



**IX CIEMAC**  
Congreso Internacional  
sobre la Enseñanza de la  
Matemática Asistida por Computadora  
[www.cidse.tec.ac.cr/ciemac](http://www.cidse.tec.ac.cr/ciemac)

**TEC** | Tecnológico  
de Costa Rica

## Modelo para el uso de tecnologías digitales y no digitales

Ph.D Jorge Monge Fallas  
Instituto Tecnológico de Costa Rica, Costa Rica  
[jomonge@itcr.ac.cr](mailto:jomonge@itcr.ac.cr)

### Resumen:

*El objetivo de la ponencia es exponer algunos resultados importantes en el uso de la visualización del conocimiento en modelos para el uso de tecnologías digitales. La búsqueda de modelos simples que apoyen el uso de tecnologías en el aula es una tarea fundamental, por lo que en este trabajo se presenta una alternativa que además de ofrecernos un marco teórico para usar tecnología, nos contextualizar los resultados que se podrían obtener cuando esta es usada en el aula y responder muchas de las inquietudes que surgen en su implementación. Además como desarrollo paralelo, se trabaja en un marco que permita el uso eficiente de las representaciones visuales. Este marco de visualización se ha integrado en este modelo de enseñanza con tecnología.*

**Palabras clave:** Visualización del conocimiento, visualización de información, tecnologías de información, tecnologías digitales, TPACK, TPACK\* .

**Abstract:** The aim of the paper is to present some results about the use of visualization knowledge in models that use digital technologies. The search for simple models that support the use of technology in the classroom is an essential task, so in this paper an alternative that besides offering a theoretical framework to use technology, we contextualize the results these results could be obtained when this it is used in the classroom and answer many of the concerns that arise in their implementation. Furthermore, as parallel development, working on a framework to improve visual representatios. This framework has been integrated into this model of teaching with technology.

**Keywords:** Knowledge visualization, information visualization, information technologies, digital technologies, TPACK, PCK.

### 1. Introducción

En este trabajo se presentan dos líneas importantes que son consistentes con la utilización de la tecnología: primero algunos elementos de campo de la visualización del conocimiento, el papel de las tecnologías en la enseñanza de la matemática y por último el

modelo TPACK propuesto por Mishra y Koehler (2006) y basado en el modelo PCK introducido por Shulman en 1987.

Al final planteamos un modelo combinado que puede servir como marco conceptual que nos sirva de apoyo para cuando se usa tecnología en la enseñanza.

## 2. Visualización del conocimiento

La visualización del conocimiento es un campo de estudio, que nos ofrece un marco referencial en el cual podríamos definir estrategias de enseñanza-aprendizaje en la educación en forma sistemática y previo un proceso de reflexión, en particular este podría ser utilizado en la enseñanza de algún tema particular o la transferencia de algún conocimiento específico. Por lo que es útil contar en cualquier institución de carácter tecnológico con soportes teóricos que nos permitan establecer nuevas estrategias metodológicas y didácticas para la transferencia del conocimiento utilizando tecnologías y tecnologías digitales.

La visualización del conocimiento alcanza su objetivo de transferir el conocimiento haciendo uso en la mayoría de los casos de tecnologías de información. Por lo que los tipos de visualización que se utilizan, la intensidad con la que deben ser aplicados, la complementariedad que deben tener, la claridad y la estructura con la que se lleve a cabo su ejecución son factores importantes a considerar.

La estructura que establece Burkhard (2005) debe de considerarse cuando se quiere crear representaciones visuales cuyo objetivo es transferir y crear conocimiento.

Esta estructura está compuesta por cuatro perspectivas, estas perspectivas responden a cada una de las siguientes preguntas:

- ¿Por qué el conocimiento debe ser visualizado?: *define el objetivo*
- ¿Qué tipo de conocimiento necesita ser visualizado?: *define el contenido*
- ¿A quién está siendo dirigido?: *define para quien*
- ¿Cuál es el mejor método para visualizar este conocimiento?: *define el medio*

Estas cuatro perspectivas definen el esqueleto conceptual (figura 1), el cual permite estructurar el pensamiento según Burkhard (2005).

Tipo de función	Tipo de conocimiento	Tipo de receptor	Tipo de visualización
Coordinación	Qué saber: Declarativo	Individual	Boceto
Atención	Cómo sabe: Procedimental	Grupal	Diagrama
Recuerdo	Por qué saber: Experimental	Organizacional	Imagen
Motivación	Dónde saber: Orientacional	Red	Mapa
Elaboración	Quién sabe: Individual		Objeto
Nuevas ideas			Visualización interactiva Historia

*Fig 1: Fuente:* marco general de visualización del conocimiento establecido por Burkhard.

La dificultad en la utilización de este marco general es definir la combinación adecuada, bajo el objetivo planteado cuál debe ser la representación visual que permite alcanzarlo.

Nuestra experiencia en este campo inició en el 2008 y desde esa fecha se han desarrollado dos proyectos en esta línea. El último se desarrolló en el periodo 2010-2011 nombrado “Visualización del conocimiento en la enseñanza de la matemática” (proyecto adscrito a la VIE) y cuyos resultados han sido favorables en la implementación del Marco General de Visualización del Conocimiento (Monge, 2011). Este marco general de visualización viene acompañado de un modelo, este modelo según Burkhard y Meier (2005) era necesario por las siguientes tres razones:

- Los modelos en las ciencias de la comunicación de Shannon y Weaver son muy generales al considerar el uso de representaciones visuales.

- Los científicos de la visualización no ofrecen un modelo holístico para la transferencia y creación del conocimiento a partir del uso de representaciones visuales.
- El modelo complementa la estructura de visualización del conocimiento y juntos pueden alcanzar las metas que se definen en la visualización del conocimiento.

El modelo presentado por Burkhard y Meier (2005) se muestra en la figura (16):

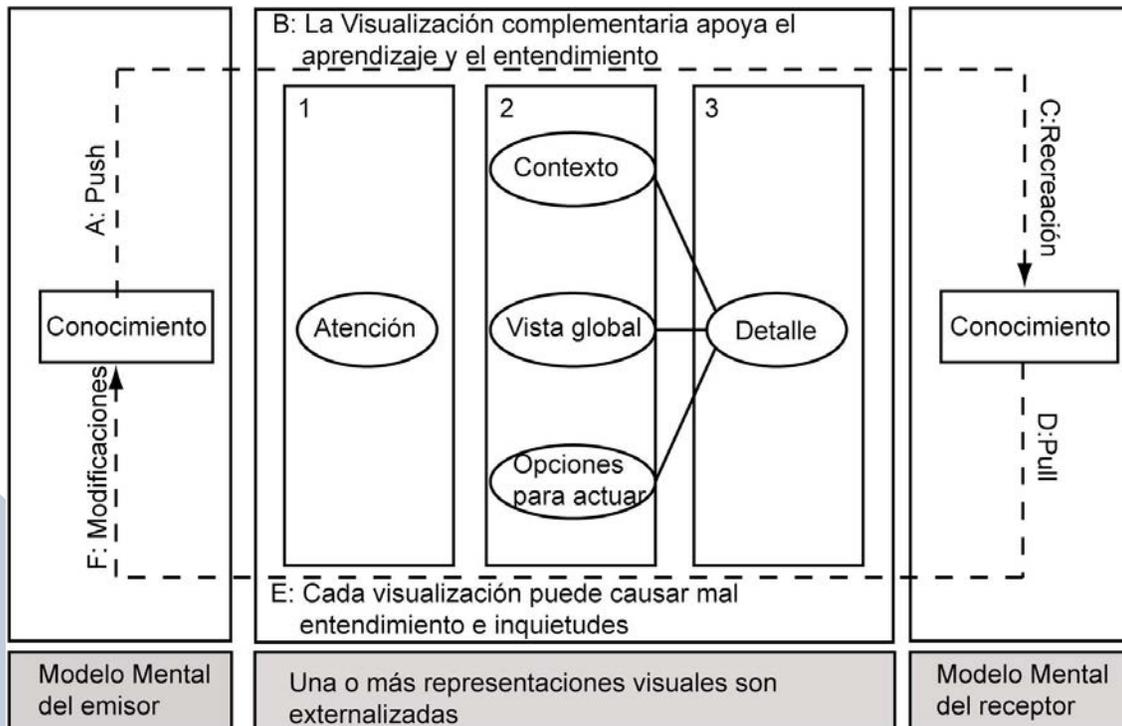


Fig 2 Modelo de Visualización del Conocimiento

El modelo está compuesto por tres partes o fases, el emisor, un medio y el receptor. El proceso inicia cuando el emisor a partir de su modelo mental, quiere transmitir a alguien algo de su conocimiento, este modelo mental se externaliza por medio de varias representaciones visuales explícitas, es decir entramos a la fase dos del modelo.

En esta segunda etapa el primer objetivo es llamar la atención del receptor, esto se puede alcanzar según Burkhard utilizando una imagen sugestiva o provocativa. Segundo el emisor requiere ilustrar el contexto, por medio de una vista global y presentar opciones para actuar. Es en este momento que el emisor puntualiza en los detalles, esto debe ocurrir en un

diálogo dinámico con el receptor, dado que este es quien construye un conocimiento similar a partir de su propio modelo mental.

En cuanto a la construcción de este conocimiento, Escudero (2011) señala:

El proceso activo de manipular datos (sean estos cualitativos o cuantitativos) que pretende elaborar modelos abstractos de las relaciones que se establecen en la realidad física con el fin de ampliar nuestro conocimiento sobre dichos fenómenos y en último término, sobre la propia realidad.(p. 2)

Debido a las distintas suposiciones, creencias o conocimiento previo, puede ocurrir la mala interpretación del mensaje y por tanto una falla en la reconstrucción del conocimiento, por lo que el modelo plantea una revisión y adecuación del medio de visualización utilizado hasta que el conocimiento sea transferido adecuadamente.

Este modelo introduce las características relevantes que necesitan ser consideradas cuando complementariamente las representaciones visuales son usadas para la transferencia y creación del conocimiento.

A lo largo de este periodo se ha adquirido una basta experiencia en este campo y su utilización como base teórica para el uso adecuado de tecnologías y tecnologías digitales. Sin embargo el modelo planteado por Burchard (2002) no había sido considerado y en consecuencia no había sido adaptado de tal forma que complemente el marco general y así nos guíe en el uso adecuado de las tecnología y tecnologías digitales en procesos educativos.

### **3. Las tecnologías y su papel en la enseñanza de la matemática**

Concordamos con muchos autores que para el diseño de ambientes de aprendizaje que ayuden a alumnos a aprender, el aprendizaje debe ser: activo, autónomo, adaptado, colaborativo, constructivo, orientado a metas, diagnóstico, reflexivo y centrado en problemas. Para alcanzar esto el docente debe de tener ciertas competencias como: competencias tecnológicas, competencias didácticas y competencias tutoriales. Y además puntualiza que en el caso de las tecnologías de información y comunicación el docente además debe de poseer: competencias pedagógicas, colaboración y trabajo en red, manejo de aspectos sociales y manejo de aspectos técnicos (Marcelo, 2010).

De igual forma las tecnologías pueden verse desde distintos enfoques coincidiendo en que éstas deben verse como una herramienta. Por ejemplo Sánchez (2000) (citado por Castillo 2008), en el contexto del constructivismo señala que estas deben ser:

1. Como herramientas de apoyo que fomenten el desarrollo de destrezas cognitivas superiores
2. Como medio que facilite la integración de lo conocido y lo nuevo.
3. Como extensoras y amplificadoras de la mente, con el objetivo de que expandan el pensamiento cognitivo.
4. Como medios transparentes o invisibles al usuario, que hagan visible el aprender e invisible la tecnología.
5. Como herramientas que participan en un conjunto orquestado, lo que potencia su uso con metodologías activas como proyectos, trabajo colaborativo, mapas conceptuales e inteligencias múltiples.

Además estos ambientes de aprendizajes tienen un elevado grado de complejidad, un gran dinamismo, que obliga a los profesores integrar conocimientos diversos que tienen que ver con el contenido curricular que enseñan, con la naturaleza de los procesos cognitivos y las actitudes de los alumnos y, aunado a esto dada vez con mayor relevancia: el conocimiento sobre el uso de tecnologías para el aprendizaje. (Valverde , Garrido y Fernández, 2010). Coincido con estos autores que la integración de las TIC en las aulas hacen aún más complejo estos ambientes de aprendizaje, dado que introducen nuevos ámbitos de conocimientos. Y en caso de que el profesor quisiera generar un impacto positivo en el proceso de enseñanza-aprendizaje, éste debe dominar ciertos conocimientos que le permitan desarrollar buenas prácticas educativas con tecnologías.

El uso de tecnologías digitales y no digitales en el aula, estas permiten contribuir el la comprensión de conceptos, esta es una interpretación de las TIC bajo mis propios prejuicios y predilecciones y esto los respalda Valverde , Garrido y Fernández (2010) , ellos consideran que estos prejuicios tienen que ver con “ las formas de uso y aplicación que consideramos «apropiadas» o «inapropiadas» “.

Un enfoque interesante de por qué la tecnología no ha impactado a la educación como si ha ocurrido en otros contextos, es el hecho de que las tecnologías educativas tradicionales se caracterizan por ser específicas y libres de ambigüedad, por ejemplo: un lápiz es para escribir, microscopio es para visualizar objetos pequeños, un borrador para borrar. Esta característica las hace muy estables a través del tiempo, además el funcionamiento interno de la mayoría de estos artefactos es muy simple y estrechamente relacionada con su función (Valverde, Garrido y Fernández, 2010).

De acuerdo con estos autores esto ha contribuido a que uso “continuo y habitual las han convertido en tecnologías «transparentes» por ser herramientas docentes comunes, hasta el punto de dejar de ser conceptualizadas como «tecnologías» “. Esto precisamente es lo que debe ocurrir con las tecnologías digitales, y concuerdo con el término “transparente”. La tecnología debe ser transparente a nuestro planeamiento y su uso debe ser tan natural como hasta ahora venía siendo el borrador o el lápiz.

Claro como plantean Valverde, Garrido y Fernández (2010), las tecnologías no digitales son versátiles, en contraposición a las tecnologías digitales que además de inestables varían continuamente respecto al tiempo y su funcionamiento interno no es tan simple. Si nos enmarcamos en la computadora, su composición es bastante compleja y es multifuncional, y más aún si nos referimos a las tabletas o los smart phone.

Esta versatilidad y complejidad vendría a complicar la introducción de las TIC en el contexto de aula (Valverde, Garrido y Fernández, 2010). Además estos autores señalan:

“La inestabilidad de las TIC se manifiesta de dos formas. Por un lado, no existe un conocimiento estable y duradero para el aprendizaje de estas tecnologías. Su obsolescencia se manifiesta en ritmos de cambio muy acelerados que son difíciles de asumir por muchos usuarios. Se necesita estar continuamente al día de las demandas novedosas de estas tecnologías, es decir, ser un aprendiz continuo. Por otra parte, las tecnologías digitales no suelen tener un comportamiento fiable debido a su continua modificación y mejora. El software es un producto nunca acabado, siempre por pulir, susceptible de ser alterado para cumplir nuevas funciones. Esto afecta a su calidad y obliga al profesorado a moverse en el terreno de la ambigüedad, la

frustración y el cambio. Para algunos profesores esto es difícilmente asumible y admisible dentro de un aula.”

Esto pone en evidencia la necesidad que el profesor posee competencias en el contexto de las TICs, que le permitan de una manera directa entrar en esa complejidad y crear ambientes de aprendizaje con tecnología digital transparente a su proceso de enseñanza aprendizaje.

#### **4. TPACK: un marco conceptual para el conocimiento del profesor en torno a la enseñanza con tecnología**

En cuanto a la tecnología en los procesos de enseñanza coincido con Mishra y Koehler (2006) cuando se refirieron a que el problema era la tendencia a mirar la tecnología y no su uso, y lo hemos visto en nuestra instituciones de educativas que la introducción de la tecnología en la educación no es suficiente. La pregunta como plantean Mishra y Koehler (2006) es: Qué necesitan saber los profesores para apropiadamente incorpora la tecnología en si enseñanza, esto lo planteaba Shulman (1987) pero a nivel de las áreas disciplinares que al final dieron origen al PCK. Al igual que en muchos campos como la Visualización del Conocimiento en el cual Burkhard y Eppler (2005) desarrollaron un marco conceptual para el uso de representaciones visuales con el objetivo de transferir conocimiento, Mishra y Koehler (2006) planearon lo mismo pero un marco conceptual que de soporte al uso de la tecnología en la educación, necesario para evitar ambigüedades y brindarles un soporte a los distintos profesores interesados en cómo integrar la tecnología en forma transparente y eficiente en los procesos de enseñanza aprendizaje.

Para el desarrollo de su marco conceptual Mishra y Koehler (2006) parten del hecho de que la enseñanza es una actividad altamente compleja, es el matiz de muchas clases de conocimientos, es una habilidad cognitiva compleja que ocurre en un ambiente mal estructurado y dinámico. Todos los que trabajamos en educación sabemos que esto es así. La literatura ha mostrado que históricamente la formación de profesores se centraba en el conocimiento del contenido del profesor (Shulman, 1986; Veal & MaKinster 1999 citado por Mishra y Koehler, 2006)), posteriormente toma un nuevo rumbo y se enfoca en la pedagogía, pero que originalmente eran enfoques independiente fue hasta en 1986 Shulman

avanza en torno al conocimiento que los docentes deberían tener para enfrentar eficientemente la enseñanza, al introducir el PCK (Pedagogical Content Knowledge) el cual discutimos previamente. El PCK es una mezcla del contenido y la pedagogía en el entendido de cómo aspectos particulares de una materia son organizados, adaptados y representados para su enseñanza.

Desde 1987 que introduce Shulman el PCK, este término ha sido ampliamente difundido y como lo señala Mishra y Koehler (2006):

For instance, in the area of science education, scholars such as Anderson and Mitchner (1994); Hewson and Hewson (1988); Cochran, King, and DeRuiter (1993); and professional organizations such as the National Science Teachers Association (NSTA, 1999) and National Council for the Accreditation of Teacher Education (NCATE, 1997) have all emphasized the value of PCK for teacher preparation and teacher professional development. An analysis of Teacher Educator's Handbook (Murray, 1996) shows Shulman as the fourth most cited author of the close to 1,500 authors in the book's author index, with an overwhelming majority of those references made to this concept of PCK (Segall, 2004). The notion of PCK since its introduction in 1987 has permeated the scholarship that deals with teacher education and the subject matter of education (see, for example, Ball, 1996; Cochran, King, & De- Ruiter, 1993; Grossman, 1990; Ma, 1999; Shulman, 1987; Wilson, Shulman, & Richert, 1987). It is valued as an epistemological concept that usefully blends the traditionally separated knowledge bases of content and pedagogy. (p. 1022)

De acuerdo con Mishra y Koehler (2006) ya para el 2006 la tecnología había cambiado la naturaleza del salón de clase, y haciendo referencia a los aspectos claves del PCK planteados por Shulman como: que las más poderosas analogías, ilustraciones, ejemplos, explicaciones y demostraciones o bien las formas de representación y formulación de un tema con el objetivo de hacerlo más accesibles y comprensibles. Todos estos no podía obviarse por cuanto la tecnología venían a cambiar el rol en cada uno de estos aspectos y ofrece numerosas posibilidades para alcanzar estas representaciones, adaptaciones, ilustraciones. Y que al parecer llegaron para quedarse. Para Mishra y Koehler (2006) los

profesores iban a tener mas que aprender el uso de las herramientas disponibles, ellos también tenían que aprender nuevas técnicas y habilidades dado la rapidez con que las tecnologías se vuelven obsoletas. Por lo que el conocimiento tecnológico venía a convertirse en un eslabón más como lo era el conocimiento del contenido planteado por Shulman en su momento, que de hecho al inicio tanto el conocimiento del contenido como el conocimiento pedagógico fueron considerados como independientes, para el 2006 de acuerdo con Mishra y Koehler venía ocurriendo lo mismo con el conocimiento tecnológico. Por lo que ambos autores incorporaron al PCK plantado por Shulman la componente tecnológica para obtener lo que en principio denominaron como TPCK.

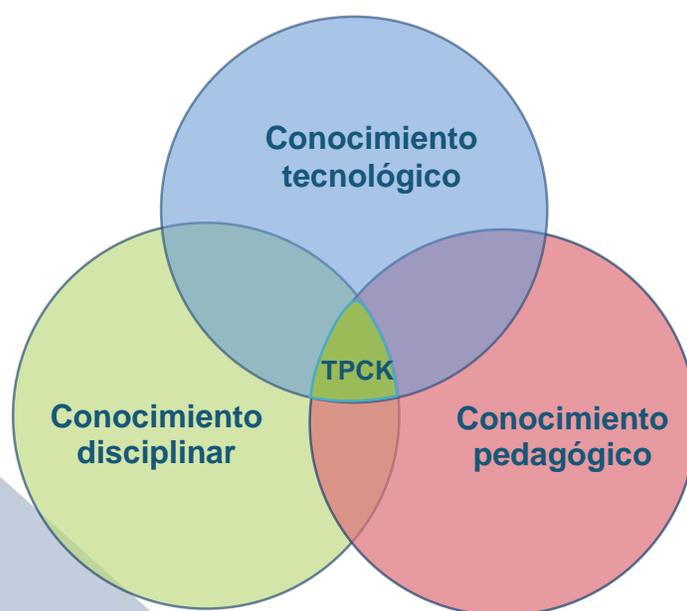


Fig 7 : Pedagogical Technological Content Knowledge propuesto por Mishra y Koehler en 2006

Como se aprecia el modelo además del conocimiento disciplinar y el conocimiento pedagógico incorporar el conocimiento tecnológico, pero además los traslapes generan cuatro conocimientos: el que involucra a los tres, es decir el TCPK, y otros tres que interrelacionan únicamente dos conocimientos.

En el 2008 el acrónimo TCPK fue cambiado debido a la dificultad asociadas a las siglas, además de problemas para recordar el orden correcto, dado que era considerado como un desafío(Thompson y Mishra, 2008). Según estos autores el TCPK es bastante simple, una

poder idea pero con un nombre complicado y un acrónimo que perjudicó su utilidad y el poder. Fue en la 9th Annual National Technology Leadership Summit que se le preguntó a profesores de cada una de las asociaciones líderes y a editores de revistas que asisten a la cumbre sobre nombres alternativos TCPK y después de muchas deliberaciones el nombre fue cambiado a TPACK. Thompson y Mishra (2008) señalan que este nuevo nombre captura dos aspectos importantes para el trabajo con tecnología. El primero es el que se enfatiza a través de las letras, las tres clases de conocimiento (Technology, Pedagogy and Content), los cuales se consideran esenciales en una integración inteligente de la tecnología. Y la segunda es que estos tres dominios de conocimiento no deben considerarse aislados sino integrados en forma completa en lo que ellos llamaron un “Total PACKage”, y que cumpliera el objetivo de ayudar a profesores a tomar ventaja de la tecnología para mejorar el aprendizaje de los estudiantes. Una cuestión interesante que plantean estos autores es que, ellos creían que después de que los profesores aprendieran a usar tecnología, ellos de forma natural encontrarían la manera de utilizar la tecnología en la enseñanza de su contenido, yo parcialmente lo pensaba así, sin embargo ahora lo considero una concepción errónea. Se plantea que necesita más una concepción tecnocentrista, dado que el conocimiento de la tecnología no conduce a una enseñanza efectiva con tecnología, involucra la habilidad de tomar decisiones informadas sobre como tomar ventaja de las fortalezas de la tecnología que apoyen estrategias pedagógicas en contenidos específicos. Por eso Thompson y Mishra (2008) recomiendan al igual que muchos otros investigadores el uso de TPACK.

Lo más importante cuando se trabaja con tecnología, no es la tecnología misma sino, la planificación educativa . En este caso, siempre es importante un marco teórico que respalde el trabajo metodológico cuando se trabaja con tecnología, el modelo que hemos venido trabajando propuesto por Shulman ( 1987) y el modelo integrado de Gew-Newsome (1999)(citado por Salazar 2005), este ha sido tomado como base por Mishra y Koehler (2006) y han incorporado la componente de tecnología, creando un nuevo modelo al cual denominaron Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK).



Fig 8: Modelo TPACK por Mishra & Koehler en el cual se considera el contexto

Como se puede ver el modelo propuesto por Mishra y Koehler (2006), sigue considerando un modelo integrado, pero ahora los conocimientos que se integran son: el conocimiento disciplinar, el conocimiento pedagógico y el conocimiento tecnológico. Además la intersección de estos tres conocimientos genera el TPACK, claro que Mishra y Koehler, los enmarcan dentro del conocimiento contextual. La versatilidad del modelo permite otras tres intersecciones que también dan paso a relacionados importantes como: conocimiento tecnológico pedagógico, conocimiento tecnológico disciplinar y el conocimiento pedagógico disciplinar.

Dado que ya se habían clarificado cada uno de los conocimientos definidos en PCK, nos resta únicamente el conocimiento tecnológico. Este conocimiento toma en consideración tanto tecnologías tradicionales como pizarra, tiza, marcadores entre otros y las tecnologías digitales como la computadora, teléfonos inteligentes, tabletas, internet etc. Este conocimiento además de incluir las habilidades para manejar dichas tecnologías, requiere por el carácter cambiante de las tecnologías digitales de las competencias necesarias para adaptarse continuamente a los cambios que se producen (Caras, 2012).

Para enmarcar la tecnología en la enseñanza de algún contenido de la disciplina de acuerdo con (Caras , Mishra y Koehler , ) se quiere un conocimiento de las distintas intersecciones:

- Conocimiento tecnológico disciplinar
- Conocimiento tecnológico pedagógico
- Conocimiento pedagógico disciplinar

Nos referiremos a los dos primeros. En el conocimiento tecnológico disciplinar, que claramente establece la relación entre lo tecnológico y la disciplinar. Este conocimiento requiere que el profesor seleccione la tecnología adecuada a cierto contenido y la manera de adecuarla e implementarla de forma eficiente en el abordaje del contenido. Así como su selección puede limitar, también nos permite ampliar considerablemente la posibilidad de crear nuevas y variadas representaciones con gran flexibilidad (Caras, 2012 ).

En el caso del conocimiento tecnológico disciplinar, su potencial en contextos de enseñanza aprendizaje no debe desaprovecharse. Sin embargo, el conocimiento de como se enseñanza cambia cuando se quiere integrar la tecnología en estos procesos de enseñanza aprendizaje. La tecnología nos permite definir nuevas estrategias pedagógicas, por lo que, este conocimiento requiere el conocimiento de diversas herramientas tecnológicas para la realización de ciertas tareas y la habilidad para elegirirlas en función de su adaptabilidad a contextos educativos y como dice (Caras, 2012) “Supone el desarrollo de una mente abierta y creativa poder adaptar las herramientas que existen, que no siempre fueron creadas para fines educativos y reconfigurarlas.” p. 5

Se puede resumir de acuerdo con (Caras, 2012 ) el TPACK como la base para una buena enseñanza con tecnología, la cual requiere la comprensión de:

- la representación de ideas utilizando la tecnología,
- técnicas pedagógicas que utilizan la tecnología en formas constructivas para enseñar un contenido,
- 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,

- conocimiento de las ideas e hipótesis previas de los alumnos y sobre cómo la tecnología puede ser utilizada para construir conocimiento disciplinar.

Como vemos al final este modelo TPACK es consistente con el marco general de visualización y la teoría de representaciones semióticas de Duval.

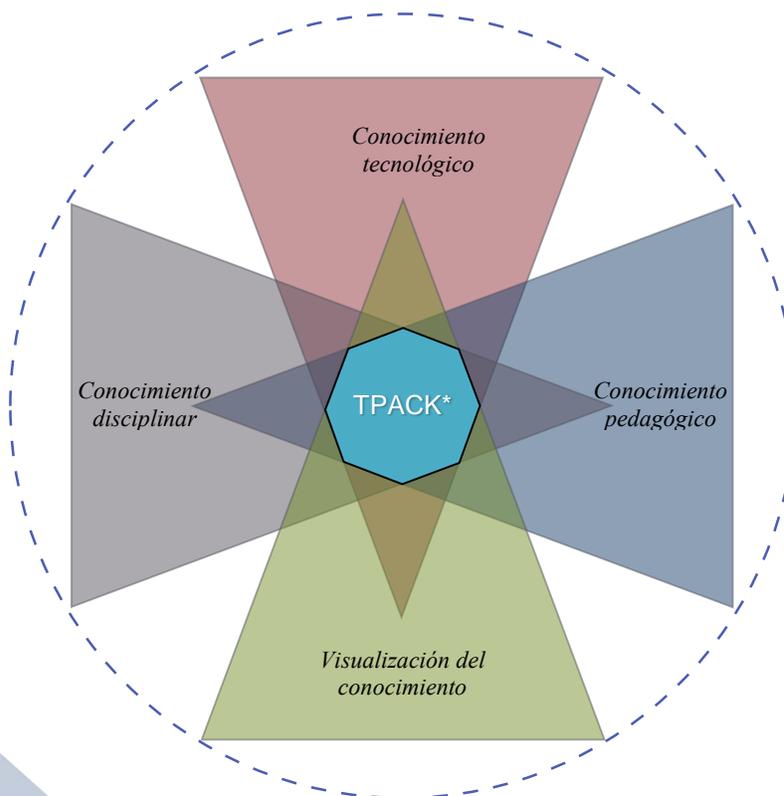


Figura 12: Modelo TPACK\* que integra la visualización del conocimiento por Monge-Fallas (2014)

Respecto al modelo para uso de tecnología digitales y no digitales, recordamos que nuestro punto de partida fueron: el modelo PCK propuesto por Shulman(1987), el modelo TPACK de Misrha y Koehler (2006) y el modelo propuesto por Burkhard (2005). Al final después de una análisis exhaustivo propongo como elemento integrador al modelo TPACK con una componente en la visualización del conocimiento, a este modelo lo he denominado TPACK\* (figura 12). Las tres componentes del TPACK, requieren de procesos de comunicación muy claros, formas eficientes de representación sin importar si se utilizan tecnologías digitales o no digitales. En cada uno de ellos se busca la “transferencia” de conocimiento y todos convergen en el salón en el clase, sitio principal donde se lleva a cabo el proceso de enseñanza aprendizaje. Igual se podrían definir varios tipos de conocimiento

que se originan de la intersecciones de las cuatro componentes, varios de estos ya han sido comentador. Sin embargo podemos mencionar que se genera una aplicación de la visualización del conocimiento en la parte tecnológica, la visualización del conocimiento en el contenido disciplinar y la visualización del conocimiento dentro de las estrategias metodológicas.

Me parece una oportunidad importante considerar este modelo para futuras investigaciones, de tal forma que nos permita consolidarlo en función de las ventajas y desventajas al momento de implementarlo. Al igual que el modelo de Shulman(1987) y Mishra y Koehler (2006), este modelo está sujeto al conocimiento del contexto.

## **5. Conclusiones y recomendaciones**

Ya vimos que interrogante como: ¿A caso será que el estudiante cree que cuando ve no aprende?, surgen cuando se trabaja con visualización sin importar si se utiliza tecnología, y fueron planteada previamente por Dreyfus (1982), sobre la renuencia de los estudiantes a la visualización matemática, pero refiriéndose a esto Presmeg (1999) plantean que generalmente los estudiante de matemática a diferencia de los matemáticos raramente exploran el potencial considerable de los métodos visuales como apoyo al aprendizaje significativo.

La pregunta como plantean Mishra y Koehler (2006) es: Qué necesitan saber los profesores para apropiadamente incorpora la tecnología en la enseñanza, esto lo planteaba Shulman(1987) pero a nivel de las áreas disciplinares que al final dieron origen al PCK. Por lo que objetivo del nuevo modelo TPACK\* es ayudar a profesores a tomar ventaja de la tecnología para mejorar el aprendizaje de los estudiantes potenciando el uso de la tecnología y aprovechando las bondades de las visualización del conocimiento.

## **6. Referencias bibliográficas**

- Burkhard, R & Meier, M. (2005). Tube Map Visualization: Evaluation of a Novel Knowledge Visualization Application for the Transfer of Knowledge in Long-Term Projects. *Journal of Universal Computer Science* , n.º 4/11, 473-493.
- Burkhard, R. (2002). Learning from Architects Difference between Knowledge Visualization and Information Visualization . *Proceeding of the Eighth Conference on Information Visualisation: IEEE*, 519-524.

- Burkhard, R. (2005). *Knowledge Visualization*. A dissertation submitted to the Swiss Federal Institute of Technology Zurich for the degree of Doctor of Sciences. Recuperado de [http://www.ia.arch.ethz.ch/files/publications/remo\\_burkhard2005\\_burkhard\\_knowledge\\_visualization\\_dissertation\\_remo\\_burkhard.pdf](http://www.ia.arch.ethz.ch/files/publications/remo_burkhard2005_burkhard_knowledge_visualization_dissertation_remo_burkhard.pdf)
- Caras, A.(2012). TPACK. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=TnMEIUsNzzk>
- Castillo, S.( 2008). Propuesta pedagógica basada en le constructivismos para el uso optimo de las TICs en la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*. 11(2): 171-194
- Dreyfus, T. & Eisenberg, T. (1982). Intuitive Functional Concepts: A Baseline Study on Intuitions. *Journal for Research in Mathematics Education*, n.º 5/13, 360-380.
- Duval, R. (1999). Representation, Vision and Visualization: Cognitive Functions in Mathematical Thinking. Basic Issues for Learning. *Proceeding of the Meeting of the North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*. Recuperado de <http://pat-thompson.net/PDFversions/1999Duval.pdf>
- Eppler, M & Burkhard, R. (2005). Knowledge Visualization: Towards a New Discipline and its Fields of Application. Recuperado de <http://www.bul.unisi.ch/cerca/bul/publicazioni/com/pdf/wpca0402.pdf>
- Escudero, L. (2011). *Modelos de visualización del conocimiento y su impacto en el aprendizaje significativo*. Recuperado de <http://web.ua.es/en/ice/jornadas-redes-2011/documentos/proposals/184513.pdf>
- Marcelo, C. (2010). Las tecnologías para la innovación y la práctica docente. *Revista Brasileira de Educação* v. 18 n. 52 jan.-mar. 2013. Recuperado de <http://www.scielo.br/pdf/rbedu/v18n52/03.pdf>
- Mishra, P. & Koehler, M. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge.
- Monge-Fallas, J. (2013). *Visualización del conocimiento en la enseñanza de la matemática*. Tesis doctoral, Universidad de Valencia, España. Disponible en la base de datos de TESEO.
- Presmeg, N. (2005). *Research on Visualization in Learning and Teaching Mathematics*. Emergence from psychology. Recuperado de <http://merg.umassd.edu/projects/symcog/bibliography/pmeVisualizationFinalAPA.pdf>
- Salazar, S. (2005). El conocimiento pedagógico del contenido como categoría de estudio de la formación docente. *Revista Electrónica “Actualidades Investigativas en Educación”*.
- Shulman, L. (1987). *Knowledge and Teaching: Foundations of the New Reforme*.

Harvard Educational Review Vol. 57 N 1.

Shulman, L. (2005). Conocimiento y enseñanza: fundamento de la nueva reforma . Harvard Educational Review. Revista de currículum y formación del profesorado, 9, 2 (2005).

Thompson, A. & Mishra, P.(2008). Breaking News: TPCK Becomes TPACK! Journal of Computing in Teacher Education Volume 24 / Number 2 Winter 2007–2008.

Valverde, J., Garrido, M., Fernández, A. y Fernández, R.(2010). Enseñar y aprender con tecnología: un modelo teórico para las buenas prácticas con TIC. Recuperado de [http://www.researchgate.net/publication/42377371\\_Ensear\\_y\\_aprender\\_con\\_tecnologas\\_un\\_modelo\\_terico\\_para\\_las\\_buenas\\_prticas\\_educativas\\_con\\_TIC](http://www.researchgate.net/publication/42377371_Ensear_y_aprender_con_tecnologas_un_modelo_terico_para_las_buenas_prticas_educativas_con_TIC)