



## Fortalecimiento Lingüístico Fonológico Perceptivo a Niños con TDAH Mediante el Uso de Realidad Aumentada (RA)

### Strengthening Phonological and Perceptual Linguistic Skills in Children with ADHD Through the Use of Augmented Reality (AR)

Kevin Alexander López Díaz | [iD](#) Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Latacunga (Ecuador)  
Tomás Sebastian Mayorga Carrera | [iD](#) Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Latacunga (Ecuador)  
Milton Patricio Navas Moya | [iD](#) Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Latacunga (Ecuador)  
Lucas Rogerio Garcés Guayta | [iD](#) Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Latacunga (Ecuador)

#### ARTICLE HISTORY

Received: 17/02/2023  
Accepted: 02/05/2023

#### PALABRAS CLAVE

Realidad aumentada, lingüístico, TDAH, fortalecimiento, fonológico, perceptivo.

#### RESUMEN

En este artículo se presenta un estudio sobre el fortalecimiento lingüístico fonológico perceptivo en niños con trastorno por déficit de atención e hiperactividad (TDAH) mediante el uso de realidad aumentada (RA), por lo que se busca evaluar la efectividad de la RA en el desarrollo de habilidades lingüísticas y de atención en estos niños. Los resultados indican que la RA puede ser una herramienta efectiva para mejorar la capacidad de los niños con TDAH para procesar información lingüística y mejorar su capacidad de atención. Además, se encontró que la RA es una forma motivadora y atractiva para los niños, lo que contribuye a un aprendizaje más efectivo y duradero. En general, este estudio sugiere que la RA es una herramienta valiosa para el fortalecimiento académico en niños con TDAH.

#### KEY WORDS

Augmented reality, linguistic, ADHD, strengthening, phonological, perceptual.

#### ABSTRACT

This article presents a study on the linguistic-phonological-perceptual strengthening in children with Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD) through the use of augmented reality (AR), in order to evaluate the effectiveness of AR in the development of linguistic and attention skills in these children. The results indicate that AR can be an effective tool to improve the ability of children with ADHD to process linguistic information and improve their attention span. In addition, AR was found to be a motivating and engaging way for children, which contributes to more effective and long-lasting learning. Overall, this study suggests that AR is a valuable tool for academic reinforcement in children with ADHD.

## I. INTRODUCCIÓN

La realidad aumentada (RA) es una tecnología que ha revolucionado diversos sectores, desde la educación hasta el entretenimiento, al permitir la superposición de elementos virtuales sobre el mundo real. Según Bimber y Raskar, «la realidad aumentada combina lo mejor de los mundos real y virtual, permitiendo a los usuarios interactuar con el entorno físico de una manera más rica y satisfactoria» [1]. En este sentido, la realidad aumenta-

da se ha convertido en un recurso cada vez más popular para empresas y desarrolladores que buscan innovar en la creación de experiencias inmersivas y atractivas para los usuarios.

Una de las aplicaciones más extendidas de la realidad aumentada se encuentra en el campo del entretenimiento, especialmente en los videojuegos. Según un informe de *MarketsandMarkets*, se espera que el mercado de los

videojuegos de realidad aumentada alcance los 151.000 millones de dólares en 2024 [2], [3]. Esto se debe en gran medida a la capacidad de la realidad aumentada para crear experiencias de juego más realistas y cercanas, en las que los usuarios pueden interactuar con personajes y objetos virtuales de una manera más natural y fluida.

Por su parte, la RA también ha mostrado ser una herramienta efectiva en el ámbito de la educación. Según un estudio publicado en el *Journal of Educational Technology & Society*, el uso de la realidad aumentada en el aula puede mejorar el aprendizaje y la motivación de los estudiantes [4]. Esto se debe a que la realidad aumentada permite a los alumnos interactuar con los contenidos educativos de una manera más atractiva y dinámica, lo que puede ayudar a retener mejor la información y aumentar la motivación para el aprendizaje.

En [5], se evaluó el impacto de la RA en la enseñanza de la física en la educación secundaria. Los resultados del estudio indicaron que la RA fue una herramienta efectiva para mejorar la comprensión de conceptos abstractos y aumentar la motivación y el interés de los estudiantes por la materia, señalando que «la RA es una tecnología prometedora para el aprendizaje de la física, ya que permite una experiencia de aprendizaje más interactiva y visualmente atractiva».

Mientras tanto, según [6] evalúa el uso de la RA en la educación superior, específicamente en el aprendizaje de la anatomía, los estudiantes que utilizaron la tecnología de RA tuvieron un mejor desempeño en los exámenes y un mayor nivel de satisfacción con el curso, en comparación con los estudiantes que utilizaron métodos tradicionales de enseñanza. Demostrando así que «la RA es una herramienta educativa prometedora en el aprendizaje de la anatomía, ya que permite una visualización tridimensional del cuerpo humano y una mayor interacción con los materiales educativos». De igual forma, Wang buscó determinar la efectividad de la RA en la educación de la anatomía humana en estudiantes de enfermería, demostrando que la RA mejoró la comprensión de los estudiantes de la anatomía humana y aumentó su motivación y compromiso en el aprendizaje [7].

Además de mejorar la comprensión de los conceptos, la tecnología de RA también puede mejorar la experiencia de aprendizaje en general [8]. realizaron un estudio sobre el impacto de la RA en la motivación y el interés de los estudiantes en la historia. Los estudiantes que utilizaron la tecnología de RA tuvieron un mayor nivel de motivación y compromiso con la materia, mientras que los estudiantes que utilizaron métodos tradicionales de enseñanza no obtuvieron los mismos resultados. Cabe mencionar que «la RA puede mejorar la experiencia de aprendizaje de

los estudiantes al proporcionar una experiencia interactiva y atractiva».

La tecnología de RA también puede ser utilizada en el aprendizaje de habilidades prácticas. Según [9], la RA ha sido efectiva para mejorar la comprensión de los conceptos de diseño y las habilidades prácticas de los estudiantes de educación superior. La RA ha llegado a ser un cimiento esencial dedicada al área de la educación, sobre todo para los investigadores, educadores y desarrolladores de tecnología de esta área, quienes han demostrado gran interés en su continua implementación. Los distintos trabajos han demostrado que la RA puede mejorar el aprendizaje de los estudiantes, especialmente en términos de retención de información, motivación y compromiso.

La RA puede ser utilizada en varias ramas, desde el entretenimiento hasta la educativa y laboral, es así que puede llegar a ser un pilar fundamental en la educación de los niños con trastorno por déficit de atención e hiperactividad (TDAH). Por esta razón [10], examinó los efectos de la RA en la atención y el rendimiento académico de los estudiantes con TDAH.

El TDAH es un trastorno neurobiológico que se caracteriza por una falta de atención e hiperactividad, y que afecta aproximadamente al 5-10% de los niños en todo el mundo [11]. La literatura ha demostrado que los niños con TDAH tienen dificultades en el rendimiento escolar y en las relaciones sociales debido a sus dificultades para mantener la atención y controlar su comportamiento [12]. Por lo tanto, es crucial desarrollar estrategias efectivas para mejorar las habilidades lingüísticas y de atención en estos niños [13].

A lo largo de los años, se ha investigado intensamente el TDAH y se ha desarrollado una comprensión más profunda de sus causas y síntomas, pues es un trastorno neurobiológico que se produce por una combinación de factores genéticos y ambientales. Debido a esto, nuevas áreas se han dado cuenta de la importancia de utilizar tecnologías innovadoras para mejorar la educación y el aprendizaje de los niños con TDAH. La RA es una de estas tecnologías que brinda la oportunidad de interactuar con el entorno a través de un dispositivo electrónico para crear una experiencia enriquecedora y pedagógica.

El uso de la RA ha sido objeto de numerosos estudios en los últimos años. En [14] se encontró que el uso de la RA mejoró significativamente las habilidades de atención y de comprensión lingüística en niños con TDAH [15]. De manera similar, un estudio de 2018 publicado en la revista *Educación XXI* descubrió que el uso de la RA mejoró la atención y el rendimiento escolar en niños con TDAH. El TDAH es un trastorno complejo que requiere un enfoque multidisciplinario, ya que el uso de la RA debe ser

solo una parte de un programa más amplio que incluya intervenciones psicológicas, farmacológicas y educativas. En consecuencia, es importante considerar las necesidades individuales de cada niño y adaptar la intervención.

Dado que la implementación de la RA en el fortalecimiento lingüístico fonológico perceptivo en niños con TDAH no solo es un desafío técnico, sino también pedagógico. Es necesario considerar cómo integrar la RA en el programa de fortalecimiento de manera efectiva, y adaptar los materiales de RA para satisfacer las necesidades individuales de los niños para tener un impacto positivo en otras áreas, como la motivación y la autoestima de los niños con TDAH.

En general, los estudios sugieren que la RA puede ser una herramienta valiosa para mejorar las habilidades lingüísticas y de atención en los niños con TDAH. Asimismo, ayudará a mejorar su rendimiento escolar, su motivación y, en general, su calidad de vida. Por lo tanto, es importante explorar más a fondo el potencial de la RA como una estrategia para el fortalecimiento lingüístico fonológico y perceptivo en estos niños.

Es por ello, por lo que el enfoque fundamental de este artículo busca demostrar mediante un aplicativo móvil, denominado «FonoPlus», la efectividad de la RA en el desarrollo de habilidades lingüísticas y de atención en niños con TDAH. Dicho aplicativo móvil será desarrollado en *Unity*, *Blender* y *Vuforia*, por portabilidad y facilidad de manejo. Este sistema podrá ser desplegado en cualquier entorno, ya que contará con diversas escenas que brindarán un espacio donde la interacción con la RA y el enfoque práctico, obtención de datos, se unificarán. Posteriormente, se podrá realizar un análisis de memoria y concentración, los mismos que se evaluarán en base a los requerimientos pedagógicos del especialista. A través de la recopilación de datos se podrá establecer el nivel de fortalecimiento con los niños con TDAH.

## 2. MÉTODO

La metodología que se aplicó para el desarrollo del sistema se basa en la metodología de ingeniería de software educativos (MeISE), la cual consta de un ciclo de vida que se divide en dos etapas. La primera etapa está relacionada con la definición de requisitos o toma de requisitos, donde se genera un prediseño del mismo, el cual cumplirá con las características establecidas en los requisitos, tanto pedagógicos como del sistema, creando así la base, elemento fundamental para continuar con el desarrollo de la misma [16].

La siguiente etapa se fundamenta en el diseño computacional, que consiste en la fase de desarrollo, implementando la arquitectura en forma incremental, para posteriormente pasar al despliegue del sistema, en la que se realiza varias iteraciones sobre la misma etapa para poder

desplegar una versión ejecutable, donde finaliza el proceso cuando entra a la fase de evaluación con los involucrados. En este caso se procedió con base en las indicaciones del especialista que brindó el acompañamiento [16].

### 2.1. IMPLEMENTACIÓN

Para el desarrollo del sistema «FonoPlus», se utilizó *Unity*, para el desarrollo de un aplicativo móvil, y la herramienta *Vuforia* para la implementación de RA. A la par, para el desarrollo de los modelos en 3D, se empleó *Blender* una herramienta orientada al desarrollo de la misma, plasmando cada una de estas tecnologías en el modelo MeISE.

#### 2.1.1. Registro

La primera pantalla del sistema «FonoPlus» se mantiene en el límite de llamativo y sencillo, para no distraer al usuario, mantener su atención y generar una interacción más amena. Se debe registrar el nombre y la edad del usuario, pues serán los datos preliminares que se utilizarán al realizar el análisis de resultados (ver Figura 1).

#### 2.1.2. Inicio

Una vez finalizado el proceso de registro en el sistema, se desplegará la pantalla referente a la figura 2, la cual nos permitirá visualizar dos ventanas pequeñas que nos darán la opción de poder seleccionar la familia de fonemas que se desea fortalecer (ver figura 3), o seleccionar la segunda ventana para poder ver los resultados de los test (ver Figura 2).

#### 2.1.3. Familia de fonemas

En esta pantalla se contemplarán varias familias de fonemas dentro de ventanas pequeñas, las cuales se pueden seleccionar para poder fortalecer de manera fonológica, la misma que al seleccionarse presentará todas las conjugaciones con cada una de las vocales para poder visualizar mediante la cámara en RA (ver Figura 3).

#### 2.1.4. Realidad aumentada

Para el apartado de RA se diseñaron cada una de las vocales y consonantes en la herramienta *Blender*, para posteriormente con *Vuforia*, implementar dentro de *Unity* y que se maneje en un entorno unificado (ver Figura 4).

Una vez seleccionada una familia de fonemas, el sistema «FonoPlus», hará uso de la cámara para poder desplegar dentro de la pantalla la interacción de RA, la misma que une el mundo real con un entorno virtual, proporcionando a los niños una interacción más dinámica. De esta forma, se captará su atención a la hora de aprender. A la

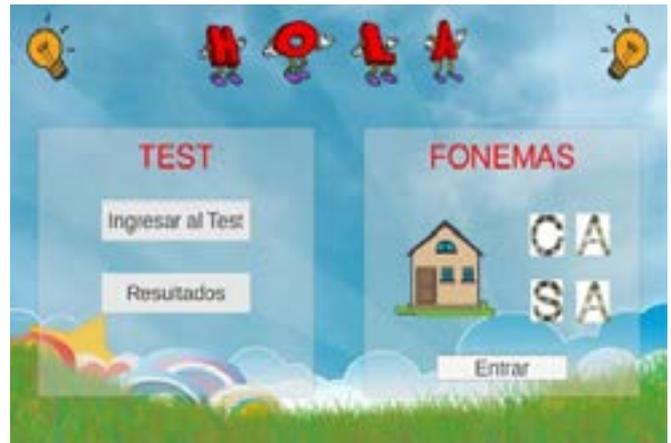
**Figura 1.**

*Pantalla de registro del sistema «FonoPlus»*



**Figura 2.**

*Pantalla de inicio del sistema «FonoPlus»*



**Figura 3.**

*Pantalla que permite seleccionar la familia de fonemas del sistema «FonoPlus»*



**Figura 4.**

*Pantalla para visualizar la RA, de los fonemas seleccionados del sistema «FonoPlus»*



par, se podrá visualizar dos botones, el primero permitirá repetir la interacción con los fonemas, y el segundo botón dará paso a la interacción con los test, en el caso de estar listo para poder ver su resultado en base a lo aprendido, con la interacción mediante RA.

### 2.1.5. Test de memoria y concentración

La ejecución del test de memoria y concentración será llevada a cabo en base a los modelos generados en RA, donde se cargarán preguntas en torno a la interacción, brindando preguntas con base en el color, forma y, sobre todo, el reconocimiento del fonema que se presentó.

Cada test tendrá un puntaje para así realizar la evaluación respectiva (ver Figura 5).

### 2.1.6. Puntajes

Para finalizar la interacción, en esta pantalla se mostrará el resultado después de cada test, la cual, considerando determinados rangos, será representada a través de una calificación. De esta forma, cada niño podrá ver su avance y su nivel de retención unificado a cada familia de fonemas, los mismos que se podrán ver de manera detallada en la pantalla de puntajes (ver Figura 6).

**Figura 5.**

Pantalla para realizar el test de memoria del sistema «FonoPlus»



### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el presente trabajo, tal y como se describió en la introducción, se ha demostrado de manera argumentativa que el uso de la RA como apoyo en el área de la educación, tiene muy buena aceptación y apoyo por parte de la comunidad académica. Por lo cual, enfocándonos en un análisis de recopilación de datos por parte del sistema «FonoPlus», se estableció un modelo cuantitativo, del cual se separa en una captación de datos de aprendizaje, con metodologías tradicionales impartidas en el aula de clases, y la aceptación de la información del niño con el sistema «FonoPlus». De esta forma se puede realizar un cuadro comparativo que evidenciará, a través de datos, la efectividad de «FonoPlus» sobre el fortalecimiento lingüístico fonológico perceptivo de los implicados.

Para la recopilación de datos se tomó una muestra de 8 niños con TDAH, con un rango de edad de 5-7 años, ya que para la evaluación de los resultados con una metodología tradicional se contemplaron intervalos, en base al modelo de calificación actual por puntos (0-2 = No domina, 3-5 = Regular, 6-8 = Bueno, 9-10 = Domina), mientras que para la evaluación mediante el sistema «FonoPlus», se determinará en base al número de respuestas correctas delimitando en un intervalo (0= No domina, 1-2 = Regular, 3-4 = Bueno, 5 = Domina), teniendo como resultado un antecedente de resultados, lo cual nos ayuda a tener una evidencia contundente del fortalecimiento brindado a través del sistema.

En la tabla 1, se muestra el desglose de los resultados obtenidos, mediante el uso de una metodología tradicional; basándonos en los resultados se puede contemplar que el valor máximo porcentual de cada niño no supera al 60%, demostrando que el nivel de interés y aprendizaje, con la metodología tradicional es deficiente dado que no se contempla una concentración neta del niño, a la par se puede entender que existe cierta dificultad dependiendo

**Figura 6.**

Pantalla para visualizar los resultados obtenidos en el sistema «FonoPlus»



la familia de fonemas, ya que los resultados porcentuales varían (ver Tabla 1).

En la tabla 2 se reflejan los resultados obtenidos después de aplicar el fortalecimiento fonológico a través del sistema «FonoPlus», demostrando que, en comparación a los datos de la tabla 1, existe un incremento porcentual en los resultados, dado que, desde el primer test realizado a los niños, se ve un crecimiento del 17%. De igual manera, se puede contemplar que, al realizar un mayor número de interacciones con el sistema, los resultados van en aumento pasando de un 68,75% a un 75%, en los mismos 5 test realizados con la metodología tradicional (ver Tabla 2).

La figura 7 demuestra el cambio a nivel académico porcentual de cada niño, donde se refleja un promedio del 21% de fortalecimiento sobre las metodologías tradicionales con el sistema «FonoPlus», teniendo en cuenta que la primera interacción dentro del sistema no refleja un crecimiento significativo, a medida que se utiliza con más frecuencia, se proyecta que el fortalecimiento vaya en aumento, lo cual permite a nuevos proyectos incursionar en la RA como una herramienta de apoyo académico (ver Figura 7).

Cabe recalcar que la RA, como se mencionó anteriormente, tiene múltiples enfoques en donde se demuestra que, aplicado al área académica, se convierte en un pilar fundamental y bien estructurado, dado que se puede redireccionar a distintas áreas. Proporcional a ello, en estos casos en donde se está tratando con niños con TDAH, es importante tener un control directo con el psicopedagogo, ya que la orientación y la atención que se brinde dentro del sistema, se basa en cada caso en particular, ya que cada caso de TDAH, tiene sus propios diagnósticos.

**Tabla 1.***Resultados por medio de metodologías tradicionales*

Niño	Familia de fonemas (puntos)					Total/50	Total %
	M	F	N	L	P		
1	5	3	4	5	7	24	48%
2	6	5	4	6	6	27	54%
3	7	5	5	3	5	25	50%
4	5	6	5	4	6	26	52%
5	4	3	6	4	7	24	48%
6	6	2	7	6	7	28	56%
7	3	7	8	5	6	29	58%
8	5	2	4	4	5	20	40%
Total/80	41	33	43	37	49		
Total %	51,25%	41,25%	53,75%	46,25%	61,25%		

**Tabla 2.***Resultados por medio del sistema «FonoPlus»*

Niño	Familia de fonemas (puntos)					Total/50	Total %
	M	F	N	L	P		
1	7	6	6	6	8	33	66%
2	8	7	7	8	6	36	72%
3	7	8	7	6	9	37	74%
4	6	8	5	9	7	35	70%
5	7	7	7	7	8	36	72%
6	7	6	8	8	6	35	70%
7	5	8	9	8	8	38	76%
8	8	6	8	7	8	37	74%
Total/80	55	56	57	59	60	287	574%
Total %	68,75%	70%	71,25%	73,75%	75%		

**Figura 7.***Gráfica comparativa de resultados porcentuales*

#### 4. CONCLUSIONES

La RA tiene el potencial de motivar a los niños con TDAH y aumentar su autoestima al hacer que el aprendizaje sea más interactivo y atractivo. Además, la RA es una tecnología accesible y de fácil uso, lo que la hace atractiva para los profesionales de la salud y los educadores.

Los resultados obtenidos en estudios previos sugieren que el uso de la RA en el fortalecimiento lingüístico fonológico perceptivo en niños con TDAH puede tener un impacto positivo en su desarrollo lingüístico y cognitivo. Estos resultados respaldan la hipótesis de que el uso de la RA puede ser una herramienta efectiva para apoyar a los niños con TDAH en su aprendizaje y en el desarrollo de habilidades lingüísticas.

A pesar de los resultados positivos, es importante tener en cuenta que se necesitan más investigaciones para determinar la efectividad a largo plazo de la RA en casos con TDAH, además de garantizar que los profesionales de la salud y los educadores tengan las habilidades necesarias para implementar esta estrategia de manera efectiva, ya que en estudios relacionados a la RA en la educación se enfocan en áreas numéricas, mas no se ha incursionado de manera directa en el área de lengua y literatura.

#### 5. REFERENCIAS

- [1] Bimber, O. and Raskar, R., *Spatial augmented reality: merging real and virtual worlds*, CRC Press, 2013.
- [2] MarketsandMarkets. *Augmented reality and virtual reality market by offering device type, application, and geography - Global forecast to 2024*, 2019. Recuperado de <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/augmented-reality-virtual-reality-market-1185.html>
- [3] AR Insider, AR Advertising spend projected to hit \$2.6 billion by 2022, 2019. Recuperado de <https://arinsider.co/2019/05/07/ar>
- [4] Dunleavy, M., Dede, C., and Mitchell, R., «Affordances and limitations of immersive participatory augmented reality simulations for teaching and learning», *Journal of Educational Technology & Society*, vol. 1, n.º 2, pp. 63-73, 2009.
- [5] Pajares, G., López, J. A., and Ruiz, I., «The impact of augmented reality technology on the teaching of physics in secondary education», *International Journal of Engineering Education*, vol. 34, n.º 4, pp. 1205-1211, 2018.
- [6] García-Valcárcel Muñoz-Repiso, A., «The use of augmented reality in higher education: a study of the anatomy learning experience», *Telematics and Informatics*, n.º 36, pp. 63-71, 2019.
- [7] Wang, X., Yu, C., Wu, J., Chen, W., and Zhao, W., «The effectiveness of augmented reality in anatomy education: a systematic review and meta-analysis», *Advances in Anatomy, Embryology, and Cell Biology*, n.º 238, pp. 85-96, 2018.
- [8] Barba-López, C., Torrecilla-Sánchez, E. M., and Peral-Peral, B., «Augmented reality in history: an innovative approach to teaching and learning», *Education and Information Technologies*, vol. 24, n.º 5, pp. 2795-2809, 2019.
- [9] Vizcarro, C., Rosales, J., Ayuga, F., and Andueza, J., «Augmented reality in design education: a case study of industrial design courses», *Journal of Engineering Education*, vol. 109, n.º 1, pp. 108-120, 2020.
- [10] Fuentes-Ferrer, M. E., Gómez-López, M., and Sánchez-Ortiz, A., «Effectiveness of an augmented reality system in attention and academic performance of children with ADHD», *PloS One*, vol. 12, n.º 5, p. e0176970, 2017.
- [11] Fuentes-Ferrer, M. E., Gómez-López, M., and Sánchez-Ortiz, A., «An augmented reality system to improve academic performance and motivation of children with intellectual disability», *Journal of Educational Technology & Society*, vol. 21, n.º 4, pp. 116-128, 2018.
- [12] DuPaul, G. J. and Stoner, G., *ADHD in the schools: assessment and intervention strategies*, 2nd ed., New York: Guilford Press, 2003.
- [13] Anderson, V., Northam, E., and Howells-Smith, H. *Interventions for attention deficit hyperactivity disorder (ADHD)*. Cochrane Database of Systematic Reviews, 4, 2007.
- [14] «The effect of augmented reality on attention and linguistic comprehension in children with ADHD: a pilot study», *Journal of Attention Disorders*.
- [15] González-González, C. S., Guerrero, J. M., Contreras, D. y Pino, M. J., «Impacto de la realidad aumentada en la atención y el rendimiento escolar de estudiantes con TDAH», *Educación XXI*, vol. 21, n.º 1, pp. 329-349, 2018.
- [16] Peñafiel, L. O., *Tutor inteligente en android para la enseñanza de la interpretación musical en zampona para niños de 8 a 12 años* (pp. 18-23), tesis de licenciatura, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia, 2018.