

## **Comunidad de comunidades campus viviente en educación en ciencia, ingeniería, tecnología y matemáticas (CITeM): Una experiencia de colaboración internacional hacia la formación de una red temática**

Guadalupe Carmona, José Reyes, Verónica Vargas, César Cristóbal, Angelina Alvarado, Armando Mata, Alicia López

Carmona, J. Reyes, V. Vargas, C. Cristóbal, A. Alvarado, A. Mata, A. López  
Universidad de Texas en San Antonio, ONE UTSA Circle, M.B. 2.232, San Antonio, TX,  
78249  
Universidad Autónoma de Coahuila  
Universidad de Quintana Roo  
Universidad Juárez del Estado de Durango  
guadalupe.carmona@utsa.edu

M. Ramos.,V.Aguilera.,(eds.). Ciencias Multidisciplinarias, Proceeding -©ECORFAN- Valle de Santiago, Guanajuato, 2014.

## Abstract

This collection of manuscripts of different Campus Living Communities in Education in Science, Engineering, Technology and Mathematics (cItem) responds to the theme of the conference experience in the formation and operation of academic bodies and networks to combine a theoretical framework that supports the formation of a community of international communities that pursue common goals in research and practice of education in cItem. These manuscripts, representing four institutions in Mexico and the United States, presented results of individual work trajectories whose stories intertwine at specific points in time, working together to achieve common goals; and in this process, the result of collaboration generated "learning communities" devoted to research and education practice in cItem. By comparing and contrasting the experiences of each community, this group of researchers and contributes to an understanding of different approaches, allowing an examination of the formation of learning communities in international contexts, and the emergence of a community of those communities, whose constituents match the characteristics of a thematic network, as defined by the Council of Science and Technology in Mexico to promote research and the accumulation of knowledge in a specific content area.

## Introducción: Algunos Antecedentes

Del 13 al 16 de octubre de 2013, se llevó a cabo en New Braunfels, Texas, E.U.A., el Primer Simposio Internacional Campus Viviente para la Educación en Ciencia, Ingeniería, Tecnología y Matemáticas (CITeM), auspiciado por el grupo de investigación en Educación en CITeM de la Universidad de Texas en San Antonio (UTSA), en colaboración con investigadores de la Universidad Autónoma de Coahuila (UAdeC), la Secretaría de Educación y Cultura del Estado de Coahuila (SEC-Coahuila), la Universidad Juárez del Estado de Durango (UJED) y la Universidad de Quintana Roo (UQRoo). El objetivo de este simposio fue el de llevar a cabo un encuentro internacional para discutir los avances, resultados y planeación del Proyecto Campus Viviente en Educación en CITeM, así como fortalecer vínculos y establecer nuevas colaboraciones entre las diferentes Comunidades Campus Viviente. (En la siguiente sección se describe en qué consiste el Proyecto Campus Viviente en Educación en CITeM.)

Al evento asistieron académicos, estudiantes de posgrado, autoridades educativas y docentes de diferentes niveles escolares en Educación en CITeM pertenecientes a diferentes cuerpos académicos e instituciones nacionales e internacionales, quienes en su mayoría participaron como ponentes, además de asistentes, al simposio. Los ponentes enfatizaron los avances, logros y perspectivas de investigación y el alcance del Proyecto Campus Viviente en cada una de las Comunidades: Coahuila, Durango, Quintana Roo y Texas.

En cada Comunidad Campus Viviente participan representantes de distintos cuerpos académicos consolidados, en consolidación o grupos de investigación. Estos incluyen: Cuerpo Académico Formación Matemática en el Nivel Superior (CAFMS) de la UQRoo, Cuerpo Académico de Geometría y Topología (CAGT) de la UJED, Cuerpo Académico de Matemática Educativa (CAME) de la UJED, Cuerpo Académico en Estadística (CAE) de la UAdeC, y el grupo de investigación en educación en CITeM de la Universidad de Texas en San Antonio, E.U.A. A continuación damos una breve descripción de cada uno.

El CAFMS en la UQRoo es un cuerpo académico consolidado que tiene a su cargo la Maestría en Enseñanza de las Matemáticas (MEM), cuyo objetivo es la formación de profesores de matemáticas, y está en el Padrón del Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC) de Conacyt. Tienen participación activa como Comunidad Campus Viviente Quintana Roo desde 2012, a través del apoyo de la UQRoo.

Durante el primer semestre de 2014 coordinaron el Seminario virtual de la MEM, en el que participaron, además de estudiantes de maestría, académicos de diferentes instituciones, incluyendo los representantes de los cuerpos académicos o de investigación de la UJED, la UAdeC y la UTSA.

En la UJED se encuentran el CAME, cuyo objetivo principal radica en la enseñanza de las matemáticas con nuevas tecnologías para la educación superior, con vías a enfocarse hacia el nivel básico. Además, se encuentra el CAGT, que se centra en dos áreas: el estudio de grupos topológicos y de transformación y el estudio de pensamiento matemático avanzado. Tienen participación activa como Comunidad Campus Viviente Durango desde 2010, a través del apoyo de FOMIX y Conacyt (FOMIX DGO-2010-C02-144267), en colaboración con la Universidad de Texas. Entre las actividades próximas de estos cuerpos académicos se destaca a UJED como sede del Congreso Nacional de la Sociedad Matemática Mexicana en octubre de este año.

En la UAdeC se establece el grupo de investigación en cómputo móvil dentro de la Facultad de Sistemas, apoyando dos programas de maestría: cómputo móvil y manufactura. Dentro de las líneas de investigación se encuentran la investigación reproducible y la optimización de procesos organizacionales y de las instituciones educativas. Tiene participación activa como Comunidad Campus Viviente Coahuila desde 2012, a través del apoyo de la Secretaría de Educación y Cultura del Estado de Coahuila, AHMSA International, la Organización Mexicans and Americans Thinking Together y la UTSA.

En la UTSA se encuentra el grupo de investigación en Educación en CITeM, cuyo objetivo central es la investigación en reformas educativas integrales en contextos internacionales a través de tres ejes: (1) diseño de ambientes de aprendizaje innovadores a través de la modelación, simulación y programación con el uso de herramientas de bajo costo y fácil acceso, (2) profesionalización docente vinculada a dichos ambientes de aprendizaje, y (3) evaluación formativa y sumativa que permita generar evidencia y métricas de estas nuevas formas de aprendizaje. A través de este grupo de investigación, se ha generado una historia de colaboraciones internacionales a través de actividades e intercambios académicos interinstitucionales vinculados al Proyecto Campus Viviente en Educación de CITeM, entre las que se incluyen seminarios de investigación, investigaciones conjuntas, talleres para el desarrollo profesional docente, estancias académicas para investigadores y para estudiantes de posgrado. Ha recibido apoyo para desarrollar y expandir el proyecto Campus Viviente por parte de TIES-USAID Higher Education, FOMIX DGO-2010-C02-144267, Secretaría de Educación y Cultura del Estado de Coahuila, AHMSA International, y la Organización Mexicans and Americans Thinking Together.

## **12 Metodología: ¿Cómo es que se viene a conformar este grupo internacional de investigadores para formar la Comunidad de Comunidades Campus Viviente?**

Estos cuerpos académicos y grupos de investigación, así como sus integrantes, han tenido trayectorias individuales que han ido definiendo un enfoque específico de investigación y una identidad propia. Entonces, ¿cómo es que se viene a conformar este grupo internacional de investigadores para formar la Comunidad de Comunidades Campus Viviente?

El principal motivo es que estos investigadores, en nuestra diversidad, estamos unidos por objetivos comunes, especialmente en lo que se refiere a conseguir un impacto educativo informado en investigaciones en Educación en CITeM, destacando los siguientes:

- Calidad educativa: la necesidad de preparar nuevas generaciones de estudiantes que cumplan con los retos que presenta la sociedad del siglo XXI, especialmente en lo que se refiere a conocimientos en CITeM y participación social;

-Equidad: proveer acceso democrático a todos los estudiantes de un aprendizaje significativo y profundo de las ideas fundamentales en CITEM;

-Tecnología: utilizar tecnología que permita a los estudiantes una reconceptualización de contenidos en CITEM que no sería posible sin el uso de estos instrumentos;

-Impacto: impacto directo de los resultados de las investigaciones para lograr una práctica escolar de calidad;

-Investigación: desarrollo de investigaciones en contextos naturalistas generadas desde la práctica escolar;

-Calidad académica: lograr metas académicas de la más alta calidad con el reconocimiento de la comunidad de investigación en el área de educación en CITEM.

Entre los años 2009 al 2012, se firmaron varios convenios académicos bilaterales entre el sistema de la Universidad de Texas y diferentes instituciones en México, entre los que destacan tres: Universidad Juárez del Estado de Durango (2009), Universidad Autónoma de Coahuila (2011) y Universidad de Quintana Roo (2012). Uno de los distintivos en común a los tres convenios es que no sólo se selló la intención de llevar a cabo intercambios académicos entre las dos instituciones por parte de los rectores, sino que esta intención ya estaba consolidada por años de trabajo colaborativo existente entre investigadores de ambas instituciones firmantes. Por lo tanto, estos convenios han servido como marco institucional que respalda el trabajo de los investigadores, facilitando el apoyo a intercambios y colaboraciones académicas tanto de manera interna como externa.

A raíz de estas colaboraciones académicas con el sistema de la Universidad de Texas surge el Proyecto Campus Viviente en Educación en CITEM inicialmente apoyado por TIES-USAID Higher Education. A lo largo del tiempo, se han incorporado de manera independiente diferentes instituciones en México. Primero, UJED, a través del apoyo de FOMIX y Conacyt (FOMIX DGO-2010-C02-144267); UQRoo, a través del apoyo de la misma universidad y del Cuerpo Académico Formación Matemática en el Nivel Superior (CAFMNS); y UAdeC, a través del apoyo de la Secretaría de Educación y Cultura del Estado de Coahuila (SEC-Coahuila), AHMSA International, la fundación Mexicans and Americans Thinking Together y la UTSA. De esta manera, se conforman cuatro comunidades Campus Viviente: Comunidad Campus Viviente Durango, Comunidad Campus Viviente Quintana Roo, Comunidad Campus Viviente Coahuila y Comunidad Campus Viviente Texas. Al coincidir en tiempo y espacio, y por la necesidad de intercambiar experiencias y compartir objetivos comunes, surge la Comunidad de Comunidades Campus Viviente en Educación en CITEM, en la que el total es mayor que la suma de sus partes.

### **12.1. ¿Qué es Campus Viviente en Educación en CITEM?**

Campus Viviente en Educación en CITEM es un proyecto de investigación que articula una manera de lograr los objetivos comunes ya mencionados al generar un sistema educativo y de investigación orgánico y dinámico. El enfoque de la investigación de Campus Viviente radica en estudiar la esfera de posibilidades que brindan ciertos ambientes de aprendizaje innovadores en CITEM, basados en la investigación y mediados a través de la tecnología, en cuanto a la preparación de una nueva generación de estudiantes que tiene acceso democrático a las ideas complejas y fundamentales en CITEM desde edades tempranas. En particular, Campus Viviente plantea una visión innovadora de la educación en CITEM que pretende disminuir la brecha entre la educación formal e informal; es decir, cerrar las discontinuidades existentes entre el currículo formal y el lugar donde el aprendizaje y la enseñanza ocurren. De esta manera, la escuela, o el campus, se convierte en mucho más que el lugar en donde se lleva a cabo la enseñanza, y se convierte en un lugar donde interactúan estudiantes, maestros y la comunidad, en contextos naturales y construidos, en los que se sitúa, emerge y profundiza el conocimiento.

Así, se toma ventaja del estudio de fenómenos relevantes y las experiencias que los estudiantes pueden llevar a cabo en el campus, y a través de tecnologías y materiales de bajo costo y fácil acceso, les permite abordar las ideas fundamentales en CITEM de una manera profunda y significativa, y vinculada con su comunidad.

Entonces, el campus se convierte en una fuente de conocimiento vital y un sujeto “viviente” para la investigación que integra el conocimiento formal con el conocimiento y prácticas comunitarias, y por tanto el conocimiento se extiende más fácilmente a otros contextos.

El Proyecto Campus Viviente está organizado sobre tres ejes coordinados: (1) El diseño de ambientes de aprendizaje innovadores para la educación en CITEM, (2) un diseño emergente para profesionalización docente, y (3) una evaluación basada en diseño, que integra la evaluación programática con la evaluación del aprendizaje y enseñanza de las ideas fundamentales en CITEM que se llevan a cabo en estos ambientes de aprendizaje innovadores.

## **12.2. Diseño de ambientes de aprendizaje innovadores para la educación en CITEM.**

Los ambientes de aprendizaje innovadores que propone Campus Viviente están diseñados a través de procesos iterativos de investigación con las siguientes características. Los contenidos se enfocan en las “Grandes Ideas”, o ideas fundamentales en CITEM promoviendo un acceso democrático para todos los estudiantes desde edades tempranas. Campus Viviente propone un acercamiento al aprendizaje, enseñanza y evaluación en educación en CITEM a través de la modelación matemática, simulaciones participativas y programación, que se apoyan en el uso de tecnología de fácil acceso y bajo costo. El aprendizaje que fomentan estos ambientes innovadores se considera como un proceso de participación social, por lo que la construcción del conocimiento está estructurado social y matemáticamente. El conocimiento generado es local, al ser significativo para los estudiantes, y ubicuo, al ser compartido con la comunidad y con miembros (e.g., estudiantes y maestros) de otras comunidades, promoviendo que el estudiante establezca conexiones entre el conocimiento informal y local con la generación del conocimiento científico (Vygotsky, 1998). Puesto que los ambientes de aprendizaje propuestos están diseñados a través de investigaciones, y son implementados en contextos escolares, se van construyendo puentes entre investigadores y docentes a través de la participación mutua en comunidades de investigación y práctica.

El desarrollo de innovaciones tecnológicas y su democratización presentan nuevos retos educativos en diferentes contextos. En los ambientes de aprendizaje Campus Viviente, la tecnología permite una mediación o re-conceptualización de los contenidos en CITEM que no sería posible sin ella, y que promueve el aprendizaje en grupo y en comunidad a través de una pedagogía participativa y diseñada para grupos. Las tecnologías que se utilizan son aquellas que reflejan mejor los desarrollos de investigación y práctica propios en CITEM, y deben ser de fácil acceso y bajo costo. Por ejemplo, el uso de un transportador, un hilo y una pesa para encontrar la altura del punto más alto del entorno en donde vivo; o el uso de una brújula y un eje para encontrar el norte solar y marcar el vector del campo magnético en diferentes puntos para investigar posibles anomalías en el campo magnético en puntos popularmente denominados sensibles como La Zona del Silencio en Durango y Coahuila; o bien, generar un modelo que describa las propiedades físicas de la tierra (e.g., acidez, humedad, temperatura) que son más adecuadas para lograr el cultivo de plantas locales, utilizando sensores digitales que se conectan a un dispositivo que genera una red local a través de la cual puede compartir los datos en tiempo real con los estudiantes a través de sus dispositivos tecnológicos (e.g., teléfonos celulares, computadoras, tablets, etc.) desde donde los analizan para responder sus preguntas y comprender mejor el fenómeno en estudio.

Una fuente de inspiración para el Proyecto Campus Viviente ha sido una cita del arquitecto ambientalista y planificador urbano brasileño, Jaime Lerner, que dice: “Si quieres creatividad quita un cero al presupuesto, si buscas sustentabilidad quita dos, y si quieres solidaridad, asume tu identidad respetando la diversidad.” Por tanto, Campus Viviente está diseñado para ser un proyecto de investigación sustentable y escalable, a través de la formación de comunidades de aprendizaje formadas por integrantes que contribuyen con una diversidad de experiencias y conocimiento, promoviendo la acumulación del conocimiento en un área de interés común.

Entre los desarrollos tecnológicos generados dentro del Proyecto Campus Viviente está el USBViviente (versión actual 2.0). El USBViviente (Carmona, 2011, 2014) es un dispositivo USB de arranque con memoria de al menos 4Gb que utiliza el sistema operativo Linux configurado con software abierto especializado para la enseñanza y el aprendizaje de CITEM, por ejemplo Geogebra, NetLogo, Cmaps, Logger Pro (sensores digitales), Google Earth, por mencionar algunos. El dispositivo incluye materiales curriculares diseñados para grupos que fomentan ambientes de aprendizaje innovadores como los descritos anteriormente, que están disponibles libremente para la comunidad educativa al estar protegidos por la licencia Creative Commons License 4.0: Atribución-NoComercial-Compartir Igual (CC by-nc-sa 4.0) ([https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es\\_ES](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es_ES)). El costo de un dispositivo como este es de 70 pesos. De esta manera, este sistema completamente integrado se vuelve accesible a prácticamente cualquier estudiante del mundo al poder configurarse en casi cualquier idioma, y pudiéndose reproducir y diseminar libremente. Además, es fácilmente portátil, y puede utilizarse con cualquier computadora – independientemente del sistema operativo. Esto significa que el USBViviente funciona en computadoras que pueden ser donadas, incluyendo aquellas que tengan un procesador tan antiguo como un 486, o tan nuevo como un i7, siempre y cuando tengan un puerto USB. Es fácil utilizarlo en contextos escolares, ya que no hay requisitos de instalación de software adicionales. Sólo se necesita insertar el dispositivo USB en el puerto correspondiente, y dar la orden a la computadora de que arranque el sistema operativo desde el USBViviente, en lugar de que lo haga desde el disco duro (esto se consigue cambiando el orden de arranque). También es fácil para las escuelas el mantener estos sistemas, ya que todas las herramientas son software abierto (open source) que funciona con o sin conectividad al internet. Este es un dispositivo que permite re-utilizar computadoras viejas o donadas, generando un sistema poderoso para el aprendizaje de CITEM que puede utilizarse en contextos educativos a un costo prácticamente nulo.

### **12.3. El diseño emergente para profesionalización docente**

El proyecto Campus Viviente está centrado en la implementación de ambientes de aprendizaje innovadores diseñados para abordar contenidos en CITEM tal como se describió en la sección anterior. Sin embargo, no sería posible esta implementación sin el trabajo de maestros que estén preparados para facilitar el aprendizaje de los estudiantes y orquestar las interacciones entre estudiantes y con los contextos en los que se estudian los fenómenos relevantes. El proyecto Campus Viviente considera a los maestros como catalizadores y agentes de cambio del sistema educativo. Por lo tanto, es imprescindible llevar a cabo talleres de profesionalización docente que preparen a los maestros para los retos que representa llevar a cabo estos cambios en su propia práctica.

Puesto que existe un vínculo cercano entre la práctica docente y el aprendizaje de los estudiantes de CITeM, la profesionalización docente presenta retos importantes y que tienen repercusiones sustanciales en el futuro de un país. En política educativa, una educación de calidad es considerada como un elemento esencial de vitalidad social y de desarrollo económico. Especialmente la formación de los ciudadanos en CITeM juega un papel central en la investigación y generación del conocimiento de una sociedad, que por ende contribuyen al desarrollo intelectual y económico local, estatal y nacional.

Uno de los retos principales en los programas de profesionalización docente es lograr que los maestros adopten estrategias que produzcan en sus estudiantes un aprendizaje “transformativo” (Thompson & Zeuli, 1999). Es decir, que la profesionalización docente logre que los maestros obtengan un aprendizaje que genere cambios profundos en las creencias, conocimiento y hábitos que tienen enraizados, y que les permita demostrar estos cambios principalmente en su práctica docente en el aula.

Para abordar este reto, el proyecto Campus Viviente propone un diseño emergente de profesionalización docente que incorpora los resultados y recomendaciones de las investigaciones más importantes sobre las características que debe tener un programa de profesionalización docente en CITeM que sea efectivo (Loucks-Horsely, Stiles, Mundry, Love & Hewson, 2010). Este diseño ha sido ampliamente piloteado y probado en diferentes comunidades en México, incluyendo Coahuila, Quintana Roo, Durango y Texas (así como Veracruz y Costa Rica).

El modelo de desarrollo profesional para docentes Campus Viviente se enfoca en las ideas fundamentales en CITeM, y en las transiciones de diferentes niveles educativos: primaria a secundaria, secundaria a bachillerato, y bachillerato a universidad. Los talleres están diseñados para integrar participantes de diferentes disciplinas (multidisciplinario) que enseñan en diferentes niveles escolares (multinivel). El objetivo de los talleres es que cada profesor vaya logrando una mayor autonomía y agencia sobre esta nueva manera de enseñar las ideas fundamentales de CITeM. Por lo tanto, el diseño emergente para profesionalización docente en CITeM de Campus Viviente tiene tres características: es interdisciplinario, multi-nivel, y está diseñado para incrementar la agencia y autonomía del docente.

### **A. Interdisciplinario**

El proyecto Campus Viviente considera que el conocimiento es interdisciplinario. Las actividades y ambientes de aprendizaje están diseñados para que los estudiantes generen modelos matemáticos y científicos que eluciden las ideas fundamentales en CITeM a partir de explicar, interpretar, y describir ciertos fenómenos y situaciones problemáticas. Estas respuestas o modelos de los estudiantes generalmente integran ideas y habilidades de una amplia variedad de tópicos. Al desarrollar estos modelos, los estudiantes integran múltiples puntos de vista, que en ocasiones incluso pueden llegar a ser contradictorios, y a través de ciclos iterativos de expresar, probar y revisar sus ideas, los estudiantes van refinando sus respuestas hasta generar un modelo explicativo razonable para resolver la situación problemática. De esta manera, podemos apreciar que estos modelos elucidan el conocimiento de los estudiantes abarcando e integrando una variedad de disciplinas, y por ende, estos ambientes de aprendizaje son relevantes y permiten la participación de maestros de diferentes contenidos. El abordar un fenómeno en un contexto particular en el que estudiante aprende de manera significativa y que puede relacionar con varias asignaturas, permite enriquecer la experiencia de los estudiantes que pueden integrar el conocimiento de una manera interdisciplinaria y hacer conexiones con otros contextos. Los maestros participantes de los talleres de profesionalización docente de Campus Viviente imparten diferentes asignaturas, incluyendo: Matemáticas, Biología, Física, Química, Ingeniería, Informática, Matemáticas, Español, y Arte, por mencionar algunas.

Es sumamente enriquecedor poder compartir perspectivas diversas de un mismo ambiente de aprendizaje, desde el punto de vista de los contenidos que potencialmente se pueden abordar vinculados a cada disciplina, y la manera en la que estos contenidos se relacionan entre sí, dando lugar a una formación integral del estudiante.

## **B. Multi-nivel**

Los participantes de un taller de profesionalización docente de Campus Viviente son maestros de diferentes niveles escolares: primaria, secundaria, educación media superior y educación superior. La incorporación de maestros que abarcan una amplia gama de niveles educativos en un mismo taller, más que representar un problema, abre la oportunidad de una visión más completa de la trayectoria escolar por la que pasa un estudiante a lo largo de su vida, y los conocimientos que obtiene, o debe obtener, durante este transcurso. Esta visión se logra por dos acercamientos que se establecen en el taller. Primeramente, el enfoque en las grandes ideas, o ideas fundamentales en CITeM. Existen unas cuantas ideas centrales, que aparecen en el currículo (o plan de estudios) y que al ser fundamentales en CITeM, se abordan a niveles escolares distintos, cada vez con mayor profundidad.

Campus Viviente toma ventaja de este diseño espiral en el diseño curricular y de ambientes de aprendizaje. Puesto que el conocimiento de los estudiantes es elucidado al interactuar con estos ambientes de aprendizaje, es posible que una misma actividad se pueda utilizar en diferentes grados escolares. En segundo lugar, el enfoque del taller es en las transiciones de un nivel escolar a otro. Una discusión de mucha riqueza durante el taller son las conversaciones que se generan a partir de las soluciones de una actividad que aborda una gran idea en CITeM, cuando los maestros de cada nivel describen la manera en la que presentan un contenido específico, por ejemplo, proporcionalidad, se discuten los obstáculos cognitivos que esta manera de presentar estos contenidos puede significar para algunos estudiantes cuando pasan de un nivel escolar al siguiente, evitando que puedan generar maneras de comprender los conceptos cuando llegan a un nivel escolar más avanzado. Esta dificultad para relacionar conceptos de un nivel escolar al siguiente hace que los estudiantes se enfoquen en acertar la respuesta correcta, apoyándose en estrategias de memorización en lugar de comprensión. A raíz de estas conversaciones intra-niveles, los maestros logran entablar un diálogo enfocado en la manera en la que pueden presentar contenidos específicos a sus estudiantes de tal manera que contribuya a la construcción del conocimiento y que permita a los estudiantes generar maneras de pensar integrales y consistentes a través de una comprensión continua de contenidos que se va profundizando a lo largo del tiempo, especialmente durante la transición entre diferentes niveles escolares.

## **C. Incremento de agencia y autonomía docente**

El taller de profesionalización docente de Campus Viviente está organizado en cinco etapas, donde el maestro pasa por un proceso en el que se va incrementando su agencia y autonomía para la implementación sustentable de los ambientes de aprendizaje innovadores ya descritos. El maestro empieza tomando el papel de un estudiante al participar en una actividad o ambiente de aprendizaje, y después de dos o tres días intensos de preparación, logra implementar una actividad Campus Viviente en su contexto escolar y con sus propios estudiantes, tomando completa autonomía como docente y sin intervención de algún experto. El taller está diseñado para que durante la última etapa existan los medios necesarios para la creación de una comunidad de aprendizaje, centrada en la práctica y la investigación, a la que llamamos Comunidad Campus Viviente de esta localidad.

A continuación se describen las cinco etapas:

### **a) Diseño Experto**

La primera etapa del taller de profesionalización docente consiste en la implementación de un ambiente de aprendizaje innovador en CITEM diseñado por uno o varios expertos a través de investigaciones que consideran la integración de contenidos, pedagogía y tecnología adecuada para que los estudiantes eluciden su conocimiento de dichos conceptos. Ya se han descrito a más detalle en una sección previa las características de estos ambientes de aprendizaje que están diseñados para grupos, centrados en las ideas fundamentales de CITEM, y están caracterizados por: (1) la construcción social del conocimiento estructurado matemáticamente y enfocado en ideas fundamentales de CITEM, (2) el aprovechamiento del uso de tecnologías de fácil acceso y bajo costo que propicien el aprendizaje en grupo, (3) la vinculación entre conocimiento informal y local con la generación del conocimiento científico, y (4) disponibles libremente para la comunidad educativa bajo licencia Creative Commons: Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual (by-nc-sa).

### **b) Maestros como Estudiantes**

Los participantes del taller generalmente son maestros que enseñan diferentes disciplinas a distintos niveles escolares en escuelas locales. También participa un grupo de estudiantes, por ejemplo de secundaria, que pueden venir de diferentes planteles. En ocasiones se considera pertinente invitar a encargados de laboratorios, por ejemplo, de informática o biología, quienes van a apoyar a los maestros cuando implementen el proyecto Campus Viviente en sus planteles, y de esta manera se integran a la comunidad.

Finalmente, también pueden participar otros miembros de la comunidad escolar, incluyendo padres de familia, directores de las escuelas, asesores técnico pedagógicos, presidentes de colegiado o academias, por mencionar algunos. Durante esta etapa, todos los participantes del taller toman el papel de alumno, obteniendo experiencia directa del tipo de participación que van a requerir de sus estudiantes, el tipo de conocimiento que se genera de manera iterativa; el tipo de interacciones que se generan entre estudiantes, con el maestro, y con los contenidos. En un taller se implementan al menos 2 ó 3 diferentes ambientes de aprendizaje, y los participantes toman el papel del estudiante en esta variedad de actividades.

### **c)Práctica Impromptu**

Una vez que los participantes del taller han tenido experiencia como estudiantes en una variedad de contextos y ambientes de aprendizaje, en la siguiente etapa se selecciona una de las actividades en las que ya participaron y se pide a los docentes que realicen una práctica impromptu, tomando el liderazgo de dicha actividad como maestros. Se inicia con un maestro y los demás participantes toman el papel de estudiantes, y cada 2 a 3 minutos, el maestro deja el lugar a otro participante del taller, mismo que debe dar continuidad al trabajo realizado previamente por sus compañeros hasta que pasan todos los docentes del taller y queda concluida la actividad. Se lleva a cabo una discusión en la que se reflexiona sobre los aspectos pedagógicos, tecnológicos y de contenidos, y la manera en la que estos tres elementos se integran en la implementación de los ambientes de aprendizaje. También se enfatiza el papel del profesor y la manera en la que se fue desarrollando la actividad a raíz de la manera en la que cada participante fue orquestando las interacciones del aula.

### **d) Implementación en el Aula**

Durante el último día del taller, éste se lleva a cabo en una de las escuelas de alguno de los docentes participantes. Este docente implementa una de las actividades (generalmente la misma que se trabajó en la práctica impromptu) frente a su propio grupo de estudiantes, dentro de su aula y en sus condiciones habituales, sin ayuda de los académicos que han impartido el taller. Cabe mencionar que durante la tarde anterior, el maestro que va a tomar el liderazgo en esta etapa dedica un tiempo de preparación de la clase, con ayuda de los académicos que han impartido el taller.

El docente escribe una secuencia didáctica en la que plasma la manera en la que abordarán los contenidos (para que estos sean generados por los mismos estudiantes), aspectos pedagógicos, y manejo de la tecnología. Un marco teórico que frecuentemente se utiliza en esta etapa para que el maestro genere discusiones en clase que sean académicamente productivas para los estudiantes es el de las cinco prácticas para orquestar conversaciones académicamente productivas (Smith & Stein, 2010; Stein, Engle & Smith, 2008): *anticipar* la manera en la que los estudiantes van a responder a las situaciones problemáticas planteadas durante la actividad, *monitorear* el trabajo de los estudiantes poniendo especial atención al conocimiento que van generando y documentando, *seleccionar* aquellas respuestas que son representativas de los contenidos que se quieren abordar durante la clase, *secuenciar* el orden en el que los estudiantes van a intervenir en la discusión o presentación de sus soluciones, y *conectar* las diferentes respuestas o ideas que se generaron durante la clase. Esta clase se videograba y se transmite en tiempo real a un aula adjunta en donde se encuentran el resto de los profesores participantes del taller.

### **e)Formando Comunidades de Aprendizaje Centradas en la Práctica y la Investigación**

Al finalizar la implementación en el aula, se genera una discusión entre todos los profesores participantes donde se hacen preguntas y comentarios con respecto a la implementación de la actividad que se acaba de realizar. Esta discusión tiende a ser sumamente rica y puede durar entre 2-3 horas. Sirve como foro de reflexión sobre la importancia de llevar al aula las prácticas docentes propuestas durante las etapas anteriores del taller. Es decir, el aprendizaje “transformativo” que se hace presente en el aula con los estudiantes.

Para los maestros observantes, el constatar que uno de sus compañeros, quien ha pasado por el mismo proceso que ellos durante todo el taller, ha sido capaz de implementar una actividad en su propia aula y con sus estudiantes sin ayuda externa, les da confianza para que ellos también pongan en práctica la implementación en su propio contexto escolar al terminar el taller. Posteriormente se discute la viabilidad de implementar estas actividades en las escuelas de los docentes participantes, las ventajas y retos que esto representa, y el tipo de apoyo que se requiere. El apoyo necesario se brinda, generalmente, a través de otros participantes u organizadores del taller, que pueden incluir personas de la Secretaría de Educación Pública, personas de la Universidad Estatal vinculada al proyecto, del personal experto técnico de la comunidad escolar, por mencionar algunos. De esta manera, se van generando vínculos entre diferentes personas de la comunidad escolar, y se empiezan a formar comunidades de práctica que quedan unidas a la Comunidad Campus Viviente. Por lo tanto, el taller culmina con la generación de una comunidad de investigación y práctica. Cada participante toma autonomía como docente que tiene los elementos necesarios (preparación y materiales) para llevar Campus Viviente a su aula, y también toma agencia como investigador, tanto para estudiar contenidos en CITeM (al igual que el estudiante, aprende y genera modelos científicos y matemáticos que explican los fenómenos relevantes), así como investigador de las concepciones de sus estudiantes en las grandes ideas en CITeM.

### **12.4 Evaluación basada en diseño**

En el sistema educativo mundial, el aprendizaje en el aula está guiado por las actividades que los maestros y los estudiantes realizan en el salón de clases. Por ende, un sistema de evaluación educativa que ignore los procesos de enseñanza y aprendizaje no podrá utilizarse para mejorar estos procesos (Black & Wiliam, 1998). Proyectos innovadores en CITeM con las características de Campus Viviente fomentan que los estudiantes (y maestros) construyan un conocimiento integral y profundo de las ideas fundamentales en CITeM de una manera cualitativamente distinta al conocimiento que se genera en otros ambientes de aprendizaje más tradicionales. Por esta razón, el tipo de evaluación del aprendizaje de los estudiantes participantes de Campus Viviente debe estar diseñado para proveer evidencia de estos procesos de enseñanza y aprendizaje, donde el tipo de conocimiento que se genera es: complejo, relacional, situado y significativo.

Sin embargo, los sistemas de evaluación tradicionales tienen como objetivo soportar procesos de selección o de ordenamiento de los estudiantes basado en su desempeño en exámenes un tanto limitados en cuanto al conocimiento que los estudiantes pueden evidenciar, y que además están basados en los mismos modelos estadísticos que se han venido utilizando para evaluación durante al menos los últimos 100 años. Este diseño tradicional en las evaluaciones no sólo tiene limitantes en cuanto al tipo de conocimiento que logran evaluar, sino que también dificultan la posibilidad de articular los efectos que un programa educativo pueda tener en el aprendizaje y la enseñanza.

En la investigación en evaluación educativa existe una necesidad enorme por cambiar paradigmas para poder diseñar sistemas de evaluación que permitan apoyar y medir el aprendizaje, tanto dentro del salón de clases como a gran escala (Lesh & Lamon, 1993; Chudowsky & Pellegrino, 2003). De esta forma, se busca un sistema de evaluación educativa que sea transparente, válido y equitativo, y que fomente el aprendizaje significativo y profundo de contenidos. Como una propuesta de este cambio necesario de paradigma, Campus Viviente propone una evaluación innovadora y rigurosa que permite generar evidencia para demostrar resultados de impacto educativo con fines de escalabilidad y sustentabilidad (Carmona, 2014).

Campus Viviente se apoya en un diseño de evaluación del conocimiento de los estudiantes formativo y sumativo que captura la complejidad del aprendizaje que se lleva a cabo en estos ambientes de aprendizaje innovadores, generando una evaluación auténtica que es sensible a la instrucción y al aprendizaje significativo en CITeM. Consistente con el acercamiento llamado investigación basada en diseño (Collins, 1998; Lesh, 2002; Hjalmarson & Lesh, 2002), a este tipo de evaluación le llamamos *evaluación basada en diseño* (Carmona & Lesh, 2014). A través de la evaluación basada en diseño, podemos desarrollar maneras de evaluar y contribuir a la calidad de un sistema integral y coordinado de investigación y evaluación.

Primero, es importante aceptar que en el tipo de evaluación que se necesita, los investigadores, profesores, estudiantes e instrumentos son una parte integral del mismo sistema que se espera observar, entender y evaluar. Por lo tanto, no tiene sentido una visión en la que el maestro hace preguntas y el investigador las responde. Sino que es necesario reconocer la naturaleza dinámica e interactiva del programa que se quiere evaluar, donde no existe una línea clara que distinga la investigación de la práctica. El aprendizaje que se genera en la evaluación de Campus Viviente debe contribuir al desarrollo programático, curricular, docente y de los estudiantes; a la vez que todos éstos y sus interacciones contribuyen al desarrollo del conocimiento. De esta manera, la investigación se enfoca en el desarrollo del conocimiento compartido por diferentes participantes acerca de tópicos de interés común, dando lugar a un diseño de evaluación multiseriado (Kelly & Lesh, 2000).

La evaluación basada en diseño se centra en la evaluación del conocimiento como sistemas conceptuales complejos. Para ello, propone generar situaciones que optimizan la probabilidad de que el constructo en cuestión quede elucidado de alguna manera visible. Se cuentan con herramientas de observación que permiten la identificación del constructo y distinguirlo de otra información irrelevante que también pueda elucidarse. Finalmente, es importante determinar criterios claros de evaluación de lo que significa calidad educativa, a través de los cuales se puedan hacer comparaciones significativas entre posibles soluciones alternas.

El desarrollo del conocimiento que se pretende evaluar generalmente se genera a través de una serie de ciclos iterativos en los que los estudiantes tienen múltiples oportunidades de expresar, probar y refinar su conocimiento.

Para documentar estos ciclos de aprendizaje, contamos con actividades reveladoras de pensamiento (Lesh & Doerr, 2003; Carmona & Greenstein, 2009) que elucidan las concepciones que los estudiantes, profesores e investigadores tienen acerca de las ideas fundamentales en CITEM. Estas actividades borran la distinción entre la instrucción y la evaluación, y son propositivas, compartidas y reutilizables. Los diferentes participantes (estudiantes, maestros, investigadores, por mencionar algunos) tienen oportunidad de expresar su conocimiento a través de artefactos que prueban y revisan repetidamente. Al implementarse estas actividades reveladoras de pensamiento a lo largo del tiempo, dan lugar a un trayecto de documentación en el que se puede observar el desarrollo longitudinal del conocimiento que van generando los diferentes participantes y sus interacciones.

Un aspecto fundamental en el diseño de evaluación programática de Campus Viviente es la generación de conocimiento, y la necesidad de la acumulación de este conocimiento en un área específica de investigación. Esta área específica de investigación es compartida dentro de la Comunidad de Comunidades Campus Viviente y articulada en los diferentes contextos para cada Comunidad Campus Viviente. De esta manera, la acumulación del conocimiento en nuestra comunidad de comunidades se ve facilitada a través de nuevas tecnologías de comunicación e investigación que permiten hacer posible el cambio de paradigma propuesto en el diseño de evaluación de Campus Viviente en cuanto a recolección, interpretación y análisis de datos, así como en cuanto a la naturaleza de reportes. Para esto, utilizamos las herramientas que nos brinda la *ciencia reproducible* (Reyes & Vázquez, 2014).

La ciencia reproducible propone una manera de realizar investigación aprovechando de la capacidad de generar procesos e información que sean reutilizables o bien reproducibles con distintas fuentes de información. Más aún, con suficiente documentación de tal manera que otros investigadores puedan replicar el proceso en su propio entorno y contexto de investigación. Se destacan tres elementos centrales en la ciencia reproducible: la generación de datos bien organizados, la codificación y programación para su procesamiento y la generación de documentos para su divulgación. El primer elemento toma relevancia en la actualidad con la cantidad enorme de datos que se generan y la limitación de explotarlos plenamente; el segundo permite crear herramientas para el manejo de datos y extracción de información; el tercero que es vital tanto para un entorno científico como para el investigador mismo.

Actualmente existe una gran cantidad de herramientas de software libre eficientes y compatibles entre sí para facilitar la incursión en el campo de la ciencia reproducible. La comunidad con profunda vocación científica se ha preocupado por generar un conjunto de programas perfectamente amalgamados entre sí que facilitan enormemente la tarea del científico. Esta manera de hacer investigación rompe con paradigmas tradicionales y es detonado principalmente por la capacidad actual de generar y almacenar grandes cantidades de datos, de los cuales lo que falta es extraer información. En resumen, plantea finalmente una nueva forma de pensar la manera en que se hace investigación científica en todas las fases de este proceso generador de conocimiento.

## **12.5 Resultados y Discusión**

A través de su participación como integrante de este proyecto, cada Comunidad Campus Viviente va desarrollando sus propios conocimientos y experiencias que se comparten con otras comunidades que pueden aprovechar este conocimiento y apoyo. Puesto que compartimos un área de investigación y metas en común, el trabajo conjunto se vuelve mayor que la suma de sus partes. De esta manera, entre los logros obtenidos como Comunidad de Comunidades Campus Viviente relevantes al Congreso Interdisciplinario de Cuerpos Académicos 2014 se encuentran los siguientes:

-Del 13 al 16 de octubre de 2013, se llevó a cabo en New Braunfels, Texas, E.U.A., el Primer Simposio Internacional Campus Viviente para la Educación en Ciencia, Ingeniería, Tecnología y Matemáticas (CITeM), auspiciado por el grupo de investigación en Educación en CITeM de la Universidad de Texas en San Antonio (UTSA), en colaboración con investigadores de la Universidad Autónoma de Coahuila (UAdeC), la Secretaría de Educación y Cultura del Estado de Coahuila (SEC-Coahuila), la Universidad Juárez del Estado de Durango (UJED) y la Universidad de Quintana Roo (UQRoo). El objetivo de este simposio fue el de llevar a cabo un encuentro internacional para discutir los avances, resultados y planeación del Proyecto Campus Viviente en Educación en CITeM, así como fortalecer vínculos y establecer nuevas colaboraciones entre las diferentes Comunidades Campus Viviente.

-Como resultado de esta conferencia, se aprobó la publicación de las Memorias del Primer Simposio Internacional Campus Viviente para la Educación en Ciencia, Ingeniería, Tecnología y Matemáticas (CITeM), que cuenta con los manuscritos en extenso del trabajo de investigación presentado por las diferentes Comunidades Campus Viviente. Estas memorias están indexadas en las principales bases de datos relevantes para la educación en CITeM, habiendo pasado por una revisión de arbitraje. Estarán publicadas en versión electrónica y en papel por la Universidad de Texas en San Antonio.

Se han generado otras publicaciones para congresos nacionales e internacionales.

-El 16 de octubre de 2013 se llevó a cabo en New Braunfels, Texas, E.U.A., la reunión entre representantes de los diferentes cuerpos académicos y grupos de investigación de las cuatro instituciones: UAdeC, UJED, UQRoo y UTSA para establecer la intención de fortalecer las colaboraciones académicas participantes del proyecto Campus Viviente en educación en CITeM a través de la iniciativa del CAFMNS de la UQRoo para elaborar un proyecto de investigación colaborativo.

-A partir de esta fecha, se han organizado reuniones virtuales bi-mensuales entre los distintos integrantes de los cuerpos académicos y grupos de investigación, utilizando herramientas tecnológicas para videoconferencia y compartir documentos y recursos. El objetivo principal de estas reuniones ha sido el de generar una propuesta de investigación colaborativa para la convocatoria de Conacyt.

-Durante la Primavera del 2014 se llevó a cabo el Seminario Internacional de la Maestría en Educación Matemática, organizado por el CAFMNS de la UQRoo con participación de los diferentes cuerpos académicos y grupos de investigación participantes de Campus Viviente, así como de otras instituciones. El seminario contó con la participación de académicos y estudiantes de posgrado de distintas instituciones nacionales e internacionales, generando un espacio para compartir y discutir tópicos relevantes e innovadores en la investigación de la Educación Matemática y convirtiéndose en un paso importante para la formación de futuros investigadores.

-Académicos pertenecientes a los cuerpos académicos CAGT y CAME de UJED, en colaboración con la Secretaría de Educación y Cultura del Estado de Durango, es reconocida por la oferta de cursos para Formación Continua y Superación Profesional para Maestros de Educación Básica en Servicio en el área de matemáticas y ciencias dentro del Catálogo Nacional de la Secretaría de Educación Pública 2013-14.

-Académicos pertenecientes a los cuerpos académicos CAGT y CAME de UJED organizan en octubre de 2014 el Congreso Nacional de la Sociedad Matemática Mexicana, cuya sede será en UJED.

-A través del grupo de investigación en cómputo móvil dentro de la Facultad de Sistemas de la UAdeC, se han llevado a cabo cursos y desarrollos en tecnología para fomentar la colaboración virtual y la formación de redes y comunidades virtuales, así como desarrollos en la metodología de investigación reproducible como infraestructura de apoyo para llevar a cabo investigaciones colaborativas. También se han llevado a cabo desarrollos e implementaciones con sistemas de sensores para laboratorios de ciencia aplicada a través de sistemas de redes inalámbricas que permiten recolectar datos masivos y compartirlos en tiempo real a dispositivos personales como teléfonos celulares, tabletas, computadoras, por mencionar algunos.

-Se han realizado numerosos intercambios académicos internacionales de investigadores a través de estancias y visitas institucionales de entre 2 semanas y un año de duración. También se han realizado intercambios académicos entre estudiantes de posgrado. Estos intercambios han enriquecido y extendido enormemente el trabajo de investigación y la acumulación del conocimiento en áreas comunes, y también han servido para el crecimiento de comunidades de investigación y práctica que son instrumentales para la formación de futuros investigadores.

## **12.6 Conclusiones**

La Comunidad de Comunidades Campus Viviente surge por la necesidad de compartir y aprender de las experiencias de otras comunidades de investigación y práctica con intereses comunes, respondiendo al problema actual internacional para proveer una educación en CITEM que sea profunda y significativa, y accesible para todos los estudiantes desde edades tempranas, a través de herramientas de bajo costo y fácil acceso. El objetivo de tener un impacto en las prácticas educativas internacionales a gran escala corresponde al ámbito científico, tecnológico y social que requiere una vinculación entre la academia, el gobierno y la sociedad. El resultado de la colaboración entre Comunidades Campus Viviente genera “comunidades de aprendizaje” dedicadas a la investigación y a la práctica de la educación en CITEM. La generación del conocimiento a través de nuestras investigaciones se ve enriquecido por la diversidad de contextos. Al comparar y contrastar las experiencias de cada comunidad, este grupo de investigadores contribuye a un entendimiento y diferentes acercamientos, que permiten una reexaminación de la formación de comunidades de aprendizaje en contextos internacionales, y el surgimiento de una comunidad de estas comunidades, cuyos elementos constitutivos coinciden con las características de una red temática, como las definidas por el Consejo de Ciencia y Tecnología en México para fomentar la investigación y la acumulación del conocimiento en un área específica de contenidos. La Comunidad de Comunidades Campus Viviente es un sistema de aprendizaje social orgánico y dinámico que se sigue desarrollando para generar y acumular conocimiento en el que la teoría y la práctica estén íntimamente ligadas, y que sirve como infraestructura para la continua formación de recursos humanos en la investigación y práctica educativa en CITEM.

## 12.7 Agradecimientos

Este trabajo ha sido posible gracias al apoyo de las instituciones que nos han respaldado: Universidad Autónoma de Coahuila, Universidad de Quintana Roo, Universidad de Texas en Austin y Universidad Juárez del Estado de Durango. También agradecemos el apoyo recibido por parte de FOMIX y Conacyt (FOMIX DGO-2010-C02-144267), TIES-USAID Higher Education, Secretaría de Educación y Cultura del Estado de Coahuila, Conacyt a través del Cuerpo Académico Formación Matemática en el Nivel Superior (CAFMNS) de UQRoo, AHMSA International, y la Organización Mexicans and Americans Thinking Together.

## 12.8 Referencias

- Black, P., & Wiliam, D. (1998). Inside the black box: Raising standards through classroom assessment. *Phi Delta Kappan*, 80(2), 139-144, 146-148.
- Carmona, G. (2011). *USBViviente 2.0*. USB portátil ejecutable que contiene herramientas (software y materiales curriculares) para la enseñanza y el aprendizaje de CITEM dentro de un sistema operativo Linux. Las actualizaciones son constantes, generalmente una vez al año. Carmona, G. (aceptado, 2014). Campus Viviente in STEM Education: Community of communities of research and practice. En G. Carmona, C. Lima, C. Cristóbal, V. Vargas, & J. Reyes (Eds.) *Proceedings of the International Symposium for Campus Viviente in STEM Education*. San Antonio, TX: The University of Texas at San Antonio.
- Carmona, G. (aceptado, 2014). Assessment Design in Campus Viviente in STEM Education. En G.
- Carmona, C. Lima, C. Cristóbal, V. Vargas, & J. Reyes (Eds.) *Proceedings of the International Symposium for Campus Viviente in STEM Education*. San Antonio, TX: The University of Texas at San Antonio.
- Carmona, G. & Alvarado, A. (aceptado, 2014). Modelo Campus Viviente en Educación de CITEM para desarrollo profesional de docentes. En G. Carmona, C. Lima, C. Cristóbal, V. Vargas, & J. Reyes (Eds.) *Proceedings of the International Symposium for Campus Viviente in STEM Education*. San Antonio, TX: The University of Texas at San Antonio.
- Carmona, G., Dominguez, A., Krause, G., & Durán, P. (2011). Emergent public spaces: Generative activities on function interpolation. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 11(4), pp. 362-381.
- Carmona, G. & Greenstein, S. (2009). Investigating the relationship between the problem and the solver: Who decides what math gets used? En R. Lesh, P.L. Galbraith, C.R. Haines, & G. Kaiser (Eds.) *Modeling students' mathematical modeling competencies* (pp. 245-254). New York, NY: Springer.
- Carmona, G. & Lesh, R. (2014). External Evaluation. En S. Lerman (Ed.) *Encyclopedia of Mathematics Education*. Heidelberg, Germany: Springer-Verlag
- Carmona, G., Lima, C., Alvarado, A., Cristóbal, C., Vargas, V. & Reyes, J. (aceptado, 2014) (Eds.) *Proceedings of the International Symposium for Campus Viviente in STEM Education*. San Antonio, TX: The University of Texas at San Antonio
- Carmona, G., Monroy-Cazorla, L., Herrera, M. & Pinzón, I. (2012). Prácticas docentes de los maestros de matemáticas y pruebas estandarizadas a gran escala. *Educación y Ciencia*, vol. 2, 4(39), p. 19-34.

de la Torre, J., Carmona, G., Kieftenbeld, V., Tjoe, H., & Lima, C. (aceptado). Diagnostic classification models and proportional reasoning: Opportunities and challenges. *Journal for Research in Mathematics Education*.

Ekmekci, A. & Carmona, G. (2014). Studying mathematical literacy through the lens of Programme for International Student Assessment's (PISA) assessment Framework. *Proceedings for the Joint Meeting of the International Group for the Psychology of Mathematics Education (PME 38) and the North American Chapter of the Psychology of Mathematics Education (PME-NA 36)*. Columbus, OH: ERIC Clearinghouse for Science, Mathematics, and Environmental Education.

Kelly, A. E., & Lesh, R. A. (2000). *Handbook of Research Design in Mathematics and Science Education*. Mahwah, N.J.: Lawrence Erlbaum.

Lesh, R. (2002). Research Design in Mathematics Education: Focusing on Design Experiments. In

L. D. English (Ed.), *Handbook of International Research in Mathematics Education*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.

Lesh, R., & Doerr, H. M. (Eds.). (2003). *Beyond Constructivism: Models and Modeling Perspectives on Mathematics Problem Solving, Learning, and Teaching*. Mahwah, NJ:

Lawrence Erlbaum Associates.

Lesh, R., Doerr, H. M., Carmona, G., & Hjalmarson, M. (2003). Beyond constructivism. *Mathematical Thinking and Learning*, 5(2/3), 211-233.

Lesh, R., Zawojewski, J., & Carmona, G. (2003). What mathematical abilities are needed for success beyond school in a technology-based age of information? En R. Lesh & H. M. Doerr (Eds.) *Beyond constructivism: Models and Modeling perspectives on mathematics problem solving, learning, and teaching* (pp. 205-222). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Loucks-Horsley, S., Love, N., Stiles, K.E., Mundry, S., & Hewson, P.W. (2010). *Designing professional development for teachers of science and mathematics*. Thousand Oaks, CA: Corwin Press.

Smith, M., & Stein, M.K. (2011). *Five practices for orchestrating productive mathematics discussions*. Thousand Oaks, CA: Corwin Press.

Stein, M.K., Engle, R.A., Smith, M.S., & Hughes, E.K. (2008). Orchestrating productive mathematical discussions: Helping teachers learn to better incorporate student thinking. *Mathematical Thinking and Learning*, 10(4), 313-340.

Thompson, C.L., & Zeuli, J.S. (1999). The frame and the tapestry: Standards-based reform and professional development. En L. Darling-Hammond, & G. Sykes, (Eds.), *Teaching as the learning profession: Handbook of policy and practice* (pp. 341-375). San Francisco: Jossey Bass.

Trigueros, M. & Carmona, G. (2005). Evaluación del programa piloto EFIT. In M. T. Rojano Ceballos (Ed.) *Enseñanza de la física y las matemáticas con tecnología: Modelos de transformación de las prácticas y la interacción social en el aula* (pp. 77-108). Mexico: Secretaría de Educación Pública (SEP).

Trigueros, M. & Carmona, G. (2005). Nuevas perspectivas de evaluación. In M. T. Rojano Ceballos (Ed.) *Enseñanza de la física y las matemáticas con tecnología: Modelos de transformación de las prácticas y la interacción social en el aula* (pp. 231-242). Mexico: Secretaría de Educación Pública (SEP).

Wenger, E. (1998). *Communities of Practice: Learning, Meaning, and Identity*. Cambridge: Cambridge University Press.

Vygotsky, L. S., & Cole, M. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Cambridge: Harvard University Press.