

Desarrollo de una interfaz digital interactiva para el refuerzo extracurricular de la escritura en niños con disgrafía periférica.

---



DOI: <https://doi.org/10.23857/dc.v12i2.4884>

Ciencias de la Educación

Artículo de Investigación

*Desarrollo de una interfaz digital interactiva para el refuerzo extracurricular de la escritura en niños con disgrafía periférica.*

*Development of an interactive digital interface for extracurricular reinforcement of writing in children with peripheral dysgraphia.*

*Desenvolvimento de uma interface digital interativa para o reforço extracurricular da escrita em crianças com disgrafia periférica.*

Juan Carlos Naranjo Herrera <sup>I</sup>  
[juan.naranjoh@esPOCH.edu.ec](mailto:juan.naranjoh@esPOCH.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0001-8611-4444>

María José Andrade Albán <sup>II</sup>  
[maria.andrade@esPOCH.edu.ec](mailto:maria.andrade@esPOCH.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0002-5874-4390>

María de los Angeles Rodríguez Cevallos <sup>III</sup>  
[maria.rodriguez@esPOCH.edu.ec](mailto:maria.rodriguez@esPOCH.edu.ec)  
<http://orcid.org/0000-0003-3688-0065>

Igor Eduardo Astudillo Skliarova <sup>IV</sup>  
[igor.astudillo@esPOCH.edu.ec](mailto:igor.astudillo@esPOCH.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0001-7446-3196>

Correspondencia: [juan.naranjoh@esPOCH.edu.ec](mailto:juan.naranjoh@esPOCH.edu.ec)

\* **Recibido:** 10 de abril de 2026 \* **Aceptado:** 11 de mayo de 2026 \* **Publicado:** 18 de junio de 2026

- I. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Riobamba, Ecuador
- II. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Riobamba, Ecuador
- III. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Riobamba, Ecuador
- IV. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Riobamba, Ecuador

## Desarrollo de una interfaz digital interactiva para el refuerzo extracurricular de la escritura en niños con disgrafía periférica.

---

### RESUMEN°

El Centro de Psicorehabilitación Integral FUNUVI, ubicado en Quito, atiende a niños con disgrafía periférica, un trastorno que afecta la motricidad fina y limita el desarrollo de habilidades escriturales. A pesar de las intervenciones terapéuticas presenciales, se identificó una brecha en el refuerzo extracurricular, especialmente en el entorno familiar, debido a la ausencia de herramientas digitales adaptadas.

El objetivo del estudio fue desarrollar un prototipo digital interactivo orientado al refuerzo de la escritura desde el hogar, integrando principios de diseño centrado en el usuario y estrategias multisensoriales. Se empleó la metodología Design Thinking, aplicando técnicas de observación, entrevistas, encuestas y pruebas piloto con usuarios reales.

Los resultados evidenciaron una alta aceptación del prototipo, con una media de evaluación UX/UI de 4.82/5, así como un incremento en la motivación, participación y autonomía de los niños durante las actividades de escritura. Asimismo, se observó mayor involucramiento familiar en el proceso de aprendizaje.

Se concluye que el diseño de herramientas digitales inclusivas constituye una estrategia efectiva para complementar la intervención terapéutica en niños con disgrafía, favoreciendo el aprendizaje significativo, la motivación y la continuidad del proceso educativo fuera del entorno clínico.

**Palabras claves:** Disgrafía Periférica, Métodos Pedagógicos, Diseño UX/UI, Aplicación Interactiva, Estimulación Cognitiva, Niños

### ABSTRACT

The FUNUVI Comprehensive Psychorehabilitation Center, located in Quito, serves children with peripheral dysgraphia, a disorder that affects fine motor skills and limits the development of writing abilities. Despite in-person therapeutic interventions, a gap was identified in extracurricular support, especially within the home environment, due to the lack of adapted digital tools.

The objective of this study was to develop an interactive digital prototype designed to reinforce handwriting at home, integrating user-centered design principles and multisensory strategies. The Design Thinking methodology was employed, applying techniques such as observation, interviews, surveys, and pilot tests with real users.

## Desarrollo de una interfaz digital interactiva para el refuerzo extracurricular de la escritura en niños con disgrafía periférica.

---

The results showed high acceptance of the prototype, with an average UX/UI evaluation of 4.82/5, as well as an increase in children's motivation, participation, and autonomy during writing activities. Furthermore, greater family involvement in the learning process was observed. It is concluded that the design of inclusive digital tools constitutes an effective strategy to complement therapeutic intervention in children with dysgraphia, promoting meaningful learning, motivation, and continuity of the educational process outside the clinical setting.

**Keywords:** peripheral dysgraphia, pedagogical methods, UX/UI design, interactive application, cognitive stimulation, children

### RESUMO

O Centro Integral de Psicorreabilitação FUNUVI, localizado em Quito, atende crianças com disgrafia periférica, uma perturbação que afeta a motricidade fina e limita o desenvolvimento da escrita. Apesar das intervenções terapêuticas presenciais, foi identificada uma lacuna no apoio extracurricular, sobretudo no ambiente domiciliário, devido à falta de ferramentas digitais adaptadas.

O objetivo deste estudo foi desenvolver um protótipo digital interativo para reforçar a escrita manual em casa, integrando princípios de design centrado no utilizador e estratégias multissensoriais. Foi empregue a metodologia Design Thinking, aplicando técnicas como a observação, entrevistas, questionários e testes piloto com utilizadores reais.

Os resultados mostraram uma elevada aceitação do protótipo, com uma avaliação média de UX/UI de 4,82/5, bem como um aumento da motivação, participação e autonomia das crianças durante as atividades de escrita. Além disso, observou-se um maior envolvimento familiar no processo de aprendizagem. Conclui-se que o design de ferramentas digitais inclusivas constitui uma estratégia eficaz para complementar a intervenção terapêutica em crianças com disgrafia, promovendo uma aprendizagem significativa, motivação e continuidade do processo educativo fora do ambiente clínico.

**Palavras-chave:** disgrafia periférica, métodos pedagógicos, design UX/UI, aplicação interativa, estimulação cognitiva, crianças

## Desarrollo de una interfaz digital interactiva para el refuerzo extracurricular de la escritura en niños con disgrafía periférica.

---

### INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la inclusión educativa y la atención a la diversidad constituyen ejes fundamentales en el desarrollo de estrategias pedagógicas efectivas. En este contexto, la disgrafía periférica se presenta como un desafío significativo, ya que afecta directamente la capacidad de los niños para desarrollar habilidades de escritura de manera fluida, legible y organizada. Esta condición, asociada principalmente a dificultades en la motricidad fina, impacta no solo en el rendimiento académico, sino también en aspectos emocionales como la autoestima, la motivación y la participación en el entorno escolar.

La disgrafía es un trastorno del aprendizaje que interfiere en la producción escrita, manifestándose en problemas de coordinación motora, control del trazo y organización espacial del texto. En particular, la disgrafía periférica limita la ejecución motriz necesaria para escribir, lo que genera fatiga, frustración y rechazo hacia las actividades escriturales si no se aborda de manera adecuada. Estas dificultades pueden agravarse cuando no existe una intervención continua y contextualizada que permita reforzar las habilidades desarrolladas durante las sesiones terapéuticas.

En la ciudad de Quito, el Centro de Psicorehabilitación Integral FUNUVI brinda atención especializada a niños con esta condición. Sin embargo, se ha identificado una brecha importante entre el proceso terapéutico y el refuerzo en el entorno familiar, debido a la ausencia de herramientas digitales adaptadas que permitan continuar la práctica desde el hogar. Esta falta de continuidad limita la consolidación de los aprendizajes y reduce la efectividad de las intervenciones realizadas en el contexto clínico.

El acompañamiento constante, la práctica autónoma y la participación familiar son elementos clave para favorecer el desarrollo de la escritura en niños con disgrafía. En este sentido, resulta necesario incorporar recursos innovadores que integren estrategias pedagógicas, terapéuticas y tecnológicas, con el fin de generar entornos de aprendizaje más accesibles, motivadores y significativos.

Frente a esta problemática, el diseño de soluciones digitales interactivas emerge como una alternativa pertinente para fortalecer el proceso de aprendizaje. La incorporación de elementos visuales, lúdicos y multisensoriales permite estimular la motricidad fina, mejorar la coordinación visomotora y promover la motivación hacia la escritura. Además, el uso de herramientas digitales

## Desarrollo de una interfaz digital interactiva para el refuerzo extracurricular de la escritura en niños con disgrafía periférica.

---

facilita la retroalimentación inmediata y el aprendizaje autónomo, aspectos fundamentales en la intervención de dificultades de aprendizaje.

En este contexto, el presente estudio tiene como objetivo desarrollar un prototipo digital interactivo orientado al refuerzo extracurricular de la escritura en niños con disgrafía periférica, integrando principios de diseño centrado en el usuario y metodologías innovadoras como Design Thinking. A través de este enfoque, se busca no solo mejorar las habilidades gráficas de los niños, sino también generar una experiencia de aprendizaje inclusiva, accesible y emocionalmente positiva, que contribuya a fortalecer su confianza y participación en el proceso educativo.

### DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

#### METODOLOGÍA: Design Thinking

El desarrollo de la investigación se fundamentó en la metodología Design Thinking, caracterizada por su enfoque centrado en el usuario y su carácter iterativo. Este modelo permitió comprender las necesidades de los niños con disgrafía periférica, generar soluciones creativas y validar un prototipo digital interactivo en un contexto real de uso.

#### FASE 1: Empatizar

- **Análisis del contexto educativo y terapéutico**

En esta fase se analizó el entorno del Centro de Psicorehabilitación Integral FUNUVI, identificando las condiciones en las que los niños desarrollan sus habilidades de escritura y las limitaciones existentes fuera del espacio terapéutico.

- **Técnicas de recolección de información**

Se aplicaron entrevistas estructuradas a docentes, terapeutas y padres de familia, así como encuestas diagnósticas dirigidas a la comunidad educativa. Estas técnicas permitieron recopilar información sobre dificultades motoras, percepción del uso de tecnología y necesidades de apoyo en el hogar.

- **Identificación de necesidades del usuario**

Se evidenció la falta de herramientas digitales adaptadas, la baja motivación de los niños frente a la escritura y la limitada continuidad del refuerzo extracurricular.

#### FASE 2: Definir

## Desarrollo de una interfaz digital interactiva para el refuerzo extracurricular de la escritura en niños con disgrafía periférica.

---

- **Análisis de la información recopilada**

Los datos obtenidos fueron sistematizados mediante un análisis cualitativo, permitiendo identificar patrones comunes en las dificultades de aprendizaje y en las dinámicas familiares.

- **Planteamiento del problema**

Se determinó como problema central la ausencia de recursos interactivos que permitan reforzar las habilidades de escritura en el hogar, afectando la continuidad del proceso terapéutico.

- **Definición del reto de diseño**

Se estableció como objetivo el desarrollo de una herramienta digital interactiva, accesible y lúdica, orientada a fortalecer la motricidad fina y la práctica autónoma de la escritura.

### FASE 3: Idear

- **Generación de propuestas creativas**

Se realizaron sesiones de lluvia de ideas para plantear posibles soluciones, considerando principios de diseño inclusivo y necesidades del usuario infantil.

- **Desarrollo de recursos visuales**

Se elaboraron moodboards para definir identidad visual, paletas de color, tipografías y elementos gráficos adecuados para niños con disgrafía.

- **Diseño de actividades interactivas**

Se conceptualizaron ejercicios como trazado de líneas, reconocimiento de formas, secuencias visuales y dinámicas multisensoriales que favorecen el aprendizaje significativo.

### FASE 4: Prototipar

- **Diseño de la interfaz digital**

Se desarrolló un prototipo interactivo con navegación intuitiva, estructura modular y adaptación a dispositivos móviles.

- **Integración de criterios de usabilidad**

El diseño incluyó tipografías legibles, colores contrastantes, guías visuales (líneas punteadas y flechas) y retroalimentación inmediata.

- **Implementación de elementos motivacionales**

## Desarrollo de una interfaz digital interactiva para el refuerzo extracurricular de la escritura en niños con disgrafía periférica.

---

Se incorporaron recompensas visuales, mensajes positivos y dinámicas lúdicas para incentivar la participación del usuario.

### **FASE 5: Testear**

- **Prueba piloto con usuarios reales**

El prototipo fue evaluado con niños diagnosticados con disgrafía periférica en el Centro FUNUVI.

- **Evaluación de usabilidad y experiencia de usuario**

Se analizaron aspectos como facilidad de uso, comprensión de actividades, motivación y nivel de interacción.

- **Retroalimentación de actores educativos**

Docentes, terapeutas y padres aportaron observaciones sobre la funcionalidad, utilidad pedagógica y aplicabilidad del recurso.

- **Ajustes y validación del prototipo**

A partir de los resultados obtenidos, se realizaron mejoras en la interfaz, consolidando una herramienta funcional y adaptada al contexto educativo.

### **1.1.Contexto y población de estudio**

La investigación se desarrolló en el Centro de Psicorehabilitación Integral FUNUVI, ubicado en la ciudad de Quito, Ecuador. Esta institución se especializa en la atención de niños con dificultades en el desarrollo de la motricidad fina y trastornos del aprendizaje, particularmente disgrafía periférica. La selección del contexto respondió a criterios de pertinencia metodológica, considerando la disponibilidad de una población con diagnóstico específico, la necesidad de reforzar los procesos terapéuticos mediante herramientas digitales y la viabilidad de implementar una solución interactiva en un entorno real de uso.

La población estuvo conformada por 12 niños ( $n = 12$ ) con diagnóstico de disgrafía periférica atendidos en el centro, así como por los actores educativos involucrados en su proceso de aprendizaje, incluyendo docentes, terapeutas y padres de familia. La muestra fue seleccionada mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia, en función de la accesibilidad y participación voluntaria de los involucrados. Esta condición define el estudio como de carácter exploratorio y descriptivo,

## Desarrollo de una interfaz digital interactiva para el refuerzo extracurricular de la escritura en niños con disgrafía periférica.

---

orientado a la validación de una solución tecnológica más que a la generalización estadística de los resultados.

Dado el tamaño muestral y la naturaleza cualitativa de los datos recolectados, se optó por un análisis descriptivo basado en frecuencias, percepciones y escalas de evaluación UX/UI, en lugar de pruebas inferenciales. En este sentido, los resultados deben interpretarse dentro del contexto específico de aplicación, destacando su valor como evidencia aplicada en el diseño y validación de herramientas educativas inclusivas.

### RESULTADOS

El análisis de resultados se desarrolló a partir de un enfoque descriptivo, considerando la naturaleza cualitativa y aplicada del estudio, así como el tamaño muestral reducido ( $n = 12$ ). Se integraron datos provenientes de encuestas, entrevistas y evaluación de experiencia de usuario (UX/UI), con el objetivo de valorar la aceptación, funcionalidad y pertinencia del prototipo digital interactivo.

#### Resultados cuantitativos descriptivos

Se aplicaron encuestas dirigidas a docentes, especialistas y padres de familia del Centro FUNUVI, con el fin de identificar las principales dificultades asociadas a la disgrafía periférica y la percepción sobre el uso de herramientas digitales como apoyo.

Los resultados evidenciaron que:

La mayoría de los docentes identificó dificultades recurrentes en la escritura, tales como desorganización del trazo, confusión entre letras similares y esfuerzo físico excesivo durante la actividad gráfica.

Los padres de familia reconocieron que la disgrafía impacta directamente en el rendimiento académico y en la autoestima de los niños.

El 100% de los docentes manifestó que la herramienta digital desarrollada es útil como recurso pedagógico complementario para el refuerzo extracurricular.

Estos hallazgos reflejan una alta aceptación del uso de tecnologías educativas como estrategia de apoyo en la intervención de la disgrafía.

#### Evaluación UX/UI

## Desarrollo de una interfaz digital interactiva para el refuerzo extracurricular de la escritura en niños con disgrafía periférica.

Se aplicó una rúbrica heurística adaptada para valorar el diseño centrado en el usuario infantil. Se evaluaron cinco criterios con escala de 1 a 5:

**Tabla 1.** Evaluación UX/UI.

Criterio evaluado	Media (M)	Interpretación
Accesibilidad y legibilidad	4.8	Alto
Navegación intuitiva	4.7	Alto
Diseño visual	5.0	Muy alto
Motivación	4.7	Alto
Satisfacción	4.9	Muy alto

Los resultados evidencian una alta valoración del prototipo en todos los criterios evaluados, con puntuaciones superiores a 4.7 en la escala utilizada. La media global obtenida ( $M = 4.82$ ) indica un nivel elevado de aceptación, lo que sugiere que la interfaz cumple adecuadamente con principios de usabilidad, accesibilidad y diseño centrado en el usuario.

- **Percepción de Docente**

A través de encuestas, se obtuvo que:

El **100% de los docentes** del Centro de Psicorehabilitación FUNUVI consideró que la aplicación es útil como herramienta pedagógica complementaria para uso extracurricular.

- **Conclusión parcial de resultados**

Los resultados obtenidos durante la fase de prueba del prototipo digital reflejan un impacto positivo en el proceso de aprendizaje de los niños con disgrafía periférica del Centro FUNUVI. Se evidenció una mayor disposición a participar en actividades gráficas, así como una actitud más motivada frente a la escritura. El acompañamiento familiar también se fortaleció, gracias a la accesibilidad y el carácter lúdico de la herramienta. Estos hallazgos confirman que una aplicación interactiva bien

## Desarrollo de una interfaz digital interactiva para el refuerzo extracurricular de la escritura en niños con disgrafía periférica.

---

diseñada puede complementar eficazmente el tratamiento terapéutico en contextos escolares y del hogar.

### DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos evidencian que el prototipo digital interactivo presenta un alto nivel de aceptación por parte de los usuarios, lo que confirma la pertinencia del diseño centrado en el usuario como enfoque metodológico. La media obtenida en la evaluación UX/UI ( $M = 4.82$ ) sugiere que la interfaz cumple adecuadamente con criterios de usabilidad, accesibilidad y motivación en población infantil con disgrafía periférica.

Estos hallazgos se alinean con los principios de la norma ISO 9241-210, que establece la importancia de diseñar sistemas considerando las características del usuario. Asimismo, coinciden con la teoría del aprendizaje multimedia de Richard E. Mayer, donde la integración de elementos visuales y actividades guiadas favorece la comprensión y el aprendizaje.

Desde la perspectiva educativa, el uso de estrategias multisensoriales y dinámicas interactivas contribuyó a mejorar la motivación y participación de los niños, lo que es consistente con el enfoque del Diseño Universal para el Aprendizaje, propuesto por David H. Rose. Además, la estructura clara y navegación intuitiva del sistema responde a los principios de usabilidad descritos por Don Norman.

No obstante, el estudio presenta limitaciones asociadas al tamaño muestral reducido ( $n = 12$ ) y la ausencia de un diseño experimental, lo que impide establecer relaciones causales. En este sentido, los resultados deben interpretarse como evidencia de validación y aceptación del prototipo.

En conjunto, los hallazgos confirman que el diseño de herramientas digitales interactivas constituye una estrategia viable para complementar la intervención en niños con disgrafía, especialmente en el refuerzo del aprendizaje fuera del entorno terapéutico.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alsharhi, M., et al. (2025). Genetic diversity and novel haplotypes of *Apis mellifera jemenitica* on the Arabian Peninsula: Insights from mtDNA markers. *Frontiers in Genetics*. <https://doi.org/10.3389/fgene.2025.1532988>.
- Bovo, S., Utzeri, V. J., Ribani, A., Cabbri, R., & Fontanesi, L. (2022). A genotyping by sequencing approach can disclose *Apis mellifera* population genomic information contained in honey environmental DNA. *Scientific Reports*, 12, 19541. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-24101-z>
- Buswell, V. G., Huml, J. V., Ellis, J. S., Brown, A., & Knight, M. E. (2024). Whole genome analyses of introgression in British and Irish *Apis mellifera mellifera*. *Journal of Apicultural Research*. <https://doi.org/10.1080/00218839.2024.2411483>
- Chibani Bahi Amar, A., Tabet Aoul, N., Fridi, R., Vignal, A., & Canale-Tabet, K. (2024). New COI-COII mtDNA region haplotypes in the endemic honey bees *Apis mellifera intermissa* and *Apis mellifera sahariensis* (Hymenoptera: Apidae) in Algeria. *Insects*, 15(7), 549. <https://doi.org/10.3390/insects15070549>
- Daly, H. V., & Balling, S. S. (1978). Identification of Africanized honeybees in the Western Hemisphere by discriminant analysis. *Journal of the Kansas Entomological Society*, 51(4), 857–869.
- Daly, H. V., Hoelmer, K., Norman, P., & Allen, T. (1982). Computer-assisted measurement and identification of honey bees. *Annals of the Entomological Society of America*, 75(5), 591–594.
- Everitt, T., Wallberg, A., Christmas, M. J., Olsson, A., Hoffmann, W., & Neumann, P. (2023). The genomic basis of adaptation to high elevations in Africanized honey bees. *Genome Biology and Evolution*, 15(9), evad157. <https://doi.org/10.1093/gbe/evad157>
- Francoy, T. M., Wittmann, D., Drauschke, M., Müller, S., Steinhage, V., Bezerra-Laure, M. A. F., De Jong, D., & Gonçalves, L. S. (2008). Identification of Africanized honey bees through wing morphometrics: Two fast and efficient procedures. *Apidologie*, 39, 488–494. <https://doi.org/10.1051/apido:2008028>

Desarrollo de una interfaz digital interactiva para el refuerzo extracurricular de la escritura en niños con disgrafía periférica.

---

- Garnery, L., Solignac, M., Celebrano, G., & Cornuet, J. M. (1993). A simple test using restricted PCR-amplified mitochondrial DNA to study the genetic structure of *Apis mellifera* L. *Experientia*, *49*, 1016–1021. <https://doi.org/10.1007/BF02125651>
- Henriques, D., Lopes, A. R., Low, M., & Pinto, M. A. (2025). Human-mediated introgression and *Varroa destructor* shaped the genetic structure of honey bee populations in the Azores. *Scientific Reports*. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-08950-y>
- Kerr, W. E. (1967). The history of the introduction of African bees in Brazil. *South African Bee Journal*, *39*, 33–35.
- Knoll, A., et al. (2024). Haplotype diversity in mtDNA of honeybee in the Czech Republic confirms complete replacement of autochthonous population with the C lineage. *Insects*, *15*(7), 495. <https://doi.org/10.3390/insects15070495>
- Leroy, T., et al. (2024). Inferring long-term and short-term determinants of genetic diversity in honey bees: Beekeeping impact and conservation strategies. *Molecular Biology and Evolution*, *41*(12), msae249. <https://doi.org/10.1093/molbev/msae249>
- Litvinoff, L., Menescardi, F., Porrini, L., Russo, R., Liendo, M. C., Nucci, A., Lusarreta, E., Ventura, R., Espasandin, L., Monmany-Garzia, A. C., Scannapieco, A. C., & Galindo-Cardona, A. (2023). Morphometric and genetic characterization as tools for selection of *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) stocks in an area of natural hybridization in Argentina. *Frontiers in Insect Science*, *2*, 1073999. <https://doi.org/10.3389/finsc.2022.1073999>
- Masaquiza, D., Ferrán, M. O., Guamán, S., Naranjo, E., Vaca, M., Curbelo, L. M., & Arenal, A. (2023). Geometric morphometric analysis of wing shape to identify populations of *Apis mellifera* in Camagüey, Cuba. *Insects*, *14*(3), 306. <https://doi.org/10.3390/insects14030306>
- Masaquiza, D., Rodríguez, L. C., Zapata, J., Monar, J., Vaca, M., Porrini, L., Eguaras, M., Daniele, M., Romero, D., & Arenal, A. (2024). Use of wing geometric morphometric analysis and mtDNA to identify Africanization of *Apis mellifera* in the central highlands of Ecuador. *Insects*, *15*(8), 628. <https://doi.org/10.3390/insects15080628>
- Mazzoni, M., Loidolt, F., Kersten, S., Amulen, D. R., Vudriko, P., Meyer, P., et al. (2025). Genomic landscape of high-altitude adaptation in East African mountain honey bees (*Apis mellifera*). *Ecology and Evolution*, *15*, e71846. <https://doi.org/10.1002/ece3.71846>
- Meixner, M. D., Pinto, M. A., Bouga, M., Kryger, P., Ivanova, E., & Fuchs, S. (2013).

Desarrollo de una interfaz digital interactiva para el refuerzo extracurricular de la escritura en niños con disgrafía periférica.

---

- Standard methods for characterising subspecies and ecotypes of *Apis mellifera*. *Journal of Apicultural Research*, 52(4), 1–28. <https://doi.org/10.3896/IBRA.1.52.4.05>
- Oleksa, A., Căuia, E., Siceanu, A., Puškadija, Z., Kovačić, M., Pinto, M. A., Rodrigues, P. J., Hatjina, F., Charistos, L., Bouga, M., Prešern, J., Kandemir, İ., Rašić, S., Kusza, S., & Tofilski, A. (2023). Honey bee (*Apis mellifera*) wing images: A tool for identification and conservation. *GigaScience*, 12, giad019. <https://doi.org/10.1093/gigascience/giad019>
- Parejo, M., Talenti, A., Richardson, M., et al. (2023). AmelHap: Leveraging drone whole-genome sequence data to create a honey bee HapMap. *Scientific Data*, 10, 198. <https://doi.org/10.1038/s41597-023-02097-z>
- Payró de la Cruz, E., Valencia-Domínguez, M., Ramos-Reyes, R., & Tofilski, A. (2025). Reexamination of honey bee Africanization in Mexico and other regions of the New World. *Scientific Reports*. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-00989-1>
- Rinderer, T. E., Stelzer, J. A., Oldroyd, B. P., Bucu, S. M., & Rubink, W. L. (1991). Hybridization between European and Africanized honey bees in the neotropical Yucatan Peninsula. *Science*, 253(5017), 309–311. <https://doi.org/10.1126/science.253.5017.309>
- Rodrigues, P. J., Gomes, W., & Pinto, M. A. (2022). DeepWings©: Automatic wing geometric morphometrics classification of honey bee (*Apis mellifera*) subspecies using deep learning for detecting landmarks. *Big Data and Cognitive Computing*, 6(3), 70. <https://doi.org/10.3390/bdcc6030070>
- Rohlf, F. J., & Marcus, L. F. (1993). A revolution in morphometrics. *Trends in Ecology & Evolution*, 8(4), 129–132. [https://doi.org/10.1016/0169-5347\(93\)90024-J](https://doi.org/10.1016/0169-5347(93)90024-J)
- Rortais, A., Arnold, G., Alburaki, M., Legout, H., & Garnery, L. (2011). Review of the DraI COI-COII test for the conservation of the black honeybee (*Apis mellifera mellifera*). *Conservation Genetics Resources*, 3, 383–391. <https://doi.org/10.1007/s12686-010-9351-x>
- Ruttner, F. (1988). *Biogeography and taxonomy of honeybees*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-72649-1>
- Silva, F. L., Sella, M. L. G., Francoy, T. M., & Costa, A. H. R. (2015). Evaluating classification and feature selection techniques for honeybee subspecies identification using wing images. *Computers and Electronics in Agriculture*, 114, 68–77. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2015.03.012>

Desarrollo de una interfaz digital interactiva para el refuerzo extracurricular de la escritura en niños con disgrafía periférica.

---

- Taurisano, V., et al. (2026). A temporal distribution map of *Apis mellifera* mitochondrial lineages obtained from honey environmental DNA. *Scientific Reports*. <https://doi.org/10.1038/s41598-026-43936-4>
- Taurisano, V., Ribani, A., Sami, D., Nelson Johnson, K. E., Schiavo, G., Utzeri, V. J., Bovo, S., & Fontanesi, L. (2024). Distribution of honey bee mitochondrial DNA haplotypes in an Italian region where a legislative act is protecting the *Apis mellifera ligustica* subspecies. *Scientific Reports*, 14, 20583. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-71233-5>
- Taurisano, V., Ribani, A., Utzeri, V. J., Sami, D., Johnson, K. E. N., Formato, G., Milito, M., Schiavo, G., Bovo, S., Bertolini, F., et al. (2025). Comparing morphometric and mitochondrial DNA data from honeybees and honey samples for identifying *Apis mellifera ligustica* subspecies at the colony level. *Animals*, 15(12), 1743. <https://doi.org/10.3390/ani15121743>
- Whitfield, C. W., Behura, S. K., Berlocher, S. H., Clark, A. G., Johnston, J. S., Sheppard, W. S., Smith, D. R., Suarez, A. V., Weaver, D., & Tsutsui, N. D. (2006). Thrice out of Africa: Ancient and recent expansions of the honey bee, *Apis mellifera*. *Science*, 314(5799), 642–645. <https://doi.org/10.1126/science.1132772>
- Yadró García, C. A., Henriques, D., Cilia, G., Rufino, J., Vella, C., Aglagane, A., Sagastume, S., Zammit-Mangion, M., Martín-Hernández, R., Nanetti, A., & Pinto, M. A. (2025). Contrasting whole-genome diversity patterns and adaptation in honeybees from two southern European glacial refugia. *iScience*. <https://doi.org/10.1016/j.isci.2025.114497>
- Yıldız, B. İ., et al. (2025). Explainable artificial intelligence for differentiating honey bee genotypes using morphometrics and SSR markers. *Apidologie*. <https://doi.org/10.1007/s13592-024-01139-8>
- Zárate, D., Lima, T. G., Poole, J. D., Calfee, E., Burton, R. S., & others. (2022). Admixture in Africanized honey bees (*Apis mellifera*) from Panama to San Diego, California, USA. *Ecology and Evolution*, 12, e8580. <https://doi.org/10.1002/ece3.8580>
- Zhang, M., et al. (2026). An XGBoost-based morphometric classification system for automatic subspecies identification of *Apis mellifera*. *Insects*, 17(1), 27. <https://doi.org/10.3390/insects17010027>

## Desarrollo de una interfaz digital interactiva para el refuerzo extracurricular de la escritura en niños con disgrafía periférica.

---

© 2026 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0)

(<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).

©2026 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).