

**La profesionalización docente en la modalidad online y la implementación de los REI:  
aciertos y desafíos**

**Teaching professionalization in the online mode and the implementation of REIs:  
successes and challenges**

Avenilde Romo

CICATA-IPN, México

<https://orcid.org/0000-0002-1364-5997>

Berta Barquero

Universidad de Barcelona, España

<http://orcid.org/0000-0001-7228-6210>

Marianna Bosch

IQS Universitat Ramon Llull, España

<https://orcid.org/0000-0001-9756-116X>

**Resumen**

La profesionalización docente en la modalidad online se ha venido conformando como una oportunidad de formación para los profesores de matemáticas en servicio. El Programa de Matemática Educativa del Instituto Politécnico Nacional de México se fundó en el año 2000 y desde entonces ha ofrecido un dispositivo de formación a los profesores de diversas regiones de México y de toda Latinoamérica. Uno de los objetivos principales de este programa es poner a disposición de los profesores herramientas teóricas y metodológicas producidas en la disciplina de la Educación Matemática para regular e innovar su práctica docente. Es así como desde el año 2013 hasta la fecha hemos venido diseñando e impartiendo cursos basados en la metodología REI-FP (Sierra 2013 y Ruiz-Olarría 2015). En esta comunicación se analizan elementos de última edición con el objetivo de mostrar “aciertos” y desafíos, reconociendo las particularidades de la modalidad online y de los dispositivos multimedia.

**Palabras-clave:** profesionalización docente, modalidad online, Recorridos de Estudios y de Investigación.

## **Abstract**

Teaching professionalization in online mode has become a training opportunity for in-service mathematics teachers. The Educational Mathematics Program of the National Polytechnic Institute of Mexico was founded in 2000 and since then has offered a training device to teachers from various regions of Mexico and Latin America. One of the main objectives of this program is to make available to teachers theoretical and methodological tools produced in the discipline of Mathematics Education to regulate and innovate their teaching practice. Since 2013 we have been designing and delivering courses based on the REI-FP methodology (Sierra 2013 and Ruiz-Olarría 2015). This communication analyses elements of latest edition with the aim of showing "successes" and challenges, recognizing the particularities of online mode and multimedia devices.

**Keywords:** Teacher professionalization, Online modality, Study and Research Tours.

## **La profesionalización docente en la modalidad online y la implementación de los REI: aciertos y desafíos**

Las políticas educativas de los países latinoamericanos y particularmente de México han impulsado la evaluación del desempeño docente como un elemento clave para mejorar la calidad de la educación. Uno de los tres propósitos del replanteamiento al modelo de evaluación en el año 2017 del Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación (INEE) de México es: “Fortalecer el desarrollo profesional del magisterio y, en consecuencia, mejorar la calidad de la educación obligatoria.”

Así, los profesores de matemáticas de los niveles desde básico hasta bachillerato son evaluados para ingresar y permanecer como docentes en servicio, enfrentando nuevas exigencias: integración de la tecnología informática, dar sentido a la enseñanza de las matemáticas de acuerdo con la realidad social de los estudiantes, formar ciudadanos capaces de comprender, cuestionar y mejorar su entorno. En este contexto, el desarrollo profesional se vuelve una demanda social, que de acuerdo con Michèle Artigue (2016) debe mostrar la evolución de la matemática y acercar la investigación didáctica a la práctica docente:

El desarrollo profesional de los profesores debe estar sostenido por la organización de una formación continua específica, permitiéndoles estar en contacto con la evolución de su disciplina, de apoyarse para su trabajo en los resultados de la investigación didáctica, de sacar provecho de la evolución tecnológica, de adaptar su enseñanza tanto en sus contenidos como en sus prácticas a la evolución de las prácticas y las demandas sociales. También, debe permitirles construir o apropiarse de herramientas conceptuales que les permitan reflexionar sobre sus prácticas de enseñanza y sus efectos. (Artigue, 2016, p. 36, traducción propia)

Por su parte, Sowder (2007) reconoce seis objetivos que deberían ser atendidos en el desarrollo profesional de los profesores: 1) una visión compartida de la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas, 2) un entendimiento de las matemáticas para el nivel enseñado, 3) un entendimiento de cómo los estudiantes aprenden matemáticas, 4) un profundo conocimiento pedagógico, 5) un entendimiento del rol de la equidad en la escuela de matemáticas y 6) un sentido de sí mismo como profesor de matemáticas.

La modalidad en línea y a distancia, parece ser óptima para enfrentar estos grandes retos del desarrollo profesional, en particular porque permite al profesorado combinar su formación continua con la práctica docente y, por lo tanto, experimentar de forma paralela los contenidos de la formación con la realidad del aula. Los entornos virtuales potencian además la dimensión colectiva del desarrollo profesional docente, llegando a generar verdaderas *Comunidades de Práctica* en el sentido de Wenger (1998) que pueden perdurar más allá del propio proceso de formación. Asumiendo el enfoque sociocultural del aprendizaje, el informe de Wideman (2010) recoge los principales resultados expuestos en la literatura sobre el uso de comunidades de aprendizaje online para el desarrollo profesional docente y la importancia para el aprendizaje profesional de los docentes de involucrarse en prácticas reflexivas, compartiendo sus experiencias con otros colegas igualmente involucrados. Las relaciones entre los educadores y profesores se fundamentan en lo que saben y conocen sobre la Educación Matemática. Es decir, en el compromiso que se basa en lo que hacemos y conocemos, así como en las contribuciones y el conocimiento de otros. Scott (2010) por su parte, aporta evidencia empírica sobre la efectividad de los programas de formación del profesorado, indicando seis principios básicos que también recogen otros autores (Castañeda y Adell 2011):

1. Considerar una orientación de resolución de problemas;
2. Incorporar oportunidades para que los profesores trabajen juntos y con expertos;
3. Facilitar la exposición de las innovaciones en el conocimiento, en la práctica docente y en las tecnologías utilizadas;
4. Permitir a los profesores probar nuevas estrategias y habilidades de enseñanza;
5. Promover la creación y el intercambio de recursos;
6. Permitir reflexiones y discusiones continuas y útiles

El cómo respetar estos principios en los programas de formación online y a distancia requiere un diseño específico que tenga en cuenta, particularmente, la disciplina objeto de enseñanza.

Estas investigaciones nos muestran las potencialidades de la modalidad de la formación continua del profesorado online y a distancia, al tiempo que nos cuestionan acerca de los retos

que implica una formación ofrecida en un marco institucional determinado, como es el de una maestría para profesores de matemáticas (ProME).

### **Los recorridos de estudio e investigación para la formación del profesorado**

En total sintonía con el paradigma sociocultural de la formación del profesorado, investigaciones recientes en la teoría antropológica de lo didáctico (TAD) plantean la necesidad de basar el desarrollo profesional del profesorado de secundaria en cuestiones problemáticas que surgen durante el ejercicio de la profesión (Cirade 2006). Con ello se consigue que el proceso de formación permita vincular los nuevos conocimientos fruto de la investigación educativa con la realidad del aula y presentarlos como herramientas para analizar y resolver problemas, más que como un conjunto de técnicas y saberes más o menos dogmáticos (Chevallard 2013). Al mismo tiempo, los conocimientos didácticos pueden utilizarse para cuestionar tanto los contenidos curriculares como las formas de enseñanza, permitiendo así a los profesores en formación formular nuevas cuestiones problemáticas que entorpecen implícitamente el quehacer docente, actuando de forma transparente para todos los actores del proceso educativo.

Estas asunciones se materializan en una metodología designada como “recorridos de estudio e investigación para la formación del profesorado” (REI-FP) experimentada inicialmente por Sierra (2006) en el caso de la formación inicial de maestros y desarrollada por Ruiz-Olarría (2015) para la formación inicial de profesores de matemáticas de secundaria. En ella, el proceso de formación parte de una cuestión problemática para la profesión docente que se aborda en cuatro etapas generales: vivir, como estudiante, una propuesta innovadora de actividad matemática; analizarla y adaptarla para su implementación en el aula; experimentarla con alumnos de secundaria; identificar las restricciones institucionales que la experimentación ha puesto en evidencia y refinar o rediseñar la actividad.

Esta metodología de formación ha sido fuertemente adaptada a la modalidad en línea y a distancia, considerando para ello las herramientas multimedia foros, videos, plataforma Moodle, así como las condiciones del trabajo asíncrono y el hecho de que los participantes son profesores en servicio de educación secundaria o universitaria, principalmente de México y de otros países de América Latina (Argentina, Chile, Colombia, Paraguay y Uruguay). Particularmente la condición de profesores en servicio permite que puedan realizar experimentaciones en sus clases o con pequeños grupos de estudiantes voluntarios.

La investigación que aquí presentamos tiene un triple propósito:

- Estudiar la posibilidad de adaptar la metodología de los REI-FP propuesta por Ruiz-Olarría (2015) al caso de la formación online y a distancia.
- Analizar los efectos de la formación impartida en la manera de conseguir que los profesores sean capaces de analizar, adaptar, validar y desarrollar una propuesta didáctica sobre la enseñanza de la modelización matemática.
- Observar hasta qué punto los profesores son capaces, durante el curso y gracias a las herramientas propuestas en él, de identificar las principales restricciones institucionales que dificultan la integración de la modelización matemática como actividad normalizada en el aula.

La metodología de investigación que hemos seguido se basa en un análisis clínico (Pedinielly y Fernandez 2015) y exploratorio de las producciones de un grupo de profesores durante la segunda edición del curso, así como de los resultados obtenidos de las encuestas de evaluación.

### **Un curso de modelización matemática para la formación de profesores**

El ProME del CICATA-IPN, ofrece desde el año 2000 una maestría y un doctorado, en línea y a distancia, para profesores de matemáticas en servicio que otorga una gran importancia a la integración explícita de nuevos conocimientos en didáctica de las matemáticas a la práctica docente efectiva. La maestría se organiza en cuatro semestres en los que se ofrecen 12 cursos, que son impartidos en los primeros tres semestres, con el objetivo de mostrar una perspectiva general de la didáctica de las matemáticas, de sus herramientas teóricas y metodológicas, así como la forma en que éstas pueden utilizarse para gestionar, regular y evolucionar la práctica

docente. El cuarto semestre está dedicado íntegramente al desarrollo de un pequeño trabajo de investigación que surja en relación con algún problema de la propia práctica docente.

En este trabajo presentamos el diseño, implementación y análisis de un curso titulado “Naturaleza del pensamiento matemático” centrado en la enseñanza de la modelización matemática y de las dificultades o limitaciones de índole institucional (contexto escolar, condiciones curriculares, etc.) que emergen, o podrían emerger, en su inclusión en el aula. El curso, que corresponde al primer semestre, ha sido diseñado e impartido durante los dos últimos cursos académicos (2013/14, 2014/15, 2016/17 y 2017/2018) por un equipo de cinco formadores de México y de Barcelona, todos ellos investigadores en didáctica de las matemáticas y que incluye a los autores de este artículo.

Las cuestiones de la profesión que nos planteamos abordar dentro del curso son las siguientes: *¿Cómo analizar, adaptar, desarrollar e integrar a nuestra práctica docente un proceso didáctico relacionado con la modelización matemática? ¿Cómo difundir entre pares e institucionalizar a largo plazo un proceso didáctico basado en la modelización y que se considera pertinente para determinado nivel de formación escolar? ¿Qué dificultades deben superarse? ¿Qué herramientas didácticas lo posibilitan? ¿Qué nuevas cuestiones surgen y en qué instancias pueden abordarse?*

### **Características del curso online**

El curso se desarrolló en la plataforma Moodle, donde se encuentra *la bienvenida* en un video hecho por los 5 formadores (Figura 1), un documento en el que se detallan los objetivos, las cuatro actividades a desarrollar, el calendario, la forma de evaluación y un foro general “Cafetería” que está abierto durante todo el curso. La duración de este es de cuatro semanas de trabajo intensivo. Las intervenciones de los formadores se hacen mediante videos (retroalimentaciones generales), foros (retroalimentaciones o moderación de debate en

pequeño grupo), mail (individual o grupal) y documentos de soporte (artículos, material didáctico, pautas, etc.) para el desarrollo de las actividades.

Figura 1

*Interfaz del curso en Moodle.*



A continuación, detallamos las cuatro actividades del curso, la forma en que se presentaron, las herramientas asociadas y el análisis de las producciones de los profesores que participaron en la cuarta edición del curso en 2016/17.

### **Actividad 1. Evolución del número de usuarios de la red social Facebook**

En esta primera actividad se pide realizar por equipos una previsión a corto y largo plazo de la evolución del número de usuarios de Facebook. Cada equipo, compuesto por cuatro profesores en formación, deberá estudiar dos de las once variables (los datos corresponden a 11 regiones), a quienes se pide que asuman un rol de matemático aprendiz o de estudiante universitario. La consigna se presenta de la siguiente manera:

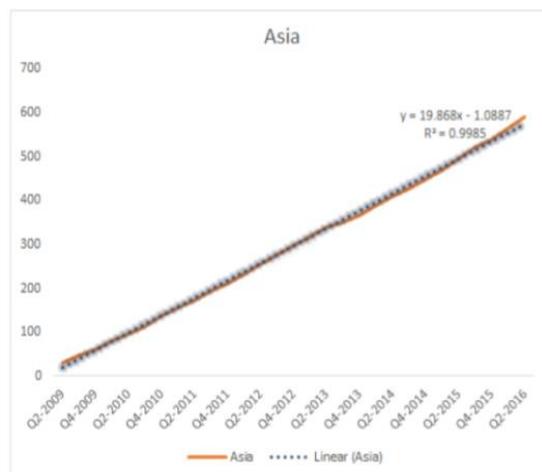
La empresa PUBLICITY solicita a nuestro grupo realizar un estudio de la evolución del número de usuarios de FACEBOOK. Los responsables del estudio, Avenilde, Berta, Lidia, Marianna y Mario solicitan un informe parcial el 15 de marzo y un informe final dirigido a PUBLICITY el día 20 de marzo de 2017, junto con una descripción detallada de la actividad realizada (precisando el proceso seguido).

Esta actividad se realiza en tres fases (ver figura 2), en la primera se presenta el documento “Evolución del número de usuarios de la red social Facebook” con los datos sobre las variables a estudiar y se habilita un foro para que el equipo de profesores pueda realizar el



Figura 3

*Gráfica del modelo lineal propuesto por el equipo 1*



Se observa que el coeficiente de determinación  $R^2$  es de 0.9985, lo que sugiere un buen ajuste del modelo. Pues este dato nos indica que un 99.85% del comportamiento de la serie queda explicada por la recta de regresión.<sup>1</sup>

Si bien la estimación, mediante este método, queda por debajo de los datos reales, la tendencia en lo general no cambia.

## **Actividad 2. Producción de una guía didáctica**

La actividad 2 del curso consiste en el desarrollo de una guía didáctica (basada en un análisis didáctico espontáneo) y se desarrolla en tres fases: 1) Hacer una guía didáctica de manera individual para que un colega sea capaz de implementar con un grupo de estudiantes la actividad de “Evolución del número de usuarios de la red social Facebook”; 2) Analizar y discutir en un foro las guías didácticas producidas individualmente por cada miembro del equipo. Para ello se propone considerar diferentes elementos: organización de la clase (gran grupo, grupos pequeños), actividad del profesor, actividad de los estudiantes, el tipo de problema propuesto (abierto, de investigación, tarea matemática tradicional, de respuesta inmediata), conocimientos con los que cuentan los estudiantes, conocimientos que van a construirse, objetivos de la actividad, tema del programa que se aborda, discurso del profesor, etc. y 3) Generar una guía didáctica común. El objetivo de esta actividad es situar a los profesores en un nivel de *análisis didáctico* de la actividad “Evolución del número de usuarios de la red social Facebook”, para estudiar su viabilidad en las aulas de secundaria, sus

potencialidades y límites, así como la manera de adaptarla a las restricciones propias de la educación secundaria (conocimientos previos, tiempos y organización de la clase).

El equipo 1 en su guía didáctica final por equipos, de 25 cuartillas, muestra dos actividades, una para nivel bachillerato y otra para nivel universitario. En esta, presentan tareas adaptadas que guían el trabajo de modelización matemática de los estudiantes. La estructura del “REI adaptado” para estudiantes que cursan los estudios universitarios de economía es la siguiente:

**Fase I:** Diseño de un plan de trabajo y asignación de actividades. Repaso del método de optimización y del proceso para encontrar la ecuación de regresión.

**Fase II:** Elaboración de gráficos y análisis.

**Fase III:** Lectura del método de la Universidad de Princeton y comparación de metodologías.

**Fase IV:** Elaboración de conclusiones y presentación.

Es posible notar cómo los profesores de este equipo han «cerrado» el REI al incluir en la primera fase «un repaso» del método de optimización. Se pretende que los estudiantes estén «preparados» para enfrentar de mejor manera la modelización matemática, de la actividad 1 de este curso, que parece corresponderse con la fase III. Las dos primeras tareas propuestas en la fase I en la guía de los profesores, son las siguientes:

Figura 4

*Tareas propuestas para el nivel universitario.*

**Tarea 1\* (Utilizarla para nivel licenciatura)**

a) Ubica en un mismo plano cartesiano la serie de puntos dados de la tabla siguiente.

Punto	A	B	C	D	E
X	10	20	30	30	40
Y	25	35	45	35	45

b) Encuentra las ecuaciones de las rectas que pasan por los puntos AC, AD y AE

c) Completa las tablas siguientes considerando las diferencias que se generan entre cada punto con la ecuación obtenida en el inciso anterior.

Punto	Ecuación 1 (de AC): Y Estimada=.....	Diferencias (Y- Y estimada)	Cuadrado de las diferencias
A			
B			
C			
D			

*Actividad 3. Implementación de la actividad “Evolución del número de usuarios de la red social Facebook” con estudiantes*

En esta actividad cada profesor implementa, con estudiantes o un grupo de voluntarios, la actividad “Evolución del número de usuarios de la red social Facebook” propuesta en la guía didáctica de equipo, y genera un informe de su experimentación. Esta actividad resulta muy interesante debido a que el equipo de profesores ha producido conjuntamente la guía didáctica, pero la implementación es hecha individualmente y en condiciones distintas. Esto permite confrontar “lo esperado” con tres realidades escolares diferentes. La mayoría de los profesores, en la implementación se dan cuenta de que el “cierre” del REI no era tan necesario y que los estudiantes son capaces de investigar, de ser autónomos y que pueden interesarse en el desarrollo de una actividad de modelización.

#### **Actividad 4. Análisis conjunto y revisión final de la guía didáctica**

Esta actividad tiene por objetivo generar un análisis global de la actividad “Evolución del número de usuarios de la red social Facebook”. Para ello, primero se comparten, en un foro por equipo, los informes de las experimentaciones individuales y se analizan. Posteriormente, se revisa y modifica la guía didáctica de equipo producida en la actividad 2, haciendo explícitos un análisis matemático y didáctico de la actividad. Para realizar esta nueva guía se entrega un documento teórico, producido por los formadores, en el que se presentan herramientas de análisis didáctico para la descripción del trabajo matemático desarrollado, para gestionar y regular las actividades abiertas de modelización e investigación en comparación con las más tradicionales de transmisión de conocimiento: profesor guía del estudio y estudiante con mayor responsabilidad y autonomía, etc. En las interacciones con los formadores (videos, retroalimentaciones, y foros), estos ponen especial énfasis en la identificación de restricciones institucionales que los profesores no habían previsto y que surgieron inevitablemente durante la experimentación.

#### **Conclusiones**

La investigación aquí presentada es de carácter exploratorio y, de acuerdo con la metodología clínica considerada, su validez experimental se seguirá poniendo a prueba en las siguientes ediciones del curso. Más allá de esto, los resultados que se han generado permiten evidenciar conclusiones parciales, pero que dan luz sobre algunos efectos del diseño y de la implementación del curso en la modalidad virtual. Es decir, permiten mostrar los alcances de los tres objetivos que han guiado esta investigación.

La adaptación de la metodología de los REI-FP propuesta por Ruiz-Olarría (2015) al caso de la formación online y a distancia se prueba nuevamente en esta edición del curso, en el marco institucional de los cursos del CICATA.

Las cuatro actividades que conforman el curso permiten gradualmente hacer conscientes a los profesores de las restricciones institucionales que dificultan la integración de la actividad de modelización matemática en la enseñanza regular. Experimentar el REI (Actividad 1) los confronta a una búsqueda de la respuesta esperada por los formadores más que a seguir un proceso de estudio y de investigación. En la adaptación del REI para ser implementado en el aula (Actividad 2 y 3), los profesores intentan revertir la incertidumbre que conlleva el desarrollo de una actividad abierta. El análisis de las guías didácticas conjuntamente con los formadores muestra que el “cierre del REI implementado” no es una cuestión de un profesor ni de un equipo, sino de varios y por tanto, que hay una visión compartida sobre la enseñanza de la modelización matemática, que traspasa fronteras y que parece asociada a una pedagogía de ‘visita de las obras’. Esta visión compartida se refleja en el “cierre” de la actividad de modelización a una secuencia de preguntas cortas; propuesta de ciertos modelos matemáticos previamente identificados por el profesor; uso muy dirigido de los TIC; predominio del contenido matemático curricular, el poco o nulo espacio para la investigación y el trabajo autónomo de los estudiantes.

Finalmente, el REI-FP en la modalidad online permite que un grupo muy heterogéneo de profesores de matemáticas visibilicen restricciones institucionales que determinan su enseñanza. Asimismo, podemos afirmar que esto es posible gracias a que el REI-FP fue adaptado a la modalidad online siguiendo los principios propuestos en Scott (2010): parte de un problema abierto de la profesión docente; posibilita el trabajo colaborativo guiado por un grupo de formadores expertos en didáctica de las matemáticas; posibilita relaciones entre la teoría y la práctica a diferentes niveles, muestra herramientas teóricas y metodológicas innovadoras; pone a disposición de los profesores actividades que requieren del uso de las TIC, dota de herramientas para la adaptación y el análisis de la implementación de recursos didácticos, elemento clave en el desarrollo de la práctica docente.

## Agradecimientos

Esta investigación se ha financiado en el marco de los proyectos I+D+i: RTI2018-101153-A-C22 (MCIU/AEI/FEDER, UE) y RTI2018-101153-B-C21 (MCIU/AEI/FEDER, UE).

## Referencias

- Artigue, M. (2016). Soutenir le développement professionnel des enseignants : un défi majeur à relever. *Actas de la XIV Conferencia Interamericana de Educación Matemática*. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. [http://xiv.ciaem-iacme.org/index.php/xiv\\_ciaem/xiv\\_ciaem/paper/viewFile/1514/739](http://xiv.ciaem-iacme.org/index.php/xiv_ciaem/xiv_ciaem/paper/viewFile/1514/739)
- Castañeda, L. y Adell, J. (2011). El desarrollo profesional de los docentes en entornos personales de aprendizaje (PLE). En Rogi Vila, R. y Laneve, C. (Eds.) *La práctica educativa en la Sociedad de la Información: Innovación a través de la investigación* (pp.83-95). Alcoy: Marfil.
- Chevallard, Y. (2013). Enseñar matemáticas en la sociedad de mañana: Alegato a favor de un contraparádigma emergente. *Journal of Research in Mathematics Education*, 2 (2), 161-182.
- Cirade, G. (2006). Devenir professeur de mathématiques. Entre problèmes de la profession et formation à l'IUFM. (Tesis de doctorado). Université de Provence, Francia.
- Pedinielly, J.L. y Fernandez, L. (2015). *L'observation clinique et l'étude de cas* (3e). París: Armand Colin.
- Ruiz Olarría, A. (2015). *La formación matemático-didáctica del profesorado de secundaria: De las matemáticas por enseñar a las matemáticas para la enseñanza*. (Tesis Doctoral). Universidad Autónoma de Madrid.
- Sierra, T. A. (2006). *Lo matemático en el diseño y análisis de organizaciones didácticas. Los sistemas de numeración y la medida de magnitudes*. (Tesis doctoral). Universidad Complutense de Madrid.
- Scott, S. (2010). The theory and practice divide in relation to teacher professional development. En J. O. Lindberg & D. O. Angers (eds.), *Online learning communities and teacher professional development: Methods for improved education delivery* (pp. 20-40). IGI Global.
- Sowder, J. T. (2007). The mathematical education and development of teachers. En F. K. Lester, Jr. (ed.). *Second handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 157-223). Charlotte, NC: Information Age.
- Wenger, E. (1998). *Communities of practice. Learning, meaning and identity*. Cambridge: Cambridge University Press
- Wideman, H. (2010). *Online teacher learning communities: A literature review*. Institute for Research on Learning Technologies, York University.