



## Estrategia didáctica para la enseñanza del análisis de gráficas de funciones a estudiantes ciegos en secundaria

Cristian Andrés **Ortega** Aguilar  
Escuela de Formación Docente, Universidad de Costa Rica  
Costa Rica

[cristian.ortega@ucr.ac.cr](mailto:cristian.ortega@ucr.ac.cr)

Steven Josué **Rodríguez** Gómez  
Escuela de Formación Docente, Universidad de Costa Rica  
Costa Rica

[steven.rodriguezgomez@ucr.ac.cr](mailto:steven.rodriguezgomez@ucr.ac.cr)

### Resumen

Esta investigación busca desarrollar una estrategia didáctica sobre el análisis de funciones matemáticas, basada en las percepciones de personas ciegas y contextualizada según las directrices del Ministerio de Educación Pública de Costa Rica (MEP). La metodología se divide en tres fases: recolección de datos mediante entrevistas a personas ciegas universitarias, diseño de la estrategia didáctica a partir de dicha información y las indicaciones del MEP, y aplicación individual de la estrategia a estudiantes ciegos en secundaria.

Aunque los resultados están en análisis, se destaca que el uso de material táctil, como gráficas impresas en Braille, facilita el análisis de funciones al mejorar la precisión, también permitir integrar información de manera clara, como la numeración de los ejes cartesianos. Este enfoque potencia la comprensión matemática y mejora la accesibilidad de los contenidos educativos.

*Palabras clave:* Inclusión educativa; Discapacidad visual; Análisis de gráficas de funciones; Material didáctico táctil; Propuesta didáctica; Matemática para estudiantes ciegos; Procesos matemáticos; Mediación pedagógica para estudiantes con necesidades especiales.

## Definición y relevancia del problema

La educación ha sido un elementopreciado a lo largo del tiempo, este, por mucho tiempo ha sido inherente al ser humano y le ha permitido evolucionar en aspectos básicos como alimento y abrigo, hasta cuestiones más avanzadas como eficiencia de los procesos y soluciones a problemas complejos del cosmos o de la física cuántica, además de permitirnos vivir en sociedades más justas y pacíficas, generando mejores oportunidades personales, brindando autonomía, pensamiento crítico y un autoconocimiento a cada persona.

La negación de la educación a una persona implica que se pierda en gran parte de un mundo de conocimiento, un mundo que debería de estar al alcance de todas las personas. Dentro de todas las temáticas educativas, este escrito se centra en el apartado de las Matemáticas, más específicamente del tema de análisis de funciones, este es un tema el cual tiene especial importancia en áreas como la ingeniería, economía, finanzas o estadística, ya que permite conocer comportamientos de datos de una forma muy sencilla, sintetizando gran cantidad de información en una sola imagen, lo cual puede ser muy útil en este tipo de trabajos.

Ahora bien, como se mencionó, “la gráfica de una función permite sintetizar mucha información en una imagen”, esto crea la pregunta de ¿qué sucede si una persona no puede observar dicha imagen? ¿No puede aprovechar esa facilidad que brindan las funciones matemáticas? Esto, sumado a experiencias personales nos han hecho preguntarnos ¿cómo dicho tema es abordado en personas ciegas? Luego de una revisión de textos sobre la temática notamos como autores que han trabajado con población ciega hablan sobre la falta de “medios para la difusión y divulgación de resultados en seminarios o congresos donde se sensibilice a docentes y estudiantes en prácticas más inclusivas” (Sandí y Víquez, 2024, p.159).

Autores que han trabajado con población ciega hacen alusión a como “el empleo de las nuevas tecnologías es un gran apoyo para todos los estudiantes, pero sobre todo para aquel que presenta una discapacidad visual” (Cobo, 2021, p.48). Dentro de Costa Rica el MEP no proporciona a los profesores una guía adecuada para el abordaje de temáticas matemáticas a población ciega, por lo que nos parece de suma relevancia aportar a dicha temática, integrando en la investigación nuevas tecnologías que ayuden al aprendizaje de las personas con ceguera, por lo que se plantea la siguiente pregunta.

¿Cuáles propuestas didácticas promueven el desarrollo de procesos matemáticos de aprendizaje del tema de análisis de funciones desde su representación gráfica orientadas para personas estudiantes con ceguera del ciclo diversificado de la Educación Pública costarricense?

## Referente Teórico

Uno de los pilares teóricos dentro de este trabajo de investigación es establecer una conceptualización de discapacidad, para esto se ha optado por seguir las ideas planteadas por Victoria (2013) o las de Palacios (2008), ya que estos ofrecen una conceptualización de la discapacidad no como un elemento relacionado a las personas, sino como un concepto arraigado más a las infraestructuras físicas y sociales que no permiten una accesibilidad universal a los distintos elementos y servicios. La línea de pensamiento que se utiliza como soporte dentro de

esta investigación es el modelo social, que descrito por Victoria (2013) “significa entender la cuestión de la discapacidad como una cuestión de derechos humanos, señalando cómo este modelo supone un progreso frente a los modelos anteriores: el de prescindencia, el de marginación y el rehabilitador” (p.1095).

Se establece qué es una propuesta didáctica. Se toma de referencia lo mencionado por Baque-Reyes y Portilla-Faican (2021) los cuales definen la propuesta didáctica como todas aquellas “herramientas que permiten innovar los modelos de educación, promoviendo la implementación de técnicas que optimicen y desarrollen el conocimiento de los estudiantes” (p.82). A su vez la propuesta debe de estar basada en alguna teoría de aprendizaje, que en el caso de esta investigación se basa en el constructivismo el cual “es un movimiento pedagógico que considera al aprendiz como un ente activo, capaz de construir su conocimiento sobre la base de sus potencialidades y experiencias, en conjunción con el contexto ambiental que lo rodea” (Díaz y Hernández, 2008, p. 25).

Asimismo, se quieren fortalecer los procesos matemáticos que el MEP hace alusión como primordiales y que se deberían de impulsar al momento de realizar una propuesta didáctica. Estos son *razonar y argumentar, plantear y resolver, conectar y establecer relaciones, representar de diversas formas, comunicar o expresar ideas matemáticas verbal y formalmente*. Se toma en cuenta lo mencionado por el MEP (2012) sobre cada uno de estos elementos, y a su vez las perspectivas de autores como Blanché (1973), Acosta y Hermosa (2015), García-Quiroga et al. (2015), Soler-Alvarez y Manrique-Pérez (2014), en el apartado de razonar y argumentar, Espinoza (2017), Bados y García (2014), Polya (1965), sobre plantear y resolver Businska (2008), Vasquez et al. (2023), en conectar y establecer relaciones, Zapatera (2020), Oviedo et al. (2012), sobre representar de diversas formas y Gonzalez (2004), Sepúlveda-Delgado (2015), en comunicar y expresar ideas matemáticas verbal y formalmente. Todos estos referentes aportan definiciones de dichos procesos matemáticos, lo que permite generar redefiniciones de cada uno de los procesos desde una perspectiva más amplia, uniendo material del MEP junto con estos autores.

También se conceptualiza la temática matemática a tratar dentro de la propuesta didáctica generada, autores como Engler et al. (2020) relatan sobre cómo nace el concepto de función alrededor del siglo XVII. En nuestros días la definición más acertada que se mantiene es la brindada por el matemático Dirichlet, quien define la función como una regla de correspondencia entre dos conjuntos (Engler et al, 2020). Una función puede ser representada de diversas formas: tabular, gráfica y escrita, dichas representaciones (en mayor medida la gráfica) brinda información valiosa que puede ser analizada por el estudiante, elementos como: dominio, ámbito, imágenes, preimágenes, inyectividad, crecimiento, decrecimiento, ceros, máximos y mínimos.

### **Método y desarrollo conceptual**

Desde el punto de vista metodológico, este apartado se desarrollará bajo un enfoque de investigación-acción, dado que no se limita únicamente a analizar cómo la población ciega comprende los conceptos matemáticos, sino que además busca proponer soluciones que permitan generar acceso efectivo a estos conocimientos. Así, esta metodología aborda

una forma de indagación introspectiva colectiva emprendida por participantes en situaciones sociales, con el objetivo de mejorar la racionalidad y la justicia de sus prácticas sociales o educativas, así como su comprensión de esas prácticas y de las situaciones en que éstas tienen lugar (Rivera-Michelena & Vidal-Ledo, 2007, p. 1).

El proceso metodológico consistió en tres fases. En la primera fase, se seleccionaron cuatro personas ciegas que ya habían concluido su educación secundaria y que se encontraban cursando estudios superiores. El criterio de selección consideró la diversidad de condiciones visuales: dos personas con ceguera total y dos con baja visión, distribuidas en tres hombres y una mujer. No se estableció una edad mínima o máxima para la participación, aunque las edades de los entrevistados oscilaron entre los 19 y 25 años. A estos participantes se les aplicó una encuesta, diseñada con preguntas abiertas que orientaban la entrevista hacia el conocimiento de sus experiencias previas en el aprendizaje de las Matemáticas, con énfasis en el análisis y la representación gráfica de funciones durante su etapa de secundaria.

La segunda fase consistió en el análisis de la información recopilada durante las entrevistas realizadas a los estudiantes universitarios, a un docente del Centro Nacional de Educación Helen Keller (CNEHK) y a partir de la revisión de antecedentes relacionados con el abordaje de esta temática en personas ciegas. Este análisis se efectuó mediante la técnica de análisis de contenido presente en la teoría fundamentada, aplicando una codificación abierta de las respuestas, lo que permitió identificar categorías emergentes de forma inductiva (Vives y Hamui, 2021).

El proceso se orientó a reconocer coincidencias, patrones y divergencias en las respuestas de los participantes, lo cual facilitó detectar las principales dificultades, oportunidades y percepciones en torno al aprendizaje y enseñanza de conceptos matemáticos para personas con discapacidad visual. Dichas categorías emergentes se tomaron como base para la elaboración de una estrategia didáctica adaptada, la cual se aplicaría en la fase siguiente.

En la tercera y última fase, se procedió a la aplicación de la estrategia didáctica elaborada, la cual incluyó recursos tecnológicos como impresoras 3D y materiales en sistema Braille. Para esta etapa se seleccionaron cuatro estudiantes ciegos que cursaban la secundaria en instituciones costarricenses, específicamente a partir del décimo año de la Educación Básica Superior. La lista de posibles participantes fue facilitada por el CNEHK. No se definió un rango etario específico para la participación, aunque la edad máxima registrada fue de 21 años.

Como complemento a la aplicación de la estrategia, se realizaron entrevistas no estructuradas antes y después de la intervención. La entrevista inicial tuvo como propósito conocer a cada estudiante, confirmar los datos proporcionados por el CNEHK, verificar su condición visual y comprender la metodología de enseñanza de las gráficas de funciones que recibían en sus centros educativos. Posteriormente, tras la aplicación de la estrategia didáctica, se efectuó una segunda entrevista para valorar la percepción de los estudiantes respecto al material y recursos utilizados, y recoger una comparación con la forma tradicional en que se les había impartido anteriormente la misma temática en el ámbito escolar. Estas entrevistas también se analizaron mediante la técnica de análisis de contenido, identificando categorías emergentes que permitieron valorar la pertinencia y efectividad de la estrategia y el material aplicado.

En cuanto a los aspectos éticos, tanto en la primera como en la tercera fase se empleó el consentimiento informado, se garantizó la confidencialidad de sus datos personales y el anonimato de sus respuestas en todos los registros y reportes. En el caso de los entrevistados menores de edad, la autorización y firma legal en sus consentimientos informados, fueron brindadas por los encargados legales.

## **Resultados**

Al momento de la redacción de este documento, los resultados obtenidos mediante la aplicación de la estrategia didáctica aún se encuentran en proceso de análisis. No obstante, es posible identificar algunas observaciones preliminares que resultan relevantes para valorar la experiencia.

La relevancia del material táctil para estudiantes ciegos se evidenció como un aspecto fundamental a partir de la implementación de la estrategia, coincidiendo con lo planteado por Cobo (2021). Los cuatro estudiantes entrevistados reconocieron la funcionalidad de este tipo de recursos, destacando particularmente la incorporación de impresiones tridimensionales, tecnología que generó gran curiosidad entre los participantes, dado que la mayoría desconocía los productos finales que se podían obtener mediante este medio y la precisión que estos alcanzan. La manipulación del material didáctico se constituyó en una herramienta clave para favorecer su implicación activa en el proceso de aprendizaje.

Si bien los estudiantes no percibieron el material como completamente perfecto, identificando algunas sugerencias de mejora, coincidieron en señalar una mejora significativa en comparación con los recursos didácticos habitualmente utilizados en sus centros educativos. Además, se constató un notable interés y motivación cuando se les presentaron nuevas estrategias de trabajo, lo cual pone de manifiesto la importancia de diversificar y actualizar los recursos empleados en los procesos educativos para personas con discapacidad visual, esto constata lo mencionado por Cobo (2021).

Es importante subrayar que, como docentes, se debe procurar la inclusión áulica en todos los dominios, considerando que las estrategias didácticas no deben condicionarse únicamente al tipo de discapacidad, sino adaptarse de manera que puedan ser accesibles a cualquier población estudiantil. La experiencia permitió corroborar que el uso de material táctil facilita el entendimiento de temáticas gráficas, aunque también se evidenciaron limitaciones, como los extensos tiempos de edición y ejecución de los materiales en impresoras 3D.

Como aprendizaje preliminar, se concluye que el uso de recursos táctiles, especialmente aquellos generados con tecnología de impresión 3D, no solo favorece la comprensión conceptual en estudiantes ciegos, sino que también incrementa su motivación y participación activa en clase. Sin embargo, su implementación requiere planificación anticipada, disponibilidad de recursos técnicos y capacitación docente.

Para futuras experiencias, se recomienda explorar opciones que permitan optimizar la generación de estos materiales y ampliar su uso a otras áreas curriculares. Asimismo, resulta pertinente continuar validando estas estrategias con muestras más amplias y diversificadas, de manera que puedan integrarse de forma estable y eficiente en los programas de estudio.

## Conclusiones

Una de las principales conclusiones alcanzadas es que la planificación de una clase siempre debe centrarse en las necesidades de los estudiantes. Es fundamental que los docentes conozcan estas necesidades específicas y diseñen estrategias que permitan abordar la temática de manera inclusiva, sin que las decisiones tomadas afecten negativamente al resto del grupo.

Por otro lado, es importante destacar la funcionalidad del material táctil para personas ciegas, ya que, según expresaron los estudiantes durante la aplicación, este tipo de recursos facilita significativamente la comprensión de los temas abordados y constituye un complemento muy útil respecto a las indicaciones únicamente orales. Asimismo, el uso de nuevos materiales, como las impresiones en 3D, motiva e involucra más al estudiantado dentro de la clase, favoreciendo su participación.

Además de los resultados obtenidos a través de esta investigación, se considera pertinente hacer un llamado a la comunidad educativa para fomentar la conciencia sobre la importancia de desarrollar estudios que contribuyan a visibilizar a poblaciones que, con frecuencia, son relegadas a un segundo plano. En última instancia, se busca que la educación funcione como una herramienta accesible para todas las personas, sin distinción alguna.

## Referencias y bibliografías.

- Acosta, J. A., & Hermosa, R. (2015). La movilización de la competencia matemática “razonar y argumentar” a través del estudio de la media aritmética. *Revista Amazonia Investiga*, 4(7), 6–18.  
<https://www.amazoniainvestiga.info/index.php/amazonia/article/view/690/650>
- Bados, A., & García, E. (2014). *Resolución de problemas* [Material docente]. Colección Objetos y Materiales Docentes (OMADO). <http://hdl.handle.net/2445/54764>
- Baque-Reyes, G. R., & Portillo-Faican, G. I. (2021). El aprendizaje significativo como estrategia didáctica para la enseñanza-aprendizaje. *Polo del Conocimiento: Revista Científico-Profesional*, 6(5), 75–86.  
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7927035>
- Businskas, A. M. (2008). *Conversations about connections: How secondary mathematics teachers conceptualize and contend with mathematical connections* [Tesis doctoral, Universidad de Toronto].  
<https://core.ac.uk/download/pdf/56373465.pdf>
- Cobo, S. (2021). *Enseñanza matemática al alumnado ciego*. [Tesis de Máster, Universidad de Alcalá]. Repositorio de la biblioteca digital Universidad de Alcalá. <https://ebuah.uah.es/dspace/handle/10017/52152>
- Díaz, F., & Hernández, G. (2003). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo: Una interpretación constructivista* [Libro digital]. McGraw-Hill.  
[https://dfa.edomex.gob.mx/sites/dfa.edomex.gob.mx/files/files/2\\_%20estrategias-docentes-para-un-aprendizaje-significativo.pdf](https://dfa.edomex.gob.mx/sites/dfa.edomex.gob.mx/files/files/2_%20estrategias-docentes-para-un-aprendizaje-significativo.pdf)
- Engler, A., Müller, D., Vrancken, S., & Hecklein, M. (2020). *Funciones* (2.ª ed.) [Libro digital]. Ediciones UNL.  
<https://bibliotecavirtual.unl.edu.ar:8443/bitstream/handle/11185/2308/funciones.pdf>
- Espinoza, J. (2017). La resolución y planteamiento de problemas como estrategia metodológica en clases de matemática. *Atenas*, 3(39), 64–72. <https://www.redalyc.org/journal/4780/478055149005/478055149005.pdf>
- García-Quiroga, B., Coronado, A., & Giraldo Ospina, A. (2015). *Orientaciones didácticas para el desarrollo de competencias matemáticas*. Universidad de la Amazonía.  
[https://www.researchgate.net/publication/320912006\\_Orientaciones\\_Didacticas\\_para\\_el\\_desarrollo\\_de\\_Competicencias\\_Matematicas](https://www.researchgate.net/publication/320912006_Orientaciones_Didacticas_para_el_desarrollo_de_Competicencias_Matematicas)
- González, J. L. (2004). *Competencias básicas en educación matemática*. Universidad de Málaga.  
[https://riuma.uma.es/xmlui/bitstream/handle/10630/4170/TD\\_Gonzalez\\_Juan.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://riuma.uma.es/xmlui/bitstream/handle/10630/4170/TD_Gonzalez_Juan.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Ministerio de Educación Pública. (2012). *Programa de estudio: Matemáticas* [Programa de estudio]. San José, Costa Rica. <https://www.mep.go.cr/sites/default/files/programadeestudio/programas/matematica.pdf>

- Oviedo, L. M., Kanashiro, A. M., Bnzaquen, M., & Gorrochategui, M. (2012). Los registros semióticos de representación en matemáticas. *Revista Aula Universitaria*, (13), 29–36. <https://doi.org/10.14409/au.v1i13.4112>
- Palacios, A. (2008). *El modelo social de discapacidad: Orígenes, caracterización y plasmación en la Convención Internacional sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad* (1.ª ed.). Grupo Editorial CINCA.
- Polya, G. (1965). *Cómo plantear y resolver problemas* (1.ª ed.) [Libro digital]. Trillas Editorial. <https://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/5669/1/Polya-Cómo-plantear-y-resolver-problemas.pdf>
- Rivera-Michelena, N., & Vidal-Ledo, M. (2007). Investigación-acción. *Educación Médica Superior*, 21(4). [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-21412007000400012](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21412007000400012)
- Sandí, D. & Víquez, D. (2024). *Enseñanza Del Tema De Funciones A Estudiantes Con Discapacidad Visual: Propuesta Didáctica Basada En El Dua*. [Tesis de Licenciatura, Universidad de Costa Rica].
- Sepúlveda-Delgado, O. (2015). Estudio del conocimiento didáctico-matemático del profesor universitario: Un marco teórico de investigación. *Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación*, 6(1), 29–43. [https://revistas.uptc.edu.co/index.php/investigacion\\_duitama/article/view/4048](https://revistas.uptc.edu.co/index.php/investigacion_duitama/article/view/4048)
- Soler-Álvarez, M., & Manrique-Pérez, V. (2014). El proceso de descubrimiento en la clase de matemáticas: Los razonamientos abductivo, inductivo y deductivo. *Enseñanza de las Ciencias*, 2(32), 191–219. [https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc\\_a2014v32n2/edlc\\_a2014v32n2p191.pdf](https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2014v32n2/edlc_a2014v32n2p191.pdf)
- Vásquez, C., Pincheira, N., & Alsina, A. (2023). Los procesos matemáticos en educación infantil: Una aproximación desde libros de texto de Chile y España. *PNA*, 18(1), 1–34. <https://doi.org/10.30827/pna.v18i1.27164>
- Victoria, J. (2013). El modelo social de la discapacidad: Una cuestión de derechos humanos. *Boletín Mexicano de Derecho Comparado*, 46(138), 1093–1109. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0041-86332013000300008](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0041-86332013000300008)
- Vives, T., & Hamui, L. (2021). La codificación y categorización en la teoría fundamentada, un método para el análisis de los datos cualitativos. *Investigación En Educación Médica*, 10(40), 97-104. <https://doi.org/10.22201/fm.20075057e.2021.40.21367>
- Zapatera, A. (2020). El método Singapur para el aprendizaje de las matemáticas: Enfoque y concreción de un estilo de aprendizaje. *Revista INFAD de Psicología. International Journal of Developmental and Educational Psychology*, 1(2), 263–274. [https://dehesa.unex.es/bitstream/10662/13097/1/0214-9877\\_2020\\_2\\_1\\_263.pdf](https://dehesa.unex.es/bitstream/10662/13097/1/0214-9877_2020_2_1_263.pdf)