

## USO DEL MARCO TPACK POR ALUMNOS DE UN PROFESORADO DE MATEMÁTICA

Lorena Verónica Belfiori

Instituto Superior de Formación Docente y Técnica N°103.

lorenabelfiori@gmail.com

Argentina

**Resumen.** Los recursos TIC, por ejemplo GeoGebra, contribuyen a los procesos didácticos de información, colaboración y aprendizaje en el campo de la Formación Docente. Como parte de los procesos de información, permiten la búsqueda y presentación de información relevante. En los procesos de colaboración, facilitan el establecimiento de redes de intercambio. Mientras que en los procesos de aprendizaje, requieren de recursos que contribuyan a la consecución de conocimientos cognoscitivos, procedimentales y actitudinales. Se propone que los futuros docentes de matemática sean formados en la integración del conocimiento tecnológico, pedagógico y disciplinar (TPACK) para que a posteriori lo apliquen en sus clases, verifiquen las bases de una buena enseñanza con apoyo tecnológico, soliciten la comprensión de la representación de ideas, de las técnicas pedagógicas, del conocimiento sobre qué hace fácil o difícil la comprensión de un concepto y cómo la tecnología puede contribuir a compensar esas dificultades que enfrentan los alumnos.

**Palabras clave:** formación docente, TIC, tecnología educativa, GeoGebra

**Abstract.** ICT resources, for example GeoGebra, are a contribution to information, collaboration and learning processes in the field of Teacher Training. As part of information processes, they allow the search and presentation of relevant information. In collaborative processes, they facilitate the establishment of exchange networks. While within the learning processes, they require resources that contribute to the achievement of cognitive, procedural and attitudinal skills. It is proposed that future Maths Teachers are trained on the integration of technological pedagogical content knowledge (TPACK) to put into practice in their classes, to check the basis of a good teaching with technological support, to require the comprehension of the representation of ideas, the pedagogical techniques, the knowledge of what it makes the comprehension of a concept easy or difficult and how the technology can help to compensate those difficulties students face.

**Key words:** teacher training, ICT, educational technology, GeoGebra

### Introducción

La Matemática es una ciencia dinámica inserta en la historia de la humanidad como ciencia autónoma e instrumento para otras la cual se encuentra íntimamente ligada al desarrollo tecnológico y a la reflexión filosófica.

Su enseñanza requiere tener en cuenta que sus aplicaciones no son siempre sencillas de explicar por lo que hay que desplegar distintas estrategias ya que ese hecho muchas veces ocasiona que no se comprendan. El programa GeoGebra puede ayudar al aprendizaje de esta ciencia. Además, tradicionalmente se enseña en forma segmentada, exponiendo sólo verdades acabadas, omitiendo explicitar el proceso histórico de construcción que demuestra indefectiblemente que existieron errores hasta lograrse el saber tal como lo tenemos hoy. El hacer visible esa historia, por ejemplo, a través de videos o de relatos del docente, “humaniza” el saber y evita que los alumnos sientan desánimo y frustración creyéndola perfecta y cerrada. A ellos se les transmite la idea de que todos los conocimientos se construyeron prácticamente en un momento, no se les muestra los años (cuando no siglos) que llevó la formalización de un concepto o el descubrimiento de una fórmula.

En la historia, la mayoría de los contenidos matemáticos se crearon por necesidad, mientras que en la escuela los alumnos los aprenden por obligación.

Por ello, como reflexiona Litwin (2008), el dictado de clases magistrales debe ser evitado, ya que hacen parecer a la matemática como algo inalcanzable para muchos alumnos e imposible para otros tanto. Es aconsejable considerar la enseñanza de esta ciencia como una actividad humana desplegando todas las acciones que estén al alcance del docente ligadas a las distintas posibilidades para guiar, ayudar o conducir las tareas, gestionando la clase y generando situaciones de aprendizaje mediante el uso de distintas estrategias, procedimientos y técnicas. Actualmente se plantea poner en práctica la fusión de contenidos pedagógicos, disciplinares y tecnológicos en la planificación de las clases de que deben preparar los estudiantes del profesorado de matemática para lograr esto.

Es innegable la influencia que las computadoras han tenido en el desarrollo de la Matemática como disciplina. Estas facilitan su acceso a un número y diversidad cada vez mayor de usuarios, aumentando las demandas de formación básica, incrementando el número de contenidos matemáticos a enseñar, incluyendo el uso adecuado del software como GeoGebra, Excel, Winplot y otros que facilitan en los temas de estadística la realización del análisis de datos en cualquier campo de aplicación, o en los temas de geometría la verificación de propiedades y conjeturas realizadas por los alumnos. Esto trae aparejado que se le preste mayor importancia a los aspectos interpretativos y conceptuales y menor a los procedimentales y algoritmos de cálculo.

Varias investigaciones concluyeron que matemática se aprende haciendo matemática. Hoy en día vivimos rodeados de tecnologías digitales con las cuales se puede “hacer matemática” posibilitándole al docente modificar la naturaleza de su clase. Estas herramientas juegan un papel esencial en la manera en que se consigue representar, ilustrar, ejemplificar, explicar, verificar y demostrar las ideas y conceptos de esta ciencia para hacerlos más accesibles a los alumnos.

### Enseñanza de la Matemática y TIC

La enseñanza de esta ciencia ha cobrado nuevas posibilidades a partir del desarrollo de las tecnologías y la posibilidad de que los alumnos de las escuelas secundarias y de los profesorados cuenten con netbooks personales. La incorporación del *modelo 1 a 1* en las aulas, a través del cual se le entrega una computadora a cada alumno y docente para que adquiera un acceso personalizado, directo, ilimitado y ubicuo a la tecnología de la información, de manera simultánea, que da lugar a una vinculación entre sí y con otras redes en un tiempo que excede el de la concurrencia escolar, augura una rica perspectiva para mejorar las prácticas pedagógicas, pero también incluye grandes desafíos para los docentes quienes deben revisar su forma de trabajo. Por

ello se propone una práctica docente reflexiva que modifique la metodología de enseñanza de la matemática incluyendo a la tecnología dentro de la planificación de las clases. Para tal fin se trabaja desde un marco tecnológico, pedagógico y disciplinar integrado.

La implementación de las TIC en la educación y los nuevos estilos de aprendizaje exigen que el docente cambie sus estrategias para captar la atención de los estudiantes y hacer más efectiva la enseñanza y el aprendizaje. Esto ocurre tanto en el contexto de la educación media como superior.

Al profesor se le exige entonces, un nuevo comportamiento profesional, se le pide tener una nueva actitud hacia los alumnos aplicando conocimientos y habilidades pedagógicas flexibles según las distintas situaciones y contextos educativos, teniendo conocimientos de la disciplina en sí y conocimientos didácticos asociado a ella. Es tarea del docente impulsar y motivar el trabajo reflexivo de los alumnos, dominar aspectos sociales y emotivos de los estudiantes, ser hábil en la generación de entornos de aprendizajes ricos y enriquecedores, diseñar modelos que se adapten a las inciertas y cambiantes condiciones de aprendizaje que se dan en las clases de Matemática, saber preparar a los alumnos para una integración y participación en el mundo del trabajo o para la continuidad de sus estudios tal como lo sugiere Alsina (2000). Por lo tanto nos enfrentamos al reto de formar ciudadanos sanamente escépticos, inquietos, con gran curiosidad y ganas de aprender, y con recursos propios para poder hacerlo.

Los alumnos del profesorado, como futuros docentes de matemática deben tener en cuenta lo importante que es tanto el qué (qué contenidos) como el cómo (cómo enseñarlos) a la hora de preparar y planificar sus clases. Deben pensar en cómo organizar las tareas de aprendizaje, promover la interacción con el material de trabajo y establecer un tiempo y un ritmo adecuados, graduándolos de acuerdo con las posibilidades de los distintos alumnos que tengan en el aula e intervenir eficazmente en situaciones cambiantes de la clase. Además, deben planificar cómo generar situaciones de aprendizaje mediante el uso de distintas estrategias, procedimientos y técnicas de enseñanza. El desafío no consiste en encontrar la propuesta ideal, sino en elegir y usar de forma efectiva métodos válidos. El repertorio de estrategias, procedimientos y técnicas de los que disponen los futuros docentes es muy amplio; sin embargo, de todo ese menú de opciones deben considerar aquellas que se adecuen a los propósitos educativos, a la situación educativa y a los alumnos que integran la clase.

Por ello, en el tercer año de la carrera del profesorado de matemática del ISFD y T N° 103, se implementa un proyecto colaborativo que integra el uso de tecnología en las aulas a través del marco teórico metodológico TPACK (conocimiento tecnológico pedagógico disciplinar) en la

materia “Matemática y su Enseñanza III”. En esta materia los alumnos deben planificar clases, teniendo en cuenta todo lo anteriormente expresado, para luego llevarlas a la práctica en aulas del nivel medio.

Es importante que los futuros docentes de matemática experimenten en su formación la inclusión del conocimiento tecnológico al conocimiento pedagógico y disciplinar integrando los tres tipos de conocimiento, entendiendo que la tecnología no es un condimento mágico que soluciona los problemas de aprendizaje ni que debe ser el centro de la clase sino que es una herramienta más que se debe analizar en qué momento, para qué propósito y de qué manera incluirla. Esto se logra a través de las vivencias de la integración de las TIC en sus clases de “Matemática y su Enseñanza III” poniendo de relieve que las tecnologías utilizadas tradicionalmente en el aula, ya sea el pizarrón, los libros de textos o los mapas conceptuales en afiches, se hicieron transparentes con el tiempo porque se naturalizaron y dejaron de llamar la atención debido a su estabilidad. En cambio las tecnologías digitales actuales permiten representar, ilustrar, ejemplificar, explicar y demostrar los conceptos matemáticos de manera más asequible a los alumnos.

El programa GeoGebra es uno de los más utilizados por estos estudiantes para preparar sus clases ya que se encuentra en las netbooks de docentes y alumnos. Este utilitario puede ser empleado para temas desde el nivel primario hasta el universitario, permite el trazado dinámico de construcciones geométricas de todo tipo así como la representación gráfica, el tratamiento algebraico y el cálculo de funciones reales de variable real, sus derivadas, integrales, además de trabajar temas de estadísticas, recursos de análisis y cálculo, también cuenta con recursos y materiales libres.

### **El Modelo TPACK**

Los autores del TPACK, Koehler y Mishra (2006), proponen que este marco teórico metodológico sirve no solo para unificar las propuestas de integración de tecnologías en la educación, sino también para transformar la formación docente y su práctica profesional. Por esta razón, este marco identifica algunos de los conocimientos necesarios para que los docentes puedan integrar la tecnología en la enseñanza sin olvidar la naturaleza compleja, multifacética y contextualizada de estos conocimientos. Integrar las TIC en las clases de matemática implica no solamente conocer las herramientas, sino también “reacomodar” las prácticas docentes, revisar y resignificar los conocimientos pedagógicos y disciplinares, ya que la integración de éstas en la enseñanza de un contenido requiere el desarrollo de una sensibilidad que atienda a la relación dinámica y transaccional entre los tres componentes: tecnología, pedagogía y disciplina.

Teniendo en cuenta el modelo TPACK, los contenidos, problemas y asuntos de la Matemática son organizados, representados y adaptados para su enseñanza atendiendo a los intereses y habilidades de los alumnos, con lo cual, a veces, el contenido define la pedagogía y la tecnología que se utilizan y otras veces, la tecnología exige cambios en la pedagogía y habilita nuevas formas de representar un contenido. Incorporar tecnología no es lo mismo que sumar un nuevo contenido al programa, muchas veces cuestiona preceptos fundamentales de la disciplina o la pedagogía. Por lo que el modelo TPACK requiere de tres acciones fundamentales: primero, tener en claro cuáles son las necesidades pedagógicas, segundo, buscar y seleccionar recursos y, finalmente, definir el modo de uso de los recursos.

Tanto los medios didácticos tradicionales como los recursos TIC permiten ofrecer distintas formas de trabajar los contenidos y actividades. Un diseño integrado y complementario de estos recursos en el proceso instructivo contribuye a alcanzar los resultados de aprendizaje esperados.

Pero como se dijo antes, no solo es cuestión de incluir la tecnología en las clases sino de cambiar la metodología de las mismas. Fundamentalmente, se busca proponer actividades que sean diseñadas para ser catalizadoras de una enseñanza reflexiva y creativa focalizando la planificación didáctica en las acciones del estudiante más que en las del docente. Se le da importancia al trabajo colaborativo, al aprendizaje ubicuo y a la participación de todos.

### Trabajo de Campo

El alumno vive en una sociedad muy distinta de la sociedad industrial anterior, hoy está en la sociedad de la información. En ella, con la introducción de las Tecnologías de la Información y la Comunicación en las distintas actividades humanas se ha modificado intensamente hábitos, procedimientos y la cantidad y calidad de información que se maneja, hecho que dio lugar a transformaciones profundas que deben ser acompañadas desde la educación.

Se investigó a través del estudio de casos la implementación en las prácticas de clases del método TPACK realizada por los alumnos del profesorado de matemática del ISFD y T N° 103 en la materia “Matemática y su enseñanza III”.

Estos estudiantes desarrollan sus prácticas en instituciones que cuentan con la implementación del plan Conectar Igualdad a través del cual se le entrega a cada alumno y a cada docente una computadora con programas educativos, en el caso de matemática, se cuenta con Matemáticas de Microsoft, Winplot, Euler Math Toolbox y GeoGebra, además del conocido Excel del paquete Microsoft Office.

Es muy importante el tiempo que los practicantes le dedican a organizar las tareas de aprendizaje, a promover la interacción con el material de trabajo y establecer un tiempo y un ritmo adecuado, graduados de acuerdo con las posibilidades de los distintos alumnos interviniendo eficazmente en situaciones cambiantes de la clase.

Una vez conocido el conjunto de estudiantes con el cual realizarán sus prácticas, los alumnos del profesorado planifican las situaciones de aprendizaje que generarán mediante el uso de distintas estrategias, procedimientos y técnicas de enseñanza considerando aquellas que se adecuen mejor a los propósitos, a la situación educativa y a los alumnos. Para ello promueven la actividad grupal proponiendo un orden para realizarla y dedicándole tiempo a su planificación.

Es vital que no pierdan de vista que la educación no consiste solamente en adquirir conocimientos, sino que esos conocimientos deben llevar al estudiante a cuestionar y generar nuevos aprendizajes de manera tal de integrarlos en la vida práctica.

Para diseñar las clases con la implementación del marco teórico metodológico TPACK, los alumnos debieron tomar decisiones curriculares, tecnológicas y pedagógicas. Luego de las prácticas en los distintos cursos, los estudiantes deben compartir a través de un documento, una presentación o un mural colaborativo las experiencias vividas reflexionando acerca de las mismas con sus compañeros.

Centrando la atención en los alumnos que planificaron la secuencia de clases de estadística para un cuarto año de escuela secundaria, vemos que lo primero que tuvieron en cuenta fue que el volumen, el dinamismo y la complejidad de información a la cual se puede acceder actualmente superan exponencialmente cualquier etapa anterior de la sociedad. No sólo se obtiene información confiable, conocimientos actualizados y veraces de los docentes, los libros y de un número limitado de centros de saber, sino también en espacios de conocimiento que surgen en las sociedades en red. Por lo que debieron preparar sus clases diseñando actividades que les brinden a los estudiantes herramientas cognitivas y competencias que permitan accionar de modo crítico, creativo, reflexivo y responsable sobre la abundancia de datos para aplicarlos a diversos contextos y construir conocimiento relevante basado en ellos.

Plantean como propósitos de la secuencia de clases analizar la insuficiencia de las medidas de tendencia central para describir algunas situaciones en estudio, advirtiendo la necesidad de otras medidas como la varianza y la desviación estándar para tipificarlas e interpretarlas gráficamente; justificar decisiones al abordar situaciones de certeza o de incertidumbre, recurriendo a nociones matemáticas adecuadas; promover la valoración y el uso de los recursos tecnológicos para el análisis de fenómenos o problemas a explorar, para la resolución de problemas y para el control

de los resultados, considerando sus alcances y limitaciones; y promover el trabajo colaborativo, la discusión e intercambio entre pares y la autonomía de los alumnos.

En una primera clase proponen ver y analizar un video que introduce y recuerda el concepto de estadística y su desarrollo a través de la historia, las características de una muestra y una población diferenciándolas y las medidas de tendencia central. El trabajo planteado es a través de un cuestionario que se resuelve en parejas y luego se hace una puesta en común para debatir y enriquecer las respuestas dadas. De tarea se deja un problema de resolución individual para calcular e interpretar la media, moda y mediana en una situación particular.

En una segunda clase retoman la tarea planteada y cuestionan acerca de la insuficiencia de las medidas de posición para describir completamente la situación a través de los resultados obtenidos. Para introducir las medidas de dispersión presentan una actividad que exige comparar muestras. Para ello los alumnos deben resolver haciendo uso del programa GeoGebra pero muchos habían trabajado con este programa con actividades de geometría por lo que se les explica la forma de utilizarlo para estadística. Otros plantean que es preferible usar Excel por lo que se pide que investiguen ese programa tratando de resolver el mismo ejercicio con él. Nuevamente, de tarea se proponen varias situaciones problemáticas y la búsqueda, ya sea en internet o en alguna bibliografía, del concepto y cálculo del coeficiente de dispersión.

En una tercera clase se divide el grupo en dos y cada uno construye en forma colaborativa la explicación de la resolución de un ejercicio usando GeoGebra o Excel, según el grupo retomando los conceptos estadísticos.

Finalmente se evalúan los aprendizajes a través de un ejercicio integrador que los alumnos pueden resolver con ayuda de la computadora.

Al finalizar sus prácticas los alumnos del profesorado compartieron sus reflexiones acerca de lo vivido antes de entrar a las aulas y dentro de ellas a través de un mural colaborativo por tema, ya que varios implementaron las mismas actividades pero en distintos cursos y el grupo total fue dividido en temas de estadística, de geometría y de álgebra lineal. Se encontraron con la necesidad de expandir la demostración del conocimiento propio, manejar datos tanto propios como de varios centros académicos, documentar experiencias, conectar ideas y resolver problemas.

### Conclusiones

Por un lado se pudo verificar que el dominio del contenido, la pedagogía y la tecnología no aseguran por sí solos una enseñanza eficaz integrando TIC, sino que es necesario disponer de formación y experiencia en los espacios de intersección donde estos componentes se influyen y

condicionan entre sí. Se busca no sólo dominar el contenido y las estrategias de enseñanza/aprendizaje sino también saber qué herramientas tecnológicas utilizar y cómo y en qué momento se pueden aplicar teniendo en cuenta que a su vez su uso puede modificar los contenidos y las propias dinámicas de enseñanza y aprendizaje.

Todos los grupos concordaron en que GeoGebra es un programa de fácil utilización, amigable y flexible para las distintas tareas planteadas, permite que los alumnos construyan conocimiento, verifiquen sus aciertos, descubran sus errores y los corrijan.

Es muy importante la toma de decisiones en torno a los distintos elementos del currículo que permite enfatizar la dimensión creativa y constructiva de la preparación y desarrollo del proceso, el rol del profesor como facilitador de entornos y la explicitación y discusión en torno a esos elementos.

Por otro lado, el modelo TPACK puede contribuir a reorientar, centrar y filtrar los distintos usos educativos de las TIC. Desde el momento que se enfatiza la importancia de analizar el impacto del uso de las tecnologías, se reclama la necesidad de revisar críticamente las prácticas TIC más innovadoras.

Se verificó que el TPACK es la base de una buena enseñanza con tecnología y requiere la comprensión de, la representación de ideas mediante el uso de tecnología, de las técnicas pedagógicas que utilizan la tecnología en formas constructivas para enseñar un contenido, del conocimiento sobre qué hace fácil o difícil la comprensión de un concepto y cómo la tecnología puede contribuir a compensar esas dificultades que enfrentan los alumnos, y del conocimiento de las ideas e hipótesis previas de los alumnos y de cómo la tecnología puede ser utilizada para construir conocimiento disciplinar.

### Referencias bibliográficas

- Alsina, C. (2000). *El currículum de matemática en los inicios del siglo XXI*. Barcelona: Editorial Grao.
- Koehler, M. y Mishra, P (2006). Technological pedagogical content knowledge: a framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017-1054. Recuperado el 2 de junio de 2012, de [http://punya.educ.msu.edu/publications/journal\\_articles/mishra-koehler-tcr2006.pdf](http://punya.educ.msu.edu/publications/journal_articles/mishra-koehler-tcr2006.pdf)
- Litwin, E. (2008). *El oficio de enseñar: condiciones y contextos*. Buenos Aires: Paidós.