mayúscula, minúscula y cursiva. Una vez que grafican la letra, pasan a la pantalla destinada a los juegos para afianzar el conocimiento aprendido.

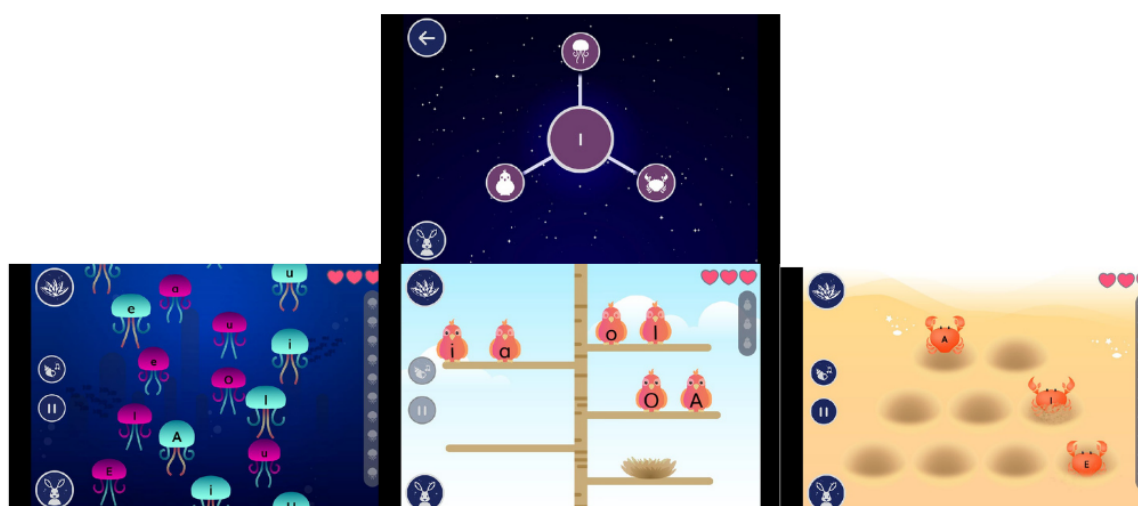


Figura 3: En la imagen superior se muestra la pantalla principal de la lección I con sus tres juegos. Las otras tres imágenes son ejemplos del contenido de cada juego de esta lección. Kalulu cuenta con ocho tipos de juegos que aumentan su complejidad a medida que los jugadores avanzan.

Dispositivos para el uso del juego

Para hacer viable el uso de Kalulu en el contexto escolar, se solicitaron 30 tabletas del Plan Ceibal en donde se instaló la aplicación. Para las intervenciones, cada participante hacía uso de una tableta de forma individual. Es importante aclarar que el juego cuenta con un sistema de claves de identificación para cada usuario, esto permitió usar un dispositivo para varios participantes sin la necesidad de disponer de una tableta para uso exclusivo de un solo jugador. De este modo, con 30 tabletas se pudieron recoger los datos de las 5 instituciones que participaron del proyecto.

Diseño del estudio

El diseño del estudio contó con una medida preliminar (pre) a la intervención, una medida posterior a la intervención (post) y un grupo control activo. Las medidas pre y post se dirigieron a evaluar las habilidades de los participantes en conocimiento de letras, lectura y escritura de palabras. En la medida de evaluación en letras se contempló el conocimiento del nombre y sonido de cada letra, además se registró el conocimiento de los participantes en relación a las letras que presentan dos fonemas (C, G, R, Y). Las evaluaciones de lectura y escritura fueron diseñadas contemplando la presentación de palabras con diferentes características, tales como el largo de cada palabra, el número de fonemas, la estructura ortográfica y palabras que contienen letras con diferentes tipos de correspondencias (univocas o con más de una correspondencia). Dichas evaluaciones quedaron conformadas por 20 palabras (mismas palabras para lectura y escritura) que también forma parte de la lista de palabras del juego (Tabla 3 de la sección de resultados).

Participantes

El experimento se realizó en 5 escuelas públicas de los quintiles 1 y 2 de Montevideo. Ambos quintiles representan el nivel de contexto sociocultural más vulnerable de la población escolar en Uruguay. La elección de trabajar con dicha población está relacionada a la evidencia científica que indica que el contexto puede actuar como factor influyente del desempeño lector (Diuk & Ferroni, 2012; Stanovich, 1984). Los participantes fueron 97 niños y niñas, de entre 6 y 7 años, que se encontraban en el último trimestre de 1º año de educación primaria. Se descartó la participación de estudiantes con diagnóstico de discapacidad intelectual, dificultades motrices y estudiantes que hayan repetido el año escolar.

La aprobación de ética para la realización del estudio fue otorgada por el Comité de Ética de la Facultad de Psicología (Udelar). En relación a este aspecto, se solicitó a las familias de los niños y las niñas su aprobación para la participación de su hijo/a en el proyecto. Cada familia recibió un documento informativo y una hoja de consentimiento informado que debían firmar. En el caso de los participantes, el asentimiento se realizó de forma oral. Para el ingreso a las

escuelas se solicitó la autorización del Consejo de Educación Inicial y Primaria (CEIP).

Procedimiento

Coordinación con las escuelas y capacitación de aplicadores:

Dos meses previos al trabajo de campo, el equipo de investigación realizó una pre-selección de escuelas teniendo como condición principal el tipo de quintil y la disponibilidad horaria de cada institución. En paralelo al trabajo de coordinación, se convocó la participación de 6 estudiantes de psicología para realizar una capacitación sobre la aplicación Kalulu y su implementación en escuelas. En esta instancia se entrenó a los estudiantes para realizar la toma de datos preliminar (pre) y posterior (post) a la aplicación del juego, también se explicó el funcionamiento de la aplicación y el uso adecuado de la misma. En los meses de trabajo de campo, se realizaron reuniones de equipo semanalmente. Dichas reuniones sirvieron para dar respuesta a las dificultades encontradas a la hora de realizar la toma de datos y para reportar los inconvenientes que se encontraban en la aplicación de juegos.

Intervención en escuelas:

El trabajo de campo se realizó durante los últimos tres meses del año 2019. Los aplicadores que asistieron a las escuelas realizaron la toma de las evaluaciones pre-intervención durante las primeras dos semanas de trabajo. En esa instancia, el trabajo se dividió en dos etapas en donde primero se realizaron las evaluaciones de conocimiento de letras y lectura de palabras de forma individual y luego se procedió a la toma de la evaluación de escritura de palabras de manera grupal. Para el primer caso, cada participante era retirado del grupo de clase para trabajar junto a un aplicador en una sala designada por las escuelas para el equipo de investigación. En la evaluación de conocimiento de letras, se les solicitaba a los participantes que dijeran el sonido de las 27 letras del abecedario más los dígrafos CH y LL. Para las letras C, G, R e Y se les preguntó si conocían los dos sonidos que presenta cada una. Las letras se presentaron en su forma imprenta mayúscula, individualmente y en formato papel. En la

evaluación de lectura de palabras, los participantes debían leer 20 palabras de uso frecuente que presentaban diferentes niveles de complejidad en cuanto a la consistencia ortográfica, longitud y estructura ortográfica (CVC o CCV). Las palabras eran presentadas de forma individual y en formato papel. La evaluación de escritura fue realizada una semana después del relevamiento de las primeras evaluaciones. En este caso los participantes eran retirados de la clase en grupos de cinco niños y niñas. La evaluación consistía en escribir las mismas 20 palabras que habían leído en la evaluación de lectura. Los participantes contaban con una hoja para escribir las palabras dictadas por un aplicador. Para evitar que copiaran las respuestas de sus compañeros/as, cada niño/a era ubicado en una mesa individual y separada del resto. Una vez finalizadas las evaluaciones pre-intervención, se procedió a dividir a los participantes en dos grupos: grupo experimental y grupo control. La conformación de estos grupos fue definida en base a los resultados obtenidos en las evaluaciones pre-intervención para lograr equivalencia entre los grupos (emparejamiento). Para cada participantes se calculó el promedio de puntajes entre las tres tareas de pretest (letras, lectura y escritura), se ordenaron en función de el puntaje promedio de mayor a menor, y se asignaron a grupo intervención o grupo control en ese orden. Este procedimiento favorece la equivalencia entre grupos cuando se trabaja en tamaños muestrales pequeños.

Para la intervención con la aplicación Kalulu, los aplicadores asistían a las escuelas dos veces por semana. En cada sesión de trabajo los participantes eran retirados de la clase en grupos de 5 y jugaban con una tableta de uso individual durante 20 minutos aproximadamente. En el momento de la intervención, dos aplicadores supervisaban el proceso de juego de cada participante. El grupo experimental utilizó el juego de Kalulu lectura y el grupo control jugó con las actividades de Kalulu matemáticas. Una vez que finalizaban una o dos lecciones (esto dependía del desempeño de cada participante), eran acompañados por un aplicador a su clase y se volvía a convocar nuevamente a otros 5 participantes. Tanto el grupo experimental como el grupo control completaron 10 lecciones del área designada (lectura o matemáticas). La decisión de aplicar solo 10 lecciones fue planificada en relación al tiempo disponible para la recolección de datos de las evaluaciones post intervención antes de la finalización del año lectivo escolar.

En la evaluación post-intervención se utilizó el mismo criterio de trabajo que en las medidas pre-intervención. El trabajo de campo finalizó junto con el fin del periodo escolar.

Análisis de datos:

Luego de finalizar el trabajo en las escuelas, se procedió a pasar la información de las evaluaciones de formato papel a formato digital. Posteriormente, se realizó el análisis de las evaluaciones pre y post intervención a través de la utilización de entorno y lenguaje de programación Rstudio. Es programa también se utilizó para la realización de todos los análisis estadísticos, modelos de regresión lineal y gráficos que fueron realizados con scripts diseñados específicamente para este estudio.

Resultados

Los resultados del presente estudio se estructuraron en tres partes fundamentales del proceso de trabajo. En primera instancia, se presentan los resultados de la primera versión del juego en su adaptación al español rioplatense. En segundo lugar, se encuentra el análisis de la intervención con la aplicación de juegos en las escuelas. Por último, se muestran los resultados del análisis de las propiedades psicolingüísticas de las palabras vinculado al desempeño de los participantes en lectura y escritura.

Adaptación del juego al español rioplatense

El objetivo de la adaptación del juego estuvo centrado en obtener un orden de enseñanza de las letras que contemplara la complejidad observada en la decodificación de palabras en español. Para ello, las lecciones fueron diseñadas bajo el orden de progresión que surge a través de procesar las palabras seleccionadas por el algoritmo que mapea la codificación fonética (ver Sección Materiales y Métodos). De esta manera, se obtuvo una aplicación de juegos en idioma español que cuenta con estímulos presentados en orden de complejidad ascendente. El diseño de esta versión quedó conformado por 37 lecciones, en donde se incluyen todas las letras del abecedario en relación a sus correspondientes fonemas, así como también los dígrafos LL, RR, CH, GU, QU (Tabla 1). Quedan en desuso las lecciones que contienen palabras acentuadas y diéresis (lecciones 29 y 37) debido a que este conocimiento requiere un tipo de abordaje que no proporciona el juego. Para evaluar la adecuación de la progresión de las lecciones surgida del algoritmo, realizamos una correlación de Spearman entre la lista ordenada de la progresión de las lecciones de letras y la lista ordenada de la tasa de aciertos en el conocimiento de letras de los niños y niñas de la muestra. Los resultados muestran una alta correlación, con un valor de $r = .85$, $p < .001$, $df = 30$ (Figura 4).

Tabla 1: Lecciones de la aplicación de juegos en versión rioplatense.

N ° de Lección	Módulo	Letra	Fonema
1	1	A	/a/
2	1	E	/e/
3	1	O	/o/
4	2	I	/i/
5	2	U	/u/
6	2	N	/n/
7	3	L	/l/
8	3	F	/f/
9	3	M	/m/
10	4	C	/k/
11	4	T	/t/
12	4	P	/p/
13	5	R	/r/
14	5	G	/g/
15	5	D	/d/
16	6	S	/s/
17	6	J	/x/
18	6	LL	/y/
19	7	RR	/r̄/
20	7	R	/r/
21	7	B	/B/
22	8	C	/s/
23	8	H	-
24	8	CH	/č/
25	9	GU	/g/
26	9	Ñ	/r̄/
27	9	QU	/k/
28	9	Y	/y/
29	10	(')	NA
30	10	Z	/s/
31	11	K	/k/
32	11	X	/k/ + /s/
33	11	V	/B/
34	11	W	/u/
35	12	G	/x/
36	12	Y	/i/
37	12	Ü	NA

Nota. La primera columna presenta el número de lecciones del juego. En segundo lugar, se indica en qué módulo se presenta cada lección. La tercera columna contiene el orden de las lecciones de cada letra. La última columna indica el fonema correspondiente a la letra enseñada.

En suma, se logró establecer una adaptación y progresión adecuada, validada a través de una correlación de Spearman entre la progresión de estímulos que

presenta esta versión del juego y el acierto en conocimiento de letras de los participantes. Estos resultados sugieren que la progresión obtenida del algoritmo es consistente con el avance observado en el aprendizaje de las letras que presentaron los estudiantes a finales del primer año escolar. En la figura 4 se puede apreciar cuál es la distancia que existe entre el orden de acierto y la progresión del juego para cada mapeo grafema-fonema. Aquellos mapeos que presentan una distancia inferior o igual a 3 se encuentran dentro de la franja más oscura de la gráfica. Los mapeos con una distancia inferior o igual a 5 se observan en la franja más cercana a la anterior. Luego se encuentran los mapeos que presentan una distancia menor o igual a 7.

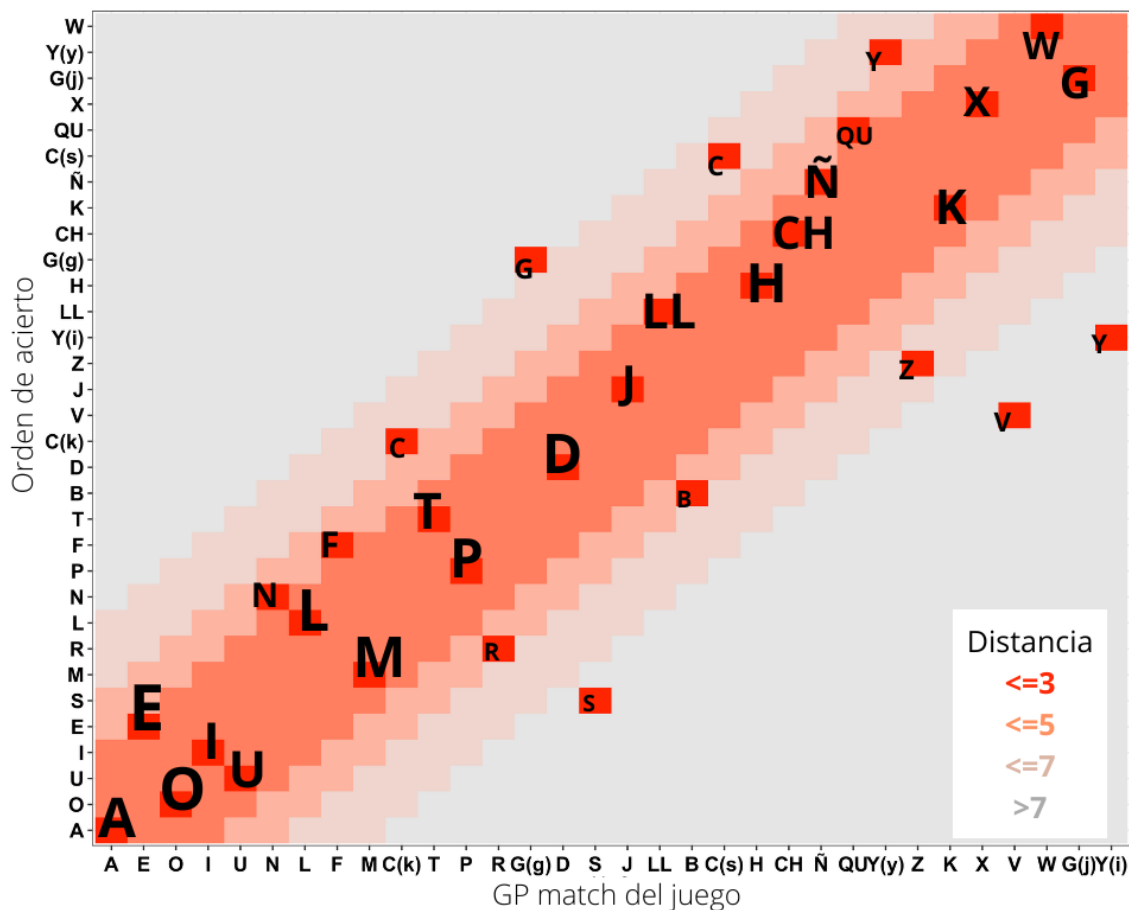


Figura 4. Relación entre el orden en la tasa de acierto de conocimiento de letras y la progresión de enseñanza que contiene el juego. En el eje Y se presentan las letras y dígrafos desde la mayor tasa de acierto (A) a la menor (W). En el eje X se presenta el orden de las letras según el programa automático que las produce “GP match del juego”. La distancia es el valor absoluto de la diferencia de posiciones de cada letra en ambos rankings.

Intervención: efectos de grupo y conocimiento de letras

Con el objetivo de corroborar si la aplicación de juegos tuvo algún efecto sobre el desarrollo de la alfabetización inicial, se analizó el desempeño de los participantes en las evaluaciones realizadas. En este caso, una vez finalizada la intervención, se comparó el rendimiento de los grupos en las medidas previas a la intervención y posteriores a la misma (Tabla 2). Se observa que el grupo experimental y el grupo control presentaron un rendimiento similar (Figura 5). Se realizaron pruebas de t Student para evaluar la existencia de diferencias significativas entre grupos y a lo largo del tiempo en cada grupo. Los resultados indican que no hay diferencias significativas en ninguno de los casos (ver Apéndice).

Tabla 2: Medidas de las tareas de conocimiento de letras, lectura y escritura para los tiempos pre y post intervención.

Tarea	<i>Grupos</i>	<i>PRE</i>		<i>N</i>	<i>POST</i>		<i>N</i>
		<i>M</i>	<i>DE</i>		<i>M</i>	<i>DE</i>	
Letras	C	0.662	0.195	53	0.722	0.195	53
Letras	E	0.655	0.204	44	0.698	0.221	44
Lectura	C	0.464	0.369	53	0.542	0.391	53
Lectura	E	0.427	0.341	44	0.544	0.362	44
Escritura	C	0.292	0.238	53	0.352	0.252	53
Escritura	E	0.277	0.219	43	0.345	0.233	43

Nota: Las medias se presentan separadas por grupo control (C) y grupo experimental (E) con las medias (M), desvío estándar (DE) y número de participantes (N) para los dos tiempos de evaluación (PRE y POST)

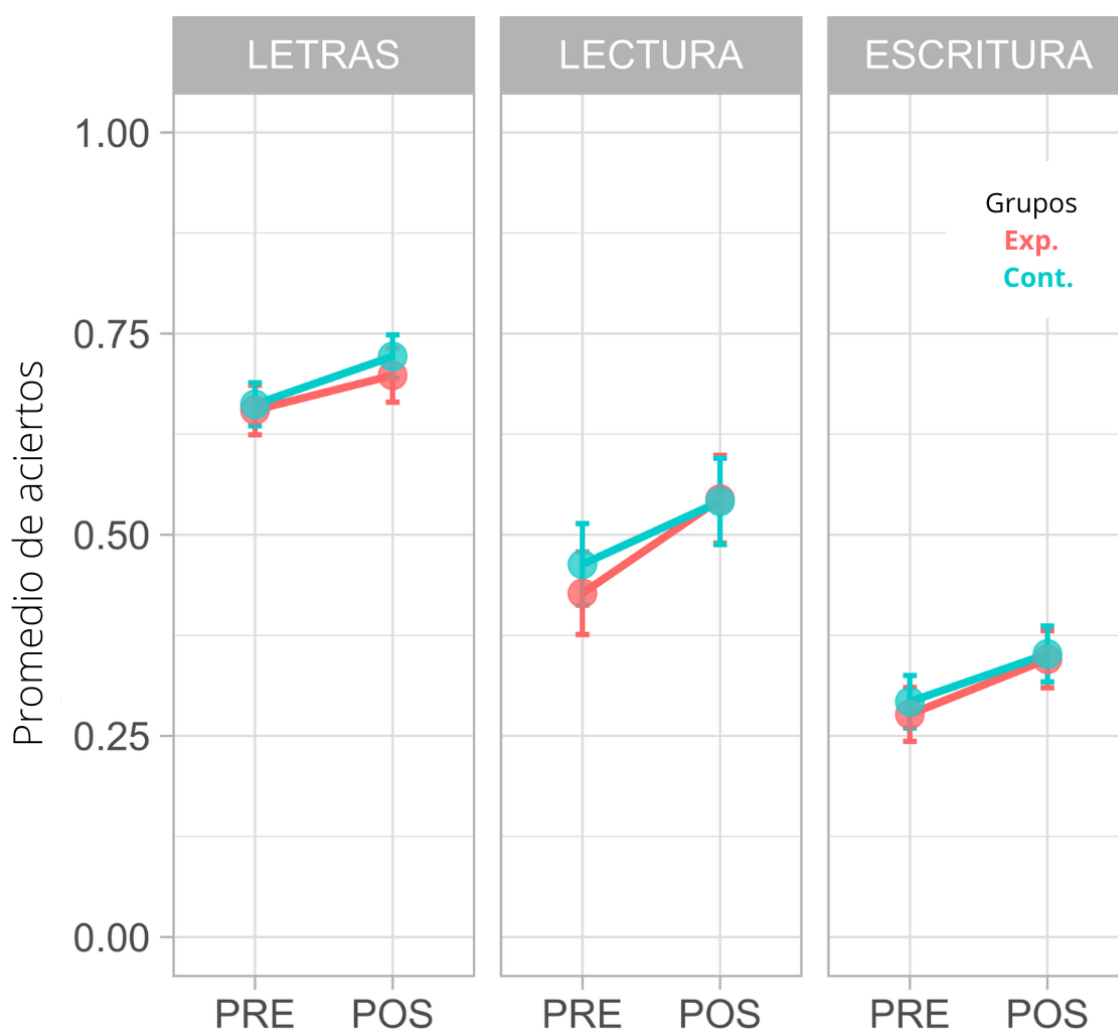


Figura 5. Los grupos experimental (Exp.) y control (Cont.) se encuentran diferenciados por colores. La barra de error corresponde al error estándar.

Considerando que el juego está centrado en la enseñanza de las letras y que se aplicaron únicamente 10 lecciones, se estudió la relación entre las letras entrenadas y el conocimiento de letras que los niños y niñas ya tenían antes de empezar a jugar a modo de evaluar si el juego efectivamente había presentado conocimientos nuevos para los estudiantes. En estos análisis, que se describen a continuación, no se realizó una distinción entre grupos debido a que los resultados obtenidos en esta instancia no muestran diferencias significativas entre grupo control y grupo experimental (Figura 5).

Los datos fueron separados en dos grupos denominados “Letras entrenadas” y “Letras no entrenadas” (Figura 6), en función de las letras trabajadas en las 10

lecciones (A, E, I, O, U, N, L, F, M, C). En este caso la proporción de aciertos del grupo de Letras entrenadas fue superior al grupo de Letras no entrenadas (entrenadas: $M = 0.90$, $DE = 0.18$; no entrenadas: $M = 0.55$, $DE = 0.23$, $t(183.06) = 11.916$, $p\text{-value} < .001$). La alta proporción de acierto en las letras entrenadas indica que los participantes ya contaban con el conocimiento de las letras que aparecían en las lecciones que pudieron utilizar en la aplicación. Por otro lado, las letras con una proporción de acierto inferior fueron aquellas que no llegaron a presentarse en el juego. A partir de este resultado podemos inferir que en la intervención hubo un posible efecto techo debido a que los participantes ya presentaban los conocimientos de las lecciones que efectivamente pudieron jugar.

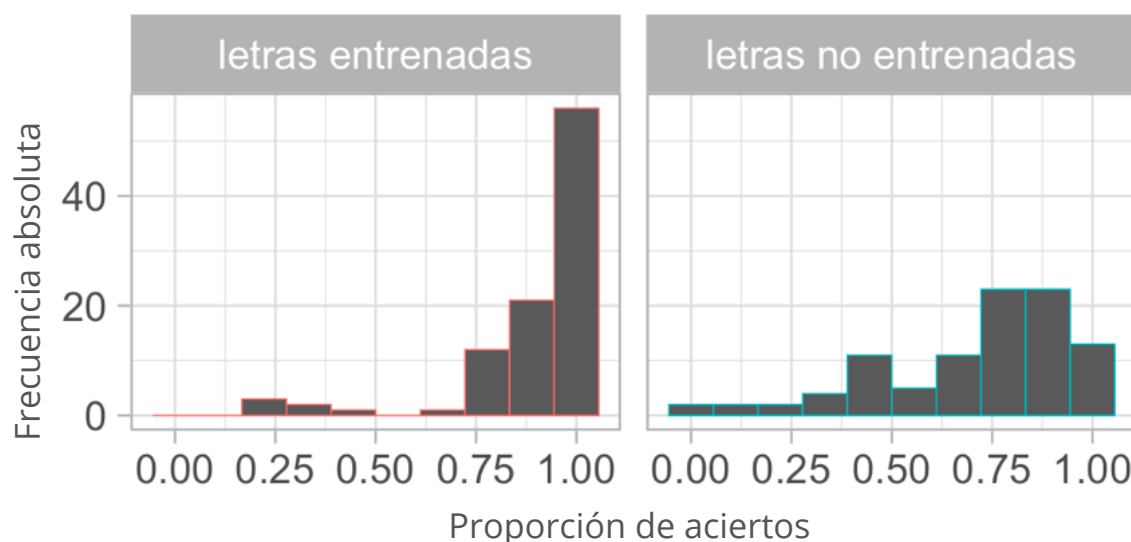


Figura 6. Proporción de aciertos en el conocimiento de las letras que fueron entrenadas y las letras que no fueron entrenadas en las medidas pre intervención.

Con el objetivo de profundizar sobre los resultados de las medidas de conocimiento de letras, se estudiaron los aciertos en el mapeo grafema-fonema para cada letra en las dos medidas de tiempo (Figura 7). La gráfica indica la tasa de aciertos para cada letra, ordenadas desde las más conocidas a las menos conocidas. De acuerdo a lo esperado, las vocales son las letras con mayor tasa de acierto. Además, resulta interesante estudiar las letras que presentan dos fonemas para el mismo grafema (C, G, Y)⁴ y la frecuencia relativa de cada uno

⁴ Si bien la letra R también cuenta con dos representaciones fonémicas, esta información no se tuvo en cuenta debido a errores en el registro de datos.

de ellos. En estos casos se observa que para la C, el fonema asociado /k/ es más conocido que el fonema /s/; en el caso de la letra G, el fonema /g/ es más conocido que /j/; y en el caso de la letra Y, el fonema /i/ es más conocido que el utilizado para el yeísmo. Cabe destacar que, a simple vista, los grafemas con más de un fonema asociado y algunos dígrafos son aquellos que mostraron mayor incremento en la tasa de aciertos entre el pre y el post (independientemente del grupo experimental o control). Es el caso de C, G, Y, y LL y CH. Este resultado no solo permite observar el incremento del conocimiento para cada letra particular (medidas pre y post) sino que también aporta una descripción detallada del conocimiento en letras que presentan los niños y niñas a finales del primer año escolar.

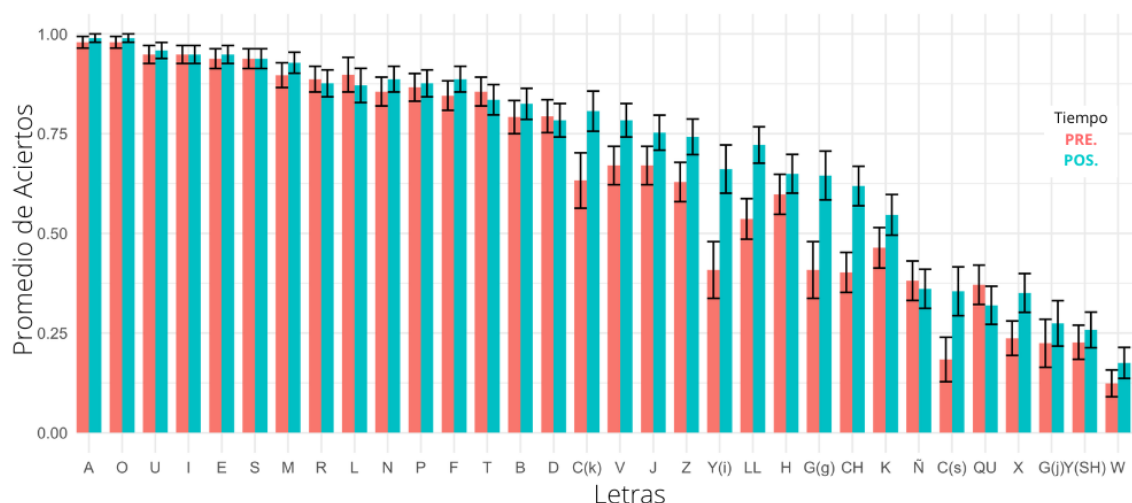


Figura 7. Promedio de aciertos en letras de las medidas pre y post intervención

Propiedades psicolingüísticas y desempeño en lectura y escritura

Propiedades de las palabras evaluadas

De los resultados antes expuestos, surge claramente que, si bien los participantes cuentan con un buen nivel de conocimiento en letras ($M = 0.73$), la proporción de aciertos en las evaluaciones de lectura y escritura son bajas ($M = .54$ y $M = 0.35$, respectivamente). Con el objetivo de determinar qué otros factores influyen en el desempeño de la lectura y escritura, se procedió a analizar diferentes propiedades lingüísticas de las 20 palabras que contienen ambas evaluaciones. Este análisis pretende determinar el peso relativo que adquieren

algunas de las propiedades (por ejemplo, su frecuencia) en el desempeño en lectura y escritura. En relación a este objetivo, se utilizaron seis propiedades lingüísticas de las palabras (Tabla 3) que se describen a continuación:

- Frecuencia (Log Frq): regularidad con la que aparecen las palabras dentro de un corpus. En este estudio se utilizó el logaritmo de frecuencia obtenido de la base de datos Espal (Duchon et al., 2013).
- Número de letras (Num Letters): longitud de las palabras en relación a la cantidad de letras.
- Número de fonemas (Num Phon): longitud de las palabras en relación a la cantidad de fonemas.
- Estructura ortográfica consonante-vocal (Orth Str): alternancia entre consonantes y vocales que conforman las palabras.
- Correspondencia grafema-fonema (G2P): consistencia ortográfica de las palabras en relación a las correspondencias entre grafemas y fonemas (para lectura).
- Correspondencia fonema-grafema (P2G): consistencia ortográfica y predominancia de las palabras en relación a las correspondencias entre fonemas y grafemas (para escritura).

Tabla 3. Propiedades lingüísticas de las palabras evaluadas

PALABRA	Num Letters	Num Phon	Log Frq	Orth Str	G2P	P2G
MUY	3	3	3.101007	simple	compleja	compleja
GRANDE	6	6	2.232324	compleja	compleja	simple
CLARO	5	5	2.221462	compleja	compleja	simple
EMPRESA	7	7	2.218068	compleja	compleja	simple
LLAMADA	7	6	2.086192	compleja	simple	simple
VIAJE	5	5	2.025983	simple	simple	compleja
SECRETO	7	7	1.793820	compleja	compleja	simple
MASA	4	4	1.718725	simple	simple	simple
PAN	3	3	1.708989	simple	simple	simple
RAYO	4	4	1.577155	simple	compleja	compleja
CERRO	5	4	1.531956	compleja	compleja	compleja
PAQUETE	7	6	1.530211	compleja	simple	compleja
OSO	3	3	1.162153	simple	simple	simple
FARO	4	4	0.949009	simple	compleja	simple
GENIAL	6	6	0.860420	simple	compleja	compleja
LECHUGA	7	6	0.430729	compleja	compleja	simple
GUISO	5	4	0.359819	compleja	compleja	compleja
HAMACA	6	6	0.331822	simple	compleja	compleja
BOCINA	6	6	0.329846	simple	compleja	compleja
FLAN	4	4	0.136848	simple	simple	simple

El criterio de selección de estas variables estuvo centrado en la relevancia que dichas propiedades tienen sobre el aprendizaje de la lectura y escritura. Las variables Orth Str, G2P y P2G, fueron categorizadas como simple o compleja dependiendo de la ausencia o presencia, respectivamente, de rasgos que potencialmente incrementan la dificultad en la lectura o la escritura. En este sentido, para la variable Orth Str, las palabras fueron categorizadas como simples o complejas en función de la presencia de grupos consonánticos. Las palabras con grupos consonánticos (CC), por ejemplo, *flan*, fueron categorizadas como complejas, mientras que las palabras con estructura CV, por ejemplo, *masa*, fueron categorizadas como simples (Tabla 4). A su vez, a pesar de que los dígrafos técnicamente no son grupos consonánticos, su uso puede presentar

complejidad a la hora de procesar las palabras, por lo tanto, aquellas palabras que presentan dígrafos también fueron categorizadas como complejas. Para la variable G2P, se categorizaron como simples aquellas palabras conformadas por grafemas con correspondencias grafema-fonema unívocas, por ejemplo *pan*. La categorización compleja se utilizó para aquellas palabras con al menos un grafema con más de un fonema correspondiente, por ejemplo, *cerro*, que puede leerse como /serro/ o /kerro/ (Tabla 5). El mismo criterio, pero en sentido inverso (de fonema a grafema) se utilizó para la variable P2G. Para esta variable, además de la consistencia entre fonemas y grafemas, se tuvo en cuenta cuáles son las correspondencias que predominan –esto es, que son más frecuentes– en lectores principiantes. En este caso, la predominancia fue definida teniendo en cuenta el acierto en el conocimiento en letras que presentan los participantes (Figura 4).

Se tomó esta decisión debido a que la característica de consistencia no es suficiente para ejemplificar el grado de complejidad que presentan las palabras a la hora de escribir. A modo de ejemplo, la palabra *OSO* se categorizaría como *compleja* si nos basáramos solamente en su consistencia fonema-grafema, debido a que el fonema /s/ puede ser representado a través del uso de distintas letras (S, C, Z). Sin embargo, esta categorización es intuitivamente excesiva. En parte esa intuición proviene de la predominancia de la S como representación del sonido /s/, pero además de otros factores, como que la C representa mayormente al sonido /k/ y sería extraño que un niño propusiera esa letra para representar el sonido /s/. Es indudable que la falta de conocimiento ortográfico de las palabras influye en esta decisión, aunque también es probable que influya el hecho de que en estos casos la correspondencia fonema-grafema que predomina aquí es /s/ = S. Por lo tanto, en P2G la categoría *simple* está conformada por palabras que presentan correspondencias unívocas o palabras que si bien presentan complejidad en la consistencia (fonemas con más de una representación gráfica), utilizan la correspondencia determinada como predominante, por ejemplo el caso de *OSO*, en donde predomina la correspondencia /s/ = S. La categoría *compleja* se utilizó para las palabras que presentan complejidad en la consistencia (fonemas con más de una representación gráfica) y que a su vez el grafema predominante no es el

requerido para la formación de la palabra, por ejemplo, la palabra MUY en donde el fonema /i/ puede ser representado por dos grafemas (I – Y) y la correspondencia predominante (/i/ = I) no es la requerida para la escritura adecuada de la palabra (Tabla 6).

Tabla 4. Categorización de las palabras en relación a la variable Orth Str.

Palabra	Orth Str	Categorización
MUY	CVC	SIMPLE
GRANDE	CCVCCV	COMPLEJA
CLARO	CCVCV	COMPLEJA
EMPRESA	VCCCVCV	COMPLEJA
LLAMADA	CCVCVCV	COMPLEJA
VIAJE	CVVCV	SIMPLE
SECRETO	CVCCVCV	COMPLEJA
MASA	CVCV	SIMPLE
PAN	CVC	SIMPLE
RAYO	CVCV	SIMPLE
CERRO	CVCCV	COMPLEJA
PAQUETE	CVCVVCV	<u>COMPLEJA</u>
OSO	VCV	SIMPLE
FARO	CVCV	SIMPLE
GENIAL	CVCVVC	SIMPLE
LECHUGA	CVCCVCV	COMPLEJA
GUIZO	CVVCV	<u>COMPLEJA</u>
HAMACA	CVCVCV	SIMPLE
BOCINA	CVCVCV	SIMPLE
FLAN	CCVC	COMPLEJA

Nota. Las palabras Paquete y Guiso son categorizadas como complejas debido a la presentación de los dígrafos QU y GU.

Tabla 5. Categorización de las palabras en relación a la variable G2P.

Palabra	Grafemas con más de un fonema	Categorización
MUY	Y = /i/ /y/	COMPLEJA
GRANDE	G = /g/ /x/ R = /r/ /rr/	COMPLEJA
CLARO	C = /k/ /s/ R = /r/ /rr/	COMPLEJA
EMPRESA	R = /r/ /r̄/	COMPLEJA
LLAMADA		SIMPLE
VIAJE		SIMPLE
SECRETO	C = /k/ /s/ R = /r/ /r̄/	COMPLEJA
MASA		SIMPLE
PAN		SIMPLE
RAYO	R = /r/ /r̄/ Y = /i/ /y/	COMPLEJA
CERRO	C = /k/ /s/	COMPLEJA
PAQUETE		SIMPLE
OSO		SIMPLE
FARO	R = /r/ /r̄/	COMPLEJA
GENIAL	G = /g/ /x/	COMPLEJA
LECHUGA	G = /g/ /x/	COMPLEJA
GUIZO	G = /g/ /x/	COMPLEJA
HAMACA	C = /k/ s/	COMPLEJA
BOCINA	C = /k/ /s/	COMPLEJA
FLAN		SIMPLE

Tabla 6. Categorización de las palabras en relación a la variable P2G.

Palabra	Fonemas con más de un Grafema	Asociación predominante	Categorización
MUY	/i/ = I - Y	/i/ = I	COMPLEJA
GRANDE			SIMPLE
CLARO	/k/ = C - K - QU	/k/ = C	SIMPLE
EMPRESA	/s/ = S - C - Z	/s/ = S	SIMPLE
LLAMADA	/y/ = LL - Y	/y/ = LL	SIMPLE
VIAJE	/b/ = B - V /x/ = J - G	/b/ = B /x/ = J	COMPLEJA
SECRETO	/s/ = S - C - Z /k/ = C - K - QU	/s/ = S /k/ = C	SIMPLE
MASA	/s/ = S - C - Z	/s/ = S	SIMPLE
PAN			SIMPLE
RAYO	/y/ = Y - LL	/y/ = LL	COMPLEJA
CERRO	/s/ = S - C	/s/ = S	COMPLEJA
PAQUETE	/k/ = C - K - QU	/k/ = C	COMPLEJA
OSO	/s/ = S - C - Z	/s/ = S	SIMPLE
FARO			SIMPLE
GENIAL	/x/ = J - G	/x/ = J	COMPLEJA
LECHUGA			SIMPLE
GUIZO	/i/ = I - Y /s/ = S - C - Z /#/ = U	/i/ = I /s/ = S	COMPLEJA
HAMACA	/#/ = H /k/ = C - K - QU	/k/ = C	COMPLEJA
BOCINA	/b/ = B - V /s/ = S - C - Z	/b/ = B /s/ = S	COMPLEJA
FLAN			SIMPLE

Nota. Las palabras Guiso y Hamaca fueron categorizadas como complejas debido a que, en estos casos, la letra U y H no tienen una representación fonémica. La ausencia del sonido en ambos casos se indica con #.

Análisis del efecto de las propiedades lingüísticas en la lectura y escritura

Lectura de palabras

Para estudiar la relación que existe entre la proporción de aciertos de la lectura de palabras y las propiedades lingüísticas de las palabras, se realizó un modelo de regresión lineal conformado por 4 de las propiedades descritas con anterioridad (Num Letters, Log Frq, G2P y Orth str). La selección de las mismas se basa en la relación que existe entre estas variables y la lectura en su etapa inicial, en donde se debe procesar cada grafema como estímulos visuales que se relacionan a un fonema para formar la palabra que se intenta leer.

Modelo 1 de lectura

Construimos un modelo de regresión lineal usando las propiedades lingüísticas descritas anteriormente como predictores, y la tasa de aciertos para cada palabra como variable dependiente. Se realizaron dos modelos separados, uno para los datos previos a la intervención y otros para los datos posteriores a la misma (Tabla 7). Los resultados indican que la variable predictora G2P presenta un coeficiente beta estadísticamente significativo tanto en las medidas previas como posteriores a la intervención. No se observan efectos significativos en ninguna de las variables restantes.

Tabla 7

Coefficientes del modelo regresión lineal para lectura en los tiempos Pre y Post intervención.

Variables	PRE			POS		
	<i>B</i>	<i>DE</i>	<i>p</i>	<i>B</i>	<i>SD</i>	<i>p</i>
Num Letters	−0.029	0.023	0.236	−0.021	0.020	0.325
Log Frq	0.043	0.033	0.209	0.049	0.029	0.110
G2P	−0.152**	0.056	0.016	−0.123*	0.049	0.024
Orth Str	−0.031	0.063	0.627	−0.060	0.056	0.296
Constante	0.650**	0.121	8.06e-5	0.692**	0.107	1.02e-5
Observaciones	20			20		
R ²	0.531			0.550		
R ² ajustado	0.405			0.430		
Error Std. residual (df = 15)	0.115			0.101		
Estadístico F (df = 4; 15)	4.240*			4.583*		
p-valor	0.01712**			0.01285**		

Nota:

* $p < 0.05$; ** $p < 0.01$

Modelos de Interacción

El modelo 1 es un modelo simple en tanto no incluye la posibilidad de interacciones, pero podemos suponer que el efecto de un factor en presencia de otro puede presentar diferencias en el resultado. Esto es, el efecto significativo de la variable G2P observado en el modelo 1 sobre la proporción de aciertos, no es lo mismo al margen de los valores de las variables restantes, sino que tal efecto depende del valor de ellas. Por tal motivo, se realizaron 3 modelos que permiten observar la interacción entre G2P y Num Letters (Modelo 2 de lectura); G2P y Log Frq (Modelo 3 de lectura); G2P y Orth Str (Modelo 4 de lectura). Los modelos de interacción 3 y 4 no presentaron interacciones significativas (ver apéndice 2) por lo que solo se presentan los resultados del Modelo 2.

Modelo 2 de lectura

En este modelo (Tabla 8) agregamos al modelo 1 la interacción entre las variables G2P y Num Letters. Los resultados indican que la interacción entre ambas variables es significativa tanto en las medidas preliminares como posteriores a la intervención. También se observa un aumento de significancia en los valores de la variable G2P para los dos tiempos. Asimismo, se observa un efecto significativo en ambos tiempos de las variables Num Letters y Log Frq. La variable Orth Str no presentó efectos significativos en ninguno de los dos tiempos.

Tabla 8

Coeficientes del modelo 2 de regresión lineal con interacción entre G2P y Num Letters para los tiempos Pre y Post.

Variables	PRE			POS		
	<i>B</i>	<i>DE</i>	<i>p</i>	<i>B</i>	<i>SD</i>	<i>p</i>
Num Letters	−0.090**	0.021	.0006	−0.065**	0.022	0.010
Log Frq	0.076**	0.023	0.005	0.072**	0.024	0.010
G2P	−0.755**	0.140	9.34e-5	−0.557**	0.149	0.002
Orth Str	−0.031	0.042	0.472	−0.060	0.045	0.202
G2P:Num Letters	0.119**	0.027	.0005	0.086**	0.028	0.009
Constante	0.890**	0.097	2.62e-7	0.864**	0.103	7.89e-7
Observaciones	20			20		
R ²	0.807			0.728		
R ² ajustado	0.738			0.630		
Error Std. residual (df = 14)	0.076			0.081		
Estadístico F (df = 5; 14)	11.705**			7.483**		
p-valor	0.0001347**			0.001314**		

Nota:

* $p < 0.05$; ** $p < 0.01$

En relación a la significancia que presenta la interacción, se puede observar que hay un cambio en la tasa de aciertos en la lectura de palabras en función del número de letras y el tipo de categorización (simple o compleja). Como seguimiento de esta interacción, se realizaron dos modelos de regresión por separado, uno para las palabras categorizadas como simples y otro para las palabras categorizadas como complejas. En el modelo de las palabras simples, el desempeño de los participantes disminuye a medida que aumenta el número de letras. En el modelo de palabras complejas, el promedio de aciertos es inferior que el observado en palabras simples, pero no se observa una disminución de aciertos a medida que aumenta el número de letras. Los resultados indican que el coeficiente de la variable número de letras es significativo en el modelo de palabras simples, pero no en el caso de palabras categorizadas como complejas (Figura 8).

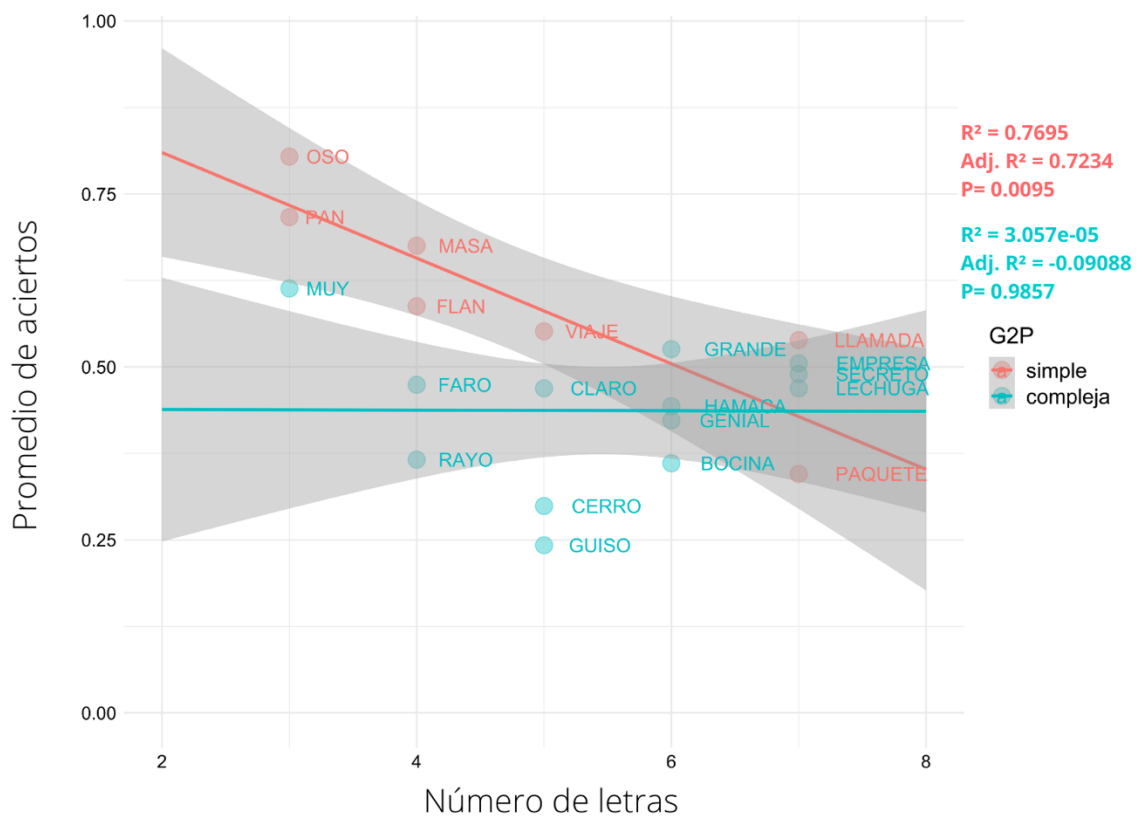


Figura 8

Medidas de asociación entre tasa de acierto en lectura de los participantes y el número de letras para las palabras simples y complejas.

En suma, la consistencia en el mapeo grafema-fonema (G2P) afecta significativamente el desempeño lector y, en el caso de palabras simples, se observa además un efecto de la longitud que repercute en el desempeño de la lectura cuando las palabras son más largas.

Escritura de palabras

Para explorar la relación que existe entre la proporción de aciertos de la escritura de palabras y las propiedades lingüísticas de las palabras, se realizó un modelo de regresión lineal que contempla las características específicas de la escritura al dictado, que difieren de las observadas en la lectura de palabras. En este sentido, al inicio del aprendizaje del código escrito, quien escribe al dictado debe retener el sonido de cada letra para poder escribir la palabra oída. En este caso, la variable número de fonemas y la variable que indica la consistencias de las correspondencias que parten desde el fonema hacia sus respectivos grafemas toman relevancia en dicho proceso. Por tal motivo, a diferencia de los modelos de regresión de lectura, en este caso se reemplazó la medida de Num Letters por Num Phon y G2P por P2G.

Modelo 1 de escritura

Construimos un modelo de regresión lineal usando las propiedades lingüísticas Num Phon, Log Frq, P2G y Orth Str como predictores, y la tasa de aciertos para cada palabra como variable dependiente. Se realizaron dos modelos separados, uno para los datos preliminares a la intervención y otros para los datos posteriores a la misma (Tabla 9). En este modelo se observaron coeficientes significativos en los dos puntos de tiempo de 3 variables: P2G, Num Phon y Orth Str. La variable *Log Frq* no mostró efectos significativos en ninguna de los dos puntos de tiempo.

Tabla 9

Coefficientes del modelo regresión lineal para escritura en los tiempos Pre y Post intervención.

Variables	PRE			POS		
	<i>B</i>	<i>DE</i>	<i>p</i>	<i>B</i>	<i>SD</i>	<i>p</i>
Num Phon	−0.063**	0.018	0.003	−0.061**	0.019	0.005
Log Frq	−0.023	0.026	0.382	0.002	0.026	0.943
P2G	−0.421**	0.043	6.75e-8	−0.462**	0.044	2.62e-8
Orth Str	−0.149**	0.048	0.007	−0.165**	0.049	0.004
Constante	0.890**	0.095	1.12e-7	0.936**	0.097	7.56e-8
Observaciones	20			20		
R ²	0.888			0.899		
R ² ajustado	0.858			0.873		
Error Std. residual (df = 15)	0.090			0.092		
Estadístico F (df = 4; 15)	29.593**			33.508**		
p-valor	5.844e-07**			2.571e-07**		

Nota:

* $p < 0.05$; ** $p < 0.01$

Modelos de Interacción

Visto que el modelo principal de escritura presentó tres variables con efectos significativos (P2G, Num Phon y Orth Str), se realizaron 6 modelos de interacción entre dichas variables y las restantes. De esta manera, en modelos separados, se estudiaron las siguientes interacciones: P2G y Num Phon (Modelo 2 de escritura); P2G y Orth Str (Modelo 3 de escritura); P2G y Log Frq (Modelo 4 de escritura); Orth Str y Log Frq (Modelo 5 de escritura); Orth Str y Num Phon (Modelo 6 de escritura); Num Phon y Log Frq (Modelo 7 de escritura). A continuación, se describen los modelos 2 y 3. Si bien los modelos restantes (del

4 al 7) presentaron efectos significativos en varias de las variables, las interacciones de los mismos no presentaron efectos significativos (ver apéndice).

Modelo 2 de escritura

En este modelo, agregamos al modelo principal de escritura (Modelo 1 de escritura) la interacción entre las variables P2G y *Num Phon* (Tabla 10). Los resultados indican que la interacción entre ambas variables fue estadísticamente significativa para las dos medidas de tiempo. También se observaron valores significativos en ambas variables por separado. Cabe destacar que el alto R^2 ajustado que presenta el modelo (aprox. 0.94), sugiere que las variables usadas en esta interacción explican casi completamente la tasa de aciertos en escritura de palabras. Por otro lado, la variable Orth Str presentó un coeficiente significativo en las medidas post intervención; Log Frq no presentó coeficientes significativos en ninguna de las dos medidas de tiempo.

Tabla 10

Coefficientes de regresión lineal con interacción entre P2G y Num Phon para las medidas de escritura en los tiempos Pre y Post.

Variables	PRE			POS		
	<i>B</i>	<i>DE</i>	<i>p</i>	<i>B</i>	<i>SD</i>	<i>p</i>
Num Phon	−0.119**	0.016	-4.29e-6	−0.113**	0.019	3.49e-5
Log Frq	0.025	0.019	0.219	0.046	0.022	0.054
P2G	−1.061**	0.135	1.72e-6	−1.056**	0.157	9.36e-6
Orth Str	−0.070	0.035	0.063	−0.092*	0.040	0.038
P2G:Num Phon	0.138**	0.029	.0002	0.129**	0.033	0.001
Constante	1.047**	0.068	3.79e-1	1.082**	0.079	1.69e-9
Observaciones	20			20		
R ²	0.958			0.951		
R ² ajustado	0.943			0.934		
Error Std. residual (df = 14)	0.057			0.066		
Estadístico F (df = 5; 14)	63.564**			54.876**		
p-valor	4.005e-09**			1.06e-08**		

Nota:

* $p < 0.05$; ** $p < 0.01$

En relación a la significancia que presenta esta interacción, se puede observar que hay un cambio en la tasa de aciertos de la escritura de palabras en función del número de fonemas y el tipo de categorización (simple o compleja). Se realizaron dos modelos de regresión por separado, uno para las palabras categorizadas como simples y otro para las palabras categorizadas como complejas. En el modelo de las palabras simples, el desempeño de los participantes disminuye a medida que aumenta el número de fonemas. En el modelo de palabras complejas, el promedio de aciertos es inferior que el observado en palabras simples pero no presenta una disminución de aciertos a medida que aumenta el número de fonemas. Los resultados indican que el coeficiente de la variable número de fonemas es significativo en el modelo de

palabras simples pero no en el caso de palabras categorizadas como complejas (Figura 9). Este efecto es análogo al descrito para la lectura y la relación entre G2P y la longitud (NumLetters).

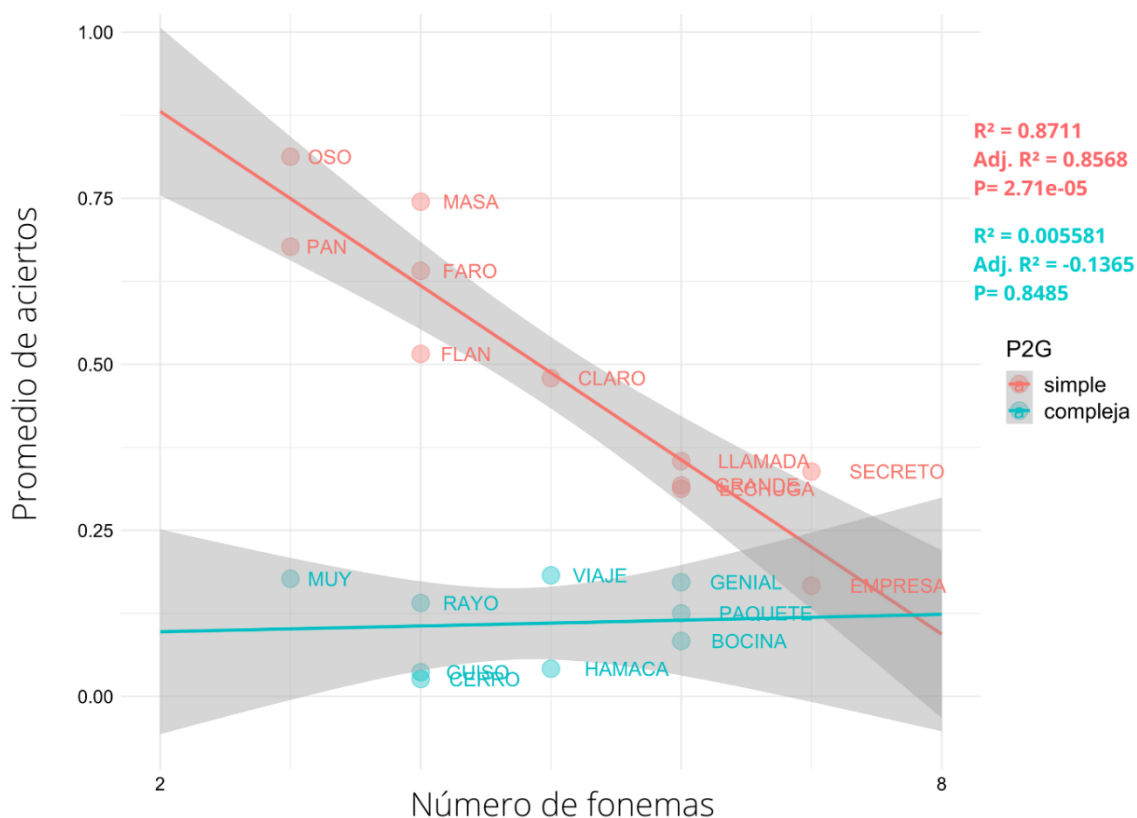


Figura 9

Medidas de asociación entre proporción de acierto de los participantes y el número de fonemas para las palabras simples y complejas.

Modelo 3 de escritura

En este modelo (Tabla 11), se realizó la interacción entre las variables *P2G* y *Orth Str*. Los resultados indican que la interacción entre ambas variables es significativa en las dos medidas de tiempo. También se observaron efectos significativos en las medidas pre y post de ambas variables por separado. En este caso, las variables Num Phon y Log Frq no presentaron efectos significativos.

Tabla 11

Coefficientes de regresión lineal con interacción entre P2G y Orth Str para las medidas de escritura en los tiempos Pre y Post intervención.

Variables	PRE			POS		
	<i>B</i>	<i>DE</i>	<i>p</i>	<i>B</i>	<i>SD</i>	<i>p</i>
Num Phon	−0.038	0.019	0.067	−0.041	0.021	0.068
Log Frq	−0.014	0.023	0.539	0.009	0.025	0.728
P2G	−0.524**	0.057	2.54e-7	−0.543**	0.063	5.42e-7
Orth Str	−0.275**	0.067	0.001	−0.264**	0.074	0.003
P2G:Orth Str	0.215**	0.090	0.030	0.169	0.099	0.109
Constante	0.832**	0.086	1.39e-7	891**	0.095	2.00e-7
Observaciones	20			20		
R ²	0.920			0.917		
R ² ajustado	0.892			0.887		
Error Std. residual (df = 14)	0.079			0.087		
Estadístico F (df = 5; 14)	32.353**			30.843**		
p-valor	3.25e-07**			4.397e-07**		

Nota:

* $p < 0.05$; ** $p < 0.01$

En lo que respecta a la interacción significativa de este modelo, se puede evidenciar que hay un cambio en la tasa de aciertos de la escritura de palabras en función a la complejidad presente en Orth Str y el tipo de categorización (simple o compleja) de la variable P2G. Se realizaron dos modelos de regresión por separado, uno para las palabras categorizadas como P2G simples y otro para las palabras categorizadas como P2G complejas. En el modelo de las palabras simples, el desempeño de los participantes disminuye cuando las palabras presentan complejidad en Orth Str. En el modelo de palabras P2G complejas, el promedio de aciertos es inferior que el observado en palabras simples pero no presenta una disminución de aciertos significativa en relación a la complejidad presente en Orth Str. En resumen, estos resultados indican que el efecto de la variable Orth Str es significativo para las palabras categorizadas

como simples, pero no para el caso de palabras categorizadas como complejas (Figura 10).

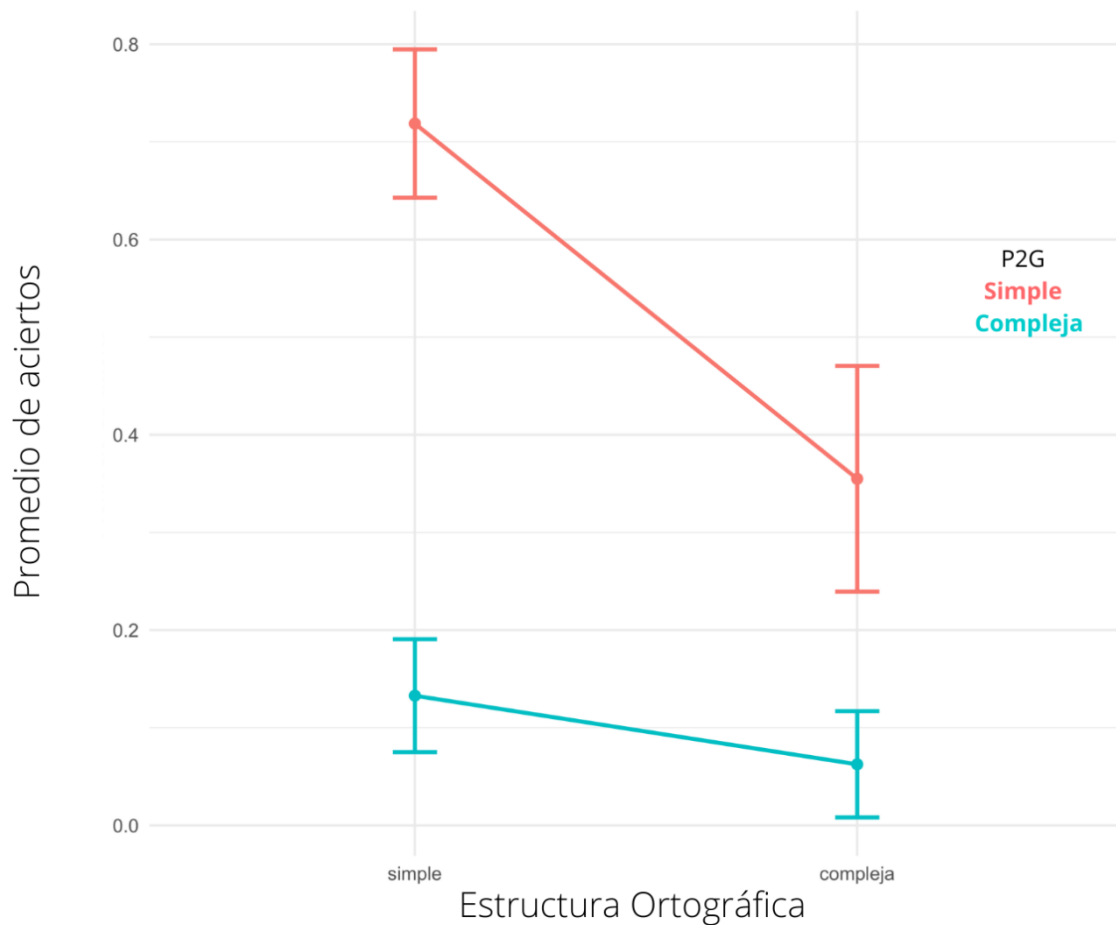


Figura 10

Medidas de asociación entre la proporción de acierto de los participantes y la variable Orth Str, contemplando las dos categorías de la variable P2G.

En suma, estos resultados sugieren que la consistencia y predominancia que presentan las correspondencias de fonema a grafema, definidas en la propiedad P2G, en conjunto con la complejidad que presenta la estructura ortográfica y el número de fonemas son variables relevantes a la hora escribir palabras al inicio del proceso de la alfabetización. Por otro lado, la frecuencia no parece cumplir un papel relevante en la escritura de palabras.

Discusión

Resumen de los resultados

A continuación, se presenta una breve síntesis de los tres aspectos centrales de la tesis para luego profundizar sobre la discusión de cada uno de ellos en la siguiente sección.

En primer lugar, este estudio se centró en la adaptación al español rioplatense de una aplicación de juegos para la alfabetización inicial. En esta instancia de trabajo, logramos adaptar la aplicación de juegos y validar la progresión de estímulos que presenta. Dicha validación se llevó a cabo a través de una correlación entre la progresión de estímulos utilizada en los juegos y el acierto en conocimiento de letras de los participantes. Estos resultados sugieren que la propuesta de juegos presenta características que se ajustan a la progresión en el conocimiento de las letras que presentan los niños y las niñas a finales del primer año escolar.

En segundo lugar, realizamos una intervención con estudiantes de primer año escolar. Si bien, según el reporte informal de los aplicadores, los juegos tuvieron buena recepción por parte de la comunidad educativa, los resultados indican que no hay diferencias en las ganancias del aprendizaje entre el grupo experimental y el control. A pesar de estos resultados, el estudio sirvió para describir el conocimiento de los participantes en letras, lectura y escritura a finales del primer año escolar en los quintiles más bajos (Q1 y Q2) de Montevideo. Esta información establece una medida de conocimiento sobre la alfabetización inicial centrado en la decodificación de la lectura y escritura de palabras. A nuestro entender, no existía al momento ningún reporte sistemático de los niveles de desempeño en la lectura para esta población.

En tercer lugar, analizamos seis propiedades psicolingüísticas de las palabras para determinar el peso relativo de las mismas en los desempeños de la lectura y escritura. Estos resultados indican la relevancia que adquieren dichas características en el proceso de alfabetización inicial, diferenciando las propiedades más influyentes tanto para la lectura como para la escritura. El

aporte de este último análisis amplía la información existente sobre los factores que influyen en la lectura y escritura de palabras en el idioma español, siendo poca la información científica orientada al análisis de ortografías transparentes como la nuestra.

Discusión de resultados

Recursos tecnológicos al servicio de la alfabetización inicial

Nuestros resultados demuestran que el algoritmo utilizado para ordenar las correspondencias grafo-fonémicas concuerda en gran medida con el conocimiento que presentan los estudiantes de la muestra (Figura 4). Esta correlación puede interpretarse de dos formas. O bien los maestros y maestras utilizan esta progresión (o una análoga) para enseñar las correspondencias grafema-fonema, o bien el conocimiento de los estudiantes surge de forma espontánea, tal vez, como consecuencia de la frecuencia con la que encuentran dichas correspondencias en las palabras. Si bien no tenemos información sistemática sobre las prácticas de enseñanza de los maestros en relación a las correspondencias grafema-fonema, el primer escenario no parece plausible. Sabemos que los maestros suelen enseñar las vocales como punto de partida en la enseñanza de las letras, pero no hay registros de que los materiales escolares recomendados por la Administración Nacional de Educación Pública (ANEP) incluyan la progresión de las correspondencias grafema-fonema. En las escuelas públicas de Uruguay, se utiliza principalmente una serie de libros de actividades del Programa de Lectura y Escritura en Español (ProLEE), propuestos por la ANEP a petición del Consejo de Educación Inicial y Primaria (CEIP). Aunque el cuaderno de especificaciones para el docente menciona la importancia de abordar el conocimiento ortográfico y la arbitrariedad de la escritura, no se incluyen actividades explícitas ni una progresión de estímulos que consideren la frecuencia de las correspondencias grafema-fonema. En líneas generales, los maestros no están familiarizados con la literatura cognitiva contemporánea sobre alfabetización; esta no forma parte de su formación docente ni de ninguna formación posterior enmarcada dentro de los cursos de formación permanente de la ANEP. Por lo tanto, el segundo escenario parece el más probable, en que el gradiente de conocimiento de correspondencias

grafema-fonema en los estudiantes (comenzando con las vocales y siguiendo por las consonantes más frecuentes y consistentes a nivel ortográfico) surge de la frecuencia de uso de las correspondencias grafema-fonema en las palabras. Si este es el caso, entonces organizar la enseñanza de las correspondencias grafema-fonema en función de la progresión aquí descrita podría potenciar el aprendizaje de las correspondencias logrando niveles más altos de desempeño en tiempos menores.

Este hallazgo nos permite establecer nuevas bases de gran utilidad para el campo educativo. Sistematizar la frecuencia y consistencia de las correspondencias entre grafemas y fonemas en el español, tomando como eje principal los desafíos que presenta el principio alfabético, nos brinda la posibilidad de planificar la enseñanza de este conocimiento de forma lógica y precisa. En este sentido, si bien hay algunas referencias del abordaje de la alfabetización utilizando estos criterios en ortografías opacas (Potier Watkins & Dehaene, 2023), este es el primer estudio de este tipo en ortografías transparentes.

En relación al uso de herramientas digitales, observamos que en los últimos años la utilización de aplicaciones de juegos como recurso educativo ha ido incrementando dentro del aula. A su vez, la pandemia del año 2019 forjó la implementación de recursos tecnológicos como medio indispensable para continuar con la enseñanza en esas circunstancias. Dicha experiencia afianzó la idea de su implementación en el aula y, hoy en día, usar este tipo de recursos se ha vuelto importante para optimizar las propuestas tradicionales de la dinámica de la clase. Esto se debe, entre otras cosas, al atractivo de las propuestas digitales que captan la atención de los más pequeños con mayor facilidad (Raffle et al., 2010; Rosas et al., 2017). En referencia a ello, los estudios desde el campo de las ciencias cognitivas relacionados al desarrollo de aplicaciones han ido incrementando a nivel mundial (Gaudreau et al., 2020; Kim et al., 2021b; Korat et al., 2021; McTigue et al., 2020; Zugarramurdi, Fernández, Lallier, Carreiras, et al., 2022). Con la evidencia científica como base, la tecnología genera la posibilidad de complementar la enseñanza de conocimientos indispensables, como el principio alfabético, de forma sencilla y

eficiente. Simplificando la enseñanza de este proceso básico pero fundamental en la lectoescritura, los docentes podrían optimizar el tiempo de trabajo dando mayor espacio a las actividades destinadas a la fluidez y comprensión lectora, siendo esta última el objetivo principal de la alfabetización. Lo innovador de nuestra propuesta está en tomar como patrón de referencia las características básicas que presenta la ortografía de nuestra región y establecer una progresión de estímulos en orden de complejidad ascendente. Por otro lado, aunque nuestra progresión de estímulos se presenta en formato digital a través de juegos, consideramos que esta progresión no está limitada exclusivamente a dicho formato. Creemos que utilizarla puede ser beneficioso independientemente de si se presenta de forma digital o impresa.

Limitaciones

Si bien los resultados son positivos para nuestro estudio, sería interesante validar la progresión de estímulos con un grupo que presente mayor diversidad en cuanto al nivel sociocultural ya que en este estudio solo se trabajó con los quintiles más bajos de Montevideo (Q1 y Q2).

Intervención en escuelas y conocimiento de letras

En lo que respecta al uso de Kalulu para estimular el aprendizaje de las correspondencias grafema-fonema, nuestro estudio evidencia un efecto techo en el conocimiento de letras que nos impide precisar la efectividad de la aplicación como herramienta de intervención en la alfabetización. Este resultado puede ser debido a dos factores fundamentales. En primer lugar, la intervención se realizó a finales del primer año escolar y los estudiantes ya contaban con el conocimiento de las lecciones que fueron presentadas (Figura 6). En segundo lugar, la cantidad de lecciones que efectivamente se pudieron utilizar (10 lecciones) son pocas en comparación a las reportadas en intervenciones que muestran diferencias significativas entre grupos con más de 20 sesiones de 30 minutos de duración (Kyle et al., 2013; Rosas et al., 2017; Saine et al., 2011).

Por otro lado, la intervención en escuelas no solo permitió el testeo del juego, sino que también proporcionó datos sobre el nivel de alfabetización de los

estudiantes a finales del primer año escolar. Una de las habilidades evaluadas fue el conocimiento de letras. Esta habilidad de alfabetización emergente desempeña un papel fundamental en la adquisición de la lectura (Bradley & Bryant, 1983; Sunde et al., 2020; Zugarramurdi, Fernández, Lallier, Valle-Lisboa, et al., 2022). La importancia de este conocimiento se debe a su relación directa con el proceso de decodificación que, en conjunto con las habilidades de comprensión oral, hacen posible la comprensión lectora (Duke & Cartwright, 2021; Hoover & Gough, 1990). En este sentido, el conocimiento de las letras y las correspondencias grafema-fonema en la primera etapa de la alfabetización en las escuelas disminuye las dificultades que puedan presentarse en el proceso de decodificación (Furnes & Samuelsson, 2010). Si bien la información científica al respecto es amplia, son muy pocos los estudios que describen de qué manera las características de las letras y sus respectivos fonemas influyen en el desempeño de la lectura y escritura (Foulin, 2005; Huang et al., 2014; Treiman et al., 2008). En nuestro estudio, describimos el nivel de conocimiento en letras de los estudiantes al finalizar el primer año, centrándonos en las correspondencias más y menos frecuentes (Figura 7). Para el caso de las letras que tienen más de un fonema, examinamos las proporciones de aciertos en cada una de estas correspondencias. Al analizar las particularidades de las letras C y G, se observa que estas correspondencias coinciden con el orden de presentación en el juego, donde C (k) y G (g) se introducen mucho antes que C (s) y G (x) (Tabla 1). Esta evidencia establece un parámetro importante a considerar al diseñar actividades educativas que aborden las particularidades de las correspondencias ortográficas en nuestro idioma. Si sumamos este hallazgo a la información científica que destaca la importancia de sistematizar las correspondencias (Dehaene, 2011a), podríamos optimizar la enseñanza de los procesos básicos de la alfabetización inicial.

Limitaciones

En relación con la intervención a través del uso de una herramienta tecnológica, nuestro estudio se vio limitado por el efecto techo, lo cual impidió determinar si la aplicación de juegos Kalulu puede ser una herramienta efectiva para intervenir en la alfabetización inicial de manera apropiada.

Efecto de las propiedades lingüísticas de las palabras en la lectura y escritura

El análisis de las evaluaciones realizadas en la intervención muestra que los escolares presentan un bajo rendimiento en lo que respecta a la lectura y escritura de palabras a finales del primer año escolar. En promedio, los estudiantes lograron leer adecuadamente el 49.5 % de las palabras presentadas. En el caso de la escritura, el promedio de palabras escritas correctamente fue aún menor (31.7 %). Hay evidencia que demuestra que el progreso en el aprendizaje de la lectura depende, en gran medida, de un porcentaje alto del conocimiento en letras (Sarris, 2020; Zugarramurdi, Fernández, Lallier, Valle-Lisboa, et al., 2022). A diferencia de esta información, nuestros resultados demuestran que conocer una gran cantidad de letras (68.5 %), que además son aquellas de uso más frecuente en español, no es suficiente para leer y escribir palabras aisladas de forma adecuada. Esta información se puede relacionar a investigaciones vinculadas a la decodificación que reportan que el conocimiento de letras es indispensable pero no suficiente para lograr leer adecuadamente (Castles et al., 2018; Sigmundsson et al., 2020). Sabemos que el éxito en la lectura y escritura depende de muchos factores. Entre estos factores se destaca el rol que cumplen predictores como la conciencia fonológica, el reconocimiento de letras o la velocidad de denominación (Cuadro & Berná, 2015; Zugarramurdi, Fernández, Lallier, Valle-Lisboa, et al., 2022) y las habilidades cognitivas básicas como la memoria (Abusamra et al., 2008; Baddeley & Logie, 1999) o la atención (Anderson, 1982; Facoetti et al., 2010). Adicionalmente, aunque menos estudiado, la falta de conocimiento en el procedimiento de ensamblaje de sonidos como base de la decodificación podría explicar el bajo rendimiento en lectura a pesar del alto conocimiento de las correspondencias grafema-fonema aquí reportados. Para confirmar esta hipótesis sería necesario incluir en el estudio los métodos de instrucción lectora como variable interviniente.

Un factor relevante que destacamos en nuestro estudio sobre el desempeño en la lectura y escritura son las propiedades psicolingüísticas de las palabras (Hiebert et al., 2020). En este caso, la información que existe sobre dichas propiedades en relación a la alfabetización en español hasta ahora no ha sido muy explorada en su conjunto. Algunos de estos estudios se centran en el

análisis de la consistencia ortográfica y su influencia en la escritura (Miranda & Abusamra, 2013; Sánchez Abchi et al., 2009), otros estudios exploran la influencia de propiedades tales como la morfología (Defior, Alegría, et al., 2008; Jaichenco & Wilson, 2013) o los efectos de la estructura silábica en el reconocimiento visual de las palabras (Carreiras & Perea, 2011). Además, la evidencia de los estudios que presentan análisis de más de una propiedad suele estar enfocada, en gran medida, en el desempeño de la lectura de palabras, y no en la escritura (Zoccolotti et al., 2009). Si bien estos aportes son significativos, no hemos encontrado evidencia que demuestre la influencia de un conjunto de propiedades lingüísticas comparando lo que ocurre tanto en la lectura como en la escritura en el español. Nuestro estudio aporta información novedosa sobre la relevancia de las propiedades lingüísticas en ambas habilidades. Los modelos de regresión lineal nos indican que la consistencia ortográfica es la propiedad lingüística más significativa tanto para la lectura (Tabla 7) como para la escritura (Tabla 9) de lectoescritores principiantes. A esta le sigue el largo de las palabras como segunda variable significativa en el desempeño en lectura y escritura. En el caso de la lectura, nuestros resultados coinciden con la evidencia reportada por otros estudios (Ziegler et al., 2001; Zoccolotti et al., 2009). En el caso de la escritura, además del efecto significativo de la consistencia ortográfica y el largo de las palabras, podemos observar que la estructura ortográfica también presenta efectos significativos (Tabla 9). Es importante destacar que, en lo que respecta al desempeño en la lectura y escritura, la propiedad estructura ortográfica consonante-vocal ha sido menos explorada que la estructura ortográfica a nivel silábico. En el caso de esta propiedad, destacamos su relevancia para el caso de la escritura que no se observa en la lectura. Por otro lado, categorizar las variables Ort Str, P2G y G2P nos permitió establecer distinciones en el tipo de complejidad que presentan internamente las propiedades en cuestión. En este sentido, nuestros modelos podrían facilitar la clasificación de las palabras de acuerdo a la complejidad presente en la estructura ortográfica y consistencia ortográfica de las mismas.

En síntesis, podemos afirmar que las propiedades lingüísticas analizadas influyen de forma diferencial en la lectura y la escritura de palabras. A su vez, los modelos con interacción muestran que los estudiantes decodificaban las

palabras simples mucho mejor que las complejas. Al analizar estos resultados, observamos que la decodificación de las simples es dependiente del largo de las palabras tanto en la lectura como en la escritura. Este efecto del largo de la palabra para palabras simples evidencia que ni siquiera las palabras simples estaban en el léxico ortográfico de los niños, lo que demuestra la falta de automatización de la decodificación a finales de primer año. El hecho de que los participantes hayan tenido mejor desempeño en las palabras simples que en las complejas, muestra que aún no manejan de forma adecuada las complejidades que presentan las palabras. Se esperaría que en el transcurso del segundo año escolar afianzaran las relaciones entre las correspondencias G-F y en el sentido inverso F-G. También es de esperar que las actividades explícitas y sistematizadas sobre la lectura y escritura favorezcan el desarrollo del léxico ortográfico. Creemos que este aporte podría facilitar la creación de recursos educativos de forma precisa, contemplando cuales son las posibles dificultades que los estudiantes pueden encontrar al leer o escribir durante la etapa de alfabetización inicial.

Limitaciones

Si bien las palabras utilizadas para el análisis presentan alta variabilidad en cuanto a la longitud, estructura ortográfica y consistencia ortográfica de forma uniforme, sería interesante explotar también el rol que juegan otras propiedades como la estructura silábica o las características morfológicas en un corpus mayor de palabras previamente evaluadas. Además, es sabido que medir con precisión la consistencia ortográfica puede ser un trabajo por demás complejo (Ziegler, 1996). Este hecho no solo se debe a las diferencias que presenta esta propiedad entre la lectura y escritura, sino que también entran en juego las dificultades asociadas a los tipos de ortografía (natural, arbitraria y reglada) que presentan las palabras. En el caso de nuestro estudio, se hicieron salvedades a la hora de categorizar las palabras “guiso” y “hamaca”. Por lo tanto, se debe considerar que los resultados obtenidos en estos casos también podrían estar influenciados por las dificultades en la ortografía reglada.

Consideraciones finales

Las habilidades de lectura fluida y composición escrita se ven fuertemente limitadas cuando la decodificación de palabras no se encuentra automatizada. Por lo tanto, los estudios sobre los factores que intervienen en dicho proceso y el tipo de herramientas a utilizar para favorecer el aprendizaje de la alfabetización a edades tempranas son centrales para las investigaciones del área de las ciencias cognitivas y la educación.

En este sentido, los aportes de este trabajo constituyen una base importante para continuar investigando sobre las propiedades lingüísticas de las palabras, valorando la posibilidad de complejizar nuestros modelos incluyendo otras propiedades y considerando los desafíos que presenta la categorización de la consistencia ortográfica.

Por otro lado, creemos necesario profundizar el trabajo sobre el desarrollo de herramientas digitales avaladas por investigaciones que comprueben su efectividad. Uno de los desafíos más grandes recae sobre la generación de propuestas didácticas que incluyan el uso de la tecnología y se ajuste de forma sencilla a las intervenciones realizadas por las y los docentes. Este hecho sigue siendo un obstáculo aún no resuelto (Laje & Gasel, 2019; Zidán, 2010) que los investigadores y profesionales del área educativa debemos superar a través del trabajo interdisciplinario y la generación de propuestas conjuntas.

Comunicaciones Científicas

Los resultados parciales de este trabajo han sido publicados en el capítulo de libro:

- Zugarramurdi, C., Assis, M. S., & Valle-Lisboa, J. (2022). Technology on Our Side: Using Technology for Transferring Cognitive Science to Education. In *Cognitive Sciences and Education in Non-WEIRD Populations: A Latin American Perspective* (pp. 287-303). Cham: Springer International Publishing.

Los resultados parciales de este trabajo han sido presentados en congresos regionales:

- III Congreso Nacional de Biociencias & II Jornada Binacionales Argentina Uruguay (2022)

Institución organizadora: Sociedad Uruguaya de Biociencias

Modo de presentación: Póster (Distinción: Mención a la excelencia)

- XVII Congreso de la Sociedad Latinoamericana de Neuropsicología (2022)

Institución organizadora: Sociedad Uruguaya de Neuropsicología (SUNPSI) y Sociedad Latinoamericana de Neuropsicología (SLAN), Uruguay

Modo de presentación: Póster (Distinción: Premio póster destacado)

- I Congreso Uruguayo de Ciencias Cognitivas & II Simposio de Educación, Cognición y Neurociencia (2021)

Institución organizadora: Sociedad Uruguaya de Ciencias Cognitivas y del Comportamiento, Uruguay

Modo de presentación: Póster

Referencias Bibliográficas

- Abusamra, V., Cartoceti, R., Raiter, A., & Ferreres, A. (2008). Una perspectiva cognitiva en el estudio de la comprensión de textos. *Psico*, 39(3), 352–361.
- Alegría, J., & Carrillo Gallego, M. (2014). Mecanismos implicados en la escritura de palabras del castellano. *Aula: Revista de Pedagogía de La Universidad de Salamanca*, 20, 45–64.
- Al-Natour, M., Al-Mashayek, F., & Alkhamra, H. A. (2022). Analyzing Reading Errors among Dyslexic Students According to the Dual-Route Model. *International Journal of Instruction*, 15(3), 137–152. <https://doi.org/10.29333/iji.2022.1538a>
- Álvarez, C., Carreiras, M., & Taft, M. (2001). Syllables and morphemes: Contrasting Frequency Effects in Spanish. *Journal of Experimental Psychology: Learning Memory, and Cognition.*, 27(2), 545.
- Alves, M. v., Ekuni, R., Hermida, M. J., & Valle Lisboa, J. (2022). Cognitive Sciences and Education in Non-WEIRD Populations. In *Cognitive Sciences and Education in Non-WEIRD Populations*. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-06908-6>
- Amenta, S., & Crepaldi, D. (2012). Morphological processing as we know it: An analytical review of morphological effects in visual word identification. In *Frontiers in Psychology* (Vol. 3, Issue JUL). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2012.00232>
- Anderson, R. C. (1982). Allocation of Attention During Reading. *Discourse Processing*.
- Ardila, A., & Cuetos, F. (2016). Applicability of dual-route reading models to Spanish. *Psicothema*, 28(1), 71–75. <https://doi.org/10.7334/psicothema2015.103>
- Baddeley, A. D., & Logie, R. H. (1999). Working Memory: The Multiple-Component Model. In *Models of Working Memory* (pp. 28–61). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/cbo9781139174909.005>
- Baddeley, A. D., Thomson, N., & Buchanan, M. (1975). Word Length and the Structure of Short-Term Memory. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 14, 575–589.
- Barton, J. J. S., Hanif, H. M., Eklinder Björnström, L., & Hills, C. (2014). The word-length effect in reading: A review. *Cognitive Neuropsychology*, 31(5–6), 378–412. <https://doi.org/10.1080/02643294.2014.895314>
- Bijeljac-Babic, R., Millogo, V., Farioli, F., & Grainger, J. (2004). A developmental investigation of word length effects in reading using a new on-line word identification paradigm. *Reading and Writing: An Interdisciplinary Journal*, 17, 411–431.
- Blythe, H. I., & Joseph, H. S. S. L. (2012). Children's eye movements during reading. In *The Oxford Handbook of Eye Movements*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199539789.013.0036>
- Bradley, L., & Bryant, P. E. (1983). Categorizing sounds and learning to read - A causal connection. *Nature*, 301(5899), 419–421. <https://doi.org/10.1038/301419a0>
- Brysbaert, M., Buchmeier, M., Conrad, M., Jacobs, A. M., Bölte, J., & Böhl, A. (2011). The word frequency effect: A review of recent developments and

- implications for the choice of frequency estimates in German. *Experimental Psychology*, 58(5), 412. <http://elexicon.wustl.edu/>
- Brysbaert, M., Mandera, P., & Keuleers, E. (2018). The Word Frequency Effect in Word Processing: An Updated Review. *Current Directions in Psychological Science*, 27(1), 45–50. <https://doi.org/10.1177/0963721417727521>
- Brysbaert, M., Stevens, M., Mandera, P., & Keuleers, E. (2016). The impact of word prevalence on lexical decision times: Evidence from the Dutch Lexicon Project 2. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 42(3), 441.
- Cabana, Á., Zugarramurdi, C., Valle-Lisboa, J. C., & De Deyne, S. (2023). The “Small World of Words” free association norms for Rioplatense Spanish. *Behavior Research Methods*. <https://doi.org/10.3758/s13428-023-02070-z>
- Cardoso-Martins, C., Mesquita, T. C. L., & Ehri, L. (2011). Letter names and phonological awareness help children to learn letter-sound relations. *Journal of Experimental Child Psychology*, 109(1), 25–38. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2010.12.006>
- Carreiras, M., & Perea, M. (2011). Efectos de la estructura silábica en el priming silábico. *Revista de Logopedia, Foniatria y Audiología*, 31(1), 22–27. [https://doi.org/10.1016/S0214-4603\(11\)70167-X](https://doi.org/10.1016/S0214-4603(11)70167-X)
- Castles, A., Bates, T. C., & Coltheart, M. (2006). John Marshall and the developmental dyslexias. *Aphasiology*, 20(9–11), 871–892. <https://doi.org/10.1080/02687030600738952>
- Castles, A., Rastle, K., & Nation, K. (2018). Ending the Reading Wars: Reading Acquisition From Novice to Expert. *Psychological Science in the Public Interest*, 19(1), 5–51. <https://doi.org/10.1177/1529100618772271>
- Chetail, F., Balota, D., Treiman, R., & Content, A. (2015). What can megastudies tell us about the orthographic structure of English words? *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 68(8), 1519–1540. <https://doi.org/10.1080/17470218.2014.963628>
- Cheung, A. C. K., & Slavin, R. E. (2013). The Effectiveness of Educational Technology Applications for Enhancing Mathematics Achievement in K-12 Classrooms: A Meta-Analysis. *Educational Research Review*, 9, 88–113.
- Cidrim, L., & Madeiro, F. (2017). Information and Communication Technology (ICT) applied to dyslexia: literature review. *Revista CEFAC*, 19(1), 99–108. <https://doi.org/10.1590/1982-021620171917916>
- Cohen, L., Dehaene, S., Naccache, L., Lehéricy, S., Dehaene-Lambertz, G., Hénaff, M.-A., & Michel, F. (2000). The visual word form area Spatial and temporal characterization of an initial stage of reading in normal subjects and posterior split-brain patients. In *Brain* (Vol. 123).
- Coltheart, M., & Rastle, K. (1994). Serial Processing in Reading Aloud: Evidence for Dual-Route Models of Reading. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 20(6), 1197–1211.
- Coltheart, M., Rastle, K., Perry, C., Langdon, R., & Ziegler, J. (2001). DRC: A dual route cascaded model of visual word recognition and reading aloud. *Psychological Review*, 108(1), 204–256. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.108.1.204>
- Cornell, J. M. (1985). Spontaneous Mirror-Writing in Children. *CANADIAN JOURNAL OF PSYCHOLOGY*, 39(1), 174–179.

- Corral, S., Ferrero, M., & Goikoetxea, E. (2009). LEXIN: A lexical database from Spanish kindergarten and first-grade readers. *Behavior Research Methods*, 41(4), 1009–1017. <https://doi.org/10.3758/BRM.41.4.1009>
- Cossu, G., Shankweiler, D., Liberman, I. Y., Katz, L., & Tola, G. (1988). Awareness of phonological segments and reading ability in Italian children. *Applied Psycholinguistics*, 9(1), 1–16. <https://doi.org/10.1017/S0142716400000424>
- Costa Ball, D., Palombo, A. L., & Cuadro, A. (2011). Propiedades psicométricas de una prueba experimental para la evaluación del nivel ortográfico. *Ciencias Psicológicas*, 2, 167–178.
- Cuadro, A., Ball, D. C., Palombo, A. L., & von Hagen, A. (2013). Propiedades psicométricas de una prueba experimental de dictado de palabras para la evaluación de la ortografía en escolares uruguayos. *Ciencias Psicológicas*, 1, 57–66.
- Cuadro, A., & Berná, J. (2015). Inicio de la alfabetización, habilidades prelectoras y contexto alfabetizador familiar en una muestra de niños uruguayos. *Ciencias Psicológicas*, 9(1), 7–14.
- Cuadro, A., Costa, D., Trías, D., & Ponce de León, P. (2009). *Evaluación del Nivel Lector: Manual Técnico del Tests de Eficacia Lectora (TECLE)* (J. Marín & M. Carrillo, Eds.; Vol. 3). Prensa Médica Latinoamericana.
- Cuadro, A., Ruiz, C., & von Hagen, A. (2020). Precursores de la Competencia Lectora Inicial en Escolares Hispanoparlantes de Nivel Socioeconómico Vulnerable. *Psykhé (Santiago)*, 29(1), 1–15. <https://doi.org/10.7764/psykhe.29.1.1403>
- Cuetos, F. (2010). *Psicología de la lectura*. (WK Education).
- Cuetos, F., Glez-Nosti, M., Barbón, A., & Brysbaert, M. (2011). SUBTLEX-ESP: Spanish word frequencies based on film subtitles. *Psicológica*, 32, 133–143.
- Dahan, D., Magnuson, J. S., & Tanenhaus, M. K. (2001). Time Course of Frequency Effects in Spoken-Word Recognition: Evidence from Eye Movements. *Cognitive Psychology*, 42(4), 317–367. <https://doi.org/10.1006/cogp.2001.0750>
- de Podestá, M. E., Rattazzi, A., De Fox, S. W., & Peire, J. (2014). *El cerebro que aprende: Una mirada a la educación desde las neurociencias*. (Aique Grupo Editor).
- Defior, S., Alegría, J., Titos, R., & Martos, F. (2008). Using morphology when spelling in a shallow orthographic system: The case of Spanish. *Cognitive Development*, 23(1), 204–215. <https://doi.org/10.1016/j.cogdev.2007.01.003>
- Defior, S., Martos, F., & Herrera, L. (2000). Influencia de las características del sistema ortográfico español en el aprendizaje de la escritura de palabras. *Estudios de Psicología*, 21(3), 55–64. <https://doi.org/10.1174/02109390060206462>
- Defior, S., & Serrano, F. (2011). La conciencia fonémica, aliada de la adquisición del lenguaje escrito. *Revista de Logopedia, Foniatria y Audiología*, 31(1), 2–13. [https://doi.org/10.1016/S0214-4603\(11\)70165-6](https://doi.org/10.1016/S0214-4603(11)70165-6)
- Defior, S., Serrano, F., & Marín-Cano, M. J. (2008). El poder predictivo de las habilidades de conciencia fonológica en la lectura y escritura en castellano. *Estudios Del Desarrollo Del Lenguaje y Educación*, 339–347.

- Dehaene, S. (2011a). The massive impact of literacy on the brain and its consequences for education. *Human Neuroplasticity and Education*, October 2010, 19–32.
<http://www.pas.va/content/dam/accademia/pdf/sv117.pdf#page=17>
- Dehaene, S. (2011b). *The massive impact of literacy on the brain and its consequences for education. Human neuroplasticity and education.*
- Dehaene, S. (2014). El cerebro Lector: últimas noticias de las neurociencias sobre la lectura, la enseñanza, el aprendizaje y la dislexia. In *Últimas noticias de las neurociencias sobre la lectura, la enseñanza, el aprendizaje y la dislexia*. 1ª ed. Buenos Aires: Siglo Veintiuno Editores (Siglo XXI editores).
- Dehaene, S. (2015). *Aprender a leer: de las ciencias cognitivas al aula.*
<http://www.sigloxxieditores.com.ar/fichaLibro.php?libro=978-987-629-505-5>
- Dehaene, S., & Cohen, L. (2007). Cultural recycling of cortical maps. In *Neuron* (Vol. 56, Issue 2, pp. 384–398).
<https://doi.org/10.1016/j.neuron.2007.10.004>
- Dehaene, S., Cohen, L., Sigman, M., & Vinckier, F. (2005). The neural code for written words: A proposal. *Trends in Cognitive Sciences*, 9(7), 335–341.
<https://doi.org/10.1016/j.tics.2005.05.004>
- Dejerine, J. M. (1892). Contribution à l'étude anatomo-pathologique et clinique des différentes variétés de cécité verbale. *Mémoires de La Société de Biologie*, 61–90.
- Difalcis, M., Ferreres, A., & Abusamra, V. (2020). Efecto de longitud silábica en español: evidencia en lectores adultos. *OCNOS*, 19(3), 19–28.
https://doi.org/10.18239/OCNOS_2020.19.3.2295
- Diuk, B., & Ferroni, M. (2012). Dificultades de lectura en contextos de pobreza: ¿un caso de Efecto Mateo? *Associação Brasileira de Psicologia Escolar e Educacional*, 16(2), 209–217. <https://doi.org/10.1590/S1413-85572012000200004>
- Diuk, B., María Borzone, A., Sánchez Abchi Marina Ferroni, V., del Investigador Científico, C., & Ferroni, M. (2009). La adquisición de conocimiento ortográfico en niños de 1er a 3er año de Educación Básica. *Psykhé*, 18, 61–71.
- Doupe, A. J., & Kuhl, P. K. (1999). *Birdsong and human speech: Common Themes and Mechanisms*. www.annualreviews.org
- Duchon, A., Perea, M., Sebastián-Gallés, N., Martí, A., & Carreiras, M. (2013). EsPal: One-stop shopping for Spanish word properties. *Behavior Research Methods*, 45(4), 1246–1258. <https://doi.org/10.3758/s13428-013-0326-1>
- Dufor, O., & Rapp, B. (2013). Letter representations in writing: an fMRI adaptation approach. *Frontiers in Psychology*, 4.
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00781>
- Duke, N. K., & Cartwright, K. B. (2021). The Science of Reading Progresses: Communicating Advances Beyond the Simple View of Reading. *Reading Research Quarterly*, 56(S1), S25–S44. <https://doi.org/10.1002/rrq.411>
- Facoetti, A., Corradi, N., Ruffino, M., Gori, S., & Zorzi, M. (2010). Visual spatial attention and speech segmentation are both impaired in preschoolers at familial risk for developmental dyslexia. *Dyslexia (Chichester, England)*, 16(3), 226–239. <https://doi.org/10.1002/dys.413>
- Fayol, M., Bonin, P., & Collay, S. (2008). La consistance orthographique en production verbale écrite: une brève synthèse. *L'année Psychologique*,

- 108(3), 517–546. https://www.persee.fr/doc/psy_0003-5033_2008_num_108_3_30981
- Feng, X., Monzalvo, K., Dehaene, S., & Dehaene-Lambertz, G. (2022). Evolution of reading and face circuits during the first three years of reading acquisition. *NeuroImage*, 259. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2022.119394>
- Ferreres, A., Abusamra, V., Casajús, A., & China, N. (2011). Adaptación y estudio preliminar de un test breve para evaluar la eficacia lectora (TECLE). *Revista Neuropsicología Latinoamericana*, 1–7. <https://doi.org/10.5579/rnl.2011.0040>
- Ferreres, A., & López, C. V. (2009). Las alexias fonológica, de superficie y profunda en hispano-hablantes y los modelos de doble ruta. *Ciencias Psicológicas*, 11(2), 161–176.
- Ford, K., Invernizzi, M., & Huang, F. (2018). The effect of orthographic complexity on Spanish spelling in Grades 1–3. *Reading and Writing*, 31(5), 1063–1081. <https://doi.org/10.1007/s11145-018-9828-7>
- Foulin, J. N. (2005). Why is letter-name knowledge such a good predictor of learning to read? *Reading and Writing*, 18(2), 129–155. <https://doi.org/10.1007/s11145-004-5892-2>
- Franco Accinelli, P. (2021). Reseña de la Batería para la Evaluación de la Escritura (BEEsc). *Revista Neuropsicología Latinoamericana*, 13(1), 29–33. <https://doi.org/10.5579/rnl.2021.0714>
- Fumagalli, J., Barreyro, J. P., & Jaichenco, V. (2014). Conciencia Silábica y Conciencia Fonémica ¿Cuál es el Mejor Predictor del Rendimiento Lector? *Revista Argentina de Ciencias Del Comportamiento*, 6(3), 17–30.
- Furnes, B., & Samuelsson, S. (2010). Predicting Reading and Spelling Difficulties in Transparent and Opaque Orthographies: A Comparison between Scandinavian and U.S./Australian Children. *Dyslexia*, 16(2), 119–142. <https://doi.org/10.1002/dys.401>
- Gardner, M. K., Rothkopf, E. Z., Lapan, R., & Lafferty, T. (1987). The word frequency effect in lexical decision: Finding a frequency-based component. *Memory & Cognition*, 15(1), 24–28.
- Gaudreau, C., King, Y. A., Dore, R. A., Puttre, H., Nichols, D., Hirsh-Pasek, K., & Golinkoff, R. M. (2020). Preschoolers Benefit Equally From Video Chat, Pseudo-Contingent Video, and Live Book Reading: Implications for Storytime During the Coronavirus Pandemic and Beyond. *Frontiers in Psychology*, 11. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.02158>
- Gentaz, É., Colé, P., & Bara, F. (2003). Évaluation d'entraînements multisensoriels de préparation à la lecture pour les enfants en grande section de maternelle: Une étude sur la contribution du système haptique manuel. *L'Année Psychologique*, 111, 561–584. <https://doi.org/10.3406/psy.2003.29652>
- 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(2), 321–346. <https://doi.org/10.1007/s11145-010-9271-x>
- Geva, E., & Wang, M. (2001). The development of basic reading skills in children: A cross-language perspective. *Annual Review of Applied Linguistics*, 21(204), 21.
- Goldin, A. P., Hermida, M. J., Shalom, D. E., Costa, M. E., Lopez-Rosenfeld, M., Segretin, M. S., Fernández-Slezak, D., Lipina, S. J., & Sigman, M.

- (2014). Far transfer to language and math of a short software-based gaming intervention. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 111(17), 6443–6448.
<https://doi.org/10.1073/pnas.1320217111>
- González, J. E., & González, M. del R. (1993). Phonological Awareness in Learning literacy. *The Cambridge Guide to Learning English as a Second Language*, 5(2), 153–170.
- Goswami, U. (2022). Language acquisition and speech rhythm patterns: an auditory neuroscience perspective. *Royal Society Open Science*, 9(7).
<https://doi.org/10.1098/rsos.211855>
- Gough, P. B., & Tunmer, W. E. (1986). Decoding, Reading, and Reading Disability. *Remedial and Special Education*, 7(1), 6–10.
<https://doi.org/10.1177/074193258600700104>
- Hiebert, E. H., Toyama, Y., & Irey, R. (2020). Features of known and unknown words for first graders of different proficiency levels in winter and spring. *Education Sciences*, 10(12), 1–25.
<https://doi.org/10.3390/educsci10120389>
- Hillis, A. E., & Caramazza, A. (1995). Converging evidence for the interaction of semantic and sublexical phonological information in accessing lexical representations for spoken output. *Cognitive Neuropsychology*, 12(2), 187–227. <https://doi.org/10.1080/02643299508251996>
- Hirsh-Pasek, K., Zosh, J. M., Golinkoff, R. M., Gray, J. H., Robb, M. B., & Kaufman, J. (2015). Putting Education in “Educational” Apps: Lessons From the Science of Learning. *Psychological Science in the Public Interest, Supplement*, 16(1), 3–34. <https://doi.org/10.1177/1529100615569721>
- Hoover, W. A., & Gough, P. B. (1990). The simple view of reading. *Reading and Writing*, 2(2), 127–160.
- Huang, F. L., Tortorelli, L. S., & Invernizzi, M. A. (2014). An investigation of factors associated with letter-sound knowledge at kindergarten entry. *Early Childhood Research Quarterly*, 29(2), 182–192.
<https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2014.02.001>
- Humphreys, G. W., & Evett, L. J. (1985). Are there independent lexical and nonlexical routes in word processing? An evaluation of the dual-route theory of reading. In *THE BEHAVIORAL AND BRAIN SCIENCES* (Vol. 8).
- Jaichenco, V., & Wilson, M. (2013). El rol de la morfología en el proceso de aprendizaje de la lectura en Español. *Interdisciplinaria*, 30(1), 85–99.
<https://doi.org/10.16888/interd.2013.30.1.5>
- Jamshidifarsani, H., Garbaya, S., Lim, T., Blazevic, P., & Ritchie, J. M. (2019). Technology-based reading intervention programs for elementary grades: An analytical review. *Computers and Education*, 128, 427–451.
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.10.003>
- Joseph, H. S. S. L., Liversedge, S. P., Blythe, H. I., White, S. J., & Rayner, K. (2009). Word length and landing position effects during reading in children and adults. *Vision Research*, 49(16), 2078–2086.
<https://doi.org/10.1016/j.visres.2009.05.015>
- Just, M. A., & Carpenter, P. A. (1980). A Theory of Reading: From Eye Fixations to Comprehension. *Psychological Review VOLUME*, 87.
- Kendeou, P., Savage, R., & van den Broek, P. (2009). Revisiting the simple view of reading. *British Journal of Educational Psychology*, 79(2), 353–370.
<https://doi.org/10.1348/978185408X369020>

- Keuleers, E., & Brysbaert, M. (2010). Wuggy: A multilingual pseudoword generator. *Behavior Research Methods*, 42(3), 627–633.
<https://doi.org/10.3758/BRM.42.3.627>
- Kim, J., Gilbert, J., Yu, Q., & Gale, C. (2021a). Measures Matter: A Meta-Analysis of the Effects of Educational Apps on Preschool to Grade 3 Children's Literacy and Math Skills. *AERA Open*, 7.
<https://doi.org/10.1177/23328584211004183>
- Kim, J., Gilbert, J., Yu, Q., & Gale, C. (2021b). Measures Matter: A Meta-Analysis of the Effects of Educational Apps on Preschool to Grade 3 Children's Literacy and Math Skills. *AERA Open*, 7.
<https://doi.org/10.1177/23328584211004183>
- Korat, O., Atishkin, S., & Segal-Drori, O. (2021). Vocabulary enrichment using an E-book with and without kindergarten teacher's support among LSES children. *Early Child Development and Care*.
<https://doi.org/10.1080/03004430.2021.1885391>
- Kyle, F., Kujala, J., Richardson, U., Lyytinen, H., & Goswami, U. (2013). Assessing the effectiveness of two theoretically motivated computerassisted reading interventions in the United Kingdom: GG Rime and GG Phoneme. *Reading Research Quarterly*, 48(1), 61–76.
<https://doi.org/10.1002/rrq.038>
- Laje, F. J., & Gasel, A. (2019). Los procesos de incorporación de las TIC en escuelas secundarias de Rio Gallegos. Efectos, avances y problemas. *Informes Científicos Técnicos - UNPA*, 11(3), 108–170.
<https://doi.org/10.22305/ict-unpa.v11.n3.799>
- Langfus, J., Maiche, A., de León, D., Fitipalde, D., Mailhos, Á., & Halberda, J. (2019). The Effects of SES, Grade-Repeating, and IQ in a Game-Based Approximate Math Intervention. In *Cognitive Foundations for Improving Mathematical Learning* (Vol. 5, pp. 37–67). <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-815952-1.00002-5>
- Lee, S. A., Sovrano, V. A., & Spelke, E. S. (2012). Navigation as a source of geometric knowledge: Young children's use of length, angle, distance, and direction in a reorientation task. *Cognition*, 123(1), 144–161.
<https://doi.org/10.1016/j.cognition.2011.12.015>
- Liebig, J., Froehlich, E., Sylvester, T., Braun, M., Heekeren, H. R., Ziegler, J. C., & Jacobs, A. M. (2021). Neural processing of vision and language in kindergarten is associated with prereading skills and predicts future literacy. *Human Brain Mapping*, 42(11), 3517–3533.
<https://doi.org/10.1002/hbm.25449>
- Mayer, R. E., & Moreno, R. (2003). Nine Ways to Reduce Cognitive Load in Multimedia Learning. *Educational Psychologist*, 38(1), 43–52.
- McTigue, E. M., Solheim, O. J., Zimmer, W. K., & Uppstad, P. H. (2020). Critically Reviewing GraphoGame Across the World: Recommendations and Cautions for Research and Implementation of Computer-Assisted Instruction for Word-Reading Acquisition. *Reading Research Quarterly*, 55(1), 45–73. <https://doi.org/10.1002/rrq.256>
- Meijer, P. J. A. (1996). Suprasegmental Structures in Phonological Encoding: The C V Structure. In *JOURNAL OF MEMORY AND LANGUAGE* (Vol. 35).
- Menary, R. (2014). Neural Plasticity, Neuronal Recycling and Niche Construction. *Mind & Language*, 29(3), 286–303.

- Miranda, M. A., & Abusamra, V. (2013). Escritura y consistencia ortográfica: un estudio experimental. *V Congreso Internacional de Investigación y Practica Profesional En Psicología XX Jornadas de Investigación Noveno Encuentro de Investigadores En Psicología Del MERCOSUR. Facultad de Psicología - Universidad de Buenos Aires*.
<https://n2t.net/ark:/13683/edbf/nuG>
- Moon, C. M., Lagercrantz, H., & Kuhl, P. K. (2013). Language experienced in utero affects vowel perception after birth: A two-country study. *Acta Paediatrica, International Journal of Paediatrics*, 102(2), 156–160.
<https://doi.org/10.1111/apa.12098>
- 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(5), 665–681. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.40.5.665>
- Patel, P., Torppa, M., Aro, M., Richardson, U., & Lyytinen, H. (2022). Assessing the effectiveness of a game-based phonics intervention for first and second grade English language learners in India: A randomized controlled trial. *Journal of Computer Assisted Learning*, 38(1), 76–89.
<https://doi.org/10.1111/jcal.12592>
- Patterson, K. (1986). Lexical but Nonsemantic Spelling? *Cognitive Neuropsychology*, 3(3), 341–367.
<https://doi.org/10.1080/02643298608253363>
- Peláez, E., & Valcárcel, E. (2002). Modelos de doble-ruta en la lectura. *Revista Cubana de Psicología*, 201–204.
- Peramunage, D., Blumstein, S. E., Myers, E. B., Goldrick, M., & Baese-Berk, M. (2011). Phonological neighborhood effects in spoken word production: An fMRI study. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 23(3), 593–603.
<https://doi.org/10.1162/jocn.2010.21489>
- Perea, M., & Pollatsek, A. (1998). The Effects of Neighborhood Frequency in Reading and Lexical Decision. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 24(3), 767–779.
- Planton, S., Jucla, M., Démonet, J. F., & Soum-Favaro, C. (2019). Effects of orthographic consistency and word length on the dynamics of written production in adults: psycholinguistic and rTMS experiments. *Reading and Writing*, 32(1), 115–146. <https://doi.org/10.1007/s11145-017-9776-7>
- Potier Watkins, C., Caporal, J., Merville, C., Koulder, S., & Dehaene, S. (2020). Accelerating Reading Acquisition and Boosting Comprehension with a CognitiveScience Based Tablet Training. *Journal of Computers in Education*, 7(2), 183–212.
- Potier Watkins, C., Dehaene, O., & Dehaene, S. (2019). Automatic construction of a phonics curriculum for reading education using the transformer neural network. In *Artificial Intelligence in Education* (pp. 226–231).
https://doi.org/10.1007/978-3-030-23207-8_42
- Potier Watkins, C., & Dehaene, S. (2023). Can a Tablet Game That Boosts Kindergarten Phonics Advance 1st Grade Reading? *Journal of Experimental Education*. <https://doi.org/10.1080/00220973.2023.2173129>
- Raffle, H., Ballagas, R., Revelle, G., Horii, H., Follmer, S., Go, J., Reardon, E., Mori, K., Kaye, J., & Spasojevic, M. (2010). Family story play: Reading with young children (and Elmo) over a distance. *Conference on Human Factors*

- in Computing Systems - Proceedings*, 3, 1583–1592.
<https://doi.org/10.1145/1753326.1753563>
- Raney, G. E., & Rayner, K. (1990). Word Frequency Effects and Eye Movements During Two Readings of a Text. In *Canadian Journal of Experimental Psychology* (Vol. 49, Issue 2). Shebilske & Fisher.
- Rapp, B., & Dufor, O. (2011). The Neurotopography of Written Word Production: An fMRI Investigation of the Distribution of Sensitivity to Length and Frequency. *Journal of Cognitive Neurosciences*, 23(12), 4067–4081.
- Rayner, K. (1998). Eye Movements in Reading and Information Processing: 20 Years of Research. *Psychological Bulletin*, 124(3), 372–422.
- Real Academia Española. (2010). *Ortografía de la lengua española*. Espasa.
- Rios Tejada, C., Guerrero Peña, D. A., & Ortiz Valencia, P. A. (2017). Estado del arte de los juegos serios sobre plataforma móvil android para el aprendizaje del modelado de software. *Ingeniería Solidaria*, 13(23), 138–150. <https://doi.org/10.16925/in.v13i23.2069>
- Ronimus, M., Eklund, K., Westerholm, J., Ketonen, R., & Lyytinen, H. (2020). A mobile game as a support tool for children with severe difficulties in reading and spelling. *Journal of Computer Assisted Learning*, 36(6), 1011–1025. <https://doi.org/10.1111/jcal.12456>
- Rosas, R., Escobar, J. P., Ramírez, M. P., Meneses, A., & Guajardo, A. (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*, 40(1), 158–188. <https://doi.org/10.1080/02103702.2016.1263451>
- Rowland, D. C., Roudi, Y., Moser, M. B., & Moser, E. I. (2016). Ten Years of Grid Cells. *Annual Review of Neuroscience*, 39, 19–40. <https://doi.org/10.1146/annurev-neuro-070815-013824>
- 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(3), 1013–1028. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2011.01580.x>
- Sánchez Abchi, V., Borzone, A. M., & Diuk, B. (2007). La escritura de textos en niños pequeños: Relación entre la transcripción y la composición. *Universitas Psychologica*, 6(3), 559–569.
- Sánchez Abchi, V., Diuk, B., María Borzone, A., & Ferroni, M. (2009). El desarrollo de la escritura de palabras en español: Interacción entre el conocimiento fonológico y ortográfico. In *INTERDISCIPLINARIA* (Vol. 26).
- Sarris, M. (2020). Learning to read in a shallow orthography: the effect of letter knowledge acquisition. *International Journal of Early Years Education*, 0(0), 1–18. <https://doi.org/10.1080/09669760.2020.1814212>
- Shain, C., Kean, H., Lipkin, B., Affourtit, J., Siegelman, M., Mollica, F., Fedorenko, E., & authors, C. (2021). Main Manuscript for “Constituent length” effects in fMRI do not provide evidence for abstract syntactic processing. *BioRxiv*. <https://doi.org/10.1101/2021.11.12.467812>
- Sigmundsson, H., Haga, M., Ofteland, G. S., & Solstad, T. (2020). Breaking the reading code: Letter knowledge when children break the reading code the first year in school. *New Ideas in Psychology*, 57. <https://doi.org/10.1016/j.newideapsych.2019.100756>

- Stanovich, K. E. (1984). The interactive-compensatory model of reading: A confluence of developmental, experimental, and educational psychology. *Remedial and Special Education*, 5(3), 11–19. <https://doi.org/10.1177/074193258400500306>
- Stuart, M., Dixon, M., Masterson, J., & Gray, B. (2003). Children's early reading vocabulary: Description and word frequency lists. *British Journal of Educational Psychology*, 73(4), 585–598. <https://doi.org/10.1348/000709903322591253>
- Sunde, K., Furnes, B., & Lundetræ, K. (2020). Does Introducing the Letters Faster Boost the Development of Children's Letter Knowledge, Word Reading and Spelling in the First Year of School? *Scientific Studies of Reading*, 24(2), 141–158. <https://doi.org/10.1080/10888438.2019.1615491>
- Svensson Lundmark, M., Frid, J., Ambrazaitis, G., & Schötz, S. (2021). Word-initial consonant-vowel coordination in a lexical pitch-accent language. *Phonetica*, 78(5–6), 515–569. <https://doi.org/10.1515/phon-2021-2014>
- Tekmen Ferrel, E. A., & Daloglu, A. (2006). An Investigation of Incidental Vocabulary Acquisition in Relation to Learner Proficiency Level and Word Frequency. *Foreign Language Annals*, 39(2), 220–243.
- Trappenberg, T. (2010). *Fundamentals of Computational Neuroscience* (OUP Oxford).
- Treiman, R., Pennington, B. F., Shriberg, L. D., & Boada, R. (2008). Which children benefit from letter names in learning letter sounds? *Cognition*, 106(3), 1322–1338. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2007.06.006>
- Treiman, R., & Weatherston, S. (1992). Effects of Linguistic Structure on Children's Ability to Isolate Initial Consonants. In *Journal of Educational Psychology* (Vol. 84, Issue 2).
- Tunmer, W. E., & Hoover, W. A. (2019). The cognitive foundations of learning to read: a framework for preventing and remediating reading difficulties. In *Australian Journal of Learning Difficulties* (Vol. 24, Issue 1, pp. 75–93). Routledge. <https://doi.org/10.1080/19404158.2019.1614081>
- Valle-Lisboa, J., Cabana, Á., Eisinger, R., Mailhos, Á., Luzardo, M., Halberda, J., & Maiche, A. (2016). Cognitive abilities that mediate SES's effect on elementary mathematics learning: The Uruguayan tablet-based intervention. *PROSPECTS*, 46(2), 301–315. <https://doi.org/10.1007/s11125-017-9392-y>
- Van Galen, G. P. (1991). Handwriting: Issues for a psychomotor theory *. *Human Movement Science*, 10, 165.
- van Heuven, W. J. B., Mandera, P., Keuleers, E., & Brysbaert, M. (2014). SUBTLEX-UK: A new and improved word frequency database for British English. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 67(6), 1176–1190. <https://doi.org/10.1080/17470218.2013.850521>
- Wegenhart, T. A. (2015). Better Reading Through Science: Using Research-Based Models to Help Students Read Latin Better. *Journal of Classics Teaching*, 16(31), 8–13. <https://doi.org/10.1017/s2058631015000021>
- Zhang, S., Hudson, A., Ji, X. R., Joshi, R. M., Zamora, J., Gómez-Velázquez, F. R., & González-Garrido, A. A. (2021). Spelling Acquisition in Spanish: Using Error Analyses to Examine Individual Differences in Phonological and Orthographic Processing. *Scientific Studies of Reading*, 25(1), 64–83. <https://doi.org/10.1080/10888438.2020.1754834>

- Zidán, E. (2010). El plan CEIBAL en la educación pública uruguaya: estudio de la relación entre la tecnología, equidad social y cambio educativo desde la perspectiva de los educadores. *Actualidades Investigativas En Educación*, 10(2), 1–25. <http://revista.inie.ucr.ac.cr>
- Ziegler, J. C. (1996). Statistical analysis of the bidirectional inconsistency of spelling and sound in French. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*, 28(4), 504–515.
- Ziegler, J. C., Perry, C., Jacobs, A. M., & Braun, M. (2001). Identical words are read differently in different languages. *Psychological Science*, 12(5), 379–384. <https://doi.org/10.1111/1467-9280.00370>
- Zoccolotti, P., de Luca, M., di Filippo, G., Judica, A., & Martelli, M. (2009). Reading development in an orthographically regular language: Effects of length, frequency, lexicality and global processing ability. *Reading and Writing*, 22(9), 1053–1079. <https://doi.org/10.1007/s11145-008-9144-8>
- Zugarramurdi, C., Fernández, L., Lallier, M., Carreiras, M., & Valle-Lisboa, J. (2022). Lexiland: A Tablet-based Universal Screener for Reading Difficulties in the School Context. *Journal of Educational Computing Research*. <https://doi.org/10.1177/07356331221074300>
- Zugarramurdi, Camila., Fernández, Lucía., Lallier, Marie., Valle-Lisboa, Juan., & Carreiras, Manuel. (2022). Mind the Orthography: Revisiting the Contribution of Prereading Phonological Awareness to Reading Acquisition. *Developmental Psychology*. <https://doi.org/10.1037/dev0001341.supp>

Apéndice

Tablas de resultados de pruebas T

Resultados pruebas T Student de las diferencias entre grupo control y experimental					
Tarea	t	df	p	95% Intervalo de confianza	
				Inferior	Superior
Letras	-0.517	179.28	0.605	-0.07376374	0.04310855
Lectura	-0.314	189.47	0.754	-0.12083248	0.08765675
Escritura	-0.325	186.64	0.746	-0.07872073	0.05647413

Tabla 3. Resultados obtenidos de las medidas de evaluación de Letras, Lectura y Escritura en la comparación de las diferencias entre grupos a lo largo del tiempo.

Resultados de Pruebas T Student para cada evaluación del grupos control y experimental						
Tarea	Grupos	t	df	p	95% Intervalo de confianza	
					Inferior	Superior
Letras	C	1.662	104.96	0.099	-0.04768467	0.13494768
Letras	E	0.950	84.661	0.345	-0.01204828	0.13715747
Lectura	C	1.307	103.32	0.194	-0.04981491	0.24269240
Lectura	E	1.165	83.984	0.247	-0.0626099	0.2398913
Escritura	C	1.264	103.69	0.209	-0.03431334	0.15506806
Escritura	E	1.426	84.902	0.157	-0.02702129	0.16438916

Tabla 4. Resultados obtenidos de las medidas de evaluación de Letras, Lectura y Escritura en la comparación de las diferencias en el tiempo dentro del mismo grupo.

Presentación de los modelos de regresión lineal en donde no se encontraron interacciones significativas:

Modelos de lectura

Coefficientes del modelo de regresión lineal con interacción entre G2P y Log FRQ para los tiempos Pre y Post.

Variables	<i>PRE</i>			<i>POS</i>		
	<i>B</i>	<i>DE</i>	<i>p</i>	<i>B</i>	<i>SD</i>	<i>p</i>
Num Letters	−0.008	0.029	0.795	−0.004	0.024	0.861
Log Frq	−0.049	0.082	0.557	−0.060	0.069	0.393
G2P	−0.341	0.164	0.056	−0.348*	0.138	0.024
Orth Str	−0.084	0.076	0.285	−0.123	0.063	0.073
G2P:Log Frq	0.123	0.101	0.240	0.146	0.084	0.105
Constante	0.709**	0.129	7.77e-5	0.763**	0.108	5.76e-6

Observaciones	20	20
R ²	0.576	0.629
R ² ajustado	0.425	0.497
Error Std. residual (df = 14)	0.113	0.095
Estadístico F (df = 5; 14)	3.806*	4.755**
p-valor	0.02188**	0.009508**

Nota:

p<0.05**; *p<0.01**

Coefficientes del modelo de regresión lineal con interacción entre G2P y Orth Str para los tiempos Pre y Post.

Variables	<i>PRE</i>			<i>POS</i>		
	<i>B</i>	<i>DE</i>	<i>p</i>	<i>B</i>	<i>SD</i>	<i>p</i>
Num Letters	−0.021	0.023	0.361	−0.017	0.021	0.429
Log Frq	0.033	0.032	0.319	0.044	0.030	0.319
G2P	−0.237*	0.076	0.007	−0.166*	0.071	0.034
Orth Str	−0.154	0.098	0.138	−0.121	0.092	0.208
G2P:Orth Str	0.172	0.109	0.135	0.085	0.101	0.417
Constante	0.683**	0.118	4.54e-5	0.708**	0.109	1.48e-5
Observaciones	20			20		
R ²	0.602			0.571		
R ² ajustado	0.460			0.418		
Error Std. residual (df = 14)	0.110			0.102		
Estadístico F (df = 5; 14)	4.237*			3.733*		
p-valor	0.01483*			0.02342*		

Nota:

* $p < 0.05$; ** $p < 0.01$

Modelos de escritura

Coefficientes del modelo de regresión lineal con interacción entre G2P y Log FRQ para los tiempos Pre y Post.

Variables	<i>PRE</i>			<i>POS</i>		
	<i>B</i>	<i>SD</i>	<i>p</i>	<i>B</i>	<i>SD</i>	<i>p</i>
Num Phon	−0.065**	0.021	0.008	−0.055**	0.021	0.020
Log Frq	−0.015	0.042	0.723	−0.020	0.043	0.653
P2G	−0.401**	0.095	.0008	−0.517**	0.096	9.36e-5
Orth Str	−0.148*	0.050	0.010	−0.169**	0.050	0.004
P2G:Log Frq	−0.014	0.060	0.816	0.039	0.060	0.528
Constante	0.888**	0.098	3.18e-7	0.942**	0.099	1.71e-7
Observaciones	20			20		
R ²	0.888			0.902		
R ² ajustado	0.848			0.867		
Error std residual (df = 14)	0.093			0.094		
Estadístico F (df = 5; 14)	22.195**			25.849**		
p-valor	3.376e-06**			1.326e-06**		

Nota:

* **p<0.05**; ** **p<0.01**

Coefficientes del modelo de regresión lineal con interacción entre Orth Str y Log FRQ para los tiempos Pre y Post.

Variables	<i>PRE</i>			<i>POS</i>		
	<i>B</i>	<i>SD</i>	<i>p</i>	<i>B</i>	<i>SD</i>	<i>p</i>
Num Phon	−0.071**	0.023	0.009	−0.056*	0.024	0.035
Log Frq	−0.042	0.042	0.337	0.013	0.043	0.766
P2G	−0.416**	0.045	2.44e-7	−0.465**	0.046	8.81e-8
Orth Str	−0.191*	0.088	0.049	−0.140	0.091	0.146
Orth Str: Log Frq	0.037	0.066	0.579	−0.023	0.068	0.744
Constante	0.946**	0.139	8.56e-6	0.902**	0.143	1.95e-5
Observaciones	20			20		
R ²	0.890			0.900		
R ² ajustado	0.851			0.864		
Error Std. residual (df = 14)	0.093			0.095		
Estadístico F (df = 5; 14)	22.671**			25.240**		
p-valor	2.968e-06**			1.537e-06**		

Nota:

* **p<0.05**; ** **p<0.01**

Coefficientes del modelo de regresión lineal con interacción entre Orth Str y Num Phon para los tiempos Pre y Post.

Variables	<i>PRE</i>			<i>POS</i>		
	<i>B</i>	<i>SD</i>	<i>p</i>	<i>B</i>	<i>SD</i>	<i>p</i>
Num Phon	−0.049	0.036	0.193	−0.047	0.036	0.221
Log Frq	−0.013	0.034	0.699	0.012	0.034	0.731
P2G	−0.436**	0.055	1.39e-6	−0.477**	0.056	6.09e-7
Orth Str	−0.026	0.271	0.926	−0.037	0.277	0.896
OrthStr:Num Phon	−0.027	0.057	0.649	−0.028	0.058	0.643
Constante	0.825**	0.170	.0002	0.869**	0.174	.0001
Observaciones	20			20		
R ²	0.889			0.901		
R ² ajustado	0.850			0.866		
Error Std. residual (df = 14)	0.093			0.095		
Estadístico F (df = 5; 14)	22.479**			25.463**		
p-valor	3.126e-06**			1.456e-06**		

Nota: ***p<0.05**; ****p<0.01**

Coefficientes del modelo de regresión lineal con interacción entre Num Phon y Log Frq para los tiempos Pre y Post.

Variables	<i>PRE</i>			<i>POS</i>		
	<i>B</i>	<i>SD</i>	<i>p</i>	<i>B</i>	<i>SD</i>	<i>p</i>
Num Phon	−0.092	0.043	0.051	−0.060	0.045	0.206
Log Frq	−0.112	0.121	0.371	0.006	0.126	0.960
P2G	−0.408**	0.047	5.4e-7	−0.463**	0.049	1.93e-7
Orth Str	−0.163**	0.052	.0001	−0.165**	0.055	0.009
Num Phon:Log Frq	0.019	0.026	0.465	−0.001	0.027	0.972
Constante	1.026**	0.206	.0001	0.929**	0.214	.0006
Observaciones	20			20		
R ²	0.892			0.899		
R ² ajustado	0.853			0.863		
Error Std. residual (df = 14)	0.092			0.096		
Estadístico F (df = 5; 14)	23.098**			25.022**		
p-valor	2.649e-6**			1.621e-6**		

Nota:

p<0.05**; *p<0.01**