

Liliana Suárez Téllez, Blanca Ruíz Hernández

Instituto Politécnico Nacional, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores

[lsuarez@ipn.mx](mailto:lsuarez@ipn.mx), [bruiz@itesm.mx](mailto:bruiz@itesm.mx)

## Resumen

La Matemática Educativa es una disciplina científica con un cuerpo de conocimientos orientado a dar una respuesta a las demandas de la sociedad ya que propicia la creación de ámbitos, materiales y propuestas de formación. La innovación educativa proporciona un conjunto de herramientas conceptuales y metodológicas para el diseño, el desarrollo y la evaluación de proyectos que logren auténticas transformaciones. El propósito de este trabajo es analizar cómo la investigación en Matemática Educativa contribuye a la viabilidad de proyectos que tienen como propósito la transformación en alguno de los ámbitos educativos para lograr que nuestros estudiantes logren los aprendizajes complejos que exige la sociedad actual. Ilustraremos esta relación con un proyecto de diseño de materiales desarrollado por el Instituto Politécnico Nacional y que ha servido de base para otros rediseños e investigaciones en el mismo Instituto, así como en algunos estados de la República y en el extranjero.

**Palabras clave:** *innovación educativa, matemática educativa, rediseño*

## Introducción

La innovación educativa proporciona un conjunto de herramientas conceptuales y metodológicas para el diseño, el desarrollo y la evaluación de proyectos que logren auténticas transformaciones en las funciones sustantivas de una institución educativa. La innovación educativa se puede caracterizar como un cambio creativo y duradero en cualquier nivel de las prácticas educativas, que se realiza de manera intencional, que produce modificaciones profundas en el sistema de generación y transferencia de conocimientos, habilidades, actitudes y valores, con la articulación de la participación de los agentes y que mejora la calidad de algún aspecto significativo del hecho educativo. La Matemática Educativa es una disciplina científica con un cuerpo de conocimientos orientado a dar una respuesta a las demandas de la sociedad ya que propicia la creación de ámbitos, materiales y propuestas de formación. La relación entre estos dos conceptos puede darnos información de la aplicación de la investigación en el ámbito educativo.

## Dos campos de conocimiento: la matemática educativa y la innovación educativa

La matemática educativa se puede caracterizar con una definición, con el tipo de problemas que aborda o por el tipo de resultados que ofrece. En la matemática educativa se pueden visualizar tres dimensiones según el tipo de resultado que ofrece (Cordero et al, 2010). En una primera dimensión, la matemática educativa es una disciplina que se encarga de estudiar los procesos de enseñanza y aprendizaje de la matemática, tiene precisamente como objeto de estudio la matemática, así un conjunto de resultados que ofrece la matemática educativa como disciplina es una reconceptualización, una resignificación de los contenidos en matemáticas, de tal manera que la matemática para un matemático, que también tiene como objeto de estudio la matemática, va a ser diferente a la de un profesor y a la de un matemático educativo. En una segunda dimensión, la matemática educativa ha proporcionado un conjunto de conceptos nuevos, de teorías (Batanero, 2001), de acercamientos que la constituyen precisamente como una disciplina, con conceptos como el de contrato de didáctico y varios otros que constituyen diversas teorías que ofrecen ya un acercamiento sistémico, como la Teoría de las Situaciones Didácticas (Brousseau, 1999). Hay una tercera dimensión que se refiere a la vinculación que tiene esta disciplina, una disciplina de

investigación que ya está reconocida el país como tal, como un cuerpo de conocimientos científicos, con la sociedad y, más precisamente, su vinculación con la docencia. En esta vinculación de la matemática educativa con la docencia, es decir, con las demandas que tiene el sistema educativo, profesores, estudiantes funcionarios, es donde se va a situar una de las múltiples y diversas relaciones que hay entre la matemática educativa y la innovación educativa.

La innovación educativa también es un cuerpo de conocimiento ya constituido en varias comunidades de educación en el mundo como Argentina, Chile, España, por mencionar sólo países de la misma lengua, que la han adoptado como una estrategia de transformación de los sistemas educativos. En México tiene relativamente poco tiempo pero es importante reconocer que la innovación educativa es un conjunto de estrategias que pueden ayudar a mejorar un sistema educativo (Ortega et al, 2007). La innovación educativa se suele asociar con aspectos de innovación tecnológica, es decir con resultados en disciplinas como matemáticas, física, química y procesos industriales, pero también se relaciona con la incorporación de las tecnologías de la información y la comunicación, sin embargo, la innovación educativa es más que solo pensar en un cambio, más que pensar en la incorporación de las tecnologías y, para hacerlo evidente, me ocuparé de algunos de los elementos de la innovación. Efectivamente la innovación está ligada a un cambio pero un cambio con mejora, tiene que haber una situación original se quiere cambiar y otra situación a la que se quiere llegar después de que la innovación se institucionalice, esta transformación intencional es lo que se reconoce como la innovación educativa, este proceso de resolución de problemas, desde una perspectiva no excluyente, que permite hacer transformaciones en el sistema educativo.

Una característica más de la innovación educativa es su carácter situado, es decir, se trata de un cambio que tiene que tomar en cuenta los elementos del contexto, por ejemplo una innovación diseñada para el Tecnológico de Monterrey no necesariamente debe tener los mismos resultados en una preparatoria pública o en una preparatoria de cierto estado. “La innovación ocurre en algún espacio educativo, un centro, una institución, un departamento administrativo, un aula, un cuerpo académico. En un sistema, cualquiera de los espacios tiene relación con varios elementos o subsistemas, por lo que el contexto donde ocurre la innovación, con su cultura, su clima, sus resistencias, es uno de los factores que se han revelado como más influyentes en el éxito de una innovación educativa. El contexto es tan determinante que lo que en uno puede ser innovador, en otro, no lo es, estableciendo el carácter mismo de innovación de una experiencia. Así mismo, el contexto influye fuertemente en la viabilidad de una innovación. En particular, la cultura organizacional es un aspecto fundamental para el desarrollo de una innovación. Se puede hablar de los aspectos visibles y los invisibles de la cultura de una organización, las innovaciones deben producir cambios en ambos. No es fácil modificar los hábitos que se han formado a partir de la experiencia, aun cuando la práctica cotidiana demuestre sistemáticamente su ineffectividad. En las reglas no escritas está el principal reto de la innovación y, para saber si es posible hacerla, es necesario estudiar la evolución de la cultura organizacional y diseñar estrategias que la conduzcan a formar una cultura de la innovación.” (IPN, MIE: 32-33).

### **La matemática educativa como base para el desarrollo de proyectos de innovación educativa**

En el marco de la innovación educativa son los proyectos de innovación permiten encauzar las iniciativas de los actores educativos, incrementando las probabilidades de lograr los cambios de fondo, duraderos, que requieren las instituciones para avanzar en la realización de su visión y afrontar los retos de la educación en México (Véase el libro del Consejo de Especialistas para la Educación, 2006). Los supuestos que ayudan a fijar la dirección en la que se habrán de orientar

estos proyectos son los siguientes: 1) Los problemas importantes de la educación son problemas de sistema por lo que requieren, para avanzar en su solución, un enfoque sistémico. 2) Para avanzar en la solución de problemas tan complejos como los que enfrenta un sistema educativo se necesita reconocer que no es el individuo sino el cuerpo académico (docente, directivo, de investigación, de personal de apoyo), organizado según el modelo profesional, el protagonista de las transformaciones del sistema. 3) Una de las tendencias actuales, derivadas de la incorporación de la tecnología y de la investigación sobre los ambientes de aprendizaje, señala que las estrategias para el mejoramiento de la educación se deben ocupar preferentemente del aprendizaje, de lo que logra el estudiante más que de lo que hace el profesor. 4) Las decisiones en el sistema se deben tomar considerando explícitamente el modelo subyacente y los datos que se utilizan. 5) La viabilidad de los planes de innovación que contribuyan a concretar la visión que se formula en las prospectivas del IPN depende de un factor fundamental: la conformación de redes de personal de apoyo, docentes, directivos e investigadores capaces de responsabilizarse de los proyectos de innovación que requiere la Reforma y de articular sus metas con las instancias correspondientes para avanzar en el logro de los objetivos de los grupos y de la institución.

### **Paquetes didácticos de matemáticas**

Los paquetes didácticos (Ruiz et al., 2003, Suárez, et al, 2005) son materiales didácticos útiles tanto al profesor como al estudiante, pero desde la perspectiva del docente, el proyecto no sólo tiene por objetivo proporcionar al profesor redes de actividades y materiales sobre los que él el profesor tenga que decidir para ponerlos en práctica en su propio curso, sino también discutir justificaciones y documentos que le aporten herramientas para que le faciliten la planeación de su curso y la retroalimentación de los materiales didácticos que se le proporcionan.

El proyecto conjunta marcos teóricos y metodológicos que son compartidos entre las diferentes comunidades que participan y que contribuyen al desarrollo de la metacognición y al logro de la autonomía en la organización del propio aprendizaje (tanto en profesores como en estudiantes) y concretan operativamente los cuatro organizadores del currículo; objetivos, contenidos, metodología y evaluación.

Las actividades diseñadas consideran los resultados de la investigación en matemática educativa y toman en cuenta los ejes del modelo educativo del politécnico. Cada paquete didáctico consta de una guía para el profesor, un libro para el estudiante, discos compactos con material interactivo y un portal en internet con un espacio para discusiones y actividades en ambiente virtual.

Las actividades propuestas están articuladas en un ambiente de resolución de problemas (Suárez, 2000) que centran el aprendizaje en el estudiante, consideran el trabajo individual y en equipo, se sustentan en la resolución de actividades matemáticas por parte del estudiante, propician la discusión matemática entre iguales y consideran la autoevaluación y co-evaluación entre pares. Cada actividad tiene un objetivo en sí mismo y dentro de la red de actividades.

Las actividades se planean de acuerdo al marco de análisis de las actividades (Alarcón, 1995). La planeación surge a partir de la aplicación del marco a una situación embrionaria y se concreta en diversos documentos que se agrupan en tres grandes categorías: La caracterización de la actividad, las soluciones del problema y un comentario didáctico. Éste último perfila el objetivo didáctico en función de sus soluciones y apunta algunas sugerencias para la interacción con los estudiantes y para la discusión en grupo.

La experiencia del profesor generará la historia de la actividad que se alimentará de y retroalimentará a los documentos que concretan la planeación. La historia de la actividad es

abierta y acumulativa. El trabajo sucesivo irá conformando historias de actividades que se robustecerán cada vez que un profesor trabaje en clase esa misma actividad y que registre su experiencia. De esa forma se pretende evaluar provechosamente la efectividad y eficiencia de la instrumentación de una actividad y lo más importante es que la acumulación de experiencias en un blog colectivo generará una comunidad de intercambio (Suárez, et al, 2005).

La conformación de una red de interacción e intercambio permitirá generar historias de actividades cada vez más detalladas y útiles para distintos niveles educativos y objetivos didácticos y aprovechar y retomar el trabajo colectivo.

Actualmente se cuenta con los paquetes didácticos de álgebra, geometría y trigonometría, cálculo diferencial y cálculo integral y se trabaja en la elaboración del paquete didáctico de Probabilidad y Estadística en el que se incluyen el conocimiento específico de cada contenido (Véase por ejemplo lo relacionado con la variable aleatoria en Ruiz y Sánchez, 2008). Además ya se tiene una red de interacción académica en ciernes.

### **Estrategias de aprendizaje**

En nuestra propuesta metodológica la discusión de la práctica docente se enfoca y orienta alrededor de las actividades de aprendizaje que constituyen el núcleo de reflexión de la comunicación entre profesores. Las actividades pueden girar alrededor de problemas, problemas guiados, proyectos, lecturas o ejercicios. Su elección se ha realizado por la potencia que proporcionan para representar y manipular objetos matemáticos, así como sus relaciones. Algunos estudios han documentado el grado de dificultad que existe para comprender conceptos como muestreo, variable aleatoria, probabilidad y funciones probabilísticas tanto en los niveles de bachillerato como en los universitarios (Barrangués, Guisasola y Morais, 2005) por lo que se opta por las actividades que permiten la exploración y el descubrimiento de conceptos y principios, que de otro modo serían mucho más abstractos. Las actividades se pueden interrelacionar entre sí por sus objetivos curriculares o porque una de ellas es generadora de otras. Por ejemplo, un problema, o una lectura, engendra otro problema. Así se constituyen las redes de actividades de aprendizaje que se vinculan desde perspectivas diferentes y que se pueden articular de varias maneras para cumplir diversos objetivos didácticos, o en distintos niveles cognitivos, dando como resultado la formación de secuencias de aprendizaje.

Las actividades se retoman entre sí cuando una nueva actividad de la red se pone en práctica por los vínculos que existen entre ellas, aunque se puede obviar una o varias. Así mismo, no tienen un orden predeterminado porque éste también dependerá de los objetivos del curso y de las habilidades de los estudiantes que lo cursan. Las redes proporcionan al profesor materiales sobre los que tiene que decidir y planear para definir secuencias que ponga en práctica en su propio curso. En este seminario nos ocupamos sólo de la lectura y un problema para ilustrar los comentarios didácticos de las actividades que forman una de las secuencias posibles de esta red.

### **Referencias**

- Alarcón, J. (1995). Notas del Seminario 'Precálculo y Resolución de Problemas'. DME-CINVESTAV-IPN.
- Batanero, C. (2001). Didáctica de la Estadística. Granada: Grupo de Investigación en Educación Estadística.
- Barrangués, J. I., Guisasola, J. y Morais, A. (2005). Concepciones de los estudiantes de primer ciclo de Universidad sobre estimación de la probabilidad. *Educación Matemática* 17(1), 55-85.
- Brousseau, G. (1999). Educación y didáctica de las matemáticas. *Educación Matemática*, 12, 1, 5-38.

Consejo de Especialistas para la Educación (2006). Los retos de México en el futuro de la educación. México: SEP.

Cordero, F., Albores, A., Asomoza, R., Briceño, E., Cabrera, L., Canché, E., Cen, C., Gómez, K. Migue, M. Silva, H., Soto, D., Viramontes, D. y Zaldivar, D. (2009). Cinvesni@s, una experiencia de difusión del conocimiento científico. *Avance y perspectiva*, Vol. 2, nueva época, núm.4. pp. 33-47.

IPN. Modelo de Innovación Educativa. [www.cfie.ipn.mx](http://www.cfie.ipn.mx)

Ortega, P., Ramírez, M.E., Torres, J.L., López Rayón, A.E., Servin, C.Y, Suárez, L., y Ruiz, B. (2007). Modelo de innovación educativa. Un marco para la formación y el desarrollo de una cultura de la innovación. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, Vol. 10, núm.1. pp. 145-173.

Ruiz, B. y Sánchez, T. (2008). La variable aleatoria como una idea fundamental dentro del currículum escolar. *Actas de las XIII Jornadas sobre Enseñanza y Aprendizaje de las Matemáticas*. Granada, España: Universidad de Granada.

Ruiz, B., Ortega, P. y Torres, J.L. (2003). La elaboración de paquetes didácticos para los cursos de matemáticas. In J. M. Cardeñoso, et al. *Investigación en el aula de matemáticas. Resolución de problemas*. Granada: Universidad de Granada.

Suárez, L. (2000). El trabajo en equipo y la elaboración de reportes en un ambiente de resolución de problemas. Master Thesis. DME-CINVESTAV-IPN, México.

Suárez, L., Cordero, F., Daowz, P., Ortega, P., Ramírez, A. y Torres, J.L. (2005). De los Paquetes Didácticos hacia un Repositorio de Objetos de Aprendizaje: Un reto educativo en matemáticas. Uso de las gráficas, un ejemplo. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 8 (1 y 2), 307-334.

Suárez, L.; Ortega, P.; Servín, C.; Téllez, J.; Torres, J.L. (2005) Paquetes Didácticos de Matemáticas: Integración de la investigación y la innovación tecnológica. *Memoria de Virtual Educa*.

[http://somi.cinstrum.unam.mx/virtualeduca2005/resumenes/2005-03-31456Matematicas\\_VirtualEduca.doc](http://somi.cinstrum.unam.mx/virtualeduca2005/resumenes/2005-03-31456Matematicas_VirtualEduca.doc)