

Informe final publicable de proyecto

Aprendiendo Matemática a través de la interacción con pares y máquinas inteligentes

Código de proyecto ANII: FSED_2_2019_1_156716

28/04/2023

MAICHE MARINI, Alejandro (Responsable Técnico - Científico)

KOLESZAR SAROTTO, Victor Alexis (Investigador)

LÓPEZ GUZMÁN, Francisco Martín (Investigador)

PUYOL FERRAIR, Lucía (Investigador)

SPELKE, Elizabeth (Co-Responsable Técnico-Científico)

VALLE LISBOA ASURABARRENA, Juan Carlos (Investigador)

CERVIERI LORES, Ignacio (Investigador)

CÔRTES ANDRADE, Nara (Investigador)

DE LEÓN PIÑEIRO, Dinorah (Investigador)

DÍAZ SIMÓN, Nadir (Investigador)

FERREIRA DE CARVALHO, Chrissie (Investigador)

FITIPALDE, Dahiana (Investigador)

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA. ESPACIO INTERDISCIPLINARIO (Institución Proponente) \\
LABORATORY OF DEVELOPMENTAL STUDIES, HARVARD UNIVERSITY (Institución Proponente) \\
DEPARTAMENTO DE PSICOLOGIA, UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA \\
UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA. ESPACIO INTERDISCIPLINARIO

Resumen del proyecto

Muchos niños en el mundo presentan problemas en el aprendizaje de la matemática, especialmente aquellos que viven en contextos de vulnerabilidad social. La brecha socioeconómica en el aprendizaje de la matemática surge desde muy temprano y se prolonga a lo largo de la vida. Los factores claves que explican esta brecha son las diferencias en el acceso a las actividades y las interacciones sociales que estimulan la comprensión intuitiva del número y la geometría, así como la motivación para aprender matemáticas.

Varias iniciativas han logrado reducir la brecha en el acceso a la información apoyándose en la interacción de los niños con máquinas inteligentes. Nuestro grupo fue pionero en Uruguay en implementar (junto al Plan Ceibal) intervenciones que mostraron mejoras en el aprendizaje de la matemática, especialmente para los niños de contextos más desfavorecidos (Valle Lisboa et al., 2017). Sin embargo, otros estudios han mostrado que los juegos con materiales concretos jugados en grupos de niños que se comunican y cooperan o compiten entre sí pueden potenciar el aprendizaje de los conceptos, la lógica y el lenguaje de las matemáticas en la escuela. Recientemente, el laboratorio de E. Spelke en Harvard implementó un programa de intervención basado en este tipo de juegos que mejoró el aprendizaje de la matemática en niños pre-escolares en India (Dillon et al; 2017).

En este proyecto pretendemos combinar estos dos enfoques y evaluar si juntos son capaces de promover un aprendizaje más profundo y efectivo de las matemáticas que cada uno por sí mismo. Al combinar juegos sociales que mejoran la comprensión intuitiva y la motivación por el aprendizaje de la matemática, con la interacción individualizada con máquinas inteligentes que adaptan al nivel de rendimiento de cada niño los problemas que les presentan, esperamos maximizar los beneficios de ambos enfoques en la educación matemática inicial.

Introducción

En Uruguay existe una falta de disponibilidad de herramientas de evaluación matemática en niños de educación inicial y primaria y el uso de las herramientas disponibles conlleva algunas dificultades como son extensos tiempos de formación de aplicadores así como de las propias evaluaciones. Esto hace que se vuelva difícil contar con información sobre las competencias de cada niño, lo que sería muy útil para las y los maestros al momento de planificar sus actividades. El hecho de que no exista una evaluación disponible validada para niños en edad preescolar hace a que, en muchos casos, las dificultades no se atiendan a tiempo aumentando la brecha en los aprendizajes con los niños en riesgo en el aprendizaje de las matemáticas. Por lo tanto, consideramos que existe la necesidad de que los profesionales de la educación cuenten con una prueba de evaluación de las habilidades matemáticas tempranas que esté diseñada específicamente para los niños de entre 5 y 7 años uruguayos y para ello diseñamos y creamos la prueba PUMA: Prueba Uruguayana de Matemática que está disponible en <http://puma.cicea.uy>

Con dicha prueba pudimos medir los avances de los niños ante dos formatos de una intervención basada en juegos de cartas implementados en tablets (formato digital individual) o en dispositivos concretos creados especialmente para esta investigación, llamados "cajas mágicas" que permiten el juego en formato grupal, favoreciendo la interacción entre pares.

Esperamos poder comparar los dos formatos de intervención a fin de averiguar cual es el formato más efectivo para el aprendizaje de la matemática temprana.

Metodología/diseño del estudio

El estudio se llevó a cabo en dos fases.

Fase 1- Creación de la prueba PUMA: una vez diseñada la prueba se realizaron varias fases de testeo para realizar ajustes en relación a la usabilidad de la misma. En el mes de agosto de 2020 realizamos el primer piloto en el centro educativo "Los Pinos"

Fase 2- Intervención. En esta fase se utilizó un diseño de tipo pre/post en donde todos los niños fueron evaluados en la línea de base con la prueba PUMA. Luego procedimos a realizar una intervención cuya duración fue de cinco semanas. El total de la muestra se asignó a un grupo control y un grupo experimental. El grupo control se conformó de niños en dos escuelas que no participaron de la intervención. El grupo experimental se dividió en dos subgrupos cuya asignación fue aleatoria: en cada clase, se asignó la mitad de los niños a la condición donde jugaban en formato digital e individual (con tablets) y, la otra mitad de la clase, al grupo de interacción entre pares donde los niños jugaron en grupos de a 4 integrantes a un juego diseñado por el equipo, denominado "La caja mágica".

En este juego se utilizaron cartas de material concreto para fomentar la estimulación de habilidades matemáticas, así como también se fomentó la interacción entre los participantes.

Resultados, análisis y discusión

En el presente proyecto se ejecutó la implementación de una intervención educativa con características innovadoras para nuestro país. Con el objetivo de indagar en el aprendizaje de la matemática temprana mediante el uso de máquinas inteligentes y materiales concretos, se estudió el impacto de la implementación de los mismos en una intervención con distintas condiciones experimentales. Por un lado, los materiales en sí mismos son uno de los principales resultados, dado que además de comprobarse su usabilidad en el aula al momento de enseñar conceptos matemáticos, fueron muy bien recibidos por los niños a nivel didáctico. Estos materiales son un producto con el que contamos en la actualidad y que seguimos mejorando para futuras investigaciones. Por otro lado, el uso de estos materiales, también nos permitieron comprobar los efectos de una intervención en donde buscamos indagar la potencialidad de la interacción entre pares para el aprendizaje de la matemática temprana, en contraposición con los juegos de tipo individuales. Los resultados muestran la importancia de la interacción entre pares para el aprendizaje temprano de la matemática, fundamentalmente para los niños con mayor riesgo de quedar atrás en el acceso a la matemática simbólica. La intervención realizada muestra cómo las interacciones entre niños del mismo grado son un elemento clave para la enseñanza de la matemática.

Conclusiones y recomendaciones

Este proyecto generó nuevas herramientas de evaluación (PUMA) y nuevos conocimientos sobre el aprendizaje matemático temprano. La herramienta PUMA es un producto que esperamos pueda ser usado por el sistema educativo público a fin de lograr un seguimiento sistematizado del aprendizaje de la matemática desde la primera infancia (puede verse la herramienta en puma.cicea.uy). Por otro lado, el proyecto permitió profundizar en como mejorar el aprendizaje matemático temprano a partir de la puesta en marcha de juegos en contexto escolar que fueron probados y usados para estimular las habilidades matemáticas básicas sobre las que se apoya el conocimiento matemático futuro. Si bien se necesitan estudios con mayor muestra, los resultados apuntan con claridad a que los juegos concretos que estimulan la interacción entre pares promueven de manera más eficiente el conocimiento matemático en los niños con mayores dificultades.

En función de estos resultados, recomendamos fuertemente actuar en dos líneas de trabajo simultáneamente: por un lado, instrumentar a nivel nacional la evaluación de competencias matemáticas tempranas para lo cual creemos que puma puede ser una buena herramienta. Por otro lado, creemos que es necesario trabajar conjuntamente con los maestros para introducir dinámicas de juego con materiales concretos que potencien las habilidades matemáticas básicas en el aula.

Referencias bibliográficas

- Alves, M. V., Ekuni, R., Hermida, M. J., & Valle-Lisboa, J. (2022). The Importance of Bringing the Latin American Perspective to Cognitive Sciences and Education. En M. V. Alves, R. Ekuni, M. J. Hermida, & J. Valle-Lisboa (Eds.), *Cognitive Sciences and Education in Non-WEIRD Populations: A Latin American Perspective* (pp. 3–10). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-031-06908-6_1
- ANEP. (2002). *Los Niveles De Desempeño Al Inicio De La Educación Primaria*.
- Bakker, M., Torbeyns, J., Wijns, N., Verschaffel, L., & De Smedt, B. (2019). Gender equality in 4- to 5-year-old preschoolers' early numerical competencies. *Developmental Science*, 22(1), e12718. <https://doi.org/10.1111/desc.12718>
- Bennett, R. (2015). The Changing Nature of Educational Assessment. *Review of Research in Education*, 39(1), 370–407. <https://doi.org/10.3102/0091732X14554179>
- Butterworth, B. (2005). Developmental dyscalculia. *Handbook of mathematical cognition*, 93, 455e467.
- Carboni, A., Maiche, A., & Valle-Lisboa, J. C. (2021). Teaching the Science in Neuroscience to Protect From Neuromyths: From Courses to Fieldwork. *Frontiers in human neuroscience*, 15, 718399. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2021.718399>.
- Cardozo, S., Silveira, A., & Fonseca, B. (2022). Detección temprana del riesgo escolar. Predicción de trayectorias de rezago en la educación primaria en Uruguay mediante técnicas de machine learning. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 52(2), 297–326. <https://doi.org/10.48102/rlee.2022.52.2.391>
- de León, D., Sánchez, I., Koleszar, V., Cervieri, I., & Maiche, A. (2021). Actividades numéricas en el hogar y desempeño matemático en niños preescolares. *Revista Argentina De Ciencias Del Comportamiento*, 13(3), 49–58. <https://doi.org/10.32348/1852.4206.v13.n3.19928>
- Díaz-Simón, N., Cervieri, I., & Maiche, A. (2022). Debates teóricos contemporáneos en Cognición Numérica. *Revista Argentina de Ciencias del Comportamiento*, 14(3), 15-31. <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/racc/article/view/30236>
- Duncan, G. J., Dowsett, C. J., Claessens, A., Magnuson, K., Huston, A. C., Klebanov, P., Pagani, L. S., Feinstein, L., Engel, M., Brooks-Gunn, J., Sexton, H., & Duckworth, K. (2007). *School Readiness and Later Achievement*. 20.
- Ginsburg, H., Baroody, A. J., del Río, M. C., & Guerra, I. (2007). TEMA 3: Test de competencia matemática básica: Manual. En TEMA 3: Test de competencia matemática básica: Manual. TEA.
- INEEd. (2022). *Aristas Primaria 2020: Alineación entre currículo intencional, implementado y logrado*.
- Jordan, N. C., Kaplan, D., Ramineni, C., & Locuniak, M. N. (2009). Early math matters: Kindergarten number competence and later mathematics outcomes. *Developmental Psychology*, 45(3), 850–867. <https://doi.org/10.1037/a0014939>
- Kilday, C. R., Kinzie, M. B., Mashburn, A. J., & Whittaker, J. V. (2012). Accuracy of Teacher Judgments of Preschoolers' Math Skills. *Journal of Psychoeducational Assessment*, 30(2), 148–159. <https://doi.org/10.1177/0734282911412722>
- Lopez, A. Y., & Willms, J. D. (2020). A National Evaluation of Kindergarten Outcomes: Findings from Uruguay. En J. Hall, A. Lindorff, & P. Sammons (Eds.), *International Perspectives in Educational Effectiveness Research* (pp. 361–381). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-44810-3_13
- López-Guzman, F., De León, D., Díaz-Simón, N. & Maiche, A. Development of mathematical cognition: the role of technology in low SES populations. In Alves, Marcus Vinicius & Ekuni, Roberta & Hermida, Maria & Valle Lisboa, Juan. (2022). *Cognitive*

Sciences and Education in Non-WEIRD Populations: A Latin American Perspective. Springer Nature. 10.1007/978-3-031-06908-6.

Marconi et al., (2022), Self-administered digital math assessment test for early childhood, (in prep).

Raudenbush, S. W., Hernandez, M., Goldin-Meadow, S., Carrazza, C., Foley, A., Leslie, D., Sorkin, J. E., & Levine, S. C. (2020). Longitudinally adaptive assessment and instruction increase numerical skills of preschool children. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 117(45), 27945–27953. <https://doi.org/10.1073/pnas.2002883117>

Rittle-Johnson, B., Fyfe, E. R., Hofer, K. G., & Farran, D. C. (2017). Early Math Trajectories: Low-Income Children's Mathematics Knowledge From Ages 4 to 11. *Child Development*, 88(5), 1727–1742. <https://doi.org/10.1111/cdev.12662>

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>

Vásquez-Echeverría, A. (2020). El Inventario de Desarrollo Infantil y la evaluación sistemática del desarrollo en contextos educativos. Teoría, creación e implementación. [Preprint]. PsyArXiv. <https://doi.org/10.31234/osf.io/xg2hj>

Licenciamiento

Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional. (CC BY-NC)