

EL DISPOSITIVO DIDÁCTICO DIGITAL: CONVERGENCIA ANALÓGICO-DIGITAL PARA LA EXPLORACIÓN DE CONCEPTOS MATEMÁTICOS

JOSÉ LORENZO SÁNCHEZ ALAVEZ

Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

joselorenzo.sanchez@upaep.mx

Resumen

Este documento describe una propuesta de convergencia de una serie de herramientas analógicas y digitales en el diseño de una situación didáctica para la exploración de conceptos matemáticos. Para ello, nos situamos en una interpretación sociocultural del aprendizaje que permita identificar los artefactos culturales que pueden concurrir, bajo una intención didáctica concreta, en un escenario de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas.

La idea central de la propuesta, reside en la redefinición de los artefactos analógicos y digitales disponibles en el contexto inmediato del docente, a través de la modificación en la intencionalidad inherente de cada objeto con un propósito común. Esta acción desembocará en una herramienta integradora: el cartucho didáctico, cuya zona de desarrollo potencial será ampliamente enriquecida por las posibilidades pedagógicas que otorga una superficie interactiva.

Palabras clave: secuencia didáctica, enseñanza, aprendizaje, matemáticas, interactividad.

Abstract

This document describes a proposal for convergence of a series of analog and digital tools in the design of a didactic-situation for the exploration of mathematical objects. To do this, we stand at a socio-cultural interpretation of learning to identify cultural artefacts that can go under a specific didactic intention, in a scenario of teaching and learning of mathematics.

The central idea of the proposal, resides in the redefinition of analog artifacts and digital available in the immediate context of the teacher, through modification in the inherent intent of each object with a common purpose. This action will result in an integrative tool: training cartridge, whose potential development area will be widely enriched by the pedagogical possibilities that gives an interactive surface.

Keywords: teaching sequence, teaching, learning, mathematics, interactivity.



Este documento describe una serie de ideas en tres momentos distintos y concurrentes.

En un primer momento se refiere al fundamento teórico en que sustento la propuesta. En esta sección se establece el marco conceptual que permite una interpretación socio-cultural del proceso metodológico para la convergencia de distintas herramientas (digitales y analógicas). Aquí se definen los artefactos que denomino *superficie interactiva* (un pizarrón interactivo portátil) y *cartucho didáctico* (ambiente virtual o interactivo que permite la exploración de un objeto matemático). Ambos términos tienen un papel central para la incorporación eficaz de tecnología digital en el diseño didáctico y su potencial uso fuera del aula.

Un segundo momento, a partir de una reflexión sobre los artefactos analógicos en el contexto inmediato del salón de clases, se describen las implicaciones técnicas requeridas para el diseño de una *superficie interactiva* y las competencias docentes requeridas para la convergencia digital en la generación de un *cartucho didáctico*. Este último término, hace referencia a un ambiente digital multiplataforma, que permite al estudiante, la exploración de un objeto matemático a través de sus *representaciones ejecutables*.

En un tercer momento se expresan algunas reflexiones en torno a las posibilidades reales que pueden generarse en un entorno de aprendizaje generado por esta propuesta. Se trata, concretamente, de crear las condiciones didácticas para llevar a los estudiantes hacia la oportunidad de involucrarse en una situación lúdica e interactiva que potencialice su aprendizaje.

Fundamentos

“La máquina es una herramienta desarrollada -prosiguió Rogers-. El hacha es una máquina sencilla, en manos de un hombre que busca algo. Una máquina no es más que una herramienta compuesta de múltiples elementos que aumenta el porcentaje de su capacidad. El hombre es el animal que fabrica herramientas. La historia del hombre es la historia de las herramientas que se convierten en máquinas, elementos funcionales más grandes y eficaces. Si rechazan las máquinas, rechazan el instrumento esencial del hombre.”

Philip K. Dick. Suvenir, 1953

Desde nuestros orígenes como especie, el instinto de supervivencia nos llevó a desarrollar una serie de herramientas que a su vez, como en una relación simbiótica, modificaron nuestro rumbo en la evolución. El hombre transformó la naturaleza para asegurar su permanencia en el planeta (Bruner, 1995). Esta nueva capacidad de modificar nuestro entorno, aceleró la evolución de nuestras capacidades con efectos trascendentes en nuestra cognición: nos hizo humanos.

Esta acción sobre el entorno, la entendemos en términos de **acción mediada**: toda acción humana es una acción mediada por herramientas materiales o simbólicas. (Wertsch, 1993). Ejemplos de acción mediada con herramientas materiales, lo encontramos desde las primeras cavernas adaptadas para enfrentar las inclemencias temporales, o de los artefactos de caza y defensa, con que nos enfrentamos a otros depredadores con más ventaja muscular. Hoy día, el entorno artificial que hemos creado va más allá de estas primeras necesidades hasta el grado de convertirnos en la especie dominante. Estas herramientas materiales adquieren su mayor expresión en los artefactos tecnológicos en el que nos hallamos sumergidos y del que dependemos para realizar nuestras actividades cotidianas modernas. Son nuestras prótesis analógicas y digitales, con que interpretamos este nuevo mundo.

El otro tipo de mediador lo representan las herramientas simbólicas. Éstas surgen con la necesidad, por ejemplo, de encontrar un soporte externo de nuestra memoria (Moreno, 2011). La necesidad de reemplazar un objeto concreto por un símbolo dio paso a la abstracción y favoreció el desarrollo de las funciones mentales superiores como la memoria voluntaria, la atención selectiva, el trazo fino. En este proceso, la sociedad es fundamental (Vygotsky, 2010), pues toda función mental superior es primero un fenómeno social y después se transforma, progresivamente, en una propiedad del individuo. Este proceso ha sido denominado inicialmente por Vygotsky como *internalización*. Ejemplos de herramientas simbólicas la encontramos en el mismo momento en que leemos este párrafo, pues para realizar esta acción usamos el sistema alfabético que transforma los símbolos plasmados en esta hoja de papel en ideas articuladas que el autor desea transmitir.

La acción mediada la entendemos a partir de una interpretación sociocultural, bajo el principio de que la vida mental es la vida social internalizada. Es decir, que la cognición humana y su entorno cultural son *co-extensivos* (Moreno, 2011). Así, las herramientas mediadoras, ya sean materiales o simbólicas, se transforman en extensiones cognitivas. (Vygotsky, 2010); y, en algunos casos, llegan a ser imperceptibles (Pozo, 2011) Al realizar una lectura, los grafos que componen cada frase se hacen *transparentes*, para dar paso, semánticamente, a las ideas que se transmiten.

En un escenario educativo, los artefactos culturales que la sociedad pone a nuestra disposición, toman matices no cotidianos. La convergencia y transformación de las matemá-

ticas de lápiz y el papel a las nuevas formas de mediación representadas por los recursos digitales, ofrecen cada vez nuevas formas de expresividad de los objetos matemáticos. Pero la transición no es inmediata y debe hacerse con cuidado, pues en ese tránsito existen dificultades que tienen que ver con el acceso, la naturaleza de los recursos tecnológicos y la *instrumentación* de dichos recursos (Artigue, 2004). Por ello es necesario un tránsito entre las fronteras entre ambos ambientes a través de una genuina capacitación docente en el uso de esos recursos digitales. (Ruthven, & Hennessy, 2002).

Un objeto matemático definido originalmente en un ambiente estático como el lápiz y papel, estudiado en un ambiente con tecnología digital, digamos la geometría dinámica, es un objeto borde. (Moreno, 2011). Las representaciones digitales, entendidas como el tratamiento de un objeto matemático dentro de un entorno tecnológico como la geometría dinámica, modifican la naturaleza de las exploraciones sobre el objeto matemático en cuestión. En un entorno digital la expresividad aumenta sustancialmente. La percepción de las propiedades del objeto se torna novedosa y ofrece una exploración que no es posible en otros entornos. (Sandoval & Jiménez, 2011)

Particularmente, la geometría dinámica permite una manipulación de las propiedades matemáticas en tiempo real. Este rasgo distintivo se denomina **representación ejecutable** del objeto matemático y modifica la acción que va tomando el estudiante en su interacción con el mismo objeto. De esta manera, a la actividad cognitiva del alumno va re-direccionándose continuamente en función del propio entorno, que a su vez moldea la acción sobre él. (Moreno y Hegedus, 2009)

Los artefactos culturales

Los artefactos que suministra la cultura, se tornan extensiones cognitivas (Moreno y Hegedus, 2009). Por ejemplo, al hablar, lo hacemos con la herramienta gramatical de la lengua materna y en ello se define el matiz de la idea que queremos expresar. En términos educativos, pensamos la matemática escolar en función de nuestra experiencia con los artefactos que definieron nuestra formación académica. Al escuchar la palabra “rombo”, seguramente vendrá a la mente la imagen estereotipada de esta figura geométrica y esporádicamente podríamos pensar en un cuadrado. Lo mismo sucede con la palabra “paralelogramo” y la posibilidad estrecha de traer a nuestra mente el mismo cuadrado o un rectángulo. Concretamente, pensamos en esos objetos matemáticos a través de las herramientas cognitivas desarrolladas por el tipo de artefactos mediadores utilizados (Wertsch, 1993). En el contexto mexicano, estos artefactos tienen una naturaleza estática: los libros de texto y los materiales recortables, por ejemplo.

La idea central de esta propuesta gira en torno a la redefinición en la intencionalidad de ciertos artefactos para la exploración de los objetos matemáticos. Una idea de éstas, tiene que ver con la conceptualización que tienen los docentes sobre los pizarrones interactivos y su asociación inminente al programa Enciclomedia (Proyecto gubernamental que integraba una serie de interactivos, un pizarrón digital y un equipo de cómputo) (Altamirano, 2006). A través del cambio de intencionalidad de ciertos artefactos electrónicos se pretende que el docente redefina, por ejemplo, su concepto de pizarrón interactivo, que lo lleve a incorporar esta modalidad en su práctica docente.

a. La superficie interactiva

Denomino superficie interactiva, al sistema que integra una serie de artefactos tecnológicos que permite emular la funcionalidad de un pizarrón electrónico (Sánchez-Alavez, 2012). El nombre obedece a que cualquier superficie puede ser utilizada para tal fin; todo depende del lugar al que se dirija la proyección. De esta manera, una pared común y corriente, el propio pizarrón verde o blanco, una mesa de trabajo, una ventana, puede ser transformada en un pizarrón digital.

Para generar una superficie interactiva, se requiere un control de mando Wii o Wiimote, que puede aparearse como dispositivo a una computadora, vía bluetooth (Figura 1).

FIGURA 1: DISTINTOS TIPOS DE MANDO WII.

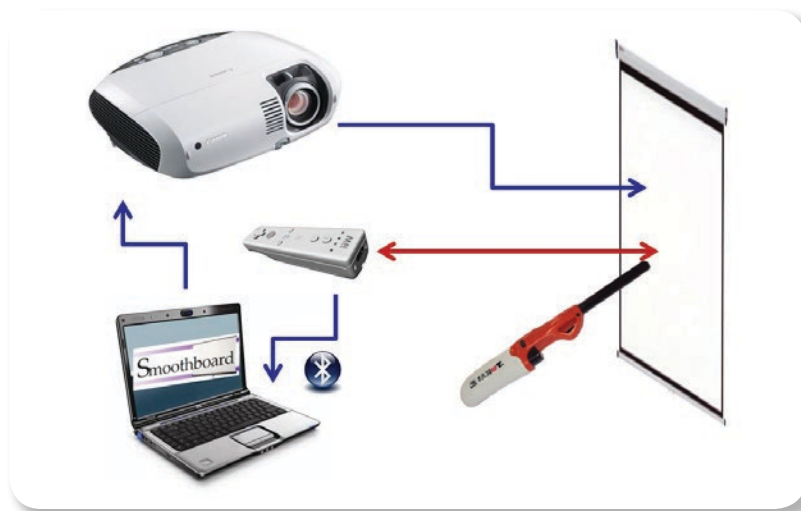


Fuete: <https://www.nintendo.es>

La computadora, y cualquier software que soporte, son proyectados a una superficie a través del cañón proyector. El Wiimote, en realidad es un sensor de movimiento con capacidad de detección muy precisa. Al emitir una pulsación infrarroja, ésta será detectada instantáneamente por el Wiimote, lo que es aprovechado por algunos software como el Smoothboard Air With Duo (Smoothboard Tech, 2015), para asociar el lugar exacto

de la pulsación en el espacio, con un punto específico de la pantalla de la computadora. (Figura 2).

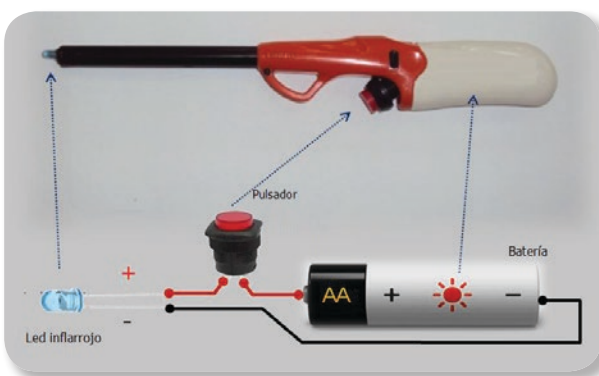
FIGURA 2: DIAGRAMA DE INTEGRACIÓN DE DISTINTOS ARTEFACTOS PARA GENERAR UNA SUPERFICIE INTERACTIVA.



Fuente: elaboración propia

De esta manera, cualquier programa que se esté ejecutando, podrá ser manipulado desde la pulsación infrarroja que, como es de suponerse, hará la función de un clic del ratón. La pulsación infrarroja la realizaremos a través de un artefacto que tiene que ser diseñado y que denominaré lápiz infrarrojo (Sánchez-Alavez, 2012). (Figura 3)

FIGURA 3: ESTRUCTURA DE UN LÁPIZ INFRARROJO CASERO.



Fuente: elaboración propia

La superficie interactiva, como se concibe en este documento, ha sido desarrollada a partir de una idea original de Johnny Lee como una redefinición del uso de tecnología

para el entretenimiento (la consola Wii), como una herramienta para el diseño de pizarrones interactivos a bajo costo. (Lee, 2012). Al proyecto original se le han agregado intencionalidad didáctica, aprovechando los esfuerzos dirigidos a mejorar los aprendizajes con la incorporación de tecnología digital en temas que, de acuerdo con el Instituto Nacional para la Evaluación Educativa, INEE, presentan mayor dificultad de aprendizaje. (INEE, 2009). Esta actividad también emula la interactividad que un estudiante logra frente a una tableta. (García, Angulo & Cuevas, 2015)

b. El cartucho didáctico

Un docente que transcribe un documento para sus alumnos en un procesador de texto, está incorporando tecnología digital en su práctica educativa: sin embargo, esto no implica necesariamente una mejora en la calidad de los aprendizajes alcanzados.

Si el mismo docente usa la internet para hacer llegar a sus estudiantes este objeto, entonces nos encontramos en una convergencia digital interesante. Dos herramientas digitales conjugadas y orientadas bajo una misma intención didáctica.

Los tipos de artefactos digitales que un docente usa, y la manera en que las conjuga bajo un propósito educativo, determinarán la calidad de la *nueva herramienta* que pondrá a disposición de sus estudiantes. (Díaz, 2014)

A continuación describirá algunas herramientas digitales que se harán converger para generar una poderosa herramienta para el aprendizaje:

- Dropbox. Es un servicio de alojamiento virtual de datos, que permite al usuario disponer y compartir archivos en línea.
- Geogebra. Es un software gratuito con poder de procesamiento algebraico (CAS), que permite las diferentes representaciones de un objeto matemático.
- GeogebraTube. Es un servicio de alojamiento de archivos ggb (el tipo de archivos que genera el software geogebra), que se comparte online.
- HTML5. Es el lenguaje básico de la *world wide web*. Permite la administración de los distintos recursos que se disponen desde la internet.
- Notepad++. Es un editor de texto que permite editar los archivos html.
- Smoothboard Software. Es el software que permite la sincronización entre el lápiz infrarrojo, el wiimote y la computadora.
- Generador de archivos QR. Es un servicio online, que permite transformar una dirección URL en un código bidimensional llamado Código QR. Este proceso es

importante dado que lleva al estudiante al sitio exacto que determina dicho código.

- App lector QR. Es cualquier aplicación para móviles, que permite escanear códigos QR. Ello tiene la virtud de llevar al usuario directamente al archivo que usted elija, sin necesidad de introducir direcciones extensas.

La superficie interactiva, el cartucho didáctico y las estrategias para garantizar la accesibilidad de los estudiantes y docentes a dichos recursos es lo que denomino dispositivo didáctico digital (D3).

Metodología

La propuesta inicia con una selección de contenidos matemáticos del currículo escolar, tomando como criterio, el nivel de dificultad que presentan los estudiantes para su aprendizaje. (INEE, 2009).

Con el tema delimitado se diseña un interactivo en Geogebra, es decir, una construcción dinámica que permita su exploración digital. Una construcción elemental pero consistente podría representar una poderosa herramienta de exploración y, por ende, en una oportunidad de superar ese obstáculo conceptual que no permite a los alumnos avanzar hacia ideas más complejas de la matemática. El diseño del interactivo debe orientarse a partir de una intencionalidad didáctica que permita alcanzar ese aprendizaje esperado.

Es necesario compartir el interactivo en *GeogebraTube*. Ello le permitirá acceder al link que llevaría a cualquier usuario a ese sitio específico en que se aloja su archivo ggb. Este es un momento determinante del proceso.

Por otra parte, se deberá contar con una carpeta de archivos dentro de su sitio en Dropbox (*Cartucho*). Dentro de esta carpeta se alojarán la subcarpeta de *hojas de estilo en cascada* o CSS (la llamaremos *css*), que determinará el diseño de su propuesta digital; una subcarpeta de fuentes (*fonts*), que dará versatilidad a los tipos de letras que desee usar; y una carpeta de imágenes (*img*), donde se alojará cualquier imagen que desee utilizar. La carpeta *Cartucho* contendrá estas tres subcarpetas y también tantos archivos *html* como actividades requiera. Es recomendable usar nombres fácilmente reconocibles; por ejemplo, "ExpresionesAlgebraicas.html".

No se requiere ser un experto informático para adaptar las instrucciones de un archivo *html* con la sintaxis adecuada, dado que existen distintos ejemplos disponibles de manera gratuita en internet. Para ello es útil usar un editor de texto como Notepad++. En

la línea de código "article", se inserta la dirección generada por el link que proporciona GeogebraTube para su archivo. Este archivo html puede contener, también, una serie de instrucciones escritas para guiar la actividad de exploración de los estudiantes: las **consignas didácticas**.

Como la carpeta *Cartucho* está contenida en el servicio de Dropbox, genera una dirección única para cada elemento que la integre. En particular, se propone generar un código QR para el archivo html que se desee compartir con los estudiantes. Al ser una dirección específica y única, el alumno accederá exclusivamente al archivo elegido.

Este archivo html es lo que se denomina **cartucho didáctico**. Puede ajustarse fácilmente para alojar otro interactivo, sin alterar completamente la sintaxis. Basta con modificar las instrucciones de la actividad, la dirección de su interactivo y el título de su propuesta. Es pues, un cartucho genérico.

Un ejemplo del diseño que se propone, lo puede visualizar en la Figura 4.

FIGURA 4: ASPECTO FINAL DE UN CARTUCHO DIDÁCTICO.



Fuente: elaboración propia

El cartucho didáctico puede ser usado en distintos niveles. Por una parte, el docente podría usarlo desde su versión web para mostrarlo al grupo y, más aún, a través de una superficie interactiva. Esto generará una situación de clase dinámica que mantendrá al estudiante en constante exploración.

También podría compartir la URL (vía QR), a los estudiantes para que la exploración la hagan a nivel de equipos de trabajo o, incluso, de manera individual. (Figura 5).

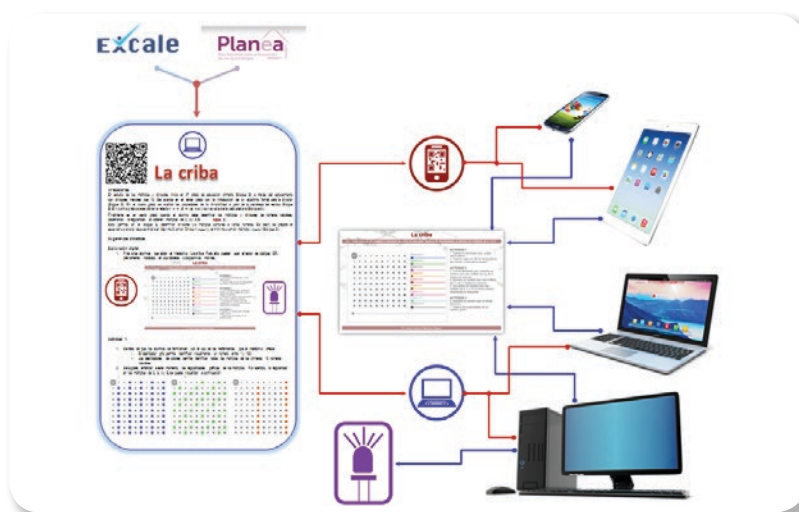
FIGURA 5: CARTUCHO DIDÁCTICO EN SUS DOS VERSIONES.



Fuente: elaboración propia

Un elemento esencial en la propuesta, es el diseño instruccional de la secuencia didáctica. Esta herramienta es una secuencia coherente del tratamiento didáctico del contenido temático. En él se especifican la situación que permite que el alumno ponga en juego su acervo de herramientas matemáticas para resolver un problema. El tratamiento didáctico incorpora el uso de la tecnología digital, a través del cartucho didáctico, como una herramienta de exploración (Sánchez-Alavez, 2015). Toda la estructura de la propuesta se muestra en la Figura 6.

FIGURA 6: PROPUESTA GENERAL.



Fuente: Elaboración propia

El ícono azul hace referencia a la versión web para el docente. El ícono rojo, indica la disponibilidad de la versión móvil para el estudiante. El ícono violeta, hace referencia a la posibilidad de la incorporación de la superficie interactiva para el tratamiento grupal en la exploración del objeto matemático.

En el salón de clases

Uno de los temas en los que se presenta mayor dificultad en su aprendizaje, tiene que ver con el establecimiento de relaciones entre una función y su gráfica, particularmente, en aquellos casos en que se modela una ecuación cuadrática (INEE, 2009).

Con este contenido identificado, se propone el interactivo cuadrática disponible en GeogebraTube con el mismo nombre. (Sánchez-Alavez J. , 2016). Este recurso se ha *incrustado* al cartucho didáctico llamado 931 Cuadrática, en referencia al apartado 9.3.1 correspondiente al apartado 3.1 del tercer grado de secundaria (noveno grado de la educación básica).

Para acceder al cartucho, se ha generado un código QR y un logotipo para los estudiantes (Figura 7).

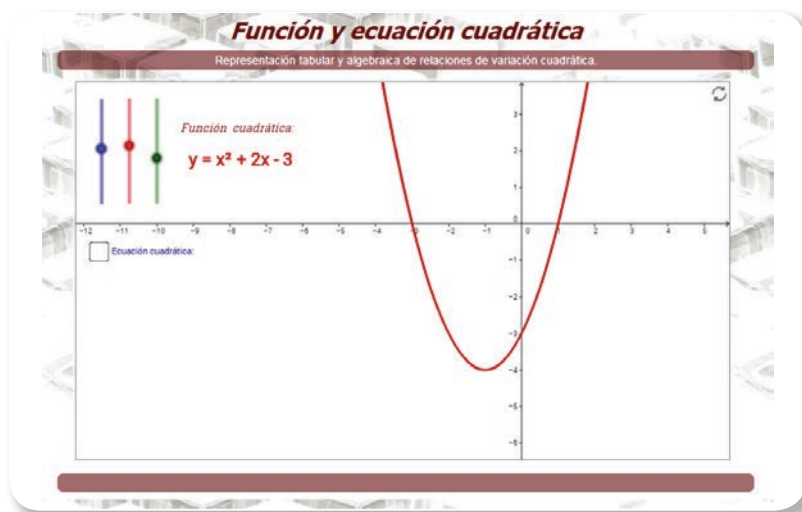
FIGURA 7: LOGOTIPO Y FICHA TÉCNICA DEL CARTUCHO DIDÁCTICO PARA FUNCIONES CUADRÁTICAS.



Fuente: elaboración propia

Al acceder vía un lector de códigos QR, o tecleando la dirección <https://db.tt/SHFOcCfr>, el estudiante dispondrá del interactivo en cualquier dispositivo móvil. De manera individual, el alumno podrá realizar una exploración digital que le permita establecer la relación entre los parámetros de una función cuadrática y su representación gráfica, así como el significado de ecuación cuadrática como un caso particular del valor requerido para . (Figura 8).

FIGURA 8: INTERACTIVO



Fuente: elaboración propia

En un segundo momento, este análisis podrá llevarse a una discusión grupal. Es ahí donde el docente deberá elegir, en función del contexto escolar, de la forma de presentación del interactivo: usando solo la palabra, proyectando el archivo ggb o, usando la superficie interactiva para interactuar de manera grupal.

El cartucho 931 cuadrática, sus versiones digitales para el alumno y docente, así como los elementos analógicos que conforman la superficie interactiva, y las recomendaciones didácticas inherentes al tratamiento de este tema, conforman una sección particular del Dispositivo Didáctico Digital.

Reflexiones finales

De acuerdo con Wertsch (1993), la acción sobre determinadas herramientas estará determinada por la naturaleza misma de dichas herramientas, y esto a su vez, dará forma a la acción misma. Este principio permite interpretar los efectos de la práctica educativa en términos de los instrumentos mediadores predominantes en el entorno escolar.

En el caso del tema abordado en el ejemplo, es posible apreciar una fuerte tendencia de los docentes a interpretar de manera estática el concepto de función cuadrática, como si se extrajera dicha definición de un libro de consulta. De ahí que se enfatice el aspecto algorítmico en situaciones en que interviene este concepto. Esta manera de concebir la matemática es transmitida, casi de manera idéntica, a las nuevas generaciones.

Cuando el docente se enfrenta al cartucho didáctico, en la versión para el docente (archivo ggb o el cartucho didáctico para su visualización en computadora), entra en un proceso de instrumentación (Artigue, 2004) que lo lleva a amplificar su poder de observación del propio objeto matemático y, eventualmente, a una reorganización conceptual (Moreno, 2011). Es una transición compleja.

Una de las dificultades que presentan los docentes en este proceso, están relacionadas con las experiencias obtenidas del programa Enciclomedia y los estigmas que giraron alrededor del proceso de implementación, aunado a las distintas expectativas que se generaron en los propios padres de familia. (García et al., 2015), con relación al uso de las tabletas otorgadas a alumnos de educación básica. En algunos casos, se refirieron a esta estrategia como una manera de dar sentido a dichos equipos (Ortega, Estrata y Febles, 2013).

En este punto, es factible aspirar a que el docente genere sus propios recursos interactivos (Patten y Arnedillo-Sánchez, 2006), para aprovechar que los teléfonos celulares y tabletas gozan de mayor presencia en los hogares.

Por otra parte, los estudiantes involucrados mostraron mayor disposición al uso de dispositivos móviles. Es, en palabras de ellos, su modo natural de explorar. Las dificultades que se presentaron en este sector, tiene que ver con la capacidad de procesamiento del dispositivo y/o la velocidad de transmisión de datos.

Los escenarios culturales determinan el contexto en el que determinadas herramientas se consolidan y, al mismo tiempo, permiten la posibilidad de que nuevas herramientas emerjan para enriquecer el acervo con que disponen sus individuos. En el contexto mexicano, el artefacto que he llamado cartucho digital tendrá, necesariamente, un efecto cognitivo en los estudiantes. Pero más allá de los objetivos concretos, abre una puerta que minimiza el problema de la accesibilidad dada su naturaleza multiplataforma y su carácter gratuito.

En este sentido, el papel del docente es fundamental para garantizar la oportunidad de sus estudiantes para la exploración digital de conceptos matemáticos con herramientas que están al alcance de ambos actores.

El dispositivo didáctico digital es, en síntesis, una oportunidad de democratizar posibles escenarios de la escuela del futuro.

Referencias

- Altamirano, R. (2006). Estrategias cognitivas con Enciclomedia. *Revista Electrónica Teoría de la Educación. Educación y cultura en la Sociedad de la Información*, 7(2), 235-248.
- Artigue, M. (2004). Problemas y desafíos en educación matemática: ¿Qué nos ofrece hoy la didáctica de la matemática para afrontarlos? *Educación Matemática*, 16(3), 5-28.
- Bruner, J. S. (1995). *Desarrollo cognitivo y educación*. Madrid: Morata.
- Díaz, F. (2014). Programa TIC y educación básica. Las políticas TIC en los sistemas educativos de América Latina: Caso México. *MI compu.Mx: laptops para alumnos de quinto y sexto grado de educación primaria en escuelas públicas*. Buenos Aires, Argentina: UNICEF.
- Dick, P. (2006). *Cuentos completos II*. Barcelona: Minotauro.
- García, R.; Angulo, J. & Cuevas, O. (2015). Mi CompuMx: opinión de padres de familia, docentes y directivos sobre su aplicación y desarrollo. *Memorias del XIII Congreso Nacional de Investigación Educativa*. Chihuahua, México.
- INEE. (2009). *El aprendizaje en tercero de secundaria en México. Informe sobre los resultados de Excale 2009, aplicación 2008*. México: INEE.
- Lee, J. C. (2012). *Johnny Chung Lee >Projects>Wii*. Recuperado el 17 de Diciembre de 2015, de <http://johnnylee.net/projects/wii/>
- Moreno, L. (2011). La semiótica y lo digital: dominios coextensivos. *XIII CIAEM-IACME*. Recife, Brasil.
- Moreno, L., & Hegedus, S. (2009). Co-action with digital technologies. *ZDM Mathematics Education*, 41, 505-519.
- Ortega, M.; Estrata, V. & Febles, J. (2013). Modelo teórico para la introducción de tabletas en la educación básica. *RES NON VERBA*, 19-28.
- Patten, B. & Arnedillo-Sánchez, I. (2006). Designing collaborative, constructionist and contextual applications for handheld devices. *Computers & Education*, 46(3), 294-308
- Pozo, J. I. (2011). *Humana mente. El mundo, la conciencia y la carne*. Madrid: Morata.
- Ruthven, K. & Hennessy, S. (2002). A practitioner model of the use of computer-based tools and resources to support mathematics teaching and learning. *Educational Studies in Mathematics*, 49(1), 47-88.
- Sánchez-Alavez, J. (27 de 03 de 2016). *Cuadrática*. Recuperado el 27 de Marzo de 2016, de Geogebra: <https://www.geogebra.org/material/simple/id/2550509>
- Sánchez-Alavez, J. L. (2012). *i-Locus. Exploraciones digitales del lugar geométrico. Tesis doctoral*. México.
- Sánchez-Alavez, J. L. (2015). *iMat-X: Exploraciones digitales de objetos matemáticos*. Recuperado el 17 de Diciembre de 2015, de www.imat-x.com
- Sandoval, I. & Jiménez, E. (2011). Integration of Interactive Resources into the Teaching of *Mathematics in Primary Education in Mexico*. The 2011 Asian Technology Conference in Mathematics (ATCM 2011), 395-404. Bolú, Turquía.
- Smoothboard Tech. (2015). *Smoothboard Air*. Recuperado el 17 de Diciembre de 2015, de <http://www.smoothboard.net/>

Vygotsky, L. (2010). *Pensamiento y lenguaje*. Barcelona: Paidós.

Wertsch, J. (1993). *Voces de la mente*. Madrid: Visor Distribuciones.