

# EULER: editor STEM para personas con discapacidad visual

Verónica Isabel Mora Lezcano\*  
vimora@tec.ac.cr  
Josué Porras Fernández\*\*  
jporras@tec.ac.cr

La matemática es uno de los pilares del conocimiento humano. Ha sido utilizada desde la era paleolítica (época de las cavernas), con el fin de contar posesiones, comparar el patrimonio con otros y aumentar o disminuir las pertenencias [1].

Con el pasar de los años fue necesario aumentar el conocimiento matemático para llevar a cabo actividades de construcción y navegación; así, con el transcurso del tiempo, la matemática fue adquiriendo avances teóricos, hasta llegar a las abstracciones que utilizamos actualmente en actividades científicas, matemáticas y tecnológicas [2], y que han cambiado nuestra cultura, pensamiento y desarrollo intelectual.

Un ejemplo donde se evidencia la necesidad del uso de la matemática es en carreras afines a la ingeniería, pues requieren que los profesionales tomen decisiones técnicas constantemente, por lo cual deben estar acostumbrados a razonar en forma ordenada y dar como resultado decisiones claras y objetivas [3]. El estudio exploratorio sobre la importancia de la matemática afirma que esta es la herramienta que hace posible que un ingeniero pueda construir modelos, tomar decisiones, realizar diseños y controlar procesos de forma eficaz y confiable [4].

## Acceso al contenido matemático para las personas con discapacidad visual

A pesar de su importancia y utilidad, el aprendizaje de la matemática se ha visto limitado para algunas personas con discapacidad visual, debido a la carencia de herramientas de software gratuitas y flexibles que propicien un entorno de aprendizaje.

Esta población requiere de tecnologías de asistencia para poder acceder a este conocimiento [5], lo cual ha ocasionado que algunos de-

sistan de estudiar carreras relacionadas con ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM) [6].

Tal es el caso de Denis Solís, persona ciega, cuyo deseo era estudiar una carrera relacionada con la tecnología; sin embargo no lo hizo, al considerar que no tenía suficientes herramientas de apoyo para estudiar. Además, personas cercanas a él le describieron un panorama complicado (“al llegar al tercer año de la carrera se le va a complicar, porque ya no va a tener ningún tipo de tecnología de apoyo que le pueda ayudar”). Por estas razones Denis eligió una carrera de ciencias sociales, la cual decidió abandonar ya que no le satisfacía de forma profesional y personal.

El caso de Denis no es único y debido al constante crecimiento de las profesiones técnicas y de ingeniería, los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas se han convertido en un asunto realmente importante. Sin embargo, este proceso no ofrece las mismas condiciones y facilidades para que todas las personas logren con éxito la adquisición de competencias matemáticas y se genera una gran brecha para las personas con discapacidad visual.

El proceso de aprendizaje de una persona con discapacidad visual es distinto; según datos de la Organización de Ciegos Españoles (ONCE), “el 80% de la información que se necesita para nuestra vida cotidiana, implica el órgano de visión”. Es por eso que la mayoría de las habilidades y el conocimiento que adquieren las personas, así como las tareas que realizan, se basan en información visual.

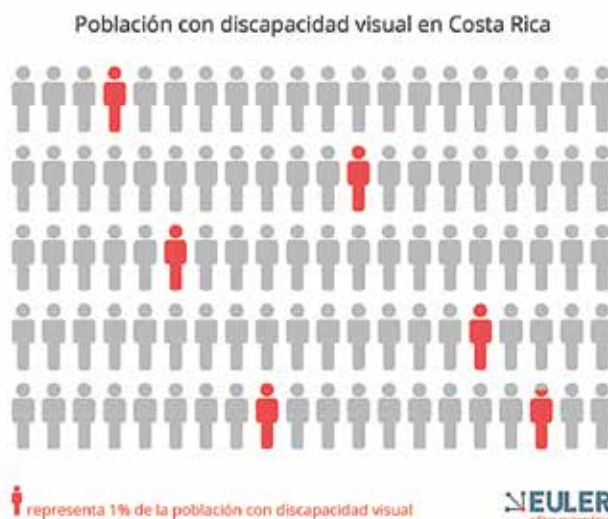


Figura 1. Población con discapacidad visual en Costa Rica (5,85 personas por cada 100 habitantes).

A nivel mundial, y según datos de la Organización Mundial de la Salud (OMS) [7], en el mundo hay 253 millones de personas con discapacidad visual, de los cuales 36 millones son diagnosticados con ceguera y 217 millones con discapacidad visual moderada o grave. También se estima que el número de niños menores de 15 años con discapacidad visual asciende a 19 millones.

En la actualidad, la población con discapacidad en Costa Rica está compuesta por 452 849 personas, que representan el 10,53% de la población. Además de esto, un 5,85% presenta alguna dificultad para ver [8], como se muestra en la imagen.

## EULER

Esto evidencia la necesidad de desarrollar una herramienta que permita a las personas con discapacidad visual poder realizar procesos matemáticos de forma autónoma y natural, con el fin de apoyar el proceso de enseñanza-aprendizaje en todos los niveles educativos para que esta población tenga mayor participación en el ámbito científico y tecnológico.

Es por esto que IncluTEC, como grupo de interés del Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC), desarrolla un *Editor para Recursos Universales STEM EULER* (en honor al matemático suizo del mismo nombre). Este editor busca ser un puente de comunicación matemático entre las personas con discapacidad visual y otras personas, debido a que las herramientas existentes actualmente permiten representar de forma visual las expresiones matemáticas.

siones matemáticas o conservar la semántica de la expresión, pero no así conservar la semántica y representación que es interpretada por herramientas de apoyo, como lectores de pantalla.

Por ejemplo, la expresión 1, es representada como se muestra a continuación:

$$\frac{a^2 - b^2}{a + b} + c \quad \text{Exp.1}$$

Y un lector de pantalla como NVDA leerá el enunciado de alguna de las siguientes formas, dependiendo de la herramienta con la que se cree o se visualice:

- “Línea nueva 2 menos línea nueva 2 línea nueva más línea nueva más línea nueva”.
- “A 2 menos b 2 barra a más b más c”.
- “Barra invertida fracc abre llave a circunflejo 2 menos b circunflejo 2 cierra llave abre llave a más b cierra llave más c”.

Los diferentes modos de lectura se deben a si la expresión fue construida para o con Microsoft Word, o LaTeX.

En el caso de conservar la semántica de la expresión, el lector de pantalla verbalizaría *fracción a cuadrado menos b cuadrado dividido por a más b fin de fracción más c*; sin embargo, visualmente la Exp. 1 sería representada como:

$$a^2 b^2 a b c \quad \text{Exp.2}$$

La expresión 1 es accesible para personas que pueden ver la representación, pero no es accesible para personas con discapacidad visual; al contrario, la expresión 2 es accesible para esta población, pero resulta casi imposible para una persona que utiliza la representación visual poder determinar que la expresión es una fracción.

Ante esta situación las expresiones creadas utilizando EULER conservan la representación usual y mantienen la semántica de la expresión; es decir, la ecuación 1 es representada visualmente como  $\frac{a^2 - b^2}{a + b} + c$

y verbalizada de forma lineal por el editor como “Fracción de a cuadrado menos b cuadrado dividido por a más b Fin fracción más c”. Además, EULER posee distintas características de edición, dentro de las cuales destacan:

- Representación lineal de expresiones matemáticas para personas con discapacidad visual.
- Representación en modo árbol de expresión, lo cual permite al usuario saltar entre los diferentes términos.
- Creación de paletas de símbolos personalizadas; el usuario decide los símbolos mate-

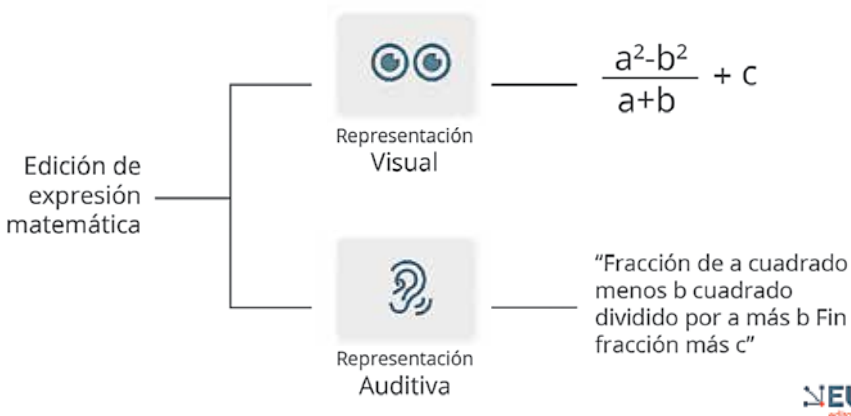


Figura 2. Representación visual y auditiva de una expresión matemática al utilizar el editor.

- máticos a incluir en su perfil, por ejemplo, paleta PISA para realizar el examen de bachillerato.
- Importación y exportación de documentos, lo cual permite compartir recursos matemáticos.
- Versión escritorio y versión web.

Las siguientes figuras muestran el área de edición de texto y expresión matemática del editor; en ambas pantallas el usuario tiene la región de edición y diferentes opciones donde puede buscar símbolos organizados por categorías o establecer diferentes formatos de texto.



Figura 3. Área de edición de EULER.

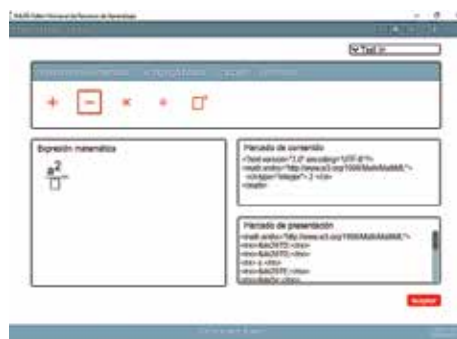


Figura 4. Área de edición de la expresión matemática.

Como proyecto de investigación en proceso, EULER busca reunir las características deseables de un editor matemático para personas con discapacidad visual y con vista, ofreciendo un entorno multi-plataforma, accesible, autónomo, gratuito y que no requiera de asistentes para su uso, para apoyar el proceso de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas y otras disciplinas.

La primera versión está diseñada para facilitar la edición de fórmulas matemáticas hasta el nivel de secundaria; sin embargo, se prevé que en el futuro también será posible editar fórmulas con una mayor orientación a la física y la química hasta el nivel universitario, con una interfaz en diferentes idiomas como inglés, español, francés, alemán y portugués, “para convertir a EULER en un editor de STEM cada vez más accesible” [6]. ■

\*Verónica Mora Lezcano es ingeniera en computación y estudiante de la carrera Enseñanza de la Matemática con Entornos Tecnológicos, ambas del TEC; investigadora de métodos computacionales para la representación semántica y visual de contenido STEM. Actualmente se desempeña como Lead Software Engineer en el proyecto de investigación Euler.

\*\*Josué Porras Fernández es ingeniero en diseño industrial y estudiante de la Licenciatura de Ingeniería en Diseño Industrial con énfasis en Comunicación Visual; investigador en diseño visual accesible, ha brindado talleres en diseño visual accesible como forma de innovación social. Actualmente se desempeña como diseñador para IncluTEC, aplicando procesos de diseño y pruebas de usabilidad a personas con discapacidad.

Ambos trabajan en el grupo IncluTEC del Tecnológico de Costa Rica.