

Universidad de Lima  
Facultad de Ingeniería  
Carrera de Ingeniería de Sistemas



# **UN JUEGO SERIO PARA LA EDUCACIÓN SOBRE RECICLAJE EN NIÑOS PERUANOS**

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero de Sistemas

**Paul David Tocto Zamora**

**Código 20163661**

**Asesor**

**Guillermo Antonio Davila Calle**

Lima – Perú

Noviembre de 2023

# Un juego serio para la educación sobre reciclaje en niños peruanos

**Paul David Tocto Zamora**  
20163661@aloe.ulima.edu.pe  
Universidad de Lima

## Resumen:

Perú enfrenta una de las tasas de reciclaje más bajas en comparación con otros países emergentes, principalmente debido a la falta de educación ambiental. El presente estudio propone un juego orientado a niños para apoyar la enseñanza sobre reciclaje, siguiendo la normativa peruana. Este juego se desarrolló utilizando el lenguaje de programación Unity y siguiendo las pautas del marco MDA. Se divide en tres módulos que abordan conceptos clave del reciclaje: clasificación, recolección y reutilización. Para evaluar la eficacia del juego en el aprendizaje, se realizó una encuesta a 93 niños de entre seis y siete años antes y después de jugarlo. Los datos recopilados fueron sometidos a un análisis estadístico mediante una prueba ANOVA. Los resultados indican que el juego no solo es entretenido y fácil de usar, sino que, lo que es más importante, permitió a los niños mejorar significativamente sus conocimientos sobre reciclaje.

**Palabras Clave:** Juegos Serios, Reciclaje, Aprendizaje, Conocimiento Ambiental, Usabilidad

**Abstract:** Peru has one of the lowest recycling rates compared to other emerging countries, mainly due to lacking environmental education. The current study proposes a game for children to support the teaching of recycling in accordance with Peruvian regulations. Following the guidelines of the MDA framework, the game was developed using the Unity programming language. It is divided into three modules that address the main concepts of recycling: Classification, Collection and Reuse. In order to evaluate the learning effectiveness of the game, a survey was carried out with 93 children between six and seven years old before and after playing the game. The data collected was statistically analysed using the ANOVA test. The findings indicate that the game is not only fun and easy to use, but more importantly, has allowed children to significantly improve their knowledge about recycling.

**Keywords:** Serious Game, Recycling, Learning, Environmental knowledge, Usability.

## Línea de investigación IDIC – ULIMA

Recursos Naturales y Medio Ambiente – Medio ambiente

[http://www.ulima.edu.pe/sites/default/files/idic\\_areas\\_lineas\\_investigacion\\_v.2019.10.01.pdf](http://www.ulima.edu.pe/sites/default/files/idic_areas_lineas_investigacion_v.2019.10.01.pdf)

## Área y Sub-áreas de Investigación:

Applied computing -> Education – E-learning

<https://dl.acm.org/ccs>

## Objetivo (s) de Desarrollo Sostenible (ODS)

4. Educación de calidad

12. Producción y consumo sostenibles

<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>

## 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El mundo enfrenta un cambio climático global que ha ido aumentando con el paso de los años debido a las actividades humanas que generan la emisión de gases de efecto invernadero nocivos para el medio ambiente (Fekete et al., 2021). Este efecto negativo se acentúa en los países emergentes, donde faltan políticas y tecnologías que preserven el medio ambiente (Amin et al., 2021). Siendo el reciclaje una práctica que ha sido probada por tener un impacto positivo para mitigar el daño al medio ambiente (Schwarz et al., 2021). El reciclaje necesita que las personas comprendan y adopten este hábito, siendo más eficaz enseñar a los niños desde temprana edad, ya que están más abiertos a aprender y pueden llevar estas prácticas a lo largo de sus vidas, contribuyendo a un futuro más sostenible (Rossano et al., 2017). De 2014 a 2016, la tasa de reciclaje peruana osciló entre el 0,2% y el 0,7%. Mientras que países como México alcanzan tasas del 10%; y ciudades como Santiago de Chile, 12% (Margallo et al., 2019; Minam, 2020). Los métodos actuales de enseñanza de reciclaje a niños pueden llegar a ser tediosos, por lo que entre las alternativas se tiene la enseñanza mediante un juego serio, que permiten al estudiante tener una mayor participación en su propio aprendizaje (Puerta & Álvarez, 2018). Teniendo juegos como los desarrollados por Idrobo et al. (2018) y Gaggi et al. (2020) que elaboraron juegos serios enfocados en el aprendizaje del reciclaje, pero no encontrándose ningún juego que se ajuste a la legislación peruana sobre el reciclaje.

## 2. OBJETIVO

Implementar un juego serio que sea eficiente para educar a niños sobre reciclaje, siguiendo la normativa peruana.

## 3. JUSTIFICACIÓN

El muy bajo desempeño del Perú, en base a la tasa de reciclaje puede explicarse, por la falta de conocimiento o educación ambiental entre la población peruana. Por lo tanto, inculcar educación sobre reciclaje a la población ayudaría a que la tasa de reciclaje aumente en los próximos años (Castañeda Limas et al., 2017). Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) relacionados con la investigación incluye los siguientes:

ODS 4: Educación de calidad: La investigación tiene como propósito brindar educación ambiental mediante un juego educativo. Esto se alinea con el ODS 4, que busca asegurar una educación inclusiva, equitativa y de alto nivel, promoviendo oportunidades de aprendizaje a lo largo de toda la vida para todos.

ODS 12: Producción y consumo sostenibles: La baja tasa de reciclaje y la falta de concienciación ambiental están vinculadas a la necesidad de promover prácticas de producción y consumo responsables. La implementación del juego para incentivar el reciclaje contribuye a este objetivo, que persigue establecer patrones de consumo y producción que sean sostenibles.

## 4. DISEÑO METODOLÓGICO

En la Figura 1, se puede visualizar el diseño metodológico seguido, se empezó realizando una búsqueda bibliográfica, donde se buscaron artículos basados en juegos serios que enseñaran sobre el reciclaje o enseñanza sobre la prevención del medio ambiente. Además de la revisión de artículos con conceptos sobre diseños de juegos, reciclajes y educación sobre el medio ambiente.

Luego de la búsqueda bibliográfica, se procedió al diseño del juego serio. Este diseño se fundamentó en un framework llamado por extenso en inglés – MDA. A través de este enfoque, se identificaron los elementos clave que se incluirían en el juego y se determinó cómo se distribuirían los conceptos del framework MDA a lo largo de los niveles del juego. Después de finalizar la etapa de diseño, se llevó a cabo la implementación del juego educativo denominado "Reciclando con Remi". Este juego se construyó utilizando la plataforma de desarrollo de videojuegos Unity. Actualmente, el juego se encuentra alojado en el servidor Unity Play y está accesible a través de varios navegadores web, incluyendo Google Chrome, Mozilla Firefox y Microsoft Internet Explorer. Esto facilita que un amplio público pueda acceder y disfrutar del juego.

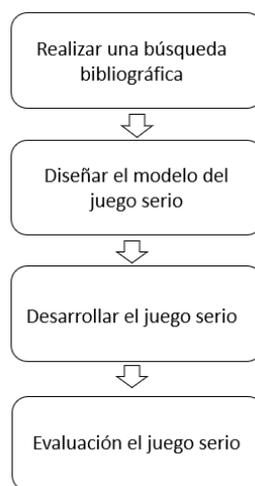
Con el fin de evaluar la efectividad del juego educativo, se realizaron experimentos que involucraron a un grupo mixto de 93 niños, compuesto por 38 estudiantes de primer grado y 55 estudiantes de segundo grado de una escuela primaria en el colegio Lomas de Santa María, ubicado en el distrito de Chaclacayo, Lima, Perú. La edad de los participantes oscilaba entre 6 y 8 años. Es relevante señalar que la realización de estos experimentos contó con la autorización de

los padres, quienes proporcionaron su consentimiento a través de una carta de consentimiento informado. Durante los experimentos, cada niño accedió al juego educativo a través de un navegador web en su propia computadora personal, y la sesión de juego fue supervisada por el profesor a cargo de cada grupo. En promedio, cada participante tuvo una exposición al juego de alrededor de 25 minutos.

Con el propósito de medir el aumento de conocimiento en los niños, se planteó la evaluación de sus niveles de comprensión acerca del reciclaje antes y después de su interacción con el juego. Este proceso se llevó a cabo mediante el uso de una prueba ANOVA y se aplicó a través de un cuestionario en línea, el cual se encontraba alojado en el servidor de Google Forms. El cuestionario se diseñó tomando como referencia los contenidos presentes en la Norma Técnica Peruana NTP 900.058, que establece las directrices relacionadas con el reciclaje.

### Figura 1

Diseño metodológico



### AGRADECIMIENTOS

Quisiera agradecer a mi padre Paul Tocto por sus revisiones a mi artículo y apoyo, a mi asesor Dr. Guillermo Dávila por su apoyo en todo el proceso que conllevo la elaboración de mi tesis y también en su aporte para la publicación de mi artículo en congreso, también extender el agradecimiento a los profesores que me acompañaron en el proceso de elaboración de mi artículo a través de los cursos de taller de investigación y seminario: Victor Ayma, Rosario Guzman y Edwin Escobedo.

### REFERENCIAS

- Fekete, H., Kuramochi, T., Roelfsema, M., Elzen, M. D., Forsell, N., Höhne, N., Luna, L., Hans, F., Sterl, S., Olivier, J. G. J., Van Soest, H., Frank, S., & Gusti, M. (2021). A review of successful climate change mitigation policies in major emitting economies and the potential of global replication. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 137, 110602. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.110602>
- Amin, A., Liu, X., Abbas, Q., Hanif, I., & Vo, X. V. (2020). Globalization, Sustainable development, and Variation in cost of power plant Technologies: A Perspective of Developing Economies. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(9), 11158-11169. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-10816-x>
- Schwarz, A., Lighthart, T., Bizarro, D. G., De Wild, P., Vreugdenhil, B., & Van Harmelen, T. (2021). Plastic recycling in a circular economy; Determining environmental performance through an LCA Matrix Model approach. *Waste Management*, 121, 331-342. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.12.020>
- Rossano, V., Roselli, T., & Calvano, G. (2017). Multimedia Technologies to Foster Ecological Skills. 2017 IEEE 17th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT). <https://doi.org/10.1109/icalt.2017.76>

- Puerta, L. N. Z., & Álvarez, M. C. G. (2018). A methodological proposal to learn to program through the development of video games. 2018 13th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI). <https://doi.org/10.23919/cisti.2018.8399326>
- Idrobo, M. L., Saenz, M. F., Márceles, K., Chanchí, G. E., Vidal, M. I., & Burbano, C. L. (2018). Recycling: a serious game focused on the classification of waste. En Communications in computer and information science (pp. 234-245). [https://doi.org/10.1007/978-3-030-03763-5\\_20](https://doi.org/10.1007/978-3-030-03763-5_20)
- Gaggi, O., Meneghello, F., Palazzi, C. E., & Pante, G. (2020). Learning how to recycle waste using a game. GoodTechs '20: Proceedings of the 6th EAI International Conference on Smart Objects and Technologies for Social Good. <https://doi.org/10.1145/3411170.3411251>
- Margallo, M., Ziegler-Rodriguez, K., Vázquez-Rowe, I., Aldaco, R., Irabien, A., & Kahhat, R. (2019). Enhancing waste management strategies in Latin America Under a Holistic Environmental Assessment perspective: A review for Policy support. Science of The Total Environment, 689, 1255-1275. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.06.393>
- Minam (2020), <https://sinia.minam.gob.pe/informacion/estadisticas>
- Castañeda Limas, R., Fernando Larios Meoño, J., & Mougenot, B. (2017). Willingness to accept for municipal waste recycling: A case study from Lima, Peru. 1366-1375. Paper presented at Proceedings of the 30th International Business Information Management Association Conference, IBIMA 2017 - Vision 2020: Sustainable Economic development, Innovation Management, and Global Growth.
- Norma Técnica Peruana 900.058 (2019). <https://www.minam.gob.pe/gestion-de-residuos-solidos/norma-tecnica-peruana-de-colores-ntp-900-058-2019/>

## ANEXOS

### Datos del artículo publicado

- Nombre del artículo: A Serious Game for Recycling Education in Peruvian Children
- Autores: Paul David Tocto Zamora
- Co autor(es): Guillermo Davila, Victor Ayma

### Publicación en revista

- Nombre de la revista: Information Technology and Systems Volumen:
- Número: ICITS 2023, Volume 2
- Año: 2023
- Pp: 49-59
- Enlace web donde se encuentra publicado el artículo (identificador DOI, ISBN, ISSN o equivalentes): [https://doi.org/10.1007/978-3-031-33261-6\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-031-33261-6_5)

- Enlace web donde se encuentra publicado el artículo (identificador DOI, ISBN, ISSN o equivalentes):

[https://doi.org/10.1007/978-3-031-33261-6\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-031-33261-6_5)

## UN JUEGO SERIO PARA LA EDUCACIÓN SOBRE RECICLAJE EN NIÑOS PERUANOS

### INFORME DE ORIGINALIDAD



### FUENTES PRIMARIAS



Excluir citas  Apagado      Excluir coincidencias  Apagado  
Excluir bibliografía  Apagado