



20 al 30 de abril de 2017

## Dificultades en la comunicación de las matemáticas online

Eje temático 1: Experiencias y recursos en educación virtual 2.0. Los cursos MOOC abiertos masivos en línea: Comunicación de experiencias, evaluación e impacto de esta nueva tendencia.

Pablo Gregori y Vicente Martínez

Instituto de Matemáticas y Aplicaciones de Castellón,  
Departamento de Matemáticas, Universitat Jaume I, España.  
E-mails: gregori@uji.es, martinez@uji.es

**Resumen.** La tutorización online sobre contenidos matemáticos implica la edición de expresiones matemáticas que deben viajar de alumno a profesor, y viceversa. Abandonar la escritura clásica, sobre papel, para realizarlo sobre un procesador de textos supone un pequeño inconveniente para el profesor, pero un verdadero obstáculo para el alumno. En este trabajo repasamos las herramientas informáticas existentes, analizamos las dificultades que representan, e indicamos algunas soluciones.

**Palabras clave:** Nuevas tecnologías, educación virtual, notación matemática, publicación en web, transcripción automática.



20 al 30 de abril de 2017

## Dificultades en la comunicación de las matemáticas online

Pablo Gregori y Vicente Martínez

Instituto de Matemáticas y Aplicaciones de Castellón, Departamento de Matemáticas, Universitat Jaume I, España. E-mails: gregori@uji.es, martinez@uji.es

**Resumen.** La tutorización online sobre contenidos matemáticos implica la edición de expresiones matemáticas que deben viajar de alumno a profesor, y viceversa. Abandonar la escritura clásica, sobre papel, para realizarlo sobre un procesador de textos supone un pequeño inconveniente para el profesor, pero un verdadero obstáculo para el alumno. En este trabajo repasamos las herramientas informáticas existentes, analizamos las dificultades que representan, e indicamos algunas soluciones.

**Palabras clave:** nuevas tecnologías, educación virtual, notación matemática, publicación en web, transcripción automática.

### 1. Introducción

Las matemáticas incluyen conceptos abstractos y un lenguaje en el que expresarlos. Las metáforas ayudan a entender los conceptos, pero sólo el lenguaje los transmite con corrección. Cuando el alumno no tiene suficiente con los recursos docentes, y necesita la tutorización del profesor para aclarar conceptos, la vía online supone un gran obstáculo de cara a la comunicación del lenguaje, si se precisa de editar los textos. Para componer los signos, operaciones y objetos matemáticos más sencillos, es necesario un conocimiento profundo de las relaciones entre ellos. Si no se dominan conceptualmente los operadores, las precedencias, las jerarquías, etc., una tarea, tan sencilla para el profesor, como transcribir una expresión matemática, de cierta complejidad, encontrada en un libro, puede resultar un proceso laberíntico o incluso imposible para el alumno. Sin embargo, cuando la comunicación online ocurre entre profesores o investigadores, la edición de fórmulas sólo presenta el inconveniente de tomar algo más de tiempo que su escritura en papel.

En este trabajo repasamos las herramientas informáticas que apoyan la redacción de textos matemáticos para facilitar la comunicación online, no presencial (ver [2], [4] y [8]), haciendo especial hincapié en las que pueden ayudar al alumnado, menos familiarizado con el rigor del lenguaje matemático.

### 2. El lenguaje natural y el lenguaje matemático



20 al 30 de abril de 2017

Las personas utilizamos el lenguaje natural para describir el mundo que nos rodea, y para expresar nuestras ideas sobre cómo lo entendemos. La conceptualización de este mundo, y su complejidad, exige al lenguaje la creación de nuevas palabras con significados precisos. Los conceptos matemáticos, basados en los números, sus operaciones y transformaciones, pueden explicarse, en ocasiones, mediante metáforas expresadas en lenguaje natural, pero sólo se pueden manipular y trabajar correctamente si se expresan en un lenguaje riguroso, el matemático, con sus letras, flechas, funciones, etc., y las reglas de inferencia. Durante siglos, la docencia de las matemáticas ha transcurrido en el aula, con un contacto directo entre alumnos y profesores. En ella, se ha explicado y aprendido, mediante el uso de los lenguajes natural y matemático, sobre una pizarra tradicional. Mientras el texto, correspondiente al lenguaje natural, puede ser transcrito con relativa facilidad, las grafías del lenguaje matemático no tienen representación sobre un teclado de ordenador, o de cualquier otro dispositivo, y su transcripción es una tarea mucho más elaborada. La web, como medio de comunicación, ha ido evolucionando: comenzó albergando y compartiendo páginas de texto plano (lenguaje natural), y poco a poco se fueron enriqueciendo las posibilidades —multitud de tamaños, formatos y tipos de letra, para el texto, la inclusión de imágenes, sonido, vídeos, etc.—. La dificultad en la transmisión de conocimientos matemáticos ha residido en la representación de los símbolos, y la web ha ido evolucionando también a este respecto, como se comenta a continuación.

### 3. Herramientas informáticas para la edición de expresiones matemáticas

El primer editor de calidad que admite expresiones matemáticas en su tipografía fue *TeX* (posteriormente *LaTeX*). Como no podía ser de otra manera, el editor escribe en código para, posteriormente, mediante compilación máquina, componer los caracteres matemáticos. El editor *TeX* fue creado por Donald E. Knuth, en 1985 y, desde entonces, ha resultado ser muy popular en el entorno académico (ver [5] y [7] para aprender su utilización, y [1] y [9] para conocer su historia en el ámbito internacional y el hispanohablante, respectivamente).

*TeX* es una herramienta muy eficaz en el ámbito científico-técnico pero, dada la dificultad de su escritura en código, resulta un desconocido para el resto de usuarios de la web, dado que no tiene una representación amigable en *Office* —editor de enorme popularidad para usuarios de *Microsoft Windows*—. *Scientific Workplace* [6] fue el editor creado para compatibilizar *LaTeX* con *Microsoft Office*. El editor presenta algunas ventajas de manejabilidad —existe un menú con ventanas, se puede editar en *Office*— sin embargo sigue siendo de difícil utilización para la mayoría de la comunidad web —actualmente casi global a nivel mundial—. Además no tiene una traducción 100% a *LaTeX*.

Asimismo, los paquetes de ofimática, tanto propietarios como libres (*Microsoft Office*, *OpenOffice*, *LibreOffice*, etc.) contienen plugins para editar ecuaciones, con un rango bastante aceptable para el público general (en particular, la docencia *undergraduate*), pero muy limitados para la investigación. Y la usabilidad sigue



20 al 30 de abril de 2017

siendo un hándicap, ya que enganchar y arrastrar símbolos es muy fácil, pero muy repetitivo, y se convierte en un proceso largo y tedioso.

Los documentos creados con *TeX* y *LaTeX* pueden acabar en el universal formato *PDF*, y ser compartidos en la web, y de igual manera, los documentos editados con los paquetes de ofimática, que pueden convertirse a *PDF* o mantener su formato, puesto que también está muy extendido.

Otra corriente para la transmisión escrita de los textos científicos por la web ha sido la evolución del *HTML*, incorporando estándares que permitan a los navegadores interpretar código y renderizar ecuaciones con calidad sobre la pantalla. En [2] se puede encontrar una presentación de dicha evolución: *MathML* (basado en *XML*), que es compatible para distintas máquinas, utiliza lenguaje entendible para editores web; *MathType*, editor interactivo con *Microsoft Windows* y *macOS* y compatible con editores web; *OpenMath*, proyecto europeo que empezó a desarrollarse en 1993; *MathJax*, que va ganando en popularidad los últimos años, etc.

Las universidades que imparten formación online no han sido ajenas a esta problemática, y en todas ellas ha habido intentos de subsanar las deficiencias de comunicación matemática a distancia. La mayoría de universidades ha habilitado sistemas de comunicación basados en *XML*, en España la Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED) y la Universitat Oberta de Catalunya (UOC). Por ejemplo, en la UOC, la comunicación matemática puede hacerse por medio de un editor incorporado al correo electrónico (ver [8]). El entorno virtual de la Universitat Jaume I de Castellón (UJI) utiliza el sistema *Moodle*. En este sistema, la comunicación matemática se facilita por medio de un "botón" en el editor de texto de los foros, que proporciona una lista de objetos matemáticos (potencias, raíces, fracciones, etc.) que el usuario puede arrastrar al cuadro de texto para componer las fórmulas, y además admite añadir código *LaTeX* al usuario más avanzado. Una de las aplicaciones es la resolución de dudas mediante tutorías a distancia (ver Fig. 1 y Fig. 2). En estos casos, resulta conveniente añadir al mensaje la advertencia de que éste debe ser leído en el entorno virtual para la visión correcta de la expresión matemática.

#### 4. Herramientas informáticas para evitar la edición

Los editores del tipo *XML* para webs todavía resultan poco manejables para los usuarios noveles, como pueden ser los estudiantes de primeros cursos universitarios. Esto ha llevado a habilitar nuevos tipos de comunicación matemática que emulen la clásica pizarra del aula presencial. En este sentido, y desde la experiencia en la UJI sobre la impartición del Máster Universitario en Matemática Computacional, en [3] se han presentado diversos sistemas de comunicación simulada de pizarra presencial. En la Fig. 3 puede verse un ejemplo de comunicación entre profesor y alumno, mediante la utilización de tablets, y una aplicación que permite la edición con un lápiz óptico.

20 al 30 de abril de 2017

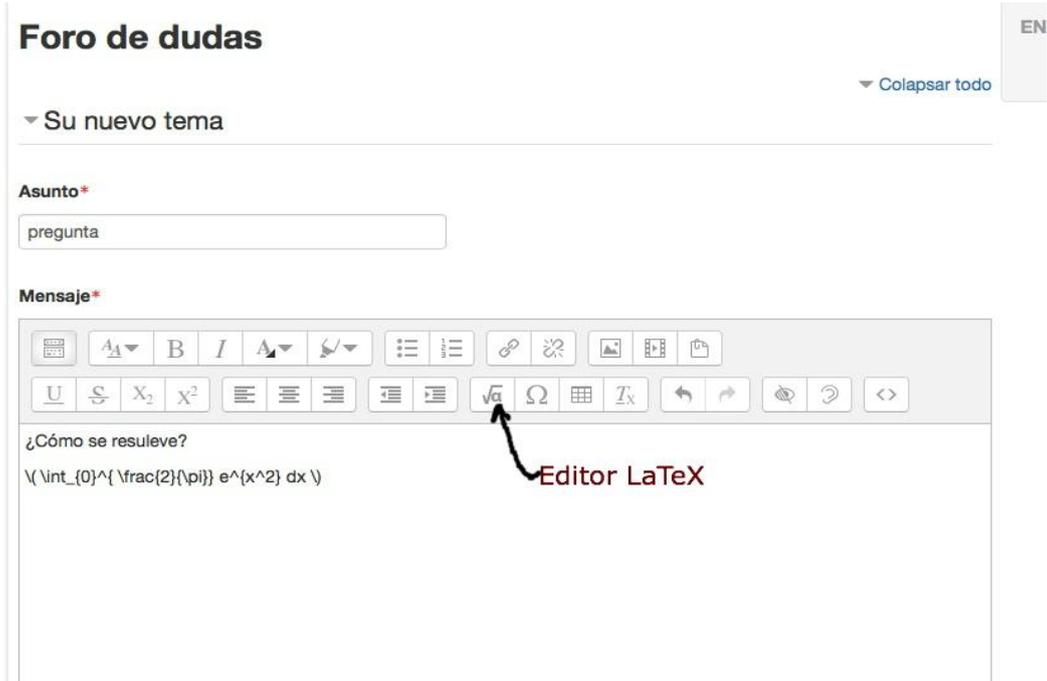
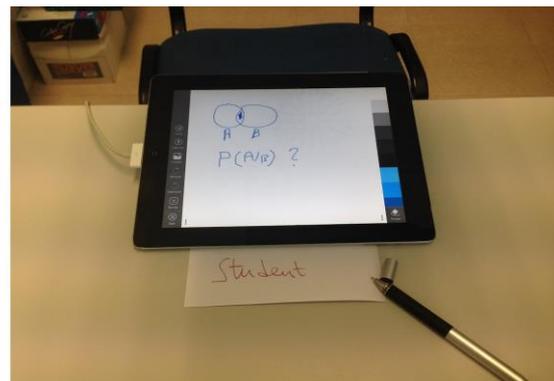
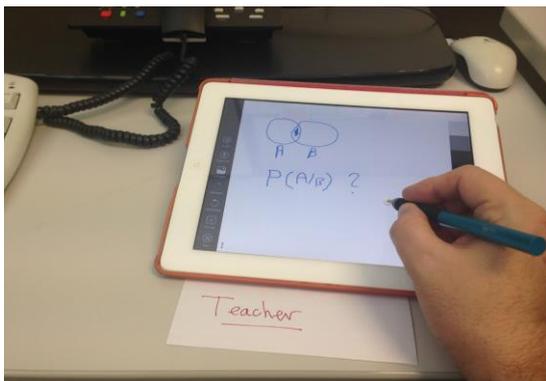


Figura 1. Entorno virtual de la UJI. Foro de dudas de un curso en el momento de editar una fórmula.



Figura 2. Entorno virtual de la UJI. Vista posterior una vez enviado un mensaje desde el foro de dudas.





20 al 30 de abril de 2017

**Figura 3.** Comunicación vía tablets entre profesor (izquierda) y alumno (derecha).  
Otros tipos de comunicación son:

- **Comunicación basada en una computadora más una webcam.** Se precisa una cámara web, micrófono y altavoces. Una manera de tratar símbolos matemáticos escritos, sin dispositivos adicionales, implica enfocar la webcam en el documento de papel o en la pizarra, donde el profesor escribe sus explicaciones. Este procedimiento, aún siendo muy rudimentario, no conviene que sea descartado, ya que siempre puede haber usuarios con pocos recursos.
- **Comunicación basada en una computadora y una tablet.** Una mejora del procedimiento anterior consiste en digitalizar la escritura del profesor a través de un dispositivo de pantalla táctil. Este método proporciona una visualización más clara y una gestión eficiente de notas escritas.
- **Comunicación basada en navegadores de Internet.** Existen sitios web cuyo contenido es un lienzo en blanco en el que los visitantes pueden escribir. Estos sitios son útiles cuando se accede a ellos con dispositivos de pantalla táctil. Un ejemplo de un sitio web gratuito es *A Web Whiteboard* (<https://awwapp.com/>).
- **Comunicación basada en video clases institucionales.** Sistema habilitado por muchas universidades que, mediante el uso de *Moodle* u otro sistema similar, puede realizar grabaciones y ponerlas a disposición de los estudiantes, establecer comunicación mediante *Hangouts*, uso de *Blackboard Collaborate* ([www.blackboard.com/](http://www.blackboard.com/)).

El lector interesado en comunicación matemática a distancia puede consultar [3], donde se muestra de manera más detallada los tipos de comunicación mencionados en este apartado.

## 5. Conclusiones

La problemática de comunicación matemática en la web es una cuestión no resuelta satisfactoriamente. Hemos presentado el estado actual y algunos de los intentos que se han llevado a cabo para evitar las deficiencias que esta comunicación presenta. En todos los casos se requiere un adiestramiento previo —que no está previsto en ningún plan de estudios existente— para usuarios noveles, que consiga que la comunicación sea fluida. En otros casos, se requiere un equipamiento informático mínimo, bien sea una conexión adecuada a Internet, o bien un equipamiento informático de calidad —tablets, lápices ópticos, software adecuado—

En nuestra opinión, las universidades que pretendan desarrollar una educación online de calidad en el ámbito científico-técnico deben tomarse muy en serio este asunto. Se deberían realizar cursos de formación previos al desarrollo de las



20 al 30 de abril de 2017

actividades lectivas para adiestrar a los estudiantes noveles en el uso de estas herramientas, y dotar de material adecuado y apoyo técnico a los profesores encargados de impartir cursos online.

Por otra parte, los usuarios de cursos de formación online, deberían entender que la E-sociedad actual —sociedad conectada de forma global en la web—, requiere un equipamiento informático mínimo. Actualmente, no basta, como hace un siglo, con papel, lápiz y un buen comunicador oral para desarrollar el proceso de enseñanza-aprendizaje. Se requiere un equipamiento informático adecuado, todo lo completo como sea posible.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] CervanTeX - Grupo de Usuarios de TeX Hispanohablantes (2017). Qué es TeX. <http://www.cervantex.es/queestex>. Consultado el 2017-03-05.
- [2] C. Córcoles; A. Huerta (2010). Mathematical communication and representation in a virtual learning environment a case study. 3rd Workshop Conference Towards a Digital Mathematics Library, pp. 95-104.
- [3] P. Gregori; V. Martínez (2017). Challenges Regarding Scientific Transcription in Virtual Office Hours. (Próximo a publicarse).
- [4] A. Juan; A. Huertas; C. Steegmann; C. Córcoles; C. Serrat (2008). Mathematical e-learning: State of the art and experiences at the Open University of Catalonia. International Journal of Mathematical Education in Science and Technology, Vol. 39, No. 4, pp. 455-471.
- [5] L. Lamport (1994). LaTeX: A document preparation system: User's guide and reference. illustrations by Duane Bibby (2nd ed.). Reading, Mass: Addison-Wesley Professional. ISBN 0-201-52983-1.
- [6] MacKichan Software (2017). Scientific Workplace. <http://www.mackichan.com/index.html>. Consultado el 2017-03-05.
- [7] Mittelbach, Frank; Goossens, Michel (2004). The LaTeX Companion (2nd ed.). Addison-Wesley. ISBN 0-201-36299-6.
- [8] T. Sancho-Vinuesa; A. Pérez-Navarro (2009). Problems posed by mathematical notation in E-learning: Transcription and edition of formulae. IMSCI 2009 - 3rd International Multi-Conference on Society, Cybernetics and Informatics, Proceedings, Vol. 2, pp. 233-238.
- [9] Tex Users Group (2017). History of TeX. <https://www.tug.org/whatis.html>. Consultado el 2017-03-05.



20 al 30 de abril de 2017

**Pablo Gregori** es Doctor en Ciencias Matemáticas por la Universidad de Valencia (España) y Profesor Titular de Universidad del área de Estadística e Investigación Operativa en el Departamento de Matemáticas de la Universitat Jaume I de Castellón (España). Investiga en estadística de datos en el espacio y espacio-tiempo (modelización de Procesos Puntuales y Procesos Geoestadísticos), en minería de datos (Análisis Estadístico Implicativo y sus relaciones con las Reglas de Asociación) y, más recientemente, en nuevas tecnologías aplicadas a la enseñanza de las matemáticas.



**Vicente Martínez** es Doctor en Ciencias Matemáticas por la Universidad de Valencia. Catedrático de Universidad en el Departamento de Matemáticas de la Universitat Jaume I de Castellón (España) y Director del Máster en Matemática Computacional. Ha participado en proyectos de investigación financiados por el Gobierno de España, Generalitat Valenciana y entidades financieras. Tiene publicaciones científicas y del ámbito educativo en revistas de prestigio: Computers Maths. Applic., SIAM J. on Numerical Analysis, Hydraulic Engineering Software, Computers & Fluids, Inter. J. Engineering Education, etc. Conferenciante invitado en diversas instituciones: Brunel University (UK), U. Trento (Italia), U.P. de Madrid, U.P. de Valencia, U. de Sevilla, etc.



VII Congreso Virtual Iberoamericano de  
Calidad en Educación Virtual y a Distancia



EduQ@2017

20 al 30 de abril de 2017