



Para citar este artículo, le recomendamos el siguiente formato:

Pinet, R. (2005). Matemáticas en contexto. Entrevista con Patricia Camarena Gallardo. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 7 (2). Consultado el día de mes de año en: <http://redie.uabc.mx/vol7no2/contenido-camarena.html>

---

## Revista Electrónica de Investigación Educativa

Vol. 7, No. 2, 2005

### Matemáticas en contexto. Entrevista con Patricia Camarena Gallardo

### Mathematics in Context. An Interview with Patricia Camarena Gallardo

René Pinet Plasencia

[rpinet@uabc.mx](mailto:rpinet@uabc.mx)

Facultad de Ciencias Marinas  
Universidad Autónoma de Baja California

A.P. 453

C.P. 22830

Ensenada, Baja California, México

#### Resumen

En esta entrevista, la Dra. Patricia Camarena cuenta el desarrollo y la aplicación en México de uno de los avances más importantes en enseñanza de las matemáticas. El grupo que ella coordina en el Instituto Politécnico Nacional (IPN) ha trabajado en solidificar el currículum matemático en las carreras de ingeniería del IPN.

*Palabras clave:* Matemática educativa, matemática en contexto, transposición contextualizada, metodología Dipsi.

#### Abstract

In this interview Dr. Patricia Camarena tells about the development and application in Mexico of one of the most significant breakthroughs in math teaching. The group she coordinates at Instituto Politécnico Nacional (IPN) has worked in strengthening the math curriculum of engineering at IPN.

*Key words:* Educational mathematics, mathematics in context, contextualized transposition, Dipsi methodology.

La doctora Patricia Camarena Gallardo es egresada de la licenciatura en Física y Matemáticas de la Escuela Superior de Física y Matemáticas del Instituto Politécnico Nacional (IPN) en México, donde fue la primera mujer que recibió dicho título. Es maestra y doctora en ciencias, ambos grados con especialidad en Matemática Educativa, por el Centro de Investigación y Estudios Avanzados (CINVESTAV), del IPN. En esa misma institución, la Dra. Camarena Gallardo dirige el Grupo de Investigación de la Matemática en el Contexto de la Ciencia y trabaja en la Academia de Matemáticas del Departamento de Ingeniería en Comunicaciones y Electrónica.

En el año 2000 Patricia Camarena obtuvo el premio nacional ANUIES 2000 (México), por la mejor tesis de doctorado con su trabajo titulado "Las funciones generalizadas en ingeniería (Construcción de una alternativa didáctica)". Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI), de México. Además es miembro del comité editorial de las revistas *Innovación Educativa*, *Científica y Portulano*. Como investigadora, ha dirigido varios proyectos, incluido uno financiado por la NASA de Estados Unidos. Ha sido conferencista en la mayor parte de los países del continente americano.

**René Pinet Plasencia (RPP):** Vamos a empezar con algo que a lo mejor es muy conocido, por lo menos para algunos de los lectores de REDIE. Del '93 al 2001 fuiste coordinadora del Estado del Conocimiento de Investigación Educativa de la Educación Matemática, del Nivel Superior en México, del Consejo Mexicano de Investigación Educativa, el COMIE, ¿qué es el COMIE, Patricia?

**Patricia Camarena Gallardo (PCG):** Mira, el COMIE es el Consejo Mexicano de Investigación Educativa, una agrupación, en donde entre muchas actividades, una de las que realizan es recopilar toda la investigación educativa que se realiza en México y se ha venido haciendo a través de décadas. Entonces, en esta última década, se puede decir prácticamente la década de los noventa, me tocó participar y en recabar toda la información que se había realizado en investigación educativa en el área disciplinaria de matemáticas, y en el nivel superior. Entonces, todas las investigaciones que ellos recaban son en todas las áreas del conocimiento: idiomas, física, química, matemáticas y en todos los niveles educativos, desde preescolar hasta nivel de posgrado. Entonces, en esa parte me tocó colaborar a mí, que fue en el nivel superior, porque es el área donde yo me desarrollo.

**RPP:** Ellos publican la Revista Mexicana de Investigación Educativa, también ¿verdad?

**PCG:** Ah sí, una revista con mucho reconocimiento y donde se hacen publicaciones que tienen que ver con educación en general, investigación educativa y, lo que tiene que ver con investigación disciplinaria. Porque, bueno, yo siempre lo veo como dos áreas totalmente diferentes, lo que viene siendo la

investigación educativa que aborda aspectos como muy genéricos y la investigación disciplinaria que es prácticamente lo que tiene que ver con el desarrollo en el aula: la actividad del profesor, del estudiante y la relación que se establece entre el contenido a enseñar, el profesor y el estudiante. Entonces, como que esta investigación disciplinaria requiere otro tipo de procesos para investigarse e incluso los procesos metodológicos que utilizas en investigación educativa son un poco excedentes a los de la investigación disciplinaria.

**RPP:** Y este Consejo Mexicano de la Investigación Educativa promovió un estudio del estado de la cuestión en investigación educativa. Y tú publicaste alrededor de 2003, en un libro que coordinan López y Mota, el estado del conocimiento en matemática educativa.

**PCG:** Así es.

**RPP:** ¿Cómo se compara este estado de, de conocimiento, por un lado con otras áreas del conocimiento?, muchos tenemos la impresión de que a lo mejor en México las disciplinas humanísticas o las disciplinas literarias tienen un desarrollo, si no más acelerado, sí por lo menos más popular; hay más gente estudiando eso que las disciplinas duras como matemáticas o como física.

**PCG:** Sí, así es. Fíjate que yo coincido contigo, creo que así es el sentir común. Pero en el caso muy específico de matemáticas, esta disciplina que es educación matemática se ha desarrollado mucho en México. Te puedo decir que más o menos en los setenta nace en el CINEVESTAV, que es el Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (IPN), una sección que ahora es un departamento, que es el Departamento de Matemática Educativa. En este departamento lo que se hace es tratar de preparar al profesor para su actividad docente en el área de matemáticas, empieza en el nivel superior y en el nivel medio superior; pero después se extiende al nivel de secundaria y al nivel de primaria [educación básica].

Entonces, es como han estado trabajando. Originalmente en este centro de investigación, de matemática educativa, se empieza trabajando para formar a los profesores, principalmente. Y como un área secundaria es la investigación en educación matemática; pero ahora se ha invertido y realmente lo que se desarrolla en el CINEVESTAV es educación en matemática, o sea, investigación educativa no tanto preparar al docente para su actividad profesional, porque de hecho esa es una de las cosas de las que se quejan los estudiantes que ingresan al este centro: que sí conocen mucho, pero no saben cómo dar su clase. Lo que pasa es que no hay recetas para esto ¿no?, y entonces a través de las investigaciones te vas sensibilizando hacia lo que es toda la actividad de docencia. Quiero comentarte algo que a mí me parece muy interesante, que es el hecho de que este Departamento de Matemática Educativa, principalmente lo abren o lo inauguran el doctor Carlos Imaz, el doctor Eugenio Filloy y el doctor Juan José Rivaud. Estas tres personas son matemáticos de formación, doctores en matemáticas, interesadas en la problemática de la enseñanza de las matemáticas en todos los niveles. Ellos son quienes trabajan en los libros gratuitos de primaria. Con este cambio curricular en la Secretaría de Educación Pública y en todas partes del

mundo se le llama didáctica de las matemáticas o educación matemática al área que trabaja e investiga sobre la problemática del proceso enseñanza-aprendizaje de la matemática. Pero ellos deciden acuñar el nombre de “Matemática educativa”, es originario de ellos, porque ellos dicen que el problema de la matemática no es cuestión de la educación, el problema de la matemática está en ella y entonces se tiene que abordar desde ella misma; no desde los conceptos educativos para aterrizarlos en la matemática, sino a partir de la matemática ver cómo llegar al estudiante. Entonces, es un concepto diferente y yo estoy totalmente de acuerdo con eso, porque una de las grandes problemáticas de la matemática es que todos los objetos de la matemática son objetos de la imaginación. Entonces, el problema está en la matemática misma, principalmente.

**RPP:** Esto que me dices es muy interesante, sobre todo, porque iba para allá con mi siguiente pregunta. El año pasado, hay una revista que se llama *Educational Studies of Mathematics* que cumplió 50 años, y uno de sus editores, [Stephen] Lerman, hizo un análisis de los artículos de la revista desde la década de los noventa hasta la fecha (Lerman, Xu y Tsatsaroni, 2002), buscando qué tenían en común, qué temas se había desarrollado y en general cómo se había desarrollado la educación matemática, sobre todo, alrededor de esa revista que está centrada en Inglaterra. Y una de las cosas que él descubrió, viendo este análisis de revistas, es que en muy pocas de las publicaciones de esa revista tienen que ver con la gente que decide los planes de estudio y los programas de estudio en las escuelas, sobre todo en Inglaterra. Él incluso habla de dos comunidades: la que llama la comunidad de la investigación educativa y la comunidad de la planeación educativa, que él llama los *policy makers*. Y dice que, al menos en Inglaterra, esas dos comunidades están totalmente ajenas.

**PCG:** ¡Desvinculadas!

**RPP:** No tienen nada que ver una con la otra. ¿Cómo es el caso mexicano en general?

**PCG:** Sí, eso es. En general, yo creo que también están totalmente desvinculadas. Cuando los profesores entran a estudiar matemática educativa se dan cuenta de que hay muchas cosas que se pueden hacer para vincular estas dos áreas de trabajo que están totalmente desvinculadas. Sobre todo, en el nivel de, este, de secundaria y bachillerato se quejan mucho que no tienen injerencia sobre los planes y programas de estudio. Entonces, muchas veces dicen: ¿por qué no los ponen a estudiar este tipo de posgrados a esa gente que diseña esos programas?, ¿porque lo hacen pensando en otras cosas o pensando en no sé qué? Y en el caso de nosotros, del Politécnico, quiero comentarte que una teoría que hemos desarrollado, no sé si me esté adelantando a tus preguntas, pero hemos desarrollado la “Teoría de la matemática en el contexto de la ciencia”, a través de la cual nosotros miramos el problema de la enseñanza y el aprendizaje de la matemática que es una. Yo lo clasifico de la siguiente manera: para el alumno, la matemática es la pastilla amarga que tiene que tragar. La tiene que tragar porque está puesta en los planes y programas de estudio, y está puesta ahí

y tú le preguntas a cualquier profesor y te dice que no sabe por qué. Pues “porque la van a usar después”, que “porque...”, pero no porque sean conscientes de realmente cuál es la vinculación que existe entre la matemática y las demás disciplinas. Entonces, nosotros hemos observado en esta teoría que hemos desarrollado que cuando tú estás dando clases en el nivel superior o en un nivel técnico, estás preparando al estudiante para que enfrente su labor profesional. Entonces, en su actividad profesional él se va a encontrar con problemas que va requerir modelar, matematizar, y en ningún lado les dicen cómo hacerlo.

Entonces, ¿la matemática por qué está puesta en los niveles medio superior y superior? Bueno, está puesta, igual que en los niveles básicos, para desarrollar las habilidades del pensamiento, o sea, como un aspecto formativo para que puedan resolver los problemas de la vida cotidiana. Pero en el nivel medio superior y en el nivel superior hay dos características más que son particulares, que están puestas ahí para que puedan ofrecer un soporte científico a las demás asignaturas que llevan los estudiantes. Es decir, para que pueda tener una vinculación de la matemática con las otras asignaturas y que de esa manera puedan trabajar las demás asignaturas, por ejemplo, en el caso de las ingenierías como área científica. Y eso el profesor nunca lo sabe, por un lado, y por otro lado, nosotros hemos hecho un estudio donde hemos visto que los programas de estudio no cumplen con esta característica. Entonces, la teoría que nosotros tenemos sobre *la matemática en el contexto de la ciencia*, tiene cinco fases. Una fase que es la curricular, que es la que se encarga de establecer la vinculación que debe existir entre la matemática y las demás disciplinas...

**RPP:** Que es la primera que se desarrolló...

**PCG:** Sí, así es, porque nosotros lo que queríamos era poder observar y poder contestar las preguntas del estudiante: ¿Para qué me sirve esta materia?, ¿por qué me la están dando?, ¿cuándo la voy a usar?, ¿por qué tengo que llevarla? Preguntas que al inicio, al menos yo, no podía contestar. Así es como empieza mi inquietud por ingresar a lo que tiene que ver con la investigación en educación matemática.

**RPP:** Entonces en esta etapa curricular de desarrollo del programa de matemáticas en contexto se trató básicamente de establecer vínculos entre los contenidos matemáticos y las materias que necesitaban, sobre todo, la gente del área de ingeniería en el Politécnico.

**PCG:** Así es.

**RPP:** Y por otro lado, de enfocar algo que quizá no se incluye tradicionalmente en una disciplina específica, como la capacidad de modelación que tú has dicho.

**PCG:** Así es.

**RPP:** Algunas veces que hasta es parte del currículum oculto de las materias de ingeniería.

**PCG:** Sí, porque fíjate que en muchísimos programas de estudio se dice: “El alumno podrá modelar tal cosa y tal cosa de su carrera”, pero ¿y a qué hora se le está enseñando?, ¿en dónde dice cuándo tienen que modelar?, ¿cómo deben modelar? A cualquier profesor le preguntas cuáles son las actividades que tiene que realizar el estudiante para que sea apto para poder modelar y nadie te sabe responder. Es que es algo que no se ha desarrollado, entonces ahora estamos trabajando mucho en ese aspecto.

**RPP:** Y el siguiente fue la etapa didáctica.

**PCG:** Sí, porque a partir de esta fase curricular que te voy a comentar desarrollamos una metodología que se llama la metodología Dipsi, a través de la cual se elaboran los programas de estudio en donde tú sabes de los contenidos matemáticos que surgen de esos programas de estudio, exactamente dónde los vas a utilizar, cómo los vas a utilizar, qué contenidos son para aplicarse y qué contenidos tienen que estar ahí para darle la estructura lógica al conocimiento del programa de estudio. Entonces, se pueden distinguir esos contenidos.

**RPP:** ¿Esta metodología la tienen ustedes disponible para que maestros de otras unidades universitarias puedan asistir al Politécnico y llevar un curso, un taller o una maestría?

**PCG:** Sí. Mira, ahora estamos preparando una maestría en Didáctica de las Ciencias que, seguramente para enero del 2006 ya estará abierta para los profesores, en donde pueden llevar esta metodología y no sólo esto, sino van a poder llevar muchas otras asignaturas en donde nosotros lo que manejamos son las asignaturas vinculadas, no aisladas. Entonces, a través de esta maestría que tenemos en Didáctica de las Ciencias, su fundamento teórico es *la matemática en el contexto de las ciencias* y lo que se llama *ciencias coordinadas*, que es una teoría que nace en Inglaterra, en donde ellos vinculan lo que es la física y la química, nada más. Y nosotros estamos incluyendo la matemática en el contexto de las ciencias para que exista una vinculación entre todo. Porque cuando nosotros trabajamos la matemática en el contexto de las ciencias no nada más tienes que saber matemáticas, tienes que conocer las otras disciplinas, si no ¿cómo estableces la vinculación?, ¿cómo estableces el modelo matemático? Es imposible. Entonces, eso nos lleva también a la otra fase de la formación de profesores. Que un profesor no nada más tiene que conocer bien su disciplina, sino que tiene que estar preparado en las otras disciplinas del contexto, de formación docente.

**RPP:** Los noventa más o menos.

**PCG:** Sí, más o menos. Y la que me preguntabas de la fase didáctica, nace en el momento en el que nosotros hacemos un estudio para ver cómo es la vinculación con las disciplinas, entre las disciplinas, y vemos que podemos tener una estrategia didáctica para poder dar los cursos de matemáticas, que es lo que le llamamos *matemáticas en contexto*, a secas. Es una estrategia didáctica, tiene una parte metodológica que sigue ocho etapas –la parte metodológica– y contempla cursos extracurriculares para el estudiante y un taller integral en los

últimos semestres de la carrera del muchacho, en donde ahí resolvemos problemas de la industria. Entonces, es todo...

**RPP:** Integrado en un paquete.

**PCG:** Sí, todo un paquete que integra todas esas habilidades para que se puedan desarrollar, eh, las habilidades que requiere el muchacho como futuro ingeniero, principalmente.

**RPP:** Yo imagino que en el grupo de ustedes, conforme empiezan a reflexionar en lo que ustedes mismos están haciendo, empiezan a desarrollar lo que llamamos una teoría ¿no?, ¿a eso es a lo que le llamas la etapa epistemológica?

**PCG:** No, la etapa epistemológica es otra fase más, porque son cinco fases. Ahí lo que hacemos, en la parte epistemológica, es simplemente hacer investigaciones de cómo se establece la vinculación entre las disciplinas. Ahí ves cómo se establece.

**RPP:** ¡Ah! de acuerdo, epistemológica se refiere a...

**PCG:** Al conocimiento. Sí, eso es. Cómo está relacionada, incluso tenemos estudios de cómo ha nacido el conocimiento de la ingeniería vinculado junto con la matemática, de tal manera que, por ejemplo, tenemos un estudio donde vemos cómo nacen las *impedancias complejas*. Y podemos explicar de dónde salió ese proceso que se maneja para los circuitos eléctricos.

**RPP:** Se necesitan investigaciones hasta históricas.

**PCG:** ¡Es histórica y epistemológica, claro! Y eso nos ayuda, también, a conocer ciertos procesos de la ingeniería, que muchas veces se manejan de manera mecánica y ya se olvidó su génesis. Y entonces no se pueden hacer cambios, a menos que conozcas la génesis. Eso es lo que hacemos en la parte epistemológica. En el proceso de transferencia de masa hemos encontrado un comportamiento –la transferencia de masa– que lo hemos podido explicar, que es periódico, aunque no se observa un cierto comportamiento periódico; pero no es muy claro, hemos demostrado a través de la serie de Fourier que efectivamente es periódico. Entonces, son el tipo de estudios que hacemos en la fase epistemológica.

**RPP:** Y en estos últimos años ha aparecido una nueva fase, la cognitiva.

**PCG:** La cognitiva, para saber exactamente qué sucede en la cabecita del estudiante cuando está recibiendo esta matemática vinculada. Y bueno, la parte más espectacular que sucede es la motivación. La motivación queda grandemente fortalecida, bueno, de tal manera que te puedo decir que los estudiantes nos piden a los profesores de matemáticas: “¡Ay, usted dénos el curso de circuitos!, ¡usted dénos el curso de análisis de señales!” Entonces, les decimos: “no, pero es que yo, yo soy matemática, yo no puedo dar esos temas”. Lo que pasa es que así como tomamos el contexto de otras asignaturas para darle

sentido a la matemática, en el momento de establecer la vinculación, la matemática le empieza a dar sentido y significado a los otros conceptos de las otras disciplinas. ¡Eso es lo que está sucediendo! Entonces, por eso que le es atractivo al muchacho.

**RPP:** Sí, empieza a funcionar como un mecanismo de exportación la matemática...

**PCG:** ¡Sí! exporta e importa y se fortalecen al mismo tiempo las dos. Por eso es que entiende muy bien el muchacho tanto, por ejemplo, en el caso particular de ecuaciones diferenciales vinculadas con circuitos eléctricos. Entiende muy bien lo que son las ecuaciones diferenciales y también lo que son los circuitos eléctricos. ¡Entonces se empieza a fortalecer todo! De hecho, fíjate que nosotros, de esto que hacemos ahora en clases, nuestros “pininos” fueron con grupos pilotos, en los cuales nosotros entrábamos –los profesores de matemáticas– a las clases de las otras materias del muchacho. Y en el momento que se necesitaba la matemática nosotros entrábamos en acción. Lo que pasa es que muchos profesores no aceptaban que entraras a su clase. Y entonces eso, pues se dificultaba, porque si querías llevar todos los cursos de los estudiantes de esa manera, pues no tenías mucha gente que, que te permitiera entrar. Por eso fue que tomamos la otra opción, pero yo creo que para mí, lo ideal es que sea multidisciplinario el aprendizaje de los muchachos, que es lo que manejan en las escuelas activas, por ejemplo. Entonces, yo creo que así debe ser, lo que pasa es que se necesita gente preparada y psicológicamente adecuada para estos procesos. Como eso es muy difícil, por eso es que hemos regresado a lo otro.

Ahora, quiero comentarte que algo que considero que es uno de los éxitos que hemos tenido es que nosotros cuando aplicamos la metodología Dipsi, para los programas de estudio, observamos que en muchos de los cursos de las ingenierías que analizamos, los profesores no usaban mucho la matemática, cuando deberían de utilizarla. ¿Qué era lo que pasaba? que no se sentían fuertes en matemáticas. Ahora lo puedo decir por lo siguiente: porque los profesores de la Academia de Matemáticas que empezaron a participar en ver esta vinculación entre materias, buscar en libros de texto –que era como se establecían las vinculaciones–, quedaron sensibilizados, al menos, de que la matemática no estaba aislada, que tenía que estar incorporada a las demás materias. Entonces, en la Academia de Matemáticas de Ingeniería en Comunicaciones y Electrónica del Politécnico resulta que todos los profesores (participaron aproximadamente 70 profesores en la metodología) se sensibilizaron. Y entonces son profesores que en sus cursos, actualmente les dicen a sus estudiantes: “esto se utiliza así”, “veamos este ejemplo...”, otros nada más llegan a decir: “pues esto lo van a usar en tal materia...”, o sea, al menos una idea tienen, no están en cero los profesores. Todo esto repercute en los estudiantes, de tal manera que los estudiantes empiezan a decirle a sus profesores de la carrera de Ingeniería: “oiga maestro, ¿por qué usted no usa matemáticas aquí? si aquí me dijeron que se utiliza. Aquí me dijeron que se utiliza cálculo vectorial” por ejemplo en teoría electromagnética, “Aquí en álgebra lineal en teoría del control, ¿qué está pasando, por qué no usamos tal y tal cosa?” Empezaron a presionar a los profesores.



Después de prácticamente seis años de actividad de presión, por parte de los estudiantes, se acercaron los profesores que dan cursos de ingeniería a la Academia de Matemáticas para pedir que se les actualizara. Dimos dos diplomados, actualizamos aproximadamente a 150 profesores de ingeniería en matemáticas. Fue un diplomado de matemáticas para ciencias de aplicación de la ingeniería y matemáticas para ciencias básicas de la ingeniería. Yo considero que es uno de los grandes éxitos, ¿por qué? porque mientras mejor formado esté en matemáticas el profesor, las va a utilizar más en sus cursos y mejor preparado va a salir nuestro egresado. Yo creo que eso es lo que lleva a la excelencia.

**RPP:** Sí. Ustedes a través de la participación de los profesores en sus programas de actualización inciden en la manera en la que los cursos son impartidos a los estudiantes.

**PCG:** Así es.

**RPP:** Pero a nivel un poco más grande, ¿tienen ustedes alguna incidencia en cuanto a una reformación del plan de estudios, a la inserción o combinación de diferentes materias en una sola...?

**PCG:** No, lo que tenemos son estudios que se han hecho con esta metodología Dipsi para diseñar los programas de estudio. Y entonces, son programas de estudio que responden a las necesidades de las demás disciplinas. Esta metodología de forma total y en otros casos parcial, se ha aplicado en prácticamente todas las carreras de ingeniería del Politécnico, para el diseño de los programas de estudio.

**RPP:** Entonces esta estrategia, no sé hasta qué punto haya sido voluntaria, de tener en la misma escuela, un grupo de gente que esté haciendo investigación educativa y un grupo de gente que esté haciendo planeación curricular. Les ha evitado caer en la fractura que mencionaba el señor Lerman.

**PCG:** Sí, así es. Bueno, eso fue en los momentos en los cuales se ha aplicado esta metodología. Porque, igual que en todas partes, cambian las cuestiones administrativas, vienen otras gentes, otras personas y entonces empiezan a querer meter ideas nuevas, no tomar en cuenta lo que existe, entonces empieza nuevamente a existir la fractura. Eso es un problema que la verdad, como dicen algunos de mis estudiantes, ¿por qué no a las personas que dirigen las instituciones los ponen a estudiar este tipo de cursos para que entiendan qué cosa es lo que está sucediendo? Y no hagan esas separaciones esas rupturas.

**RPP:** Ustedes hicieron una caracterización, también, de modelos matemáticos, ¿verdad?

**PCG:** Así es.

**RPP:** ¿Dirigido también a esta facilidad de enseñar?

**PCG:** Sí, porque el asunto es el siguiente: para poder enseñar la modelación matemática le presentas un problema al estudiante, pero tiene que ser un problema –y ahí es la parte más complicada– que sea adecuado al estudiante, en el sentido de que tenga los conocimientos necesarios para poderlo resolver. Que los conocimientos que le falten lo puedan motivar para poderlos aprender y entonces poder resolver el problema y que no se sienta frustrado. Es la parte más complicada. ¿Qué hemos hecho para ello? Una clasificación de los modelos matemáticos para que se puedan ir dando de manera gradual.

**RPP:** Esta clasificación, entonces, es en base al contenido que se tiene que dominar para manejar determinado modelo.

**PCG:** Así es. Sí, y los más sencillos, que los llamamos modelos de primera generación, son los que surgen a partir del laboratorio, donde tienes datos estadísticos, donde empiezas a manejar la información concreta, para después pasar a la parte abstracta.

**RPP:** ¿Que no es lo mismo *modelación* que *matemáticas en contexto*?

**PCG:** No. Porque *matemática en contexto*, como nosotros la tenemos, es toda una metodología o estrategia didáctica. Y la *modelación matemática* forma una parte de toda esa estrategia didáctica. Ahora, para cuando yo tenga que modelar, tengo que modelar un problema que sea factible que yo lo haga, porque si le pones un problema muy complicado al estudiante lo frustras. Y entonces empieza el mismo círculo vicioso en el que siempre ha caído, de que “esto está muy difícil”, cuando ni siquiera lo ha leído, ni siquiera ha intentado el problema y ya te dice que está muy complicado. Entonces empiezas a retroalimentar esa, ese, ese sentimiento negativo que tiene al problema y en general a la matemática. Esa es la parte más complicada, por eso la clasificación.

También tenemos una clasificación de categorías, en lo que le hemos llamado *la traducción del lenguaje natural al lenguaje matemático*. En donde empezamos con la traducción que le llamamos *la natural*, en la cual es la más básica y se empieza a traducir como lo que se hace cuando empiezas a aprender álgebra: el doble de un número, el triple de la suma de dos números, etcétera. Empiezas con esa traducción que es la más simple, y después empiezas a avanzar con otro tipo de traducción. Tenemos la *traducción con evocación*, en donde puedes hacer la traducción siempre y cuando te recuerde o te evoque conceptos que tú tienes en tu interior. La primera traducción es literal, no es una traducción. Ésta no es de plasmarla tal cual, sino que tienes que recordar ciertos conocimientos para poder hacer la traducción, sino no, no la puedes hacer (asiente).

**RPP:** ¿Y esto se ha traducido, me imagino, en material didáctico que han ustedes utilizado en la carrera de ingeniería?

**PCG:** Así es. Es el material didáctico que tenemos para poder hacer la construcción de todos estos problemas para poder llegar. Un concepto, concepto teórico que tenemos muy interesante es la *transposición contextualizada*; porque hemos observado que mucho del conocimiento que tú le das al estudiante en

clase de matemáticas, tiene que transformarlo cuando lo tiene que aplicar: no se aplica de manera directa.

Bueno, un caso muy drástico es, por ejemplo, el de la Delta de Dirac. Tú lo defines como una función que vale cero en todas partes, excepto en el origen, ahí se va a infinito, etcétera. La integral bajo la curva es igual a 1, pero en muchas áreas del conocimiento, por ejemplo, incluso en física –tú debes saberlo– a veces se considera que la Delta de Dirac vale en cero en todas partes y en el origen vale 1. Entonces, es una adaptación que se hace, es una transformación del conocimiento, y a eso le hemos llamado “transformación contextualizada”, “transposición contextualizada.”

**RPP:** Hay algunos problemas a los que nosotros nos hemos enfrentado, por ejemplo, en la Facultad de Ciencias Marinas [de la Universidad Autónoma de Baja California, México] donde algunos vicios que tenemos los Físicos se institucionalizan. Y entonces, han habido algunas discusiones con los matemáticos a cerca de cuál es el concepto que vamos a enseñar a los alumnos, pongo el caso de censores o de funciones. Los matemáticos tienen una definición formal de qué es una función y una definición formal de qué es un censor. Y en el lenguaje coloquial los físicos le damos un significado diferente. Y después de muchas discusiones, al menos nosotros aquí en Ciencias Marinas, llegamos al acuerdo de que no íbamos a optar por ninguno de los dos, sino que íbamos a entrenar a los alumnos a reconocer quién estaba hablando. Porque lo mismo ocurre con las publicaciones, si está escrito por un físico quiere decir una cosa y si está escrito por un matemático quiere decir otra. ¿Este tipo de fricciones aparecieron al momento de hacer las áreas disciplinarias?

**PCG:** ¡Sí, claro, claro que sí!

**RPP:** ¿Y cómo las resolvieron?

**PCG:** Lo que pasa es que, eso es lo que tiene que ver con la transposición contextualizada. Exactamente ¡a eso le podríamos llamar la transposición contextualizada! Porque una cosa es la matemática formal y otra cosa es cuando tú la estás aplicando. Hay cosas que no te importan. Es como en la historia que hemos visto de Heaviside que es quien descubre lo que ahora se llama la Delta de Dirac, y entonces a él los matemáticos le frenaron sus trabajos. Y hasta 1930 sale a la luz pública el primer trabajo de Dirac, cuando él ya estaba muerto. Entonces, ¿por qué frenaron su trabajo? porque decían que no entendían qué estaba haciendo, pero no eran matemáticas, porque él decía: “es una función que vale, toma todos los valores en el origen hasta llegar a infinito” y decían: “eso no es una función, a un elemento del dominio nomás le corresponde uno en el contra dominio”; y decía Heaviside, bellamente: “Es que si a los matemáticos no les parece, porque no es una matemática formal, ese es problema de ellos. Mi problema es otro. Además, así como yo lo veo y lo manejo me funciona, entonces me tiene sin cuidado lo que digan los matemáticos”. Es como, por ejemplo, si yo he pasado tres días sin comer y veo un platillo succulento, con papitas fritas y una rica carne, ¡no me voy a esperar primero a entender el proceso de la digestión, para después comerme el platillo!, ¿verdad? Exactamente, es lo mismo.

Entonces, nosotros hemos observado con esa transposición contextualizada, cómo se transpone el conocimiento. ¡Hasta se concibe de otra forma! Otra cosa es la formalidad matemática, que yo creo que hace falta, la deben conocer los muchachos, pero no se deben quedarse ahí, sobre todo si son muchachos que van a estar aplicando. Que no se van a quedar en la parte teórica de la matemática.

**RPP:** No y, sobre todo, me parece a mí que ilustra algo que en clase muy rara vez se ve ¿no? La física tiene tanto tiempo de estar evolucionando, que la única manera de meterla en cinco años al cerebro de un alumno es axiomatizarla y convertirla en un árbol lógico...

**PCG:** Eso es.

**RPP:** Y muchas veces el alumno se queda con la impresión de que para desarrollar más física hay que seguir ese árbol lógico y ¡no! Hay toda una evolución, donde hay muchos conceptos intuitivos, hay muchos caminos equivocados y la mayor parte de las veces, el matemático es quien viene atrás limpiando y desechando todo, de manera que, por ejemplo, de los conceptos originales que Newton tenía acerca de la derivada, ¡no nos queda prácticamente ninguno! Hubo que seguir la  $\Sigma$  después de limpiar y decir “esto se tiene que escribir así, se tiene que mostrar así”. Y es con la que nos hemos quedado. Entonces, las dos partes son necesarias, y esa perspectiva muy pocas veces se ve.

**PCG:** Sí, porque esta otra forma de presentar el formalismo es presentar un conocimiento acabado.

**RPP:** Sí.

**PCG:** No cómo fue surgiendo. Entonces es muy difícil que el estudiante lo pueda construir en sí mismo. Dentro de las teorías de las didácticas disciplinarias hay una que maneja que el conocimiento se tiene presentar como se fue desarrollando, precisamente para que lo vaya construyendo, también, el estudiante. Lo que pasa es que eso también te llevaría mucho tiempo, entonces es otra problemática, o sea, ¡no es tan simple el problema!

## Referencias

Lerman, S., Xu, G y Tsatsaroni, A. (2002). Developing theories of Mathematics education research: The ESM story. *Educational Studies in Mathematics*, 51, 23-40.