**Teaching programming to children and young people with visual disabilities: Systematic Mapping Study**

Raúl Arturo Peredo-Estudillo, Juan Carlos Pérez-Arriaga, Gerardo Contreras-Vega, Ángel Juan Sánchez García

\*School of Statistics and Informatics, Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, Mexico

\*Email: lopezjo299@gmail.com, Email: {juaperez, gcontreras, angesanchez} @uv.mx

**Resumen.** En la actualidad la educación integral de los estudiantes se enfoca en las disciplinas STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas). Una estrategia efectiva para incorporar la ingeniería y la tecnología en la educación es promover el pensamiento computacional, donde la programación desempeña un papel fundamental en el desarrollo de habilidades lógicas y estructuradas. Sin embargo, es esencial destacar que las personas con discapacidad visual enfrentan desafíos específicos para adquirir estas competencias. El propósito de esta investigación es llevar a cabo un mapeo sistemático de la literatura con el fin de analizar los métodos, técnicas y herramientas utilizados para enseñar programación a niños y jóvenes con discapacidad visual. En este artículo, se exponen los resultados del mapeo sistemático en el que se seleccionaron un total de 23 estudios. De estos, 3 se centraron en métodos, 4 en técnicas y 20 en herramientas.

**Palabras clave:** Visual impairment, visual disability, blind people, programming, teaching, accessibility.

**I. INTRODUCCIÓN**

La discapacidad visual se refiere a la pérdida parcial o total de la capacidad visual, evaluada en términos de la capacidad de lectura a diferentes distancias, el campo y la agudeza visual [1]. La Clasificación Internacional de Enfermedades 11 divide el deterioro de la visión en dos grupos: a distancia y cercano. En el grupo de deterioro a distancia, se establecen niveles según la gravedad, desde suave hasta ceguera, basados en la agudeza visual. Para el deterioro de visión cercana, se utiliza la medida N6 o M.08 a 40 cm como criterio [2].

En la actualidad, el campo de STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) representa el 20% de los puestos de trabajo, con una cifra de 26 millones de empleos solo en los Estados Unidos [3]. El pensamiento computacional desempeña un papel fundamental en la educación relacionada con la ingeniería y la tecnología, ya que permite abordar problemas mediante la formulación de instrucciones y algoritmos, donde la programación se sirve como una herramienta clave. Una estrategia efectiva para incorporar estas disciplinas en la educación de los estudiantes es a través del fomento del pensamiento computacional. Este último se define como el proceso mediante el cual se plantean problemas de tal manera que sus soluciones pueden representarse mediante secuencias de instrucciones y algoritmos [4]. La programación, por su parte, se convierte en una valiosa herramienta para cultivar este tipo de pensamiento lógico y estructurado.

Este mapeo sistemático de la literatura (MSL) se centra en métodos y herramientas de enseñanza en programación, buscando ampliar el acceso y promover la inclusión educativa para todas las personas, incluyendo aquellas con limitaciones o barreras, en busca de igualdad de oportunidades.

El presente MSL está estructurado como se describe a continuación: La sección II presenta los antecedentes y trabajos relacionados. La sección III presenta el método de investigación empleado para la ejecución de esta investigación. La sección IV presenta los resultados de la investigación y la sección V presenta las conclusiones.

**II. ANTECEDENTES Y TRABAJOS RELACIONADOS**

Un notable estudio realizado por Nusaibah [5] explora la literatura sobre la enseñanza de la programación a personas ciegas, calificándola mediante una revisión sistemática y abordando temas como, necesidades específicas, desafíos en cursos convencionales y la posible necesidad de lenguajes de programación adaptados. El artículo establece dos tipos de cursos para alumnos ciegos: uno que utiliza manuales en Braille y otro que presenta instrucciones programadas en forma de audiolibros en casetes. Se observa que los estudiantes ciegos tienden a depender más de la experiencia concreta previa que de la abstracción, lo que dificulta seguir la lógica de programación. Además, se destaca que las personas con discapacidad visual no son una entidad homogénea, ya que cada individuo puede tener diferentes necesidades y habilidades. Por lo tanto, se sugiere enfocarse en el desarrollo de herramientas que se adapten a diversas categorías de usuarios, lo que abre un nuevo campo de investigación.

Otro de los estudios es el de Ying Li [6] teniendo como objetivo principal explorar y presentar un enfoque educativo que utilice el pensamiento computacional como base para enseñar programación. Destaca la importancia del pensamiento computacional en la ciencia de la computación y enfatiza que los estudiantes no deben centrarse en la memorización de conocimientos o en imitar a las computadoras para resolver problemas, sino en desarrollar su propio pensamiento y conciencia a través del aprendizaje. El estudio subraya cómo este enfoque impacta tanto en el proceso de enseñanza como en el aprendizaje de los estudiantes, destacando la relevancia del pensamiento computacional en la educación en programación.

Nuestra investigación se basa en estos enfoques y los orienta hacia el ámbito académico con el propósito de fomentar el pensamiento lógico estructurado desde una edad temprana en niños con discapacidad visual. Además, incentivar el desarrollo de habilidades que les sean beneficiosas durante su proceso de formación educativa.

**III. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN**

Para llevar a cabo esta investigación, se siguieron las pautas propuestas por Kitchenham [7] y el método se describe en las siguientes secciones:

1. **Planeación**
2. **Preguntas de investigación**

*RQ1. ¿Cuáles son los métodos y técnicas utilizados para enseñar programación a niños y jóvenes con discapacidad visual?*

Motivación: A partir de la identificación de métodos y técnicas efectivas para enseñar programación para este grupo de estudiantes, se pueden desarrollar enfoques adecuados que les permitan desarrollar habilidades en programación y fomentar su participación en el campo de las áreas STEM.

*RQ2. ¿Cuáles son las herramientas disponibles para la enseñanza de programación dirigidas a niños y jóvenes con discapacidad visual?*

Motivación: Conociendo las herramientas disponibles y su utilidad, se podrán tomar decisiones informadas sobre qué recursos utilizar en entornos educativos y cuál puede ser el impacto de uso en su aprendizaje.

*RQ3. ¿Cuál es la efectividad de las técnicas, métodos y herramientas utilizadas en la enseñanza de programación para niños y jóvenes con discapacidad visual?*

Motivación: Permitirá identificar las mejores prácticas y enfoques que maximicen el aprendizaje y la inclusión de estos estudiantes. Asimismo, identificar parámetros o formas de medición de efectividad en esta área de investigación para ser aplicada en futuras investigaciones.

1. **Proceso de búsqueda**

Se ha seleccionado una búsqueda automatizada como estrategia de búsqueda. Sin embargo, se ha realizado una búsqueda manual para establecer las bases de conocimiento sobre el tema de estudio. Para evaluar la validez de la cadena de búsqueda, se utilizó el método Quasi-Gold standard propuesto por Zhang et al.[8]. En este estudio, la cadena principal se aplicó en la base de datos de IEEE Xplore, y se logró un retorno superior al 80%, lo cual se considera satisfactorio de acuerdo con el estandar. La cadena de búsqueda se conformó de la siguiente manera:

(“visual impairment” OR “visual disability” OR “blind people” OR “blind students” OR “visually impaired”) AND (“teaching” OR “learning” OR “education” OR “accessibility”) AND (“programming” OR “coding”)

1. **Selección de fuentes**

IEEE Xplore, SciencieDirect, SpringerLink, ACM Digital Library y MDPI.

1. **Selección de estudios primarios**

**2.1 Términos de búsqueda:** Discapacidad Visual, visual disability, visual impairment, blind people, Enseñanza, teaching, learnning, programacion, programming, coding.

**2.2 Criterios de inclusión:** Estudios publicados entre 2015 y 2023, escritos en inglés y que a partir de la lectura del título o abstract respondan alguna pregunta de investigación.

**2.3 Criterios de exclusión:** Estudios a los que no se tiene el acceso completo, que no sean artículos de investigación o estudios repetidos o duplicados.

1. **El procedimiento para la selección de los estudios primarios**

**Etapa 1:** Se incluyen artículos publicados entre 2015 y 2022 y se excluyen los artículos a los que no se tiene el acceso completo.

**Etapa 2:** Se incluyen artículos escritos en inglés y se excluyen aquellos artículos que no sean de investigación.

**Etapa 3:** Se incluyen los artículos que a partir la lectura del título o abstract respondan alguna pregunta de investigación y se excluyen los estudios repetidos o duplicados.

1. **Síntesis**

Para elaborar la síntesis narrativa se utilizó la metodología propuesta por Popay [9]. Esta metodología está dirigida a las revisiones sistemáticas que se ocupan de la efectividad de alguna intervención o de los factores que incluyen la implementación de las intervenciones. El proceso de síntesis, así como las referencias de los estudios primarios analizados se encuentra en [Extracción de Datos.xlsx](https://uvmx-my.sharepoint.com/:x:/g/personal/zs19014050_estudiantes_uv_mx/Ef0MGoxl9pxGqh8hSXDyUxMB5Vff_UpIw-cGQ95sWm4JRA?e=5z1DUj)

**IV. RESULTADOS**

El año con mayor número de artículos publicados fue 2022, con 5 artículos. Durante los años 2015 hasta el 2018 se obtuvo una media de 3 artículos por año y a partir del 2019 al 2021 se detectó una disminución en la cantidad de publicaciones de menos de 2 artículos por año.

1. *RQ1. ¿Cuáles son las técnicas y métodos de enseñanza que sirven para enseñar programación a niños y jóvenes con discapacidad visual?*

De los 23 estudios revisados, se identificaron 5 diferentes métodos de aprendizaje, el aprendizaje háptico, la resolución de casos, el trabajo en equipo, la enseñanza activa y el enfoque basado en problemas. Los métodos de resolución de casos, trabajo en equipo, enseñanza activa y enfoque basado en problemas tuvieron una menor frecuencia de aparición, todos encontrados en el estudio S23.

El aprendizaje háptico presento una mayor frecuencia en los resultados, se basa en el uso de materiales físicos o manipulativos para facilitar el aprendizaje y la comprensión de conceptos abstractos o complejos [10]. El estudio S02 utiliza bloques físicos 2D para enseñar programación de forma táctil. Una cámara captura y procesa la información, luego un compilador traduce el código y los resultados se presentan mediante voz.

Por otro lado, los artículos con mejor frecuencia fueron el método de enseñanza activa y el enfoque basado en problemas. La enseñanza activa implica la participación de los estudiantes en el proceso de aprendizaje, fomentando su implicación, reflexión y construcción de conocimientos [11]. Por su parte, el enfoque basado en problemas se basa en presentar a los estudiantes situaciones complejas o desafiantes, que requieren de su análisis crítico, investigación y búsqueda de soluciones [12].

Por otra parte, se identificaron técnicas en 4 artículos diferentes. Las técnicas de aprendizaje colaborativo y la técnica de aprendizaje interactivo y envolvente fueron las más mencionadas.

El aprendizaje colaborativo promueve la construcción conjunta del conocimiento, alentando la interacción y cooperación en grupos de estudiantes. Se basa en la idea de que trabajar juntos, compartir ideas y resolver problemas facilita el aprendizaje [13]. Un ejemplo concreto de esta técnica es la enseñanza en pares utilizada en el artículo S23 donde un estudiante universitario de informática enseña conceptos y prácticas de programación a un estudiante de secundaria con discapacidad visual utilizando lectores de pantalla y software de programación adaptados.

La segunda técnica de aprendizaje que más se utilizó fue la técnica de aprendizaje interactivo y envolvente. Esta técnica se basa en la premisa de que los estudiantes aprenden mejor cuando están activamente comprometidos y participan de manera activa en su entorno de aprendizaje [14]. El artículo S11 destaca por su enfoque en promover la interacción con materiales educativos para estudiantes con discapacidad visual. En este estudio, los alumnos utilizaban bloques físicos para identificar variables y luego los unían de manera secuencial para representar declaraciones lógicas.

1. *RQ2. ¿Cuáles son las herramientas de enseñanza que sirven para enseñar programación a niños y jóvenes con discapacidad visual?*

Una herramienta es un dispositivo que realiza o ayuda en el desempeño de tareas de procesos de usuario u organización que respaldan, directa o indirectamente, el logro de objetivos de producción [15]. Puede ser tanto física como digital.

El lector de pantalla fue la herramienta más mencionada durante la recopilación de información estando presente en los estudios S3, S4, S6, S10, S14, S15, S17, S18, S21, S22, S23 es una herramienta de software ampliamente utilizada que brinda asistencia a las personas con discapacidad visual al proporcionarles información auditiva sobre el contenido mostrado en la pantalla de un dispositivo electrónico [16].

La segunda herramienta más mencionada fueron las de tipo hápticas. Las herramientas hápticas juegan un papel fundamental al proporcionar una experiencia táctil y sensorial que compensa la falta de visión. Estas herramientas permiten a las personas con discapacidad visual explorar y percibir el entorno de manera más completa, brindándoles información táctil y sensorial que les ayuda a comprender y navegar por su entorno estando presente en los estudios S7, S9, S10, S12, S17, S18, S20, S21, S23.

1. *RQ.3 ¿Cuál es la efectividad de las técnicas, métodos y herramientas de enseñanza de programación en niños y jóvenes con discapacidad visual?*

La efectividad se refiere a la capacidad de lograr resultados deseados u objetivos establecidos. Es utilizada para evaluar y medir el grado de éxito o eficacia en la consecución de metas específicas [17].

La evaluación de la efectividad se vio obstaculizada debido a la falta de pruebas específicas realizadas por muchos autores con relación a los métodos, técnicas o herramientas que se analizaron. Esto dificulta el establecimiento de parámetros precisos. No obstante, en los estudios S9, S12 y S23 se empleó el tiempo de resolución de problemas como indicador de efectividad. Aunque este enfoque puede ser válido en ciertos casos, es esencial recordar que existen otros factores que pueden influir en la eficacia de un método, técnica o herramienta.

La comprensión se refiere a la habilidad de entender y procesar la información que se presenta a través de distintas formas de comunicación, como el lenguaje oral o escrito, imágenes, gestos y otros medios [18]. Cuando evaluamos la comprensión, es crucial adoptar enfoques personalizados que se adapten a las necesidades y capacidades individuales. Para medirla, existen diversas estrategias, como la evaluación basada en el rendimiento, que se utilizó en los estudios S2, S20 y S23.

**V. DISCUSIÓN Y CONSLUSIONES**

La investigación identificó una escasez de métodos de enseñanza variados, destacando la prevalencia del enfoque háptico con bloques o diagramas físicos. Esto subraya la necesidad de una mayor exploración en esta área para diversificar las opciones educativas disponibles. Además, se encontró que el uso de materiales 2D físicos, como bloques y tarjetas, puede ser una alternativa efectiva y accesible para enseñar programación a niños con discapacidad visual, al ofrecer una experiencia táctil y visual de los conceptos de programación. Se resalta la eficacia del aprendizaje colaborativo y interactivo debido a su naturaleza participativa y promoción de la interacción entre los estudiantes. Aunque la evaluación de estos métodos y herramientas fue limitada en los estudios analizados, el tiempo de resolución de problemas se sugiere como un posible indicador de efectividad en la enseñanza para estudiantes con discapacidad visual. También se destacó la importancia de lectores de pantalla para el acceso a la información digital y textual, promoviendo la autonomía en el aprendizaje de estos estudiantes.

**VI) AMENAZAS A LA VALIDEZ**

En los resultados de esta investigación se identificaron algunas amenazas, la principal de ellas es la falta de acceso a la mayoría de los documentos completos encontrados en el proceso de búsqueda, si el estudio se basa en un número reducido de fuentes, existe el riesgo de que la muestra de literatura revisada no sea representativa o completa. Otras posibles amenazas es la posibilidad de que los investigadores que llevaron a cabo las prácticas hayan omitido información relevante, lo que podría conducir a la alteración de los resultados. Estas amenazas se mitigaron haciendo uso de formatos para la síntesis, así como ampliando los años de investigación para que de esta forma se capturaran más estudios primarios.

**VII. CONCLUSIONES**

En conclusión, la investigación resalta la importancia de ampliar los métodos de enseñanza para niños y jóvenes con discapacidad visual. Se han identificado enfoques prometedores como el enfoque háptico, el aprendizaje colaborativo y el aprendizaje interactivo. Además, se ha observado que herramientas como los lectores de pantallas y las herramientas hápticas ofrecen beneficios significativos en el proceso de aprendizaje. Aunque la evaluación de la efectividad plantea desafíos, se sugiere utilizar el tiempo de resolución de problemas como un indicador inicial para evaluar los resultados. Es necesario continuar investigando y desarrollando estrategias educativas inclusivas que faciliten un aprendizaje efectivo y significativo en programación desde una edad temprana para todos los estudiantes con discapacidad visual.

**VIII. REFERENCIAS**

[1] World Health Organization: WHO. (2022). Ceguera y discapacidad visual. [www.who.int](http://www.who.int). https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/blindness-and-visual-impairment

[2] Organización Mundial de la Salud. (2019). Clasificación estadística internacional de

enfermedades y problemas de salud relacionados (11ª ed.). https://icd.who.int/

[3] Delgado, P. (2022b). Educación STEM: ¿qué es y cómo sacarle provecho?

Observatorio / Instituto para el Futuro de la Educación. <https://observatorio.tec.mx/edunews/educacion-stem-que-es-y-como-sacarle-provecho/>

[4] Wing JM (2006) Computational thinking. Communications of The ACM 49:33-35. https://doi.org/10.1145/1118178.1118215

[5] Al-Ratta NM, Al-Khalifa HS (2013) Teaching programming for blinds: A review. Fourth International Conference on Information and Communication Technology and Accessibility (ICTA. https://doi.org/10.1109/icta.2013.6815285

[6] Li Y (2016) Teaching programming based on Computational Thinking. 2016 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE). https://doi.org/10.1109/fie.2016.7757408

[7] Kitchenham B, Budgen D, Brereton P (2015) Evidence-Based software engineering and systematic reviews.

[8] Zhang H, Babar MA, Tell P (2011) Identifying relevant studies in software engineering. Information & Software Technology 53:625-637. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2010.12.010>

[9] Popay, J., Roberts, H.M., Sowden, A.J., Petticrew, M., Arai, L., Rodgers, M., &

Britten, N. (2006). Guidance on the conduct of narrative synthesis in systematic Reviews. A Product from the ESRC Methods Programme. Version 1.

[10] Torres Cosío, Verónica; Vázquez Alejandre, Emilia Jazmín; Cossio Franco, Edgar

(2014). Accesibilidad de los materiales educativos a través de la percepción háptica. En: No Solo Usabilidad, nº 13, 2014. nosolousabilidad.com. ISSN 1886-8592

[11] Del Carmen Bernal González M, Dueñas MSM (2009) METODOLOGÍAS ACTIVAS PARA LA ENSEÑANZA y EL APRENDIZAJE. https://doi.org/10.21555/rpp.v0i14.1790

[12] Labra P, Kokaly ME, Herrera CI, Concha A, Sasso P, Vergara M (2011) El enfoque ABP en la formación inicial docente de la Universidad de Atacama: el impacto en el quehacer docente. https://doi.org/10.4067/s0718-07052011000100009

[13] Chew SW, Huang X-Y, Hsu F-H, Chen N-S (2020) Enhancing Critical Thinking Skills of Elementary School Students through Collaborative Learning. 2020 (ICALT). <https://doi.org/10.1109/icalt49669.2020.00082>

[14] Freeman, S., Eddy, S.L., McDonough, M., Smith, M.K., Okoroafor, N., Jordt, H., &

Wenderoth, M.P. (2014). Active learning increases student performance in Science,

Engineering, and Mathematics.

[15] (2017) ISO/IEC/IEEE International Standard - Systems and software engineering--Vocabulary. ISO/IEC/IEEE 24765. <https://doi.org/10.1109/ieeestd.2017.8016712>

[16] Hayward V, Astley O, Cruz‐Hernandez M, Grant DF, Robles-De-La-Torre G (2004) Haptic interfaces and devices. Sensor Review 24:16-29. <https://doi.org/10.1108/02602280410515770>

[17] (2017b) ISO/IEC/IEEE International Standard - Systems and software engineering--Vocabulary. ISO/IEC/IEEE 24765. https://doi.org/10.1109/ieeestd.2017.8016712

[18] Perkins, D. (1999). ¿Qué es la comprensión? En W. Stone (Comp.), La Enseñanza

para la Comprensión: vinculación entre la investigación y la práctica.