Modelo para el diseño de material interactivo

Model for the design of interactive material

Patricia Camarena Gallardo,
ESIMEZ-IPN
pcamarena@ipn.mx

Irma Patricia Flores Allier,
ESIQIE-IPN
ipfallier@hotmail.com

Recibido 6 de julio, 2015

Aceptado 19 de octubre, 2015

Resumen

Se trata de una investigación cuyo objetivo es la elaboración de un modelo didáctico-tecnológico para el diseño de material computacional interactivo. El proceso metodológico consiste de la sistematización y organización de experiencias de varios autores de materiales computacionales educativos y de investigaciones sobre el aprendizaje y la enseñanza de conceptos específicos de las ciencias. El modelo didáctico-tecnológico se fundamenta en las teorías de las ciencias en contexto y del diálogo didáctico mediado. Los resultados arrojaron que el modelo debe contar con tres dimensiones: la dimensión de las figuras o actores que hacen posible que los materiales de apoyo didáctico sean eficaces en el aprendizaje del estudiante; la dimensión de los recursos didácticos tecnológicos, los que contribuyen al diseño del material computacional interactivo y la dimensión de los procesos que se requieren en el diseño del material computacional interactivo, para que realmente apoyen la construcción de conocimiento de las ciencias.

Palabras clave: material interactivo, matemáticas en contexto, acciones didácticas, acciones computacionales, modelo, didáctico-tecnológico.

Abstract

It is a research to build a didactic-technology model to design an interactive computational material. Methodology process includes several educational computation material author experiences which are systematized and organized, besides, sciences learning and teaching research were considered. Didactic- technology model for interactive computational material is founded in the Sciences in Context theory and Mediated didactic dialogue theory. The results give a model involved three dimensions: Actors dimension, who make possible that learning support materials be efficient to learning students. Technological didactic resources dimension, which contribute to interactive computational material design. Processes dimension involved in the design of interactive computational material to support construction of knowledge of sciences.

Key words: interactive material, mathematics in context, didactic actions, computational actions, model, technology-didactic.

Introducción

En la actualidad es inminente el uso de la tecnología en todos los ámbitos del ser humano. En el caso de la educación, hay materiales computacionales educativos libres, los cuales versan desde ideas sobre la temática que se aprenderá, hasta software educativo enfocado a ciertas asignaturas. También existe material tecnológico específico de tipo comercial que ha sido desarrollado por grandes consorcios empresariales; entre este tipo de material tecnológico se encuentra software como *Maple*, *Mathematica*, *Derive*, *Cabri*, *Geómetra*, etcétera, con los cuales, a través de teorías constructivistas como la de Piaget (1991) o la teoría de las Ciencias en Contexto (Camarena, 2006), se pueden diseñar actividades de aprendizaje para que los estudiantes de bachillerato y nivel superior construyan conocimiento de las ciencias.

Por otro lado, si se incursiona en la internet, se puede encontrar mucho material computacional educativo para la enseñanza de las ciencias que si es pasado por la mirada del investigador en educación disciplinaria o didáctica de las ciencias, éste podrá identificar que no hay una teoría que lo sustente o que guíe el diseño de las actividades didácticas que se pueden desarrollar con dicho material. Es claro que este comportamiento no siempre es así, pero éste problema se ha detectado (Camarena 2013) en la mayoría de los materiales identificados por el equipo de investigación de la Red Internacional de Investigación en Matemática en el Contexto de las Ciencias y Ciencias en Contexto (MaCoCiencias).

De esta forma, el objetivo de la investigación es elaborar un modelo didáctico-tecnológico teóricamente fundamentado que guíe los pasos para el diseño de material computacional interactivo en la enseñanza de las ciencias. Es cierto que cada rama, la tecnológica y la didáctica, posee modelos propios de su área de conocimiento, lo que ahora se busca es un modelo interdisciplinario que integre las dos áreas. El modelo, objeto de este estudio, está dirigido a profesores y tecnólogos que se ubican en instituciones educativas que hacen su mejor esfuerzo para el desarrollo y uso de materiales computacionales educativos, pero sin contar con un modelo que los oriente en el diseño de estos materiales.

Metodología

A continuación se describen los pasos seguidos en el proceso metodológico para la elaboración del modelo didáctico-tecnológico; por razones de espacio no se presenta el desarrollo del proceso, el reporte se centra en los resultados.

El desarrollo del modelo se lleva a cabo a través de la sistematización y organización de las experiencias de varios autores de materiales computacionales educativos para la enseñanza de las ciencias y también se toman en cuenta investigaciones sobre el aprendizaje y la enseñanza de las ciencias.

Las experiencias se agruparon en dos categorías: a) las que desarrollan material computacional educativo y b) aquellas que solamente usan material tecnológico ya desarrollado. De estas dos categorías de experiencias, en la categoría *a* se identifica lo que tiene que ver con la parte tecnológica y con la parte didáctica, para ser cotejado con investigaciones en educación disciplinaria y procesos que ha seguido el grupo de diseño y desarrollo de materiales computacionales interactivos de la Red MaCoCiencias. De la categoría *b* interesa identificar las teorías educativas que emplean los docentes, mismas que también se cotejan con las mencionadas en la categoría *a*, una vez registrados los procesos teóricos y didácticos en ambas categorías. El cotejo entre los elementos analizados en ambas categorías permite identificar los puntos que sistematizan las experiencias y aportan a la construcción del modelo didáctico-tecnológico a diseñarse, siendo complementado con el trabajo desarrollado en esta dirección por el grupo de la Red MaCoCiencias.

Propuesta de modelo didáctico-tecnológico

Tomando en cuenta los resultados arrojados por el proceso metodológico descrito, y con fundamentación teórica, se presenta el modelo didáctico-tecnológico para el diseño de material computacional interactivo. Cabe mencionar que en la actualidad se cuenta con varias corrientes teóricas en educación, en particular la corriente constructivista, que menciona que para que el discípulo aprenda debe construir su propio conocimiento. La teoría de las Ciencias en Contexto (Camarena, 1984, 2000, 2006) que se trabaja y desarrolla por la red MaCoCiencias se ubica dentro del constructivismo. Lo que se pretende con el material computacional es construir una visión epistemológica de la teoría de las Ciencias en Contexto, es decir, que el estudiante construya conceptos, que desarrolle procesos, que trabaje la mecanización de los conceptos, que resuelva eventos contextualizados de su realidad, es decir, que construya ciencias para la vida, con lo cual contará con una formación que apoya su inserción en la sociedad de forma efectiva (Camarena, 2000). Se trata de ciencias con carácter social.

Fundamentación teórica del modelo didáctico-tecnológico

El modelo didáctico-tecnológico para el diseño de material computacional interactivo se fundamenta en dos teorías que son: teoría de las ciencias en contexto y la teoría del diálogo didáctico mediado; esta última específica del aprendizaje mediado con la tecnología electrónica. Incluyéndose las teorías que sustentan la ingeniería de computación, tanto a nivel

hardware como software; las cuales no se abordan en este documento por razones de extensión.

Teoría de las Ciencias en Contexto

La teoría de las Ciencias en Contexto es una extrapolación de la teoría de la Matemática en el Contexto de las Ciencias (Camarena, 1984, 1990, 2000, 2012; Muro, 2004; Olazábal, 2005; Trejo, 2005), la cual se ubica dentro de la línea de investigación de la Matemática Social (Camarena, 1984, 1990, 2000, 2013). A través de ambas teorías se analiza y vinculan las ciencias con las demás áreas del conocimiento, además, tienen un carácter social ya que se abocan a analizar las ciencias que serán de utilidad a la sociedad. Ambas teorías tratan de desarrollar una cultura científica entre sus usuarios y buscan una formación científica para la vida y con ello preparar al futuro profesionista a que enfrente exitosamente su labor profesional, todo lo anterior a través de construir conocimientos significativos (Ausubel *et al.*, 1990) en los estudiantes, de desarrollar en ellos habilidades del pensamiento de orden superior, que formen un espíritu crítico, un pensamiento analítico, un criterio científico, entre otros (Camarena, 2000). Las dos teorías se fundamentan en los siguientes paradigmas: las ciencias son disciplinas formativas, las ciencias tienen una función específica en el nivel universitario y los conocimientos nacen integrados (Camarena, 1984).

El supuesto filosófico educativo de estas teorías es que el estudiante esté capacitado para hacer la transferencia del conocimiento de las ciencias a las áreas que la requieren y con ello las competencias profesionales y laborales se vean favorecidas. Las teorías abordan cinco fases mediante un propósito en común de los saberes interdisciplinarios, de tal forma que en el ambiente de aprendizaje están presentes las cinco fases (Camarena, 1984, 2000, 2008): curricular, desarrollada desde 1982; didáctica, iniciada desde 1987; epistemológica, abordada en 1988; docente, definida en 1990 y la cognitiva, estudiada desde 1992.

La fase didáctica de la teoría de las Ciencias en Contexto, parte de la estructura curricular y las competencias requeridas en el campo profesional y laboral del futuro egresado, incursionando en la vinculación entre disciplinas con el objetivo de ofrecer una formación integral al estudiante. La estrategia didáctica de la teoría se denomina Didáctica del Contexto (Camarena, 1984, 1995, 2006, 2012; De Pavia, 2006; Muro, 2000; Trejo *et al.*, 2011), contempla nueve etapas que se desarrollan en el ambiente de aprendizaje a través de eventos contextualizados, que son problemas, proyectos o estudios de caso, los cuales son abordados por equipos de tres estudiantes: líder académico, líder emocional, líder de trabajo. Las nueve etapas son (Camarena, 1984, 2000, 2008): identificar los eventos contextualizados con la función que se le otorgue. Plantear el evento contextualizado a los equipos; determinar las variables y las constantes del evento; incluir los temas y conceptos de las ciencias necesarios para el desarrollo del modelo matemático y solución del evento; determinar el modelo matemático; dar la solución matemática del evento; determinar la solución requerida por el evento, interpretar la solución en términos del evento y disciplinas del contexto, presentar una ciencia descontextualizada.

En la teoría de las Ciencias en Contexto, los materiales de apoyo didáctico con tecnología electrónica juegan un papel preponderante como elemento mediador entre el aprendiz y el contenido a aprender. La estrategia de la Didáctica del Contexto, dicta una serie de lineamientos

para el diseño de las actividades didácticas que deberán ser incorporados para la mediación con la tecnología o en los sistemas computacionales interactivos, diseñados exprofeso para el apoyo al proceso de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias, mismos que deben ser comprendidos y dominados por el docente (Camarena, 2000, 2014a; Del Rivero, 2014; Flores *et al.*, 2012, 2014; Luis, 2004).

Teoría del Diálogo Didáctico Mediado

La teoría del Diálogo Didáctico Mediado (García, 2001, 2002, 2008), tiene un carácter ecléctico al retomar aspectos sustanciales de diversas teorías que se han formulado sobre la educación a distancia, de ahí precisamente su riqueza y posibilidad como sustento para el diseño de materiales interactivos. El diálogo didáctico mediado se manifiesta mediante una comunicación didáctica de doble vía que involucra a todos los actores del proceso educativo, separados físicamente en espacio y tiempo, por tanto se propicia una comunicación multidireccional: entre estudiante y profesor, entre profesores, entre los propios estudiantes y entre éstos con las figuras de gestión de la institución (Ortiz, *et al.*, 2007). En la teoría se contemplan principalmente el diálogo o interacción que se lleva a cabo a través de medios y materiales producidos; la interactividad, que permite una relación síncrona y asíncrona; y la enseñanza guiada por un profesor o asesor. Los elementos mencionados tienden a que el estudiante sea autónomo e independiente en su estudio. Otro elemento que propone es que los contenidos se adapten a los diferentes estilos y ritmos de quien aprende, para incidir en la autonomía del alumno.

En la teoría del Diálogo Didáctico Mediado, la comunicación es el medio para establecer los aprendizajes; ésta se desarrolla en dos áreas, la correspondiente a la *interacción* y la que compete a la *interactividad*. La interacción se presenta entre el docente y el estudiante, entre estudiantes y entre profesores; forma parte del acompañamiento que se da al estudiante, ésta debe ser permanente con la finalidad de aclarar dudas, proporcionar sugerencias y ampliar la información. La interactividad se presenta entre los estudiantes y los materiales didáctico-tecnológicos, incorporados por los medios electrónicos, para propiciar la construcción del conocimiento de los estudiantes (García, 2001, 2002, 2008).

En la teoría del Diálogo Didáctico Mediado, se considera al acompañamiento como un elemento que requiere de la comunicación y que incluye la guía del profesor y del tutor. Con el acompañamiento se pretende apoyar al estudiante a lograr su desarrollo progresivo de los propósitos previstos, su formación integral y su aprendizaje autónomo; tiene como función mediar la construcción de espacios sociales a partir de las relaciones y de las experiencias de interacción, así como, mediar las interactividades que tienen los estudiantes con los materiales de apoyo al aprendizaje elaborados con recursos didáctico-tecnológicos. Hay dos tipos de acompañamiento que recibe el estudiante durante su paso por un programa académico, el brindado por el docente y por el tutor. El primero lo acompaña durante la unidad de aprendizaje que imparte, para apoyarlo en las dudas que tenga sobre el curso, revisar sus tareas, motivarlo respecto a la asignatura, etcétera, es decir, se trata de una enseñanza guiada. Mientras que el segundo, el tutor, acompaña al estudiante durante su trayectoria académica, para apoyarlo y canalizarlo a las instancias que competan, en los problemas que se le presenten durante su vida escolar (ANUIES, 2001).

Resultados y hallazgos

Los resultados obtenidos del proceso metodológico, junto con la fundamentación de la teoría de las Ciencias en Contexto y el Diálogo Didáctico Mediado, permiten establecer el desarrollo de un modelo didáctico-tecnológico para el diseño de material computacional interactivo que incorpora tres dimensiones: la dimensión de las figuras o actores que hacen posible que los materiales de apoyo didáctico sean eficaces en el aprendizaje del estudiante; la dimensión de los recursos didáctico tecnológicos, los que contribuyen en el diseño del material computacional interactivo y la dimensión de los procesos que se requieren en el diseño del material computacional interactivo en matemáticas. Es claro que todas las dimensiones interactúan entre sí, sin embargo, para la presentación del modelo didáctico-tecnológico se hace necesario fragmentarlas y abordar cada una de ellas por separado.

Dimensión de las figuras o actores

La dimensión de las figuras o actores está constituida por las personas que participan en el diseño y desarrollo del material computacional interactivo. Es claro que el profesor no necesariamente es un experto en el diseño ni desarrollo de material computacional, en particular en programación, por lo que se requiere de un equipo interdisciplinario de personas para el diseño y desarrollo de material computacional educativo (Panchí, 2006a). Las figuras o actores que participan en el diseño y desarrollo del material computacional interactivo son: el profesor como experto en el contenido curricular, el ingeniero en computación que desarrolla el software a partir de las indicaciones que da el profesor sobre las acciones computacionales. El diseñador editorial, el gráfico y comunicólogo quienes permiten dar al material el atractivo y el despliegue motivador que se presenta a través de los colores, el tipo y tamaño de letra, la ubicación de las figuras, etcétera. El pedagogo es quien apoya al profesor en el diseño didáctico, cuando el docente no tiene experiencia o conocimiento sobre el área educativa. Cabe mencionar que en la aplicación del material computacional es necesario contar con el técnico en computación para resolver dudas sobre algún problema técnico del material o de la computadora en donde se instala el programa.

Dimensión de los recursos didáctico-tecnológicos

Los recursos didáctico-tecnológicos toman especial énfasis, en la mediación pedagógica ya que ésta se realiza a través de su uso. Como mediación pedagógica entendemos a toda aquella intervención capaz de promover y acompañar el proceso de enseñanza y de aprendizaje de los estudiantes, favoreciendo las tareas de construcción y de apropiación del mundo (Villalpando, *et al.*, 2007). Estos recursos didáctico-tecnológicos son: internet, plataformas tecnológicas educativas, computadora, software educativo, simuladores, realidad virtual, foros de discusión, chat, comunidades virtuales, software, simuladores, realidad virtual, sitios web, correo electrónico, etcétera. Desde un enfoque pedagógico, estos recursos requieren de un aprovechamiento que va más allá de un buen funcionamiento técnico o de contar con la versión más actualizada del equipo. Cuando los recursos didáctico- tecnológicos, son empleados para la elaboración de materiales computacionales interactivos, son tan poderosos en el aprendizaje que pueden lograr que el estudiante sienta una realidad virtual, ya que se usan diferentes

sentidos sensoriales, transformando los materiales en verdaderos objetos de apoyo al aprendizaje.

Para la incorporación de estos recursos didáctico-tecnológicos de manera exitosa en la educación, se requiere de un proceso que se conforma de tres etapas, a saber (Villalpando, *et al.*, 2007): etapa 1. conocimiento de las características técnicas de los recursos didáctico-tecnológicos, la identificación de aspectos conceptuales mínimos que se requieren para su utilización y la práctica en su manejo; etapa 2; orientación a su utilidad educativa, que permita integrarlos en actividades de aprendizaje cotidianas y aprovecharlos como herramienta para acceder a otros elementos educativos, como pudieran ser: contenidos temáticos, información sobre organismos y dependencias, cargar otros programas informáticos, participar en cursos adicionales; o simplemente para realizar lecturas, elaborar textos, gráficos o presentaciones; etapa 3: permitir el cierre del proceso, situando a los medios educativos utilizados en donde realmente les corresponde y enlazar estas herramientas con los propósitos específicos de formación que se plantean en los diversos niveles educativos. Esta fase, implica la identificación y elección de los medios y estrategias pedagógicas adecuadas que se requieren para apoyar la construcción del conocimiento y, en general, el desarrollo de competencias que cada programa académico propone en lo específico.

Los recursos didáctico-tecnológicos abarcan dos aspectos (Panchí, 2006b): el aspecto intelectual, la organización y estructura del proceso de enseñanza y de aprendizaje en la elaboración del mensaje o contenido que se va a enseñar y, el aspecto técnico en sí, maquinaria, equipo, funcionamiento técnico de producción, y transmisión o logística necesaria para materializar el mensaje.

Dimensión de los procesos

La dimensión de los procesos se enfoca en tres acciones principales: tratamiento del contenido de las ciencias desde las fases de la teoría de las Ciencias en Contexto; concretización e identificación de los indicadores del aprendizaje de los conceptos involucrados en el contenido a aprender; diseño del software interactivo, con los elementos de las acciones anteriores.

1. Fases de la teoría de las Ciencias en Contexto. Se ha mencionado que la teoría contempla al proceso educativo como un sistema en donde intervienen las cinco fases de la teoría, los contenidos de las ciencias a enseñar son tratados desde cada una de las cinco fases (Accostupa, 2009; Calderón *et al.*, 2002; Camarena, 2000, 2011; Hernández, 2009; Neira, 2012; Sauza, 2006; Vite, 2007).

- Tratamiento del contenido de las ciencias a enseñar desde la fase cognitiva de la teoría de las Ciencias en Contexto. Se identifican (cuando el docente ha enseñado el concepto en tratamiento) y documentan (de investigaciones en educación disciplinaria) el tipo de problemas cognitivos que usualmente presentan los estudiantes sobre el contenido de las ciencias, ya que la superación de estos problemas contribuye a la construcción del conocimiento y dan luz sobre indicadores en el aprendizaje de los contenidos. Los conocimientos previos del contenido de las ciencias a aprender, deben ser tomados en cuenta para el diseño de actividades didácticas.

- Tratamiento desde la fase epistemológica de la teoría de las Ciencias en Contexto, sobre el contenido de las ciencias a abordar. En esta fase se identifican los obstáculos epistemológicos del contenido en tratamiento, ya que la superación de éstos apoya la construcción del conocimiento y determinan indicadores para el aprendizaje. Se toman en cuenta las características del contenido de las ciencias a aprender, como por ejemplo el enfoque del concepto que debe ser enseñado; sus diversas representaciones semióticas, entre otros, éstos determinan elementos a ser usados en las actividades didácticas.
- Tratamiento del contenido de las ciencias desde la fase didáctica de la teoría de las Ciencias en Contexto. Se revisan y analizan las historias de vida de los eventos contextualizados a ser utilizados para usar los más convenientes, de acuerdo a lo que se pretende con el contenido de las ciencias a enseñar.
- Tratamiento de la fase curricular de la teoría de las Ciencias en Contexto, sobre el contenido de las ciencias. Se establece la vinculación del contenido de las ciencias con los contenidos curriculares de otras asignaturas del ciclo escolar del estudiante. Se identifica cuál es el papel del contenido dentro de los estudios generales del alumno, con lo cual se pueden identificar los enfoques, representaciones semióticas y habilidades requeridas del concepto a enseñar, entre otros.
- Tratamiento del contenido de las ciencias desde la fase docente de la teoría de las Ciencias en Contexto. Se documentan las problemáticas que frecuentemente tiene el docente en la enseñanza de este tema, así como las buenas prácticas sobre la enseñanza del mismo.

Es importante indagar en investigaciones sobre educación disciplinaria para identificar indicadores para la construcción del contenido de las ciencias. Aunque para el caso del nivel universitario, prácticamente no hay estudios en esta dirección, por lo que se recomienda que el docente los vaya construyendo. En la teoría de las Ciencias en Contexto, el contexto juega el papel de eje rector en el diseño de los eventos contextualizados. Se consideran tres fuentes distintas que ofrecen el contexto a los eventos (Camarena, 1984, 2000, 2008): las demás asignaturas que cursa el estudiante, las futuras actividades profesionales y laborales y las situaciones de la vida cotidiana.

2. *Concretización e identificación de los indicadores.* Con todo lo anterior se establece una matriz sistémica, como la mostrada en la tabla 1, que permite construir los indicadores del aprendizaje del contenido de las ciencias. Se colocan las problemáticas y aciertos identificados en el análisis anterior de cada fase y con ello se establecen los identificadores del concepto, colocando las problemáticas en negativo para obtener identificadores positivos en los dos últimos renglones. Con éstos, se deberá ir agrupando en categorías todo lo que es común o representa lo mismo para formar los identificadores, a los cuales se les asocian los indicadores, como son entendidos en la investigación educativa: observables, cualitativos o cuantitativos (Camarena, 2014b).

Tabla 1. Matriz sistémica para diseño de indicadores

	Fase cognitiva	Fase epistemológica	Fase didáctica	Fase curricular	Fase docente	Identificador	Indicadores
Problemáticas							
Aciertos							

Posteriormente, dependiendo de los indicadores, se diseñan las acciones didácticas que deberá realizar el estudiante para la construcción del conocimiento, las cuales se relacionan con las acciones computacionales que deberán poder realizarse con el material computacional interactivo.

Para aclarar este punto, a continuación se muestra un ejemplo en la tabla 2 que da cuenta de estas acciones para un caso particular. El caso aborda los conceptos de razón y proporción; se establecen los indicadores y a partir de éstos se definen las acciones didácticas en niños de primaria (Ruiz, *et al.*, 2011).

3. *Diseño computacional.* Es importante mencionar que los eventos contextualizados se diseñan tomando en cuenta los conocimientos previos del estudiante. El docente debe tomar en cuenta si el evento requiere de realizar consideraciones o idealizaciones, para dar los espacios a esta actividad en el sistema computacional interactivo (Camarena, 2014b). El sistema computacional interactivo debe generar aleatoriamente diversos contextos, abordando el mismo contenido de las ciencias a aprender para que no se vuelva mecánica la actividad.

Tabla 2. Indicadores de los conceptos de razón y proporción y sus acciones didácticas

Conceptos	Categorías de análisis	Indicadores	Acciones didácticas
Razón como relación entre dos magnitudes a través de un cociente y proporción como equivalencia de dos o más razones	Razones y proporciones de forma intuitiva	<ul style="list-style-type: none"> • Compara directamente • Compara indirectamente 	<ul style="list-style-type: none"> • Sobreponer figuras • Usar un instrumento de medición
	Razones y proporciones de forma explícita	<ul style="list-style-type: none"> • Comparar indirectamente • Expresar la razón como una fracción • Expresar la proporción como equivalencia de fracciones • Usar razones internas y externas 	<ul style="list-style-type: none"> • Usar un instrumento de medición • Usar una tabla relacionando datos y escribir la razón como una fracción • Usar una tabla relacionando datos de una misma columna • Usar una tabla relacionando datos de dos columnas • Realizar operaciones numéricas
Pensamiento Proporcional	Pensamiento proporcional cualitativo	<ul style="list-style-type: none"> • Amplificar y reducir • Usar categorías verbales 	<ul style="list-style-type: none"> • Seleccionar figuras reducidas o amplificadas mediante la visualización • Usar expresiones lingüísticas
	Tránsito del pensamiento proporcional cualitativo al cuantitativo y viceversa	<ul style="list-style-type: none"> • Comparar • Contar • Amplificar y reducir figuras 	<ul style="list-style-type: none"> • Sobreponer figuras • Contar lados de cuadrados en una cuadrícula • Dibujar figuras amplificadas y reducidas en una cuadrícula
	Desarrollo del pensamiento proporcional cuantitativo	<ul style="list-style-type: none"> • Medir con instrumentos • Expresar la razón como una fracción • Expresar la proporción como equivalencia de fracciones • Usar la regla de tres 	<ul style="list-style-type: none"> • Medir con un instrumento convencional • Llenar una tabla con datos para establecer proporciones • Realizar operaciones numéricas

Tomando en cuenta el diseño de los eventos contextualizados y los indicadores descritos en el apartado anterior, se diseñan las acciones computacionales junto con el ingeniero en computación, como se muestra en el ejemplo de la tabla 3. En este caso particular que se ejemplifica, si es necesario que el alumno sobreponga figuras, entonces, es necesario que con el *mouse* el estudiante pueda arrastrar las figuras de la pantalla de la computadora para poder sobreponerlas, y así en cada una de las acciones didácticas. Dependerá de lo que el profesor requiere que haga el material computacional interactivo para que el ingeniero defina qué recursos didáctico-tecnológicos usar, como multimedia, realidad virtual, simuladores, etcétera, vinculándose con la dimensión de los recursos didáctico-tecnológicos.

Tabla 3. Vinculación entre acciones didácticas y acciones computacionales

Acciones didácticas	Acciones computacionales
Sobreponer figuras	Arrastrar figuras
Usar instrumentos de medición	Uso de regla virtual
Usar tablas	Tabla para ser llenada por el alumno
Seleccionar figuras	Acceder a figuras
Dibujar figuras en cuadrícula	Usar un lápiz virtual
Contar cuadrados de una cuadrícula	Uso de una cuadrícula
Realizar operaciones numéricas	Uso de la calculadora y block de notas

Es decir, el ingeniero no podrá hacer un desarrollo computacional interactivo que realmente lleve a que el estudiante construya el conocimiento, porque no es experto en el tema a enseñar y el docente no podrá desarrollar el material computacional interactivo, haciendo lo que se requiere para la construcción del conocimiento porque no es experto en computación. Esta situación reafirma la necesidad del trabajo interdisciplinario en equipo y la vinculación con la dimensión de los actores del modelo didáctico-tecnológico. Con las acciones computacionales y el diseño de los eventos contextualizados, el ingeniero en computación, el diseñador gráfico, el editorial y comunicólogo desarrollan el material computacional interactivo que es consultado con el profesor en cada etapa. Con trabajo interdisciplinario se lleva a cabo el diseño y desarrollo del material computacional interactivo. Se puede recurrir a la fuente de Ruiz, *et al.* (2011, T-3-P-1254) para ver el diseño y desarrollo completo del material computacional interactivo para los conceptos de razón y proporción en niños de primaria.

Discusión

Con el modelo didáctico-tecnológico para el diseño de material computacional interactivo se articulan los recursos didáctico-tecnológicos con el enfoque dominante de la teoría de las Ciencias en Contexto sobre el aprendizaje. Se observa cómo el trabajo en equipo interdisciplinario es indispensable y cómo las tres dimensiones del modelo se entrelazan e interactúan entre sí para conformar el material computacional interactivo.

El presente trabajo da una idea de que el diseño y desarrollo de un material computacional interactivo efectivo y de calidad requiere del trabajo interdisciplinario, donde cada quien aporta su experticia.

En el siglo XXI, donde cada área del conocimiento es muy extensa, es casi imposible que cada persona sea experta en más de un área. Es claro y conocido el hecho de que hay docentes que

incursionan en el diseño y desarrollo de materiales computacionales, porque hay herramientas que prácticamente son una plantilla que el docente llena para tener su material, pero la diferencia entre este tipo de recurso didáctico tecnológicos y los que puede usar y desarrollar un tecnólogo distan mucho en calidad y uso específico para una objetivo educativo particular.

Conclusiones

Con el modelo didáctico-tecnológico se elaboran materiales que apoyan al aprendizaje de los estudiantes en un proceso sincrónico y asincrónico, ya que pueden usarlo en una computadora de su casa y continuar desarrollando actividades, apoyando la autonomía del estudiante.

Es importante resaltar que hay dos elementos sustanciales que son imprescindibles en el diseño y desarrollo de los materiales computacionales interactivos, las investigaciones en educación disciplinaria y el trabajo en equipo interdisciplinario.

Referencias

Accostupa H. J. (2009). *Propuesta didáctica para las funciones sinusoidales de la forma $f(x)=A+B\text{Sen}(Cx+D)$ en el contexto de los circuitos eléctricos del área de la Ingeniería*. Tesis de Magister en Enseñanza de las Matemáticas de la Pontificia Universidad Católica del Perú.

ANUIES (2001). *La evaluación de la calidad de la educación superior a distancia*, [En línea]. Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior de México, México. Recuperado en marzo del 2010 de <http://www.anuies.mx>

Ausubel D. P., Novak J. D. y Hanesian H. (1990). *Psicología educativa, un punto de vista cognoscitivo*, Editorial Trillas.

Calderón S. C. y Cortés E. E. (2002). *Diseño de experiencias de aprendizaje con el apoyo tecnológico para la visualización de las características de las funciones polinomiales*. Tesis de Maestría en Ciencias en Enseñanza de las Ciencias del Centro Interdisciplinario de Investigación y Docencia en Educación Técnica de la Secretaría de Educación e Investigación Tecnológicas de la Secretaría de Educación Pública de México.

Camarena G. Patricia (1984). El currículo de las matemáticas en ingeniería. *Memorias de las Mesas redondas sobre definición de líneas de investigación en el IPN*, Instituto Politécnico Nacional, México, p. 21-30.

———(1990). *Especialidad en docencia de la ingeniería matemática en electrónica*. Editorial ESIME-IPN, México.

———(1995). La enseñanza de las matemáticas en el contexto de la ingeniería. Conferencia Magistral en el *XXVIII Congreso Nacional de la Sociedad Matemática Mexicana*, México.

- (2000). *Reporte de investigación titulado: Etapas de la matemática en el contexto de la ingeniería*. Núm. registro: CGPI-IPN-990413, México: Editorial ESIME-IPN, p. 11-12, 14-17, 22-35, 41-47 y 68-72.
- (2006). Un Enfoque de las Ciencias en Contexto desde la Didáctica. *Revista Innovación Educativa*, Vol. 6, Núm. 31, México: IPN, p. 21-33.
- (2008). Teoría de la Matemática en el Contexto de las Ciencias. *Actas del III Coloquio Internacional sobre Enseñanza de las Matemáticas*, Conferencia Plenaria, Pontificia Universidad Católica del Perú, p. 83-107.
- (2011). *Reporte de investigación titulado: Diseño de estrategias didácticas para competencias matemáticas en el nivel superior*. Núm. registro SIP-IPN: 20100431, México: Editorial ESIME-IPN.
- (2012). *Reporte de investigación titulado: Fundamentos teóricos de las Ciencias en Contexto*. Núm. registro: SIP-IPN-20110229, México: Editorial ESIME-IPN.
- (2013). A 30 años de la teoría educativa "Matemática en el contexto de las ciencias", *Revista Innovación Educativa*, Vol. 13, Núm. 62, mayo-agosto, 2013, pp. 17-44.
- (2014a). Reporte de proyecto de investigación titulado: La tecnología en la matemática social, con No. de registro SIP-IPN: 20141191. Editorial ESIME-IPN, México.
- (2014b). Un modelo para el diseño de material computacional interactivo. *Revista Iberoamericana de Informática Educativa*, Núm. 19, pp. 3-16, ISSN: 1699-45-74, de la Asociación para el desarrollo de la Informática Educativa (ADIE), España.

De Pavia I. Patricia (2006). *Desarrollo de habilidades del pensamiento para la matemática en el contexto de las ciencias*. Tesis de Maestría en Ciencias en Matemática Educativa del Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada del Instituto Politécnico Nacional, México.

Del Rivero J. S. (2014). *Diseño de Material Didáctico de Apoyo al Curso de Ecuaciones Diferenciales, en Línea y con la Matemática en Contexto*. Tesis de Doctorado en Educación de la Universidad Kino, Sonora, México.

Flores A. I. P. y Camarena G. P. (2012). *La interdisciplinariedad: nivel superior*. Colección: Experiencias de investigación. Tomo III: Procesos de enseñanza y aprendizaje: estudios en el ámbito de la educación media superior y superior. Coordinadores: Gutiérrez R. D., Ceniceros D. C., Monárrez V. H. pp. 150- 167.

———(2014). Aplicación de la tecnología en el desarrollo de una didáctica para la enseñanza de las matemáticas. Memorias del XV Simposium Internacional: aportaciones de la universidades a la docencia, la investigación, la tecnología y el desarrollo.

García A. Lorenzo (2001). *¿Dónde están las bases para las buenas prácticas en educación a distancia?* Universidad de Guadalajara, México: UDG.

——— (2002). *La educación a distancia: De la teoría a la práctica*. España: Editorial Ariel.

——— (2008). *Diálogo Didáctico Mediado*. Artículos de la Cátedra UNESCO, USA: Bened Editoriales.

Hernández R. Marco Antonio (2009). *Las ecuaciones diferenciales ordinarias lineales de primer y segundo orden en el contexto del movimiento uniforme*. Tesis de Maestría en Ciencias en Matemática Educativa del Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada del Instituto Politécnico Nacional, México.

Marcelino L. G. (2004). *El uso de la informática como motivador en el aprendizaje del álgebra*. Tesis de Maestría en Ciencias en Enseñanza de las Ciencias del Centro Interdisciplinario de Investigación y Docencia en Educación Técnica de la Secretaría de Educación e Investigación Tecnológicas de la Secretaría de Educación e Investigación Tecnológicas de la Secretaría de Educación Pública de México.

Muro U. Claudia (2000). *Las series de Fourier en el contexto del proceso de transferencia de masa*. Tesis de Maestría en Ciencias con Orientación en Enseñanza de la Matemática de la Coordinación de Investigación y Postgrado de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México, p. 62.

——— (2004). *Análisis del conocimiento del estudiante relativo al campo conceptual de la serie de Fourier en el contexto de un fenómeno de transferencia de masa*. Tesis de Doctorado en Ciencias en Matemática Educativa del Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada del Instituto Politécnico Nacional, México.

Neira F. V. (2012). *Modelación de problemas contextualizados usando sistemas de ecuaciones lineales con dos variables: basado en el enfoque de la Matemática en el Contexto de las Ciencias*. Tesis de Magíster en Enseñanza de las Matemáticas de la Pontificia Universidad Católica del Perú.

Olazábal C. Ana Ma. (2005). *Categorías en la traducción del lenguaje natural al algebraico de la matemática en contexto*. Tesis de Maestría en Ciencias en Matemática Educativa del Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada del Instituto Politécnico Nacional, México, p. 34-38.

Ortiz B. Alejandra, Vera Ch. Yolanda, Zavala H. Carlos y Camarena G. Patricia (2007). *Modelo Académico para Nuevas Modalidades Educativas: Marco Teórico*. Tomo II, Vol. 1, México: DINME-IPN, p. 33-35 y 38-52.

Panchí C. Azahalia (2006a). *Figuras que intervienen en programas académicos en Modalidades Alternativas*. México: DINME-IPN, p. 12-15.

——— (2006b). *Glosario de términos de Modalidades Alternativas*. México: DINME-IPN, p. 20.

Piaget J. (1991). *Introducción a la epistemología genética: El pensamiento matemático*. México: Editorial Paidós, Psicología Evolutiva, págs. 27-30.

PISA (2011). Program for International Student Assessment de la OCDE, <http://www.pisa.oecd.org>.

Ruiz L. Elena F. y Camarena G. Patricia (2011). Desarrollo del pensamiento proporcional cualitativo con tecnología. *Memorias de la XIII Conferencia Interamericana de Educación Matemática*, Universidade Federal de Pernambuco Brasil. Tema 3. Tecnología y enseñanza de la matemática, Publicación 1254: T-3-P-1254.

Sauza T. Martín ((2006). *Una propuesta didáctica del análisis matemático en el contexto de la ingeniería de control*. Tesis de Maestría en Orientación educativa de la Coordinación de Investigación y Postgrado de la Universidad Autónoma de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México, p. 43.

Trejo T. Elia (2005). *La Ecuación Diferencial en el Contexto de las Reacciones Químicas de primer Orden*. Tesis de Maestría en Orientación educativa de la Coordinación de Investigación y Postgrado de la Universidad Autónoma de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México.

Trejo T. Elia y Camarena G. Patricia (2011). *La Matemática en el Contexto de las Ciencias y los invariantes operatorios*. En Gutiérrez R. D., Ceniceros C. D. y Méndez Z. A. (Editores) *Cognición y Procesos de Aprendizaje*. Durango, México: REDIE, p. 130-163.

Villalpando R. Rosalba y Camarena G. Patricia (2007). *Modelo Curricular para Modalidades Educativas Alternativas: Modelo Didáctico*. Tomo III, Vol. 2 de la Colección de Libros de Modalidades Educativas Alternativas. México: DINME-IPN, p. 28-31, 33-37.

Vite M. Pablo (2007). *Propuesta Didáctica: Ecuaciones Algebraicas de Primer Grado en Contexto*. Tesis de Maestría en Orientación educativa de la Coordinación de Investigación y Postgrado de la Universidad Autónoma de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México.