

Experiencias Docentes Uso de las Nuevas Tecnologías de la Información y Comunicación para la Enseñanza de las Matemáticas a Alumnos con Minusvalía Visual

José Manuel Sánchez Muñoz
José Eduardo Badilla Mora

Revista de Investigación



ISSN 2174-0410

3 de mayo de 2011

Resumen

En este artículo se pretende llevar a cabo una presentación de las herramientas tecnológicas que podemos utilizar en nuestra labor docente cotidiana como elemento integrador de aquellos alumnos que poseen minusvalía visual, de modo que como profesionales podamos atender la necesidad educativa de éstos, a la vez que garantizamos un apropiado aprendizaje de los contenidos matemáticos establecidos por el currículo. Se presentará de manera explícita el abordaje de aquellos contenidos que involucran representaciones gráficas, tales como los relacionados con la estadística, geometría, funciones o trigonometría. Se expone información sobre el uso del software *Quick Tac 4.0 versión beta* combinado con *Quick Tac 3.1*, *Math Trax*, *Vozme*, y la impresión de documento en braille mediante las máquinas de impresión *Juliet Pro 60*, o *Book Maker* entre otras.

Palabras Clave: Braille, discapacidad visual, matemática, notaciones matemáticas braille, Duxbury, Quick Tac, Math Trax, Vozme, impresoras braille, tecnología, máquinas perkins.

1. Introducción

Es innegable la creciente importancia del uso de las nuevas Tecnologías de la Información y Comunicación como herramientas indispensables en nuestra

labor docente cotidiana. Tan o más importante es la integración dentro de la comunidad educativa de aquellos alumnos que poseen algún tipo de minusvalía mediante adaptaciones curriculares y medidas de atención a la diversidad. En particular en este artículo trataremos como integrar el uso de estas herramientas en nuestras aulas con alumnos que posean cualquier tipo de minusvalía visual, ya sea ceguera total o parcial.

Entre la amplísima gama de alternativas posibles a utilizar, intentaremos adaptar éstas de tal manera que garanticemos la óptima integración del alumno y un apropiado aprendizaje de los contenidos matemáticos. Entendemos que, desde nuestro punto de vista como docentes, el uso de toda esta tecnología nos permitirá proponer al alumno con minusvalía visual contenidos adaptados que permitan y potencien un aprendizaje significativo de todos los contenidos establecidos por el currículo. Fundamentalmente nos hemos centrado en alumnos de Enseñanza Secundaria Obligatoria (E.S.O) con edades entre 12-16 años, aunque por supuesto puede hacerse extensible tanto a alumnos de primaria como de estudios superiores (Bachillerato y Universidad) según lo establecido por la *Ley Orgánica General del Sistema Educativo (LOGSE)*, del 3 de octubre de 1990 (publicada en el BOE de 4 de octubre) en España.

El enfoque que se mantendrá será el de la utilización de las tecnologías por personas videntes para estudiantes con condición de ceguera total o parcial. Este será nuestro principio de aplicación de las mismas, pues el software que se utilizará como eje principal es, por su naturaleza, de carácter visual. Se hará uso de las tecnologías como puente entre el contenido matemático y el aprendizaje del mismo con el propósito de que esta información se ponga en práctica en centros de educación inclusivos para su difusión y posible replicabilidad.

2. Recursos Tecnológicos

Existe una gran variedad de recursos tanto de equipos de impresión como de software adaptado a las necesidades de alumnos con este tipo de minusvalía. A continuación hacemos un breve exposición de algunos de ellos.

2.1. Impresoras Braille

Son impresoras con características semejantes a una impresora normal, su función consiste en imprimir en Braille desde cualquier ordenador el documento que se desee, para que el estudiante con discapacidad visual pueda consultarlo por medio de su lectura táctil, lo que comúnmente se denomina *impresión en alto relieve*. Las impresoras braille se ofrecen en diversos tamaños según las exigencias del usuario, en modelos que satisfacen las necesidades personales, de la escuela o de una editorial Braille, con capacidad para imprimir por ambas caras del papel con una velocidad de hasta 150 signos por segundos.

Las siguientes figuras muestran algunas de las máquinas impresoras más representativas del mercado, la 1 y 2 de la marca *Enable Technologies*¹ y la 3 y la

¹ <http://www.brailleur.com/>

4 de la marca *Braille Works*².



Figura 1. Juliet Pro 60 Braille Printer



Figura 2. Book Maker



Figura 3. Index Braille 4x4 Pro



Figura 4. Basic D Braille Embosser

2.2. Quick Tac 4.0 versión beta

QuickTac³ es un software de “dibujo” a partir de una construcción de una red de puntos. Estos puntos pueden ser impresos directamente en relieve en alguna impresora braille capaz de producir gráficos, o ser guardados en un archivo que se puede insertar en Duxbury DBT o abrir en MegaDots. Permite la elaboración de materiales o documentos completos que incluyan dentro de los mismos gráficos de cualquier índole, con capacidad de ser impresos en Julieth Pro 60, Book Maker, o Index Braille 4x4 Pro entre otras.

Se trata de un software bastante intuitivo, relativamente sencillo de manejar y de gran utilidad para la preparación de material específico para los alumnos no videntes o con deficiencias visuales.

Es un software con licencia freeware (se puede descargar libremente de su página), con el que podemos imprimir sobre relieve prácticamente cualquier figura elemental (líneas, curvas, círculos, triángulos, rectángulos, texto,...). Des-

² <http://www.brailleworks.com/Products/BrailleEmbossers.aspx>

³ <http://www.duxburysystems.com/tgd.asp?choice=quick>

graciamamente el inconveniente que tiene es que no existe una versión en castellano, pero su sencillez hace que este último factor no sea tan importante.



Figura 5. Quick Tac 4.0 versión Beta

2.3. Quick Tac 3.1

Al igual que el anterior, este software permite trasladar al sistema de braille textos en formato de texto (*.txt, *.doc, etc). En la adaptación de materiales con contenidos de matemáticas, facilita la transliteración de texto convencional a Braille y la edición final del mismo se efectúa por medio de la digitación manual de las expresiones propiamente matemáticas (notaciones matemáticas braille específicas).

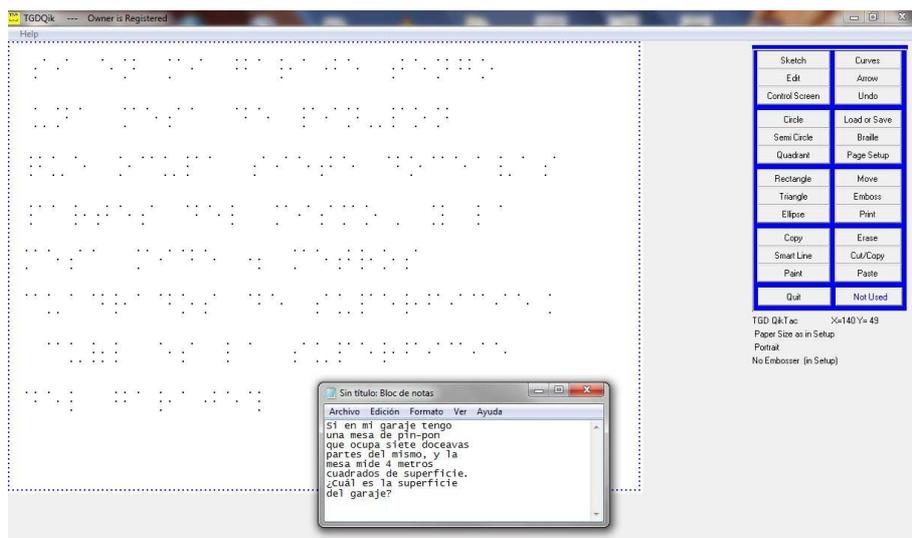


Figura 6. Transliteración de texto escrito a Braille con Quick Tac 3.1

Al igual que el anterior se trata de un software en inglés, y también permite dibujar cualquier figura elemental para su posterior impresión a través de una máquina en alto relieve.

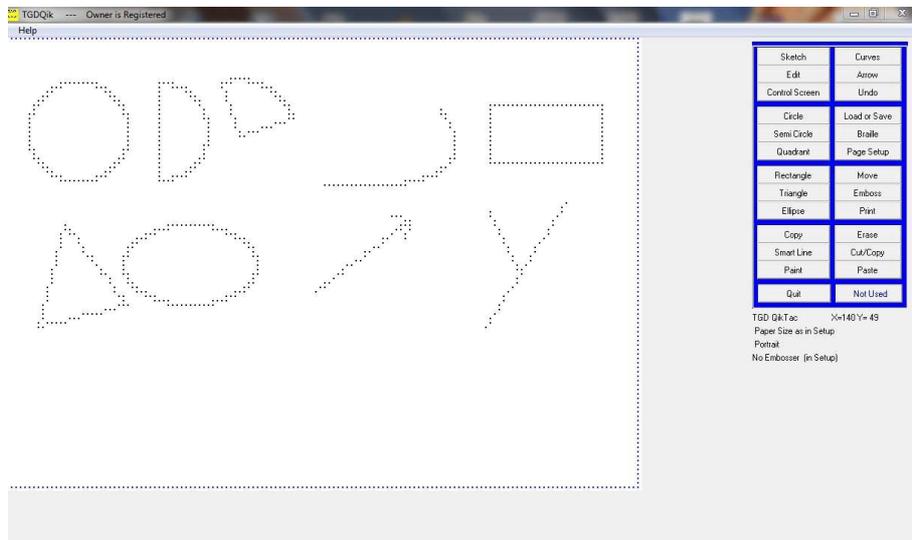


Figura 7. Representación de figuras elementales con Quick Tac 3.1

2.4. Math Trax

Math Trax⁴ un software desarrollado por la NASA con capacidad de generar representaciones gráficas en pantalla y estudio de las características de las mismas por medio del sonido (monotonía, signos de la función, entre otros) y una descripción de la función en pantalla accesible por medio de algún lector de pantalla como por ejemplo Jaws. Desafortunadamente también se trata de un software en inglés.

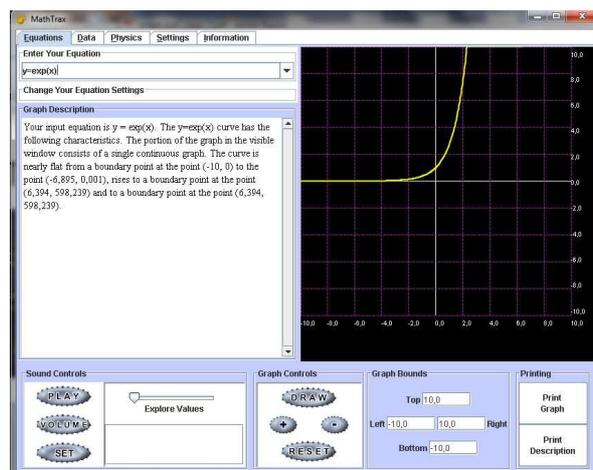


Figura 8. Representación de $y = e^x$ mediante Math Trax

⁴ <http://prime.jsc.nasa.gov/mathtrax/>

2.5. Vozme

Vozme⁵ se trata de un servicio online gratuito que nos permite convertir archivos en formato de texto en archivos de audio y después incluso descargarlos en formato *.mp3 para su posterior edición. Su uso docente puede ser muy útil a la hora de establecer enunciados de problemas o definiciones de contenidos.



Figura 9. Vozme

2.6. Lectores de Pantalla

Son programas específicos para la lectura del display del ordenador. Pueden ser de pago como Jaws⁶ o bien gratuitos como NVDA⁷.

3. Aprendizaje Matemático, Notaciones Matemáticas Braille y Máquinas Perkins

El aprendizaje real de las matemáticas de un estudiante con discapacidad visual es un proceso que se inicia desde los primeros momentos en que él mismo empieza a experimentar el mundo que lo rodea por medio de sus otros sentidos. En ese momento el tacto se convierte en uno de los sentidos trascendentales por medio del cual su aprendizaje se irá agudizando cada vez más, hasta prácticamente alcanzar niveles de comprensión, desarrollo y aplicación, muy semejantes al del estudiante vidente. Es necesario fomentar la exploración táctil de formas concretas (figuras geométricas) y establecer una representación táctil de las mismas mediante figuras representadas e impresas en alto relieve. De esta forma se responde a las necesidades posteriores de "lectura" de figuras en alto relieve que se presentarán como instrumentos de ayuda en la comprensión de conceptos matemáticos. Una buena lectura y comprensión de una

⁵ <http://vozme.com/index.php?lang=es>

⁶ <http://www.freedomscientific.com/products/fs/jaws-product-page.asp>

⁷ <http://www.nvda-project.org/>

representación gráfica en relieve comienza desde su elaboración con tamaños apropiados, hasta la creación de la imagen táctil en el cerebro.

En este sentido el estudiante no vidente debe aprender a construir imágenes cerebrales por medio de la información que el tacto de sus dedos le envía. Una buena "lectura" de una figura comienza por un reconocimiento general de la misma con la palma de la mano extendida, esto dará la pauta del tamaño de la misma y la información que contiene. Posteriormente se inicia con el reconocimiento minucioso y detallado de la información insertada dentro de la misma y hacia donde se deben dirigir los flujos de información que garanticen el éxito de la resolución de la situación.



Figura 10. Máquina Perkins

La adquisición de destrezas en la lecto-escritura braille debe ser permanente y constante, buscando siempre alcanzar los mejores niveles de escritura y lectura. La utilización de la Máquina Perkins como recurso en el aprendizaje de las matemáticas debe ser uno de los pilares fundamentales para el aprendizaje significativo de las matemáticas, añadiendo a esto un vasto conocimiento de las notaciones matemáticas braille y su apropiada aplicación.

4. Adaptaciones en Contenidos de Geometría

Desde el punto de vista pedagógico, la geometría es quizás la parte de las matemáticas con mayor dificultad en cuanto al aprendizaje para el alumno. Esta dificultad es mayor en aquellos alumnos con algún tipo de minusvalía visual, puesto que además suele contribuir el hecho que estos alumnos no reciben la formación suficiente para desarrollar los contenidos relacionados con esta parte con la consiguiente incapacidad de poder interiorizarlos. El estudiante debe aprender a establecer las relaciones existentes entre una forma concreta y una representación gráfica de la misma. La no existencia de materiales adaptados por la dificultad que conlleva la elaboración de los mismos, promueve que el aprendizaje de estos tópicos se convierta en puros verbalismos o con significados irrelevantes para el estudiante.

Los medios gráficos son trascendentales en la comprensión de los conceptos geométricos, por ejemplo memorizar el Teorema de Pitágoras, expresar las propiedades de las figuras geométricas, o exclamar a la perfección la fórmula del cálculo del área de un círculo no tienen sentido sin una comprensión gráfica de la situación.

La enseñanza de todos estos contenidos ha sido hasta hace muy poco una labor muy compleja para el docente puesto que no existía suficiente documentación ni acceso a tecnologías que nos permitieran desarrollar los contenidos y permitir a estos alumnos la posibilidad de experimentar un aprendizaje significativo y tener un nuevo desarrollo cognitivo óptimo y eficiente con respecto

a la geometría.

El sólo hecho de generar alguna figura geométrica de forma rudimentaria (utilizando alguna rueda dentada que permita perforar el papel) se convierte en una tarea tediosa y presenta la inconveniencia de ser un trabajo complicado para un único estudiante.

Una buena combinación y aplicación de software como por ejemplo Quick Tac 3.1 y Quick Tac 4.0 permiten la elaboración de materiales digitales con presencia de figuras geométricas de tal forma que facilitan o agilizan la comprensión de contenidos. Una de las propiedades que tienen estos archivos digitales después de su elaboración es que bastaría con un simple comando de impresión para producir el número de ejemplares que se necesiten.

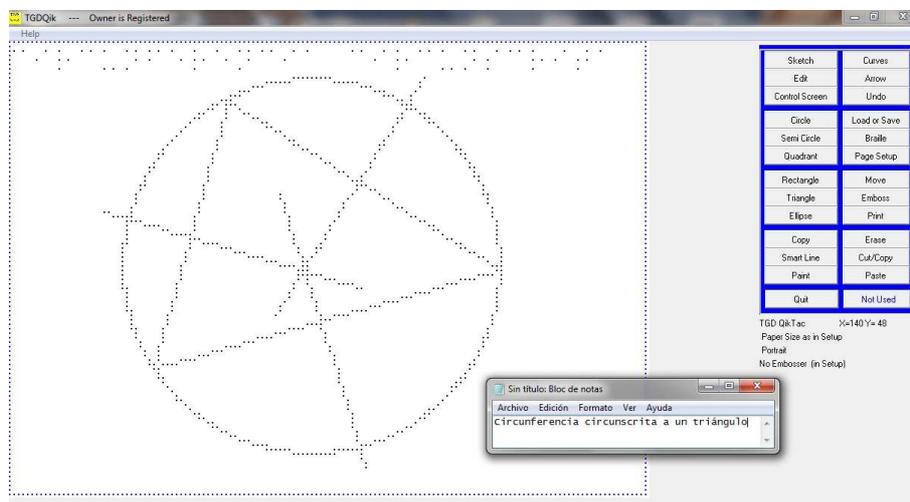


Figura 11. Circunferencia circunscrita a un triángulo con Quick Tac 3.1

5. Adaptaciones en Contenidos de Cálculo

Uno de los contenidos en los cuales se refuerza su aprendizaje por medio de representaciones gráficas, es el de las funciones. La carencia de materiales adaptados que formalicen el concepto de función imposibilita un aprendizaje significativo por parte del estudiante. La utilización de software específico para la formación matemática, promueve ambientes de aprendizaje accesibles que propician el desarrollo académico idóneo de los alumnos con ceguera, lo que posteriormente repercutirá de manera positiva en su desarrollo personal.

En este sentido se deben conocer las tareas que cumplen todas estas herramientas tecnológicas de forma individual, que al final combinadas producen experiencias pedagógicas muy positivas. Las impresoras braille, el software de transliteración al sistema puntiforme, la edición de gráficos en relieve, o aquellos que permiten generar representaciones gráficas de funciones en pantalla y su respectivo estudio por medio del sonido y por algún lector de pantalla, contribuyen en la actualidad a experimentar múltiples estrategias pedagógicas y

a la formación matemática de un estudiante no vidente con grandes garantías de éxito.

Un ejemplo de lo expresado anteriormente es el siguiente: Se pretende enseñar al estudiante funciones trigonométricas y en particular hacer un estudio de la función $y = \text{sen}(x)$. Supongamos que contamos con las siguientes herramientas tecnológicas; computadora, impresora braille, Quick Tac 3.1, Math Trax, Jaws y Quick Tac 4.0. La estrategia metodológica puede ser la siguiente:

1. Por medio de Quick Tac 4.0 creamos la representación gráfica de la función.

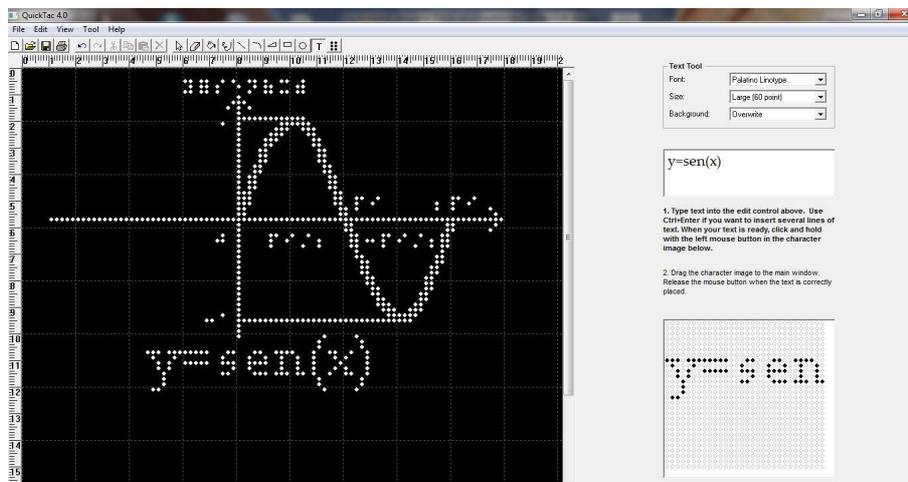


Figura 12. Representación de $y = \text{sen}(x)$ con Quick Tac 4.0

2. Con la ayuda de Quick Tac 3.1 transcribimos a Braille la teoría de la función (puntos de corte con el eje de abscisas, máximos y mínimos,...)

El material está listo para ser reproducido en alguna de las impresoras braille y ser entregado al estudiante. Esta labor de construcción de material con ayuda de las herramientas tecnológicas citadas, es efectuada por los docentes (educación especial en coordinación con el respectivo profesor de apoyo específico). De esta forma el estudiante no vidente cuenta con un material adaptado de alta calidad, aumentando las posibilidades de acceso al estudio de dicho contenido.

5.1. Tareas que realiza el estudiante

El alumno estudia el material que se le brinda con explicación del docente. Con ayuda de Math Trax construye la representación gráfica de la función $y = \text{sen}(x)$ en el ordenador y explora la misma en busca de sus características expuestas en teoría. Al ser Math Trax un programa diseñado específicamente para el estudio de las funciones por medio de sonidos, la exploración se convierte en un trabajo motivador. El estudiante tiene la posibilidad de explorar por medio de sonidos y del tacto de manera paralela los intervalos de crecimiento de la función, signos, intersección con ejes coordenados, o máximos y mínimos entre otros.

La utilización de Math Trax en los procesos de formación y aprendizaje de las funciones se convierte en una herramienta de gran valor, que puede ser combinada con Jaws o NVDA.

6. Adaptaciones en Contenidos de Estadística

La enseñanza de la estadística a estudiantes con ceguera debe ir más allá de simples aprendizajes memorísticos de definiciones que no trascienden en la formación de nuestra población, es necesario presentar al estudiante gráficos que complementen esta información y lo lleven a crear sus propias conclusiones. Es atrevido decir que la mayoría de personas no videntes involucradas en un ambiente académico desconocen o nunca en sus vidas han experimentado los maravillosos gráficos que son consecuencia de un proceso de investigación.

Mediante la utilización del ordenador, la impresora braille y el programa Quick Tac 4.0 ha sido posible diseñar gráficos estadísticos como histogramas, pastel, bastones, o polígonos de frecuencia entre otros, que en definitiva son de fácil lectura y una comprensión aceptable por parte de los estudiantes. Los mismos hoy día pueden servir para interiorizar la información y transmitirla a su vida cotidiana, además de poder estudiar situaciones en donde se retomen contenidos estadísticos y describir los resultados que los mismos arrojan.

6.1. ¿Cómo fomentar la accesibilidad de la Estadística para el estudiante con discapacidad visual?

1. Por medio de Quick Tac 4.0 creamos la representación gráfica de la función.

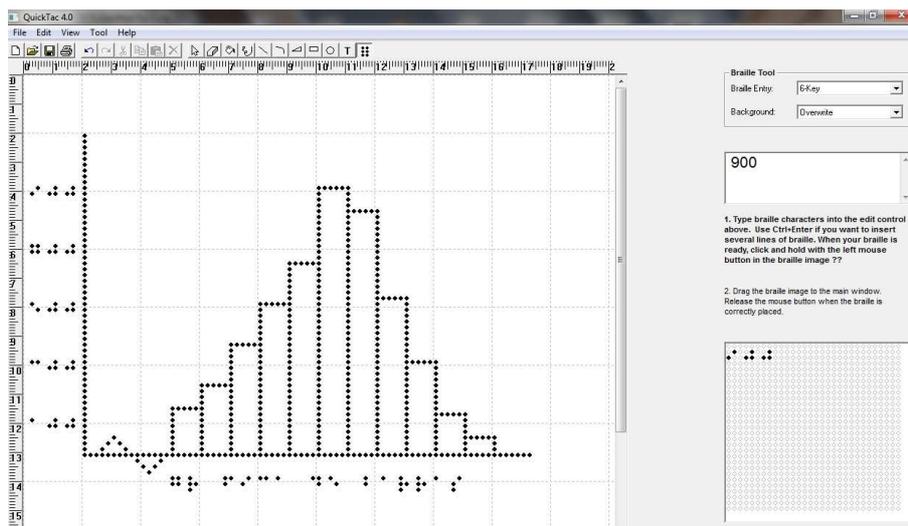


Figura 12. Representación de gráfico de barras con Quick Tac 4.0

2. Impresora braille con capacidad de generar gráficas. El estudiante con entrenamiento en "lectura" de gráficos estadísticos interpreta los distintos comportamientos de las variables.



Figura 14. Impresora braille imprimiendo

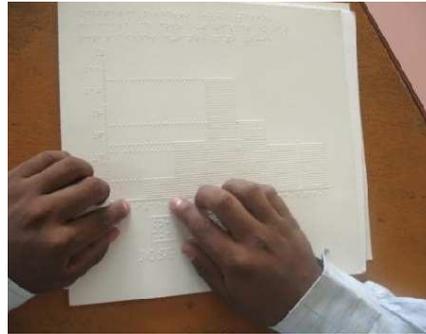


Figura 15. Lectura de gráfico de barras por estudiante no vidente

7. Conclusiones

El trabajo contribuirá a una mejor valoración acerca del proceso pedagógico de las matemáticas de los estudiantes con discapacidad visual, animando a algunos a seguir por si mismos la experimentación de nuevos horizontes y comprobar la múltiples posibilidades para la enseñanza de las matemáticas.

La metodología que se utiliza para la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas mediante estos recursos didácticos debe ser práctica y eminentemente interactiva con el fin de obtener mayor comprensión y un abordaje pedagógico más inclusivo.

Es conveniente realizar algunas modificaciones pedagógicas al momento de desarrollar alguna explicación de contenidos o ejecución de actividades, las cuales deben ser consideradas por el mismo docente. Además se debe considerar la dificultad que el alumno ciego presenta para integrarse en igualdad de condiciones en actividades grupales donde se utilicen lenguajes iconos y gráficos.

Es necesaria la capacitación de los profesionales que trabajan con esta población, tanto docentes de educación especial como profesores de matemática que atienden en sus aulas estudiantes en condición de ceguera.

Referencias

- [1] BADILLA, J. E. *Tecnología en la enseñanza de la matemática con discapacidad visual*, VII Festival de la Matemática, Instituto Tecnológico Costa Rica, Sede San Carlos, Costa Rica, 2010.
- [2] BADILLA, J. E. *Videos sobre Matemáticas y Braille*, Instituto de Rehabilitación y Formación Helen Keller de Costa Rica, 2010.

- Presentación del alfabeto braille <http://vimeo.com/7628414>
Notaciones Matemáticas Braille Elementales <http://dai.ly/hIn0iP>
Braille y Matemática <http://vimeo.com/7630755>
Simbología Matemática Braille <http://vimeo.com/7626451>
Geometría Simbología Braille <http://dai.ly/ekZY6G>
Estadística y Representación funcional con Braille
<http://vimeo.com/7549808>
- [3] DELLA, J. J. *Notación Matemática Braille*, Editorial TIPOLAC, S.A., San Lorenzo, Buenos Aires, Argentina, 1998.
- [4] DUXBURY, *Algunas notas sobre Quick Tac 4.0*,
<http://www.tactileaudio.com/doc.htm>
- [5] FERNÁNDEZ, I., MERCADO, A., PASTOR, P., *Discapacidad Visual. Materiales para el Aprendizaje*, Editorial ICEVI, Córdoba, Argentina, 1999.
- [6] ONCE, *Actas del Congreso Estatal sobre prestación de servicios para personas ciegas y deficientes visuales*, Área de Educación 2. Editorial ONCE, Madrid, 1994.
- [7] SÁNCHEZ MUÑOZ, J. M. *Actividades para la Adaptación Curricular de Alumnos con incapacidad visual en 4º E.S.O*, Mi Rincón Matemático www.mates.byethost4.com
Unidad Didáctica 1 - Números Reales - Actividad 1
<http://www.box.net/shared/9j52k564gz>
Unidad Didáctica 1 - Números Reales - Actividad 2
<http://www.box.net/shared/6izq1a2om9>
Unidades Didácticas 6, 7 y 8
<http://www.box.net/shared/5zonfysxz0>
Unidad Didáctica 10
<http://www.box.net/shared/b4lvvg9z6a>
Unidades Didácticas 11 y 12 - Actividad 1
<http://www.box.net/shared/h4vjx4g76q>
Unidades Didácticas 11 y 12 - Actividad 2
<http://www.box.net/shared/gf3j7gcz>
- [8] UNESCO, *Foro Mundial sobre la Educación*, Dakar, Senegal, 2000.
<http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001211/121147s.pdf>

Sobre los autores:

Nombre: José Manuel Sánchez Muñoz

Correo Electrónico: jmanuel.sanchez@gmx.es

Institución: Grupo de Innovación Educativa Pensamiento Matemático. Universidad Politécnica de Madrid, España.

Nombre: José Eduardo Badilla Mora

Correo Electrónico: josebadillas@yahoo.com

Institución: Instituto de Rehabilitación y Formación Helen Keller, Costa Rica.