

# Los recursos didácticos en la enseñanza del Cálculo en la era digital

*El Cálculo y su Enseñanza.*

ISSN: 2007-4107 (electrónico)

**Heidy C. Chavira**  
Universidad Autónoma de  
Ciudad Juárez  
UACJ  
[heidy.chavira@uacj.mx](mailto:heidy.chavira@uacj.mx)  
**Juan de Dios Viramontes M.**  
Universidad Autónoma de  
Ciudad Juárez  
UACJ  
[juan.viramontes@uacj.mx](mailto:juan.viramontes@uacj.mx)  
**Janett N. Hernández M.**  
Universidad Autónoma del  
Estado de México  
UAEM  
: [janett\\_jh@hotmail.com](mailto:janett_jh@hotmail.com)  
**Avenilde Romo V.**  
CINVESTAV-Zacatenco  
[avenilde.romo@cinvestav.mx](mailto:avenilde.romo@cinvestav.mx)

**Recibido:** 16 junio de 2022

**Aceptado:** 9 noviembre de  
2022

**Autor de Correspondencia:**  
**Juan de Dios Viramontes M.**



**Resumen.** Esta reflexión parte de las actividades del grupo de trabajo sobre Tecnología en Educación del EICAL 12 donde se incorpora de manera sintetizada las reflexiones generadas en las conferencias que se expusieron en grupo, las cuales se usaron como punto de partida para la discusión, con el propósito de ofrecer un panorama sobre el uso de la tecnología en la educación. El desarrollo de la temática se centra en los recursos didácticos disponibles para la enseñanza del cálculo, se parte de una mirada general sobre el papel del libro de texto, para enfocarse en la forma en que los problemas de optimización son presentados considerando elementos de la Teoría Antropológica de lo Didáctico (TAD). Lo que permite ampliar la mirada a los recursos que se ofrecen en la red, mostrando fenómenos asociados a las búsquedas de información que realizan los alumnos para resolver los diferentes tipos de actividades matemáticas.

**Palabras clave:** Tecnología en educación, libros de texto, optimización, búsquedas de ayuda

**Abstract.** This reflection is based on the activities of the work group on Technology in Education of the EICAL 12 where the reflections generated in the conferences that are presented in groups are incorporated in a synthesized way, which were used as a starting point for the discussion, with the purpose to offer an overview of the use of technology in education. The development of the theme focuses on the didactic resources available for teaching calculus, starting from a general view of the role of the textbook, to focus on the way in which optimization problems are presented considering elements of the Theory Anthropology of the Didactic (TAD). This allows us to broaden our view of the resources offered on the network, showing phenomena associated with the information searches carried out by students to solve the different types of mathematical activities.

**Keywords.** Technology in education, Textbooks, Optimization, Help-seeking.

## **1. Resumen del Grupo de Trabajo: *Tecnología en la Educación.***

Este año 2020 ha representado un gran reto a nivel mundial, debido a la reclusión obligada por la contingencia sanitaria propiciada por la propagación del virus SARS-CoV-2, que nos ha obligado a adaptar la enseñanza conforme a las denominadas “nuevas tecnologías” que habían surgido ya desde décadas atrás, y que, sin embargo, nos habíamos resistido a utilizar cotidianamente. De hecho, casi todo tipo de actividad laboral –al menos en los sectores públicos de Latinoamérica—, privilegió las videoconferencias y el trabajo en casa. Es por esta razón que la tecnología informática, los dispositivos telefónicos y de cómputo, así como el Internet, se han perfilado como una serie de herramientas para la comunicación entre la comunidad educativa y para el imprescindible desarrollo de ambientes educativos innovadores. En este contexto, la reflexión sobre los recursos didácticos para la enseñanza del cálculo resulta imprescindible. ¿Qué lugar ocupan los libros de texto en la era digital?, ¿existen cambios significativos en las propuestas didácticas de los recursos digitales?, ¿cuáles son las funciones de los recursos digitales desde el punto de vista del profesor y de los estudiantes?

## **2. Los libros de texto y su papel en la era digital**

La enseñanza del cálculo ocupa un lugar preponderante en la formación de futuros profesionistas, debido a que ofrece ‘bases’ para el estudio de otras disciplinas como la mecánica, la teoría de control, la economía, etc. Este modelo de enseñanza parece tener su origen en la *École Polytechnique*, institución de formación de futuros ingenieros, de gran vocación científica, en la que el análisis matemático tuvo un gran desarrollo a finales del siglo XVIII, impactando en la consolidación de otras disciplinas como la mecánica (Belhoste, 1994). La evolución de su enseñanza ha estado marcada por la aparición de diferentes recursos didácticos, libros de texto con aplicaciones, programas informáticos y calculadoras científicas que permiten derivar e integrar rápidamente, optimizar y resolver tareas complejas. Asimismo, han aparecido una gran cantidad de recursos didácticos en la web, videos, tutoriales, bases de ejercicios, problemas entre otros. Sin embargo, las tareas abiertas cuya realización implican procesos de estudio y de investigación parecen no tener un “nicho ecológico” propicio ni la enseñanza regular ni en la web.

Los libros de texto han sido desde hace más de un siglo el apoyo de muchos estudiantes y profesores, tanto para aprender como para enseñar. El libro de texto tiene un uso muy variado y el significado que los profesores le dan es muy diferente según los criterios de clasificación (Schurbring y Fan, 2018). Entre los criterios de clasificación de los libros de texto podemos encontrar los libros físicos y los

libros virtuales. Los libros de texto virtuales son aquellos que pueden o no existir en físico, pero se encuentran digitalizados y regularmente, accesibles vía internet (O'Halloran, 2018).

El uso de recursos digitales se ha extendido y es cada vez más frecuente entre los estudiantes tanto para cursos presenciales como virtuales en todos los niveles (Gyllen, 2018). Los estudiantes ocupan esta nueva tecnología de forma versátil adaptándose de forma dinámica en la transición a la virtualidad (Minichiello, 2019). Las habilidades que han desarrollado los ponen en la vanguardia y los profesores, que no somos nativos digitales, no aventuramos a aprender y seguirles el paso. De forma casi simultánea a los grandes cambios la educación requiere moverse de forma contundente a la organización y uso de nuevas tecnologías para poder seguir ayudando a construir las herramientas que los alumnos usarán en el futuro inmediato. El desarrollo de recursos digitales abarca libros de texto, así como cursos completos en todos los niveles (Martin, 2017). La respuesta de los usuarios, tanto estudiantes como profesores, ha marcado el ritmo de avance. Los estudiantes están cada vez más expuestos a diferentes tipos de tecnología y la incorporación de esta en la planeación docente se hace cada vez más demandante.

Los libros de texto digitales constituyen una mejora sin precedentes de los recursos instruccionales por su portabilidad y accesibilidad. Pero una característica que los hace muy atractivos es la capacidad, de algunos de ellos, de ser interactivos. Es decir, cuentan con ligas de internet que son accesibles desde el texto mismo, lo cual los convierte en recursos inagotables. Las ligas pueden dirigir a ejercicios, aplicaciones informáticas y recursos de apoyo, entre otros, dando la capacidad al docente de construir de forma creativa e innovadora la lección de estudio del aula y los materiales de retroalimentación del alumno.

Las necesidades educativas actuales exigen recursos interactivos, los libros de texto digitales tienen la capacidad de incorporar dichos recursos. El diseño de libros con estas características marcará el futuro de las actividades en el aula sea esta física o virtual. De aquí que tanto los profesores como los estudiantes deberán prepararse para la interacción con los elementos que contendrán estos libros. Las políticas educativas internacionales hacen eco de las necesidades educativas, principalmente en los países en vías de desarrollo. En estos países, como México, es importante invertir más en la transición hacia la virtualidad, ya que el uso de dichas herramientas es algo insoslayable. La incorporación de los libros de texto digitales brinda una oportunidad para la reestructuración del currículo y da pie a la capacitación continua de los profesores. El sistema didáctico se ve afectado por estos cambios tecnológicos vertiginosos, los cuales nos ponen de cara al futuro. Ya no es posible seguir aplazando el

uso adecuado de recursos tecnológicos en las aulas porque nuestros estudiantes deben ser atendidos de forma integral y tal uso nos permitirá formar los ciudadanos digitales que la aldea digital necesita.

Para ilustrar lo anterior, se analizan algunos problemas de optimización, que suelen ser estudiados después de abordar el tema de máximos y mínimos, como un ejemplo de aplicación.

### 3. Los problemas de optimización “privilegiados” en los libros de texto

El análisis de los problemas de optimización se basa en dos nociones básicas de la Teoría Antropológica de lo Didáctico (TAD) (Chevallard, 1999), de institución y la de praxeología.

Las instituciones, es decir, organizaciones sociales estables, enmarcan las actividades humanas y simultáneamente las hacen posibles por los recursos que estas instituciones ponen a disposición de sus sujetos. Estos recursos materiales e intelectuales han sido producidos por comunidades, a lo largo de procesos de enfrentamiento a situaciones problemáticas, para resolverlas con regularidad y eficacia (Castela y Romo, 2011, p. 85).

La praxeología [ $T$ ,  $\tau$ ,  $\theta$ ,  $\Theta$ ] es la una unidad mínima de análisis de la actividad humana. Sus cuatro componentes son: tipo de tareas  $T$ , técnica  $\tau$ , tecnología  $\theta$  y teoría  $\Theta$ . La tarea es lo que se hace, la técnica es la manera en que se hace, la tecnología corresponde a discursos que producen, justifican y explican la técnica, la teoría corresponde a discursos más generales que producen, justifican y explican las tecnologías (Chevallard, 1999). Las praxeologías tienen diferentes niveles de complejidad: puntual, local, regional y global (Chevallard, 2002). La praxeología puntual se define por tener un tipo de tarea, una técnica, una tecnología, y una teoría; la local engloba varias praxeologías puntuales que tienen una misma tecnología; la regional está conformada por varias praxeologías locales que tienen la misma teoría; la global está conformada por varias praxeologías regionales; y finalmente, la praxeología disciplinar engloba todas las anteriores.

Lo que se puede ilustrar en la siguiente figura 1.

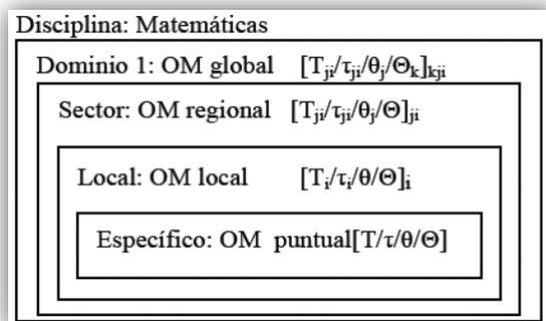


Figura 1. Niveles de complejidad de las praxeologías

Estos niveles constituyen una herramienta clave para organizar la obra matemática. Además, se reconoce que existe una codeterminación entre las praxeologías u organizaciones matemáticas y las praxeologías u organizaciones didácticas. La forma de organizar didácticamente determinada praxeología matemática: presentar inicialmente la definición, mostrar la técnica a partir de uno o dos ejemplos, colocar una lista de ejercicios, trastoca la praxeología matemática y viceversa, la praxeología matemática que se elija (definición formal, técnica general, tipo de tareas generales), determinará su organización didáctica.

Los problemas de optimización son objeto de estudio en un sinnúmero de cursos de Cálculo y un fenómeno interesante que ha sido evidenciado en Martínez (2014) es que algunos de problemas suelen mantener grandes similitudes en diferentes libros de texto. En su análisis Martínez consideró tres libros de cálculo: Purcell, Varberg y Rigdon (2007), Stewart (1999) y Zill y Wright (2011). Martínez analiza el problema de la optimización del volumen de una caja (Figura 2) y determina la siguiente praxeología:

*Tipo de tarea:* Optimizar el volumen

*Tarea:* Encontrar las dimensiones que deberá tener cada corte ( $x$ ) en la esquina de la caja para que cuando se doble se forme la caja con su máximo volumen.

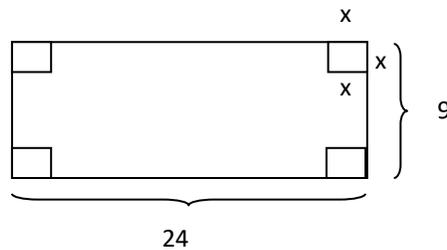


Figura 2. Representación gráfica de la caja de cartón

*Técnica:* Reconocer el cálculo del volumen de una caja.

$$V=abc$$

Expresar el volumen en función del tamaño de los cortes “ $x$ ”

$$V = abc$$

$$V = (24-2x)(9-2x)(x) = 216x - 66x^2 + 4x^3.$$

Se deriva la función volumen, se iguala a cero, se despeja la variable  $x$ , lo que permite encontrar dos valores para la “ $x$ ”:  $x_1 = 9$ ,  $x_2 = 2$ . Se elige que la solución es  $x_2 = 2$  y se calcula el volumen con la caja que se forma.

*Tecnología:* Definición del máximo de una función. Si  $f$  y  $f'$  son derivables en  $a$ ,  $a$  es un máximo relativo o local si se cumple: 1.  $f'(a) = 0$ , 2.  $f''(a) < 0$ . Así mismo, seleccionar la solución que corresponde al valor de  $x = 2$ , ya que no es posible cortar 9 pulgadas de cada lado.

Esta praxeología constituye un ejemplo de los problemas típicos de optimización que aparecen en los libros de texto analizados. En todos ellos, se puede identificar que los autores proponen un contexto no matemático con el objetivo de mostrar la utilidad de la determinación de máximos y mínimos de una función a partir del cálculo de su primera y de su segunda derivada. Es decir, se motiva la maestría o perfección de la técnica de optimización a partir de la realización de varias tareas del mismo tipo, pero ignorando las tecnologías relacionadas con el contexto en el que se propone la tarea. ¿Qué consideraciones se deben realizar sobre el material con el que se hará la caja? Esto se debe al hecho de que los contextos de los problemas no se analizan, no hay un interés en mostrar un uso “real” del cálculo, sino que constituyen una estrategia para dar “sentido” a la enseñanza de la técnica. Esta propuesta didáctica que puede ser cuestionada debido a que no permite establecer relaciones sólidas

entre saberes de diferente índole, ni a mostrar el rol fundamental de los modelos matemáticos en el enfrentamiento de problemas de ingeniería, economía o administración. En Martínez (2014) se muestra que en la enseñanza de administración de las operaciones aparecen modelos del funcionamiento de inventarios, por ejemplo, el EOQ (*Economic Order Quantity*) (Chase, Jacobs y Aquilano, 2005) cuyo análisis posibilitó el diseño de una actividad didáctica (Figura 3).

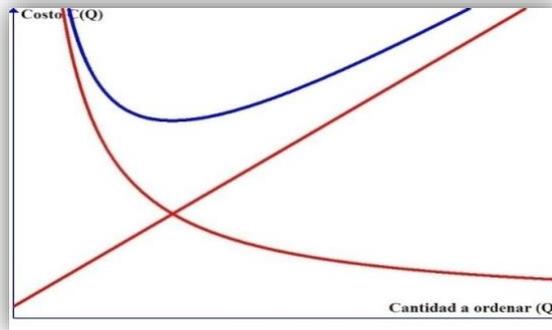


Figura 3. Gráfica del COSTO TOTAL del modelo EOQ

#### 4. Problemas de optimización en los recursos didácticos de la Internet

Ahora bien, un primer análisis sobre los recursos didácticos existentes en la web sobre los problemas de optimización, permitió constatar el gran número de propuestas en las que aparecen este tipo de problemas en detrimento de problemas abiertos o propuestos en contextos de la enseñanza de las disciplinas específicas de ingeniería, economía o administración. Si se considera únicamente el problema de optimizar el volumen de la caja, se encuentran 9,700 resultados, como se ilustra en la Figura 4.



Figura 4. Imagen de la búsqueda en la Internet sobre el problema de optimizar el volumen de la caja

Una exploración rápida sobre los primeros recursos muestra que no hay realmente una innovación sobre las tareas, sino en la forma de presentarlo y explicarlo. La tecnología informática parece utilizarse como un medio para “innovar” la presentación de las tareas, pero no para modificar las tareas, para generar tareas abiertas de modelización y establecer relaciones más sólidas entre saberes de diferente índole.

El enfoque teórico de la TAD muestra que las organizaciones praxeológicas de nivel local deberían ser base de los diseños didácticos, además, sus herramientas posibilitan analizar praxeologías locales de la enseñanza de otras disciplinas que permitan generar diseños didácticos acordes con las exigencias del siglo XXI.

### **5. El uso de las ayudas digitales más allá de los libros de texto**

Los libros de texto actuales incluyen diferentes apoyos disponibles de manera digital para los alumnos, incluso algunos tienen videos donde se explica la solución de algunos de los problemas del libro, pero la realidad es que las búsquedas de ayuda de los alumnos no son por lo regular en las ayudas propuestas por los libros de textos. De hecho, la búsqueda de información por parte de los estudiantes, temática de investigación abordada por el Dr. Mario Sánchez Aguilar del Centro de Investigación en Ciencias Aplicadas y Tecnologías Avanzadas del Instituto Politécnico Nacional (CICATA-IPN) en el grupo de Tecnologías de la Educación EICAL, quien muestra cómo los estudiantes para tener una mejor comprensión de los contenidos matemáticos se dan a la tarea de solicitar ayuda a sus compañeros, sus maestros, en medios impresos y en medios electrónicos, y es justamente esta última forma y el uso de dispositivos móviles que ha modificado las maneras en que los estudiantes buscan ayuda matemática.

Según lo planteado por el Dr. Sánchez las personas en ocasiones evitan pedir ayuda a otras personas, fenómeno estudiado por sociólogos, psicólogos y otros académicos, donde tratan de identificar y explicar qué factores sociodemográficos, psicológicos y culturales motivan la búsqueda de información, que por un tiempo fue considerado como un comportamiento con connotación negativa, como un indicador de desarrollo deficiente del individuo, asociado al deterioro de la autoestima, autopercepción y sentido de competitividad del individuo. En investigaciones como la de Nelson Le-Gall (1981, 1985) se interpreta esta acción como una habilidad útil para el autoaprendizaje y como una estrategia importante para lograr el éxito escolar y no fue la excepción respecto al tema de matemáticas. Algunas preocupaciones de los alumnos, según estudios de Newman y Schwager (1993) en donde había dos grupos de estudiantes entre 9-13 años, era pedir ayuda matemática cuando la necesitaran, ya

que de esa manera no se verían como deficientes en el aprendizaje, preocupación especialmente de algunas niñas.

El Dr. Sánchez identifica que se ha investigado poco respecto a la búsqueda de ayuda matemática en Internet, por ejemplo, Puustinen y colegas (2009), examinaron los mensajes publicados en foros de discusión en línea, encontrando que los estudiantes expresaron mejor sus dudas, por lo tanto, era más probable que recibieran una ayuda útil. Por otro lado, Van de Sande (2001) reafirma lo anterior y menciona que los estudiantes de matemáticas de diferentes partes del mundo usan el Internet como fuente de ayuda matemática. Asimismo, los estudiantes buscan información en Google, YouTube y Facebook, para aclarar dudas y repasar temas vistos en clase, encontrar maneras alternativas de resolver problemas, así como, verificar resultados y buscar soluciones a tareas paso a paso. El tipo de búsqueda de ayuda que se requiere, especialmente consiste en un apoyo algorítmico para resolver un problema en específico y no precisamente en aprender cómo resolver ese y más tipos de problemas relacionados. Nelson Le-Gall (1981, 1985) además menciona que existe un tipo de ayuda instrumental que es mayormente enfocada en promover la comprensión de una idea o proceso de solución de un problema, es decir, a través de pistas o un interés de parte del estudiante por aprender cómo resolver problemas matemáticos de manera significativa.

La reflexión sigue abierta en cuanto a la forma en que los alumnos pueden usar internet como fuente de ayuda matemática, resolviendo cosas que nunca antes habían visto, en algunas ocasiones con esfuerzo mínimo y con la habilidad para saber buscar información relevante con palabras adecuadas. Aunque existen trabajos que ofrecen propuestas metodológicas para realizar estas investigaciones. Por ejemplo, Sánchez y Esparza (2020) solicitaron a un grupo de estudiantes de cálculo de diferentes carreras de ingeniería -que ya habían cubierto el tema de las integrales definidas e indefinidas- que resolvieran una serie de problemas utilizando los recursos tecnológicos e informáticos que tuvieran disponibles en ese momento, generando una videograbación y basándose en la *Teoría Fundamentada* para estudiar el producto obtenido, se observó que buscaban, así como, el tiempo que tardaron. Se encontró que: a) una fuente de asistencia utilizada entre estos estudiantes fue el canal de YouTube <<julioprofe>>, b) también se registró la ayuda del tipo algorítmica, donde algunos de los estudiantes solo buscaron tanto en páginas web y foros como *Yahoo Respuestas*, la solución de los ejercicios planteados, aunque no con un razonamiento adecuado o simplemente copiando y pegando textos, es decir, “sin un mayor esfuerzo” y c) los comportamientos de exploración de refuerzo de los estudiantes estuvo dominada por las búsquedas de ayuda instrumental, por ejemplo, ocurrió que un estudiante al

buscar en el navegador de Internet palabras clave y frases específicas, éste le condujo a una serie de hipervínculos, eligiendo un video del canal <<julioprofe>> con una duración de seis minutos, donde se resuelve paso a paso un problema similar al que él requiere resolver, y al consultarlo éste repite algunos fragmentos del video invirtiendo doce minutos, lo anterior se interpreta como un esfuerzo del alumno para comprender el algoritmo de solución y transferirlo a lo que se le solicitaba.

Los apoyos digitales que proponen los libros de texto no parecen estar en el radar de búsqueda de los alumnos, pareciera que los alumnos no identifican la existencia de estas ayudas incorporadas y recomendadas por los mismos libros de texto como una fuente de ayuda para resolver dudas o para la realización de sus actividades matemáticas. Los libros de texto actuales incorporan cada vez más ayudas digitales y se ve una tendencia a presentar esas ayudas en el tipo de plataformas o aplicaciones que parecen ser más atractivos y/o útiles para los alumnos, pero en algunos casos estas ayudas siguen siendo privativas o condicionadas a la compra de un acceso o del libro en formato físico o digital, lo cual las pone fuera del panorama para las búsquedas de ayuda de los alumnos.

## **6. Una innovación digital que no trastoca la didáctica**

Los análisis realizados tanto de los problemas de optimización como de los sitios web de ayuda privilegiados por los estudiantes sugieren que existe una pedagogía dominante, con énfasis en el desarrollo de la técnica sobre el concepto y la razón de ser de la enseñanza del Cálculo. Los problemas de optimización son propuestos con el objetivo de mostrar el potencial de determinar los máximos y mínimos de una función y sobre todo de utilizar la función como un modelo matemático poderoso. Sin embargo, los contextos en que se proponen menguan la potencialidad. Asimismo, las tareas propuestas en estos contextos no muestran claramente la necesidad de establecer un modelo matemático a través de una función, sino como requisito para determinar los puntos críticos de la función. Un ejercicio matemático disfrazado de un contexto que lo desnaturaliza en todo sentido. De la misma manera, nos preguntamos por qué un sitio web como el de <<julioprofe>> es tan visitado, ¿qué tipos de problemas se abordan? ¿Qué tipo de explicaciones son presentadas? Una mirada sobre los videos permite ver que su propuesta de enseñanza no dista de la propuesta en los libros de texto, de un currículo organizado temáticamente que sigue un orden lineal de enseñanza. No negamos el hecho de que existan explicaciones claras y que los estudiantes pueden detener el video, repetirlo y escucharlo una y otra vez, pero también reconocemos que la propuesta didáctica se apega a la de sus cursos y ellos pueden obtener pericia en el manejo de las técnicas, en detrimento de una construcción conceptual del Cálculo.

Existen otro tipo de problemas basados en cuestiones que provienen de contextos no matemáticos, como son la enseñanza de otras disciplinas relacionadas con la ingeniería, la economía, la administración o las ciencias sociales, que parecen no tener lugar en la enseñanza tradicional. Por ejemplo, el problema de la separación ciega de fuentes (BBS, por sus siglas en inglés) que representa al modelado inverso y que pudiera no sólo ser parte de los cursos de álgebra lineal como se muestra en Vázquez, et al., (2016) sino también considerarse como base de propuestas didácticas en las que aparezca la función  $f(x)$  que representa al tono puro, elemento básico de la composición de los sonidos y las voces.

Determinar las cuestiones cruciales que posibiliten una actividad de modelización matemática y el establecimiento de relaciones entre saberes de diferente índole es una vía compleja, pero ineludible para mostrar que la importancia de la enseñanza del cálculo en la formación de futuros profesionistas y ciudadanos, capaces de ofrecer respuestas óptimas a los grandes problemas que enfrenta la sociedad.

## **7. Conclusiones**

El uso de la tecnología en las actividades educativas ya era una realidad y la situación actual la ha evidenciado para los que todavía se resistían a ella y también ha puesto a la luz de los profesores la realidad de su uso por parte de los alumnos, los ejemplos expuestos aquí sobre el papel de los libros de texto, los problemas de optimización en los libros de cálculo y los recursos didácticos en internet y la falta de presencia de las ayudas digitales de los libros de texto en las búsquedas de ayuda que los alumnos realizan, ponen de manifiesto la necesidad de establecer una relación coherente entre la realidad del uso de la tecnología, los contenidos matemáticos expuestos ya sea en libros de texto o en materiales de clase y la actividad de búsqueda de ayuda que los alumnos hacen de manera natural como parte de su actividad académica fuera del aula, es decir, es necesario reconocer la influencia del uso de la tecnología en el triángulo didáctico.

En el internet hay una gran apuesta a los recursos informáticos de acceso libre que van desde libros de texto interactivos, aplicaciones para resolver problemas matemáticos, videos de explicaciones o resolución de problemas, softwares especializados de matemáticas, entre otros, el libre acceso a la información debe ser una oportunidad para enriquecer las prácticas didácticas de los profesores tal como ya lo hace en los procesos de aprendizaje de los alumnos. Definitivamente estas reflexiones permiten identificar diferentes preguntas dignas de investigación desde el punto de vista de la matemática educativa en torno a estas problemáticas y la situación de emergencia sanitaria del 2020 actual, puede agregar aún más.

## 8. Referencias

- Belhoste, B. (1994). Un modèle à l'épreuve. L'École Polytechnique de 1794 au Second Empire, La formation Polytechnicienne 1774–1999. En B. Belhoste, A. Dahan Dalmedico y A. Picon (eds.), 9–30, Dunod.
- Castela, C., y Romo-Vázquez, A. (2011). Des mathématiques à l'automatique: étude des effets de transposition sur la transformée de Laplace dans la formation des ingénieurs. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 31(1), 79-130.
- Chase, R., Jacobs, F. y Aquilano N. (2005). *Administración de la producción y operaciones* (10a ed.). Mc Graw Hill.
- Chevallard, Y. (2002). Organiser l'étude. En J-L. Dorier (Ed.), Actes de la 11<sup>ème</sup> École d'été de didactique des mathématiques (pp. 3-22). La pensée Sauvage.
- Chevallard, Y. (1999). L'analyse des pratiques enseignantes en Théorie Anthropologique du Didactique. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 19(2), 221-266.
- Gyllen, J., Stahovich, T., & Mayer, R. (2018). How students read an e-textbook in an engineering course. *Journal of Computer Assisted Learning*, 34(6), 701–712. <https://doi.org/10.1111/jcal.12277>
- Martin, T., Smith, S., Brasiel, S., & Sorensen, I. (2017). Online Developmental Mathematics: Challenging Coursework Traditions. *Journal of Developmental Education*, 40(3), 8–12.
- Martínez, E. (2014). *Diseño de una secuencia didáctica basada en optimización para la enseñanza del Cálculo Diferencial en formación de ingenieros*, (Tesis de maestría no publicada) CICATA-IPN.
- Minichiello, A., Marx, S., McNeill, L., & Hailey, C. (2019). Exploring student study behaviors in engineering: how undergraduates prepared textbook problems for online submission. *European Journal of Engineering Education*, 44(1–2), 253–270. <https://doi.org/10.1080/03043797.2018.1474342>
- Nelson-LeGall, S. (1981). Help-seeking: An understudied problem-solving skill in children. *Developmental Review*, 1(3), 224-246. doi: 10.1016/0273-2297(81)90019-8
- Nelson-LeGall, S. (1985). Help-seeking behavior in learning. *Review of Research in Education*, 12(1), 55-90. doi: 10.2307/1167146
- Newman, R. S., & Schwager, M. T. (1993). Students' perceptions of the teacher and classmates in relation to reported help seeking in math class. *The Elementary School Journal*, 94(1), 3-17. doi: 10.1086/461747
- O'Halloran, K. L., Beezer, R. A., & Farmer, D. W. (2018). A new generation of mathematics textbook research and development. *ZDM - Mathematics Education*, 50(5), 863–879. <https://doi.org/10.1007/s11858-018-0959-8>
- Puustinen, M., Volckaert-Legrier, O., Coquin, D., & Bernicot, J. (2009). An analysis of students' spontaneous computer-mediated help seeking: A step toward the design of ecologically valid supporting tools. *Computers & Education*, 53(4), 1040-1047. doi: 10.1016/j.compedu. 2008.10.003
- Romo, A. EICAL11. (22 de septiembre de 2020). *Recursos tecnológicos en la red. El caso de los problemas típicos vs los problemas abiertos* [Archivo de Video]. Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=4cOeDMEX-Wo&list=PL883zdtugq5si-dJ4HMUuYEX92Sok06B&index=2>
- Sánchez, M. EICAL11. (22 de septiembre de 2020). *Búsqueda de ayuda matemática: observando como los estudiantes universitarios usan la Internet para resolver una tarea matemática* [Archivo de Video]. Youtube. [https://www.youtube.com/watch?v=LsG\\_jiLNb8&list=PL883zdtugq5si-dJ4HMUuYEX92Sok06B](https://www.youtube.com/watch?v=LsG_jiLNb8&list=PL883zdtugq5si-dJ4HMUuYEX92Sok06B)

- Sánchez, M, y Esparza, D. (2020). Mathematical help-seeking: observing how undergraduate students use the Internet to cope with a mathematical task. *ZDM - Mathematics Education*, 52(5), 1003–1016. <https://doi.org/10.1007/s11858-019-01120-1>
- Schubring, G., & Fan, L. (2018). Recent advances in mathematics textbook research and development: an overview. *ZDM - Mathematics Education*, 50(5), 765–771. <https://doi.org/10.1007/s11858-018-0979-4>
- Van de Sande, C. (2001). A description and characterization of student activity in an open, online, mathematics help forum. *Educational Studies in Mathematics*, 77(1), 53-78. doi: 10.1007/s10649-011-9300-y

