



Un contexto de modelación para la enseñanza de matemáticas en las ingenierías

Rita Vázquez Padilla

Academia de Matemáticas, Universidad Autónoma de la Ciudad de México
México

rita.vazquez@uacm.edu.mx

Avenilde Romo Vázquez

Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada, IPN
México

aromov@ipn.mx

María Trigueros Gaisman

Instituto Tecnológico Autónomo de México
México

trigue@itam.mx

Resumen

En esta comunicación hacemos un análisis desde la TAD del problema de la Separación Ciega de Fuentes (BSS) como el punto de partida para desarrollar actividades de modelación para la enseñanza de las matemáticas en las escuelas de ingenierías. Lo anterior constituye el resultado de la primera etapa de una propuesta metodológica basada en el análisis de uso de modelos matemáticos en contextos de ingeniería para el diseño de actividades didácticas. La propuesta responde a una problemática en la que se percibe un desfase entre las matemáticas que se enseñan en la formación del ingeniero y el uso de éstas en la práctica profesional, basándose en el análisis praxeológico del uso de modelos desde una perspectiva institucional. Como resultado del análisis del contexto BSS se reconoce un modelo matricial $Ax=b$, hipótesis y formas que permiten utilizarlo en diferentes contextos de ingeniería. La naturaleza del modelo matemático identificado y la diversidad de uso nos hace considerar que su análisis praxeológico es una base para el diseño de actividades de modelización para formaciones de ingenieros.

Palabras clave: modelación, matemática, educación, ingeniería, modelos.

La Modelación en la formación matemática de ingenieros

La pregunta ¿qué papel tienen las matemáticas en las formaciones profesionales actuales? es una cuestión abierta. La especialización y diversificación del conocimiento así como el uso masivo de la tecnología imprimen características particulares a las necesidades matemáticas de cada formación, mismas que deberían tomarse en cuenta en las decisiones sobre currículos y orientaciones de los cursos. En particular nos interesan las formaciones de ingenieros y la forma de adaptar los cursos de matemáticas a las necesidades del futuro ingeniero en la Universidad Autónoma de la Ciudad de México, una institución pública de educación superior. En esta sección revisaremos la importancia de las matemáticas en las formaciones no matemáticas en general y en las ingenierías en particular, y el uso de la Modelación como herramienta de enseñanza de matemáticas que se ha ido constituyendo como alternativa para afrontar las necesidades ya mencionadas.

Antecedentes

Matemáticas como disciplina de servicio

En el tercer estudio ICMI publicado en 1988 con el título *Mathematics as a service subject* los editores argumentan de manera profusa que la enseñanza de las matemáticas en formaciones no matemáticas es una necesidad social innegable, y ponen en evidencia los retos que plantea esta necesidad al incluirse dentro de las formaciones universitarias y la urgencia de que la educación matemática se adapte a tales necesidades. En relación a este aspecto, Howson, Kahane, Laugine y Turkheim (1988) señalan que: “las formas de enseñanza deben adaptarse para corresponder a estos tipos distintos de demandas” (p.5)

Así, las formaciones que contemplan cursos de matemáticas en sus currículos se enfrentan a la necesidad de hacer elecciones respecto a los métodos de enseñanza de esta disciplina. En este sentido, Howson, Kahane, Laugine y Turkheim (1988) identifican dos posibles criterios para hacer tales elecciones: el primero, elegir los tópicos que uno imagina como los más útiles para el trascurso de la vida profesional del estudiante, y el segundo, enseñar lo que necesitan inmediatamente para el aprendizaje de la disciplina principal. Contrario a lo que sucede en general, los autores afirman que “el primer criterio debería ser el más importante” (Howson, Kahane, Laugine y Turkheim, 1988, p.7). Por tanto, es necesario que al elegir formas de enseñar las matemáticas se piense no sólo en el conocimiento que se pretende adquieran los estudiantes, sino también, en las formas de pensamiento asociadas a estos conocimientos. Lo expuesto anteriormente pone en evidencia la importancia social e histórica que han tenido y tienen actualmente las matemáticas dentro de las formaciones no-matemáticas, y la necesidad de adaptar su enseñanza a las exigencias de cada formación particular. Veremos a continuación el lugar que tiene la matemática dentro de las carreras de ingeniería.

Matemáticas en la formación de ingenieros

La importancia de incluir matemáticas en los currículos de ingeniería ha sido una constante histórica. En el siglo XVIII Pierre Simon de Laplace creó un modelo de formación matemática para los ingenieros de la École Polytechnique en Francia, respecto del cual se argumentaba que “un conocimiento profundo del análisis matemático dotaba a los estudiantes de una base sólida que les permitiría dominar posteriormente, la geometría, la mecánica y los cursos de aplicación” (Romo-Vázquez, 2009, p.11).

Sin duda los argumentos anteriores siguen siendo válidos, como se puede deducir a partir de la fuerte presencia de cursos de matemáticas que prevalece en la mayoría de los programas curriculares de las distintas ingenierías. En la actualidad, existen además nuevos retos que plantear a partir del uso de la tecnología. La utilidad de las matemáticas como herramienta para acceder a otros saberes se ve ahora apuntalada además, con una serie de habilidades que el ingeniero requiere para responder a las exigencias profesionales actuales. Según Dujet (2006):

“Para hacer frente a estos nuevos desafíos, el ingeniero, no solo tiene que demostrar que es capaz de adaptarse a la sociedad en la cual va a trabajar, sino que también debe poder usar con gran maestría las nuevas herramientas tecnológicas puestas a su disposición. Dichas herramientas se basan generalmente en nuevas y emergentes teorías matemáticas que hubieran podido considerarse todavía, hace apenas una o dos décadas, como inmaduras, pero que ahora han demostrado cumplidamente en el mundo de la producción que son capaces de producir herramientas (programas de simulación...) o métodos (de apoyo en la decisión...) apropiados y fructíferos para proporcionar respuestas, ya sean parciales o imperfectas en este nivel de complejidad e incertidumbre en el cual nos hallamos inmersos” (Introducción, párrafo 6).

Esta visión se reafirma con las políticas educativas actuales que señalan la importancia de promover métodos de enseñanza y aprendizaje basados en la solución de problemas reales, particularmente en las ingenierías (Swain, 2011; Kent y Noss, 2002; Kent, Noss, Guile, Hoyles y Bakker, 2007). Los modelos matemáticos, vistos como una conexión entre la teoría matemática y el mundo real, se convierten así en una posibilidad didáctica: la enseñanza de matemáticas a través del uso de modelos matemáticos, resulta ser un posible puente para conectar la teoría con la práctica profesional y un medio adecuado para desarrollar las habilidades matemáticas que los ingenieros o profesionistas (no matemáticos) requieren en su actividad laboral.

Pollak (1987) había ya establecido la importancia de los modelos matemáticos en la formación de ingenieros. Más recientemente, Kent y Noss (2000) mencionan la importancia de la modelación como una “actividad central” (p. 2) y consideran que esta debe incluirse en el currículo de las ingenierías. En (Hamilton, 2008) se mencionan las habilidades relacionadas con la modelación como elementos de desarrollo del pensamiento crítico y sistémico, esencial en las formaciones de ingenieros. Las consideraciones anteriores sustentan la importancia de la modelación en las formaciones no matemáticas.

Modelación en la Matemática Educativa

La modelación como herramienta de enseñanza tiene ya varias décadas en el panorama educativo mundial. En 1993, Werner Blum expuso el estado del arte en relación a la modelación matemática en la enseñanza (Blum, 1993) haciendo énfasis en la diferencia entre modelación y la resolución de problemas aplicados, su antecedente más cercano. En los problemas aplicados (*word problems*), la teoría se complementa con la presentación de modelos que ilustran un uso de la matemática. En esta aproximación, el estudiante resuelve un problema similar al presentado como ilustración del modelo con la técnica aprendida de manera teórica, lo que reduce la posibilidad de que el estudiante tome decisiones sobre el modelo a elegir, las variables relevantes, o bien que ponga a prueba distintas formas de representar la situación-problema. Tales habilidades, consideradas importantes en la formación matemática, son potenciadas si se expone al estudiante a la creación de un modelo matemático, en vez de uno que ya se presenta hecho y adecuado para resolver el problema. En (Niss, Blum, Galbraith y Henn, 2007) se discuten más ampliamente estas diferencias.

A continuación revisaremos algunos elementos de dos documentos de gran relevancia en el panorama de la Modelación que sientan las bases sobre esta perspectiva educativa: el primero es el estudio ICMI 14 titulado *Modelling and Applications in Mathematics education* (Niss, Blum, Galbraith, Henn, 2007). En éste los autores definen la modelación como un proceso cíclico que se lleva a cabo entre el mundo extra-matemático y las matemáticas (un modelo es en ese sentido, una triada formada por estos dos ámbitos y una correspondencia entre ellos). Si bien existen distintas formulaciones del ciclo de modelación, una descripción general del proceso puede ser la siguiente: se inicia con una situación del mundo real (o extra-matemático). La situación tiene que ser simplificada, estructurada y precisada por quien resuelve el problema, lo que lleva a la creación de un *modelo* de la situación. Luego el modelo es traducido al lenguaje matemático produciendo un *modelo matemático* de la situación. El proceso continúa a través de elegir métodos matemáticos adecuados al modelo, a partir de lo cual se obtienen resultados que deben ser interpretados en relación a la situación original. Si existen discrepancias entre la situación real y los resultados obtenidos, se regresa a revisar la situación y reconsiderar el modelo, con lo que se inicia un nuevo ciclo.

El ciclo de modelación ha sido estudiado desde diversos enfoques teóricos (Borromeo-Ferri, 2006). Blum y Borromeo-Ferri (2009) proponen por ejemplo un modelo que contempla siete etapas (construcción, simplificación/estructuración, matematización, trabajo matemático, interpretación, validación, exposición) y que permite ilustrar las rutas que sigue un estudiante para resolver una tarea de modelación, o bien para distinguir puntos conflictivos para la implementación de actividades de modelación en el aula. En relación al último, se identifican tres principales obstáculos, cada uno proveniente de un actor del proceso de enseñanza-aprendizaje: con respecto a la instrucción y la evaluación, la modelación es una actividad que toma mucho tiempo y tiene poca cabida en los programas de cursos, que generalmente están saturados de contenidos; en relación al estudiante, hay una resistencia de parte de éste debido a que los resultados del proceso no son predecibles, y en cuanto al profesor, las tareas de modelación son demandantes, requieren investigar y comprender contextos no matemáticos y un cambio en el paradigma de enseñanza que centra el trabajo en los estudiantes y no en la exposición por parte del profesor (Borromeo-Ferri, 2011).

El segundo documento es producto del grupo de trabajo 21 en el ICME 11. El grupo reconoce a la modelación como una teoría coherente dentro de la Matemática Educativa, que sin embargo no está sustentada en un único paradigma de investigación. Se busca por tanto, categorizar los artículos presentados en esta conferencia a partir de una clasificación propuesta ya antes por Kaiser y Sriraman (2006) en siete perspectivas, de acuerdo a sus intereses y fundamentos teóricos (Blomhøj y Carreira, 2009, p.15). Una de ellas es la perspectiva contextual, en la que se enmarcan investigaciones que hacen uso de enfoques de tipo cognitivo para el análisis de la construcción de conocimiento matemático relacionado con el Álgebra Lineal (Possani, Trigueros, Preciado y Lozano, 2010). En esta clasificación subyace un elemento común a seis de las categorías, que es el ciclo de modelación. En ellas, el ciclo juega un rol distinto de acuerdo a distintos intereses de investigación (por ejemplo, en la perspectiva *cognitiva* el ciclo se usa para estructurar el proceso de modelación y para identificar habilidades cognitivas necesarias para modelar, mientras que en la perspectiva *realista* el ciclo se usa para analizar la situación real, extra-matemática). El proceso cíclico descrito anteriormente ha sido cuestionado en otras investigaciones que se enfocan más en el uso que se da a los modelos en la práctica profesional.

El modelo de formación en la UACM

La UACM es una institución de educación superior de financiamiento público creada en 2002 para los habitantes de la ciudad de México. El modelo tiene entre sus preceptos formar estudiantes con una sólida formación crítica, científica y humanista, independientemente de la carrera profesional. El ingreso es irrestricto, sin examen de admisión ni requisitos particulares por carrera. Así, la población que ingresa a las ingenierías es heterogénea en relación particularmente a sus conocimientos matemáticos. Uno de los ejes principales del modelo educativo es la no especialización temprana. (UACM, 2007). Este eje se cristaliza en la división de la carrera en un ciclo básico, donde se pretende que el estudiante integre conocimientos científicos y culturales amplios, trascendiendo lo disciplinario, y en un ciclo superior, donde se abordan los conocimientos especializados. En la práctica, la división anterior ha conducido a una desvinculación en lo que al uso de matemáticas se refiere, si bien resulta una ventaja en relación a la formación científica integral de los estudiantes. Los cursos de matemáticas son impartidos por matemáticos únicamente en los primeros dos años de la carrera y están ausentes en el ciclo superior. Los estudiantes tienen dificultades para conectar las matemáticas que aprenden en el ciclo básico y las que requieren usar en los cursos de ingeniería en el superior. Consideramos que el uso de actividades de modelación matemática en los primeros años de carrera puede resultar un puente para conectar mejor los dos ámbitos. En particular, es posible considerar actividades basadas en contextos de uso real dentro de la ingeniería que permitan al estudiante poner en práctica algunas de las habilidades reportadas en la literatura sobre el uso de modelos, al mismo tiempo que profundicen en los conceptos matemáticos involucrados.

Diseño actividades de modelación basadas en contextos de uso real

En un intento por tomar en cuenta las ventajas didácticas de la modelación en el aula y las características del uso de modelos por profesionales de otras disciplinas, estamos desarrollando una investigación que propone analizar contextos de uso real para determinar de qué forma está presente en ellos la matemática. El objetivo es usar los resultados del análisis para diseñar actividades didácticas que conecten el uso con el aprendizaje de conceptos matemáticos en los primeros años de formación de ingenieros, particularmente en la UACM, pero que puede ampliarse a otros modelos educativos.

Para ello es necesario considerar en una primera instancia, cómo está presente el conocimiento matemático en el uso profesional y cómo este se traspone para poder ser llevado al aula. Entonces, abordamos la primera parte del problema del diseño de actividades de modelación desde una perspectiva institucional, en la que interesa tomar en cuenta tanto elementos de la enseñanza de matemáticas como de la práctica profesional del ingeniero, por lo que la Teoría Antropológica de lo Didáctico resulta un marco teórico adecuado.

Dado que el objetivo es estudiar la circulación de dichos saberes entre las instituciones usuarias y las de enseñanza las preguntas de investigación que surgen de lo anterior para esta primera etapa y que estudiaremos con base en la TAD son: (1) ¿Qué saberes matemáticos están presentes en el contexto elegido? (2) ¿Qué transposiciones pueden evidenciarse de estos saberes cuando se considera el uso profesional, las disciplinas de ingeniería y la enseñanza de las matemáticas?

Tomar en cuenta el uso: la Teoría Antropológica de lo Didáctico

La circulación de saberes entre instituciones es susceptible de ser analizada mediante la

Teoría Antropológica de lo Didáctico (TAD) (Chevallard, 1999). La TAD parte del supuesto de que el conocimiento es el resultado de enfrentar cuestiones o tareas problemáticas, que al abordarse, producen formas de resolverse (técnicas) y discursos (tecnologías) que las justifican. En buena medida, la TAD ha sido una herramienta esencial para estudiar el problema de la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas concibiendo éstos como todo aquello que se hace para enfrentar las tareas problemáticas que se plantean en el seno de una cierta institución – entendida como una organización estable, interesada en la producción o en la transmisión del conocimiento-. En ese sentido, el interés está en la dimensión institucional del saber y la teoría provee de herramientas que permiten analizar en particular el cambio que el conocimiento y la práctica sufren cuando se adaptan de una institución a otra. La TAD propone la noción de *praxeología* como la unidad mínima para analizar el conocimiento. Este término suele traducirse como el “estudio sobre la práctica” (Bosch, 2011). Las praxeologías están formadas de cuatro elementos que pueden representarse con la cuaterna $(T, \tau, \theta, \Theta)$ donde T representa el tipo de tarea, ó lo que se hace; τ la técnica, es decir la manera en que se hace, θ la tecnología, que es un discurso que produce, justifica y explica la técnica y finalmente, Θ es la teoría que produce, explica y justifica la tecnología. Estos elementos surgen, son regulados y condicionados por una institución, en el sentido de organización estable mencionado anteriormente. Así, el conocimiento puede estudiarse a través de describir las praxeologías presentes en él.

En esta propuesta usamos las herramientas de la TAD para analizar cómo el conocimiento matemático inmerso en un modelo matemático de uso real en la ingeniería se traspone al aula de matemáticas, lo que constituye la primera etapa de una metodología cuyo objetivo es acercar la enseñanza con la práctica profesional. Esto se logra a través analizar las praxeologías de modelación a través de dos ejes principales: el primero, localizar tareas y técnicas matemáticas que aparecen en el uso y tienen lugar en los cursos de matemáticas del primer año de las ingenierías, y el segundo, evidenciar otros elementos tecnológicos propios del uso ingenieril. Lo anterior, resulta en una base para diseñar actividades de modelación cuyo objetivo es abordar las tareas matemáticas desde una perspectiva más cercana a la formación, poniendo en práctica elementos tecnológicos propios del uso.

Metodología

Situamos el punto de inicio en la ingeniería, partiendo de una situación problemática proveniente del uso (práctica profesional) y analizando las praxeologías de Modelación Matemática presentes en él a través de la TAD. Se identifican así elementos y nociones emergidos de dicho análisis que pueden tomarse en cuenta en el diseño de la actividad de modelación. Lo anterior corresponde a las fases I y II de un plan metodológico más general, que se presenta en el siguiente cuadro.



Figura 1. Plan metodológico en tres fases.

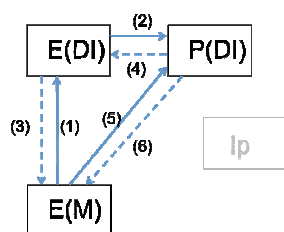
Fase 1: BSS como situación problemática generatriz.

La figura 1 muestra las Fases I y II de la metodología consistentes en la elección y el análisis praxeológico de un contexto de uso real. Una premisa para la elección es la existencia de un modelo matemático en el cual estén presentes saberes o praxeologías de modelación matemática que tengan lugar en la enseñanza de las matemáticas en una formación de ingenieros durante el primer año universitario. En este reporte el contexto que se analiza es el conocido como Separación Ciega de Fuentes (BSS por *Blind Source Separation*) proveniente del Análisis de Señales.

La elección del contexto se hizo a partir del trabajo (Romo, Romo y Vélez, 2012) en correspondencia con la hipótesis metodológica (el modelo presente tiene cabida en los cursos de ciclo básico, concretamente en el curso de Álgebra Lineal). La separación de señales se plantea como un problema (situación generatriz) que surge de una necesidad de la práctica y se modela matemáticamente.

Fase II: Análisis praxeológico de la BSS

Para identificar y analizar las praxeologías de modelación en este contexto de uso se consideró la nomenclatura propuesta en (Romo, 2009) que identifica a las siguientes instituciones relacionadas con la enseñanza y el uso de las matemáticas en las formaciones de ingenieros: E(M) o Enseñanza de las matemáticas, que corresponde a los cursos de matemáticas del primer año en el tronco común de las ingenierías; E(DI) o Enseñanza de Disciplinas intermedias, o Ciencias del ingeniero, que corresponde a los cursos de ingeniería y P(DI) la práctica profesional, en este caso, representada por los productos de investigación en el tema de BSS. El interés de analizar cómo está presente el conocimiento matemático en el modelo de uso y cómo se traspone este al aula puede abordarse mediante el análisis de los posibles recorridos que las praxeologías de modelación hacen entre estas instituciones: (ver figura 2).



Se analizó la relación 6 centrada en la praxeología de separación de fuentes a través de una revisión bibliográfica, para ello, se buscaron documentos en internet que incluyeran principalmente los términos *Separación ciega de fuentes*, *modelo matemático* -en inglés y español- y se seleccionaron documentos que representaran a P(DI) mostrando alguna componente matemática. Estos son: tres artículos de investigación sobre métodos BSS (Puntonet, 2003), (Georgiev y Theis, 2004), (Oursland, de Paula y Mahmood, s.f.) y un Handbook sobre los métodos ICA (Common y Jutten, 2010). El nivel de especialización de los documentos anteriores hizo necesario recurrir a fuentes inscritas en E(DI) a un nivel avanzado: una tesis doctoral sobre BSS (Clemente, 2000) y dos más sobre uso de BSS en electroencefalografía (Sánchez-Morillo, 2008). Se consideraron también dos artículos de divulgación sobre BSS (Carrión, Ródenas y Sánchez, 2007), (Caiafa, s.f.), un tutorial en línea de los métodos ICA (Delorme, s.f.). Dos textos dentro de E(DI) más cercanos a P(M) y E(M) también considerados fueron un texto sobre métodos matemáticos en análisis de señales (Moon, 2000) y el libro de texto oficial en el curso

de Análisis de señales en la UACM (Oppenheim, 1997). La revisión bibliográfica se complementó con entrevistas a dos ingenieros docentes de la UACM.

Como producto de la revisión se identificaron tres documentos representativos a partir de los cuales se establecieron las praxeologías a analizar, estos son:

- El texto *Handbook of Blind Source Separation: Independent component analysis and applications*, de Common y Jutten, un compendio de los métodos ICA para la BSS. En capítulo 1 se establece el origen del problema de separación de fuentes. El texto da además un panorama amplio sobre los métodos BSS y sus aplicaciones.
- El artículo de investigación de Georgiev y Theis, sobre un enfoque matricial de separación de mezclas lineales, que aborda aspectos matemáticos formales del problema de la BSS.
- La comunicación de Oursland, De Paula, y Mahmood, que explicita un algoritmo de separación y lo ejemplifica en casos concretos de audio, aportando elementos tecnológicos desde el uso.

Las praxeologías de modelación encontradas se analizaron describiendo el tipo de tareas a resolver, con énfasis en la formulación matemática de las mismas, e identificando elementos técnicos y tecnológicos que pueden tener presencia en los cursos de matemáticas. Algunos de estos elementos fueron discutidos con ingenieros docentes del área de Procesamiento de Señales, desde una perspectiva educativa. Se ubicó el problema de la BSS en distintos contextos de uso dentro de la ingeniería. Como consecuencia de lo anterior, se identificaron nociones matemáticas centrales para el modelo BSS susceptibles de considerar en un diseño didáctico para el curso de Álgebra Lineal.

Resultados y Discusión

La revisión da cuenta de que la BSS es un contexto con amplitud de aplicaciones en distintas áreas, entre ellas: biomedicina, audio, procesamiento de imágenes y radioastronomía. Por ejemplo, la BSS se utiliza para el análisis de electrocardiogramas (ECG) en los que se busca extraer la información de los latidos del corazón de un feto (fuentes) a partir de señales obtenidas por sensores colocados sobre la piel de la madre (observaciones). Las observaciones contienen los latidos de la madre, del feto y componentes de ruido en forma de combinaciones lineales (Common y Jutten, 2010, p. 685).

En el caso del electroencefalograma (EEG) los sensores (o electrodos) se colocan sobre el cuero cabelludo del paciente y registran la actividad cerebral. Las observaciones en un EEG miden las fluctuaciones de voltaje que resultan de flujos de corriente iónicos dentro de las neuronas del cerebro. Las observaciones combinan linealmente señales que provienen de distintos órganos (por ejemplo, ojo, corazón). En el caso imágenes, los satélites utilizan sensores ópticos para obtener imágenes del planeta formadas por píxeles. Cada tipo de material presente en la Tierra, como la vegetación o el agua está asociado a una cantidad física o espectro que lo identifica. Lo que el sensor mide es una combinación lineal de los espectros de los materiales presentes en cada píxel, éstas serían las observaciones. En este caso, los coeficientes de la combinación lineal son los porcentajes de materia presente en un píxel. Se utilizan algoritmos BSS para determinar estos porcentajes. Se considera que las fuentes, al tratarse de porcentajes, suman 1 y esto ocasiona una dependencia estadística que hace que los algoritmos ICA no funcionen del todo bien. (Caiafa, s.f). Como se ve, el tipo de restricciones produce hipótesis en el modelo que genera otras formas de abordar el problema. El procesamiento de audio es uno de los

contextos clásicos para BSS, abordado con amplitud mediante la aproximación ICA. Se busca identificar las fuentes de sonido a partir de los registros obtenidos, como podría ocurrir cuando se analizan grabaciones obtenidas en p micrófonos colocados en una sala en donde hay N personas hablando al mismo tiempo (Carrión, 2007). Lo anterior da cuenta de la amplitud de contextos que pueden derivarse de la BSS, lo que convierte a este problema en una cuestión generatriz rica y con gran potencial para el desarrollo de actividades e modelación den la formación matemática de ingenieros.

Conclusiones

En esta comunicación hemos analizado un contexto proveniente del Análisis de Señales, en concordancia con la metodología propuesta en la figura 1 para adaptar contextos de uso real al diseño de actividades de modelación, permitiendo así acercar la formación teórica matemática a la práctica profesional del ingeniero. El contexto resultó ser amplio en sus aplicaciones y complejo en su formulación matemática. El análisis praxeológico, aún en una fase preliminar, ha permitido dar cuenta de elementos matemáticos cuyas transposiciones tienen cabida en los cursos del primer año universitario, concretamente en Álgebra Lineal y Cálculo Diferencial y cuyo aprendizaje por parte de los estudiantes puede verse beneficiado al relacionar dichos conceptos matemáticos con el uso. Los elementos identificados son: el concepto de vector, la relación entre transformación lineal y matriz, y la forma matricial de un sistema de ecuaciones lineales. Se considera que en la siguiente fase del análisis podrán identificarse praxeologías puntuales que faciliten el diseño didáctico. Desde E(DI) surge la noción de señal y su transposición al concepto de función, donde se observan diferencias desde la enseñanza. Asimismo, resalta el significado de linealidad a través del término “mezcla lineal”. Otros elementos que surgen del análisis y que pueden tener lugar en momentos posteriores de la formación son la noción de variable aleatoria e independencia estadística. La praxeología de BSS se reconoce con un nivel de organización local, con tareas determinadas por las hipótesis sobre las fuentes, mismas que generan distintas técnicas (algoritmos de separación). La amplitud de contextos de uso convierte a la BSS en un elemento potencial para el desarrollo de actividades de modelación en distintas áreas de la ingeniería.

Cabe mencionar que al abordar documentos de este tipo, desde la posición del profesor de matemáticas, es necesario adentrarse en una terminología particular y conceptos propios de la disciplina para identificar praxeologías de uso, una complejidad que está en concordancia con el segundo obstáculo identificado en (Borromeo-Ferri, 2011) pero que resulta indispensable afrontar si se busca trabajar con contextos reales que reflejen la práctica profesional.

Referencias y Bibliografía

- Blomhøj, M., & Carreira, S. (2009). *Mathematical applications and modelling in the teaching and learning of mathematics* (461). Dinamarca: IMFUFA.
- Blum, W., & Borromeo Ferri, R. (2009). Mathematical modelling: Can it be taught and learnt? *Journal of Mathematical Modelling and Applications*, 1(1), 45-48.
- Blum, W. (1993). *Mathematical modelling in mathematics education and instruction*. En Breiteig (Ed.), *Teaching and learning mathematics in context* (3). Chichester: Ellis Horwood Limited.
- Borromeo Ferri, R. (2011). *Effective mathematical modelling without blockages*. En G. Kaiser, W. Blum, R. Borromeo Ferri, & G. Stillman (Eds.), *Trends in teaching and learning of mathematical modelling* (Vol. 1, pp. 181-186). ICTMA.

- Borromeo Ferri, R. (2006). Theoretical and empirical differentiations of phases in the modelling process. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 38(2), 86-95
- Bosch, M., et. Al. (2011) En Bosch, et.al. (Eds.) *Presentación. Un panorama de la TAD* (p.9) Barcelona: Centre de Recerca Matemàtica.
- Carrión, P., Ródenas, J., & Sánchez, C. (2007). *Aplicaciones de la ingeniería electrónica e informática en medicina*. Universidad de Castilla-La Mancha: España.
- Caiafa, C. (s.f) *Tópico en Procesamiento de señales: separación ciega de fuentes y aplicaciones*. Recuperado el 1 de agosto de 2014 de <http://sccn.ucsd.edu/~arno/indexica.html>
- Chevallard, Y. (1999). L'analyse des pratiques enseignantes en théorie anthropologique du didactique. *Recherches en didactique des mathématiques*, 19(2), 221-266.
- Comon, P., & Jutten, C. (2010). *Handbook of blind source separation: Independent component analysis and applications*. Oxford: Academic Press
- Delorme, A. Arnaud Delorme home page. <http://sccn.ucsd.edu/~arno/indexica.html>.
- Congedo, M. (2013). *EEG Source Analysis* (Habilitación para dirigir investigaciones presentada en la Escuela Doctoral). Universidad de Grenoble, Francia.
- Clemente, R. (2000). *Ecuaciones lineales para el problema de la separación ciega de fuentes* (Tesis doctoral). Universidad de Sevilla, España.
- Dujet, C. (2006). *Mathématiques pour l'ingénieur*. Obtenido de <http://amerinsa.insa-lyon.fr/>
- Georgiev, P., & Theis, F. (s.f.). *Blind Source separation of linear mixtures with singular matrices*. Recuperado el 01/08/2014 de <http://www.helmholtz-uenchen.de/fileadmin/CMB/PDF/Georgiev/Blind%20source%20separation%20of%20linear%20mixtures.pdf>
- Hamilton, R., Lesh, R., & Lester, M. (2008). Model eliciting activities as a bridge between engineering education research and mathematics education research. *Advances in Engineering Education*, 1(2), 1-25.
- Howson, A., Kahane, J., Lauginie, P., & Turckheim, E. (Eds.). (1988). *Mathematics as a service subject*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Kaiser, G., Blomhoj, M., & Sriraman, B. (2006). Towards a didactical theory for Mathematical modelling. *ZDM*, 38(2), 82-85.
- Kent, P., y Noss, R. (2000). The visibility of models: using Technologies as a bridge between Mathematics and engineering. *International Journal of Mathematics Education, Science and Technology*, 31(1), 61-69
- Kent, P., & Noss, R. (2002). *The mathematical components of engineering expertise: the relationship between doing and understanding mathematics*. I.E.E.E. Second annual symposium on engineering education.
- Kent, P., Noss, R., Guile, D., Hoyles, C., & Bakker, A. (2007). Characterizing the use of mathematical knowledge in boundary-crossing situations at work. *Mind, Culture, and Activity*, 14(1-2), 64-82.
- Moon, T., & Stirling, W. (2000). *Methods and algorithms for signal processing*. New Jersey, Estados Unidos: Prentice Hall.
- Niss, M., Blum, W., Galbraith, P., & Henn, H. W. (2007). *Modelling and applications in mathematics education- the 14th ICMI study* (pp. 3-32). Springer.
- Oppenheim, A., & Willsky, A. (1998). *Señales y sistemas*. México: Pearson.

- Oursland, A., De Paula, J. , & Mahmood, N. (s.f.). *Case Studies of Independent Component Analysis*. Disponible en: <http://www.oursland.net/tutorials/ica/ica-report.pdf>
- Pollak, H. (1987). Mathematics as a service subject: why? En A. Howson, J. Kahane, P. Lauginie, & E. Turckheim (Eds.), *Mathematics as a service subject* (pp. 28-34). Gran Bretaña: Cambridge University Press.
- Possani, E., Trigueros, M., Preciado, J. G., & Lozano, M. D. (2010). Use of models in the teaching of linear algebra. *Linear Algebra and its Applications*, 432(8), 21-25
- Puntonet, C. (2003). *Procedimientos y aplicaciones en separación de señales: BSS-ICA*. Recuperado de: http://www.researchgate.net/publication/228456658_
- Romo-Vázquez, A. (2009). *La formation mathématique des futurs ingénieurs* (Tesis de doctorado). Université Paris 6.
- Romo, A., Romo, R., & Vélez, H. (2012). *De la ingeniería biomédica al aula de matemáticas*. ReCIBE, 1 (1). Recuperado de <http://recibe.cucei.udg.mx/revista/es/vol1-no1/biomedica.html>
- Sánchez-Morillo, D. (2008). *Procesado y transmisión de señales biomédicas para el diagnóstico de trastornos y enfermedades del sueño* (Tesis doctoral). Universidad de Cádiz, España.
- Swain, R. (2011). Órgano informativo oficial de la asociación nacional de facultades y escuelas de ingeniería. En C. Arcudia, F. Delgado, R. Garza, & O. Gonzáles (Eds.), (Vol. 8, pp. 2-5). ANFEI.
- UACM (2007). Ley de Autonomía. Recuperado de <http://transparencia.uacm.edu.mx/oip/Portals/0/articulos/14/Frac/NormatividadActualizada/>