

Resumen de Comunicación

IPOL: Revista en línea que acerca las matemáticas aplicadas y la ciencia reproducible a las aulas

Nelson Monzón

CMLA, ENS Paris-Saclay

monzon@cmla.ens-cachan.fr
(928) 45 87 10

LÍNEA TEMÁTICA

Investigación y aprendizaje en red

PALABRAS CLAVE

Pensamiento científico, reproducibilidad, matemáticas aplicadas

RESUMEN

En este trabajo, presentamos la iniciativa IPOL como recurso docente. Esta es una revista de Ciencia Abierta e Investigación Reproducible centrada en el campo del procesamiento de señales y de las matemáticas. Nace de la constatación de que, en demasiadas ocasiones, no es posible confirmar con exactitud que los resultados científicos sean ciertos.

Su estrategia editorial no consiste en evaluar únicamente el valor científico de sus publicaciones, sino que persigue una descripción suficientemente detallada de sus algoritmos para permitir su reproducibilidad. Además, los autores facilitan el programa usado en sus experimentos para su descarga online y verificación (protegido mediante licencia). Esto favorece publicar artículos científicos asegurando que son confiables.

Cada artículo ofrece un sistema online para que cualquier usuario pueda ejecutar sus propios experimentos con los algoritmos publicados. También tiene un historial público de algunos de los experimentos realizados. Esto permite a la comunidad científica verificar directamente la publicación en línea y compartir resultados.

IPOL defiende unos principios que consideramos importantes para los estudiantes, especialmente en la formación de nuevos investigadores. Proponemos su uso para que los docentes utilicen una metodología de aprendizaje constructivista basada en la “experimentación guiada”, y así enseñar métodos matemáticos con una aplicación práctica que puede ir desde métodos sencillos como el uso de matrices a métodos más avanzados y publicados en la revista.

INTRODUCCIÓN / MARCO TEÓRICO

El aprendizaje de nuestro alumnado debe presentar un carácter activo que no se limite a una simple repetición de un patrón de conductas o recibir información de manera estática. En caso contrario, se aumenta el riesgo de una mala formación y que este aprendizaje no se traduzca en la adquisición de habilidades que permitan una aplicación real de lo aprendido.

Preparar actividades que favorezcan el pensamiento científico es de gran interés y uno de los mayores retos de los docentes (Stenhouse, 1987; López, 2012). Permite dotar a los estudiantes de habilidades y conocimientos planteando escenarios que estimulen su

IPOL: Revista en línea que acerca las matemáticas aplicadas y la ciencia reproducible a las aulas

curiosidad, el descubrimiento y la investigación. Instruye en la observación y estudio de fenómenos que nos plantean dudas, “metódicas” como decía Descartes, e interrogantes que nos inducen a crear nuevos métodos de observación y comprobación contrastada a partir de experimentos y sus resultados. Así cerramos estos interrogantes o, mejor aún, aparecen nuevos a partir de una postura crítica que nos ayude a evolucionar como seres racionales mediante el análisis y la reflexión. Varios estudios previos como (Ennis, 1985; Jones e Idol, 1990; Ferreirós y Ordoñez, 2002) destacan su importancia para que los alumnos se enfrenten a entornos diversos y les haga personas competentes que piensan, exploran e introducen cambios en un entorno específico consiguiendo una interacción eficaz (Bruner, 1961).

Algunas de las más interesantes propuestas docentes, en lo referente a la enseñanza de las matemáticas, destacan que esta materia no debe ser trabajada únicamente desde una perspectiva teórica sin aplicación real. La actividad del alumnado, guiada por el profesor, debería apoyarse en referentes empíricos englobados dentro de la actividad experimental (Vergnaud, 1987; Hodson, 1994).

La creación de un entorno de práctica experimental requiere según (Pickering, 1989) que se sumen tres elementos estructurales: un procedimiento material, un modelo instrumental, y un modelo fenoménico. Los dos primeros implican que el docente debe disponer del material e instrumentos necesarios para crear el ambiente de trabajo, además de las habilidades necesarias en su manejo y comprensión. El tercero supone entender correctamente los fenómenos que estudiamos para poder transmitirlos. La intersección de estos tres elementos supone lograr nuestra meta: un entorno dónde estudiar fenómenos (e interpretarlos) inculcando el pensamiento científico en nuestros alumnos.

En este contexto, queremos destacar las aportaciones de la revista científica Image Processing Online¹ (IPOL) y su entorno de experimentación. Su objetivo es presentar trabajos matemáticos de procesamiento de señales (imagen, video, audio, 3D) acentuando la importancia de la reproducibilidad y veracidad en todo proceso de investigación que quiera considerarse verdaderamente científico. La finalidad de su comité editorial difiere de otras revistas clásicas ya que cada uno de sus artículos debe presentar una descripción completa de sus detalles matemáticos junto con explicación precisa de sus métodos mediante diagramas o una notación formal esquemática (pseudocódigo). Estos deben describir exactamente el algoritmo que logra los resultados representados en el documento. La idea es que lectores con suficientes habilidades puedan implementar su propia versión (en cualquier lenguaje de programación o entorno) directamente desde el artículo.

Además, una publicación en IPOL significa presentar el documento (o “paper”) y el código fuente original. Aquí, el papel de los revisores incluye una revisión profunda de la calidad de la publicación y asegurar que los pseudocódigos coincidan exactamente con el programa adjunto, antes de la decisión del editor. El proceso de publicación se divide en dos etapas: primero, los revisores evalúan el interés científico, los experimentos y la reproducibilidad del trabajo; en segundo lugar, si esta evaluación es positiva, se publica una demo en línea (Arévalo *et al*, 2017) que utiliza el código fuente original de los autores para poder experimentar con este de manera cómoda y sencilla desde cualquier navegador web.

Este mecanismo difiere del sistema de publicación tradicional, donde el método y algunos detalles sobre la implementación suelen describirse, pero no siempre es posible confirmar con precisión los resultados publicados. Por norma general, necesitamos descargar el código fuente (si está disponible) y hacerlo funcionar para reproducir los resultados, lo cual no es siempre fácil o inmediato. De hecho, no es extraño que aparezcan problemas durante el proceso de instalación antes de haber ejecutado nuestra primera prueba. En este sentido, el funcionamiento de una demo IPOL cambia los pasos tradicionales permitiendo probar el

¹ <http://www.ipol.im/>

IPOL: Revista en línea que acerca las matemáticas aplicadas y la ciencia reproducible a las aulas

método incluso antes de considerar si un investigador va a invertir más tiempo en estudiar un trabajo de investigación en profundidad. Con respecto a esto, las demos solo ejecutan los algoritmos proporcionados por los autores descargando y compilando por sí mismas el código publicado. Esto garantiza que los usuarios puedan reproducir exactamente los resultados que los autores afirman conseguir.

Las demos también pueden archivar sus experimentos si son realizados con datos propios de los usuarios, lo que facilita que investigadores localizados en sitios distantes puedan colaborar de forma remota y que usuarios externos experimenten con el sistema utilizando sus propios datos. Gracias a esto, un método puede extender sus propósitos originales más allá de las ideas iniciales de sus autores estudiando nuevos fenómenos.

La intención de IPOL es la de crear un entorno para la evaluación, preservación y difusión de la ciencia debido a su investigación reproducible, algoritmos ejecutables y el intercambio de experimentos. Todo el *software* debe ser publicado con una licencia de código abierto para la verificación y reutilización del código por parte de los investigadores. Esto es obligatorio para la investigación reproducible. Desde nuestro punto de vista, consideramos que la investigación reproducible debería ser una de las bases a enseñar a toda persona que quiera introducirse en el mundo científico e incluso, de manera más general, inculcar al alumnado que no deben tener miedo a ser sinceros y veraces a la hora de presentar sus trabajos futuros.

Nuestro objetivo es acercar, en la medida de lo posible, las matemáticas aplicadas a las aulas desde un punto de vista científico y riguroso mediante un aprendizaje de tipo constructivista. IPOL ofrece un sistema de experimentación online y publicaciones científicas que puede ser usado como recurso educativo aportando un proceso dinámico, participativo e interactivo a la comunidad educativa. Actualmente, se cuenta con más de 150 demos que permiten la experimentación en línea para cuestiones relativamente simples como un programa que separa una imagen de color en sus respectivos canales RGB², como métodos un poco más complejos que muestran cómo aplicar una matriz de convolución³. Por otro lado y, dada su naturaleza de revista científica, IPOL ofrece publicaciones de métodos avanzados en muchos campos de la visión por computador tales como: reducción de ruido (Buades *et al*, 2013), flujo óptico (Monzón *et al*, 2016), balance de color (Limare *et al*, 2011) o un análisis detallado del método SURF (Oyallon *et al*, 2015), entre otros muchos más.

OBJETIVOS / HIPÓTESIS

IPOL es una revista de investigación con una trayectoria cercana a los 10 años que, entre otros aspectos, ofrece un sistema de demos online para el uso de matemáticas aplicadas. En este trabajo, queremos aumentar su alcance para su uso como recurso docente. Además, creemos importante inculcar valores de reproducibilidad y, sobre todo, veracidad en los trabajos que presenten nuestros alumnos. En este sentido, IPOL es una herramienta que favorece este entorno ya que todos sus recursos han sido verificados por su comité editorial.

El objetivo principal es que, de manera sencilla, intuitiva y colaborativa (dado su entorno web y el sistema de archivo), podamos convertir nuestra aula o campus virtual en un entorno científico que favorezca la interacción y el entendimiento de los alumnos favoreciendo una metodología constructivista de aprendizaje y experimentación en el ámbito las matemáticas aplicadas.

METODOLOGÍA / MÉTODO

Proponemos el uso de IPOL mediante una metodología de aprendizaje activo y experimentación guiada. Esta se inspira en la aplicación práctica empleada por el profesor

² <http://ipolcore.ipol.im/demo/clientApp/demo.html?id=77777000043>

³ <http://ipolcore.ipol.im/demo/clientApp/demo.html?id=77777000022>

Jean-Michel Morel con sus estudiantes de posgrado en la titulación *Masters du Département de Mathématiques* en la *Ecole Normale Supérieure Paris-Saclay*.

Por ejemplo, enseña métodos de color y contraste en imágenes mediante varias publicaciones IPOL. Usamos la publicación “*Simplest Color Balance*” (Limare, 2011) y su respectiva demo online⁴. En la figura 2 (a) vemos una captura de la pantalla principal a la que acceden los alumnos para iniciar su práctica. Ahí podrán descargar el archivo PDF publicado que ofrece una explicación muy detallada de cómo funciona el método propuesto. El profesor les explica este en detalle para posteriormente implicar al alumnado en su propia experiencia de aprendizaje usando la demo online para que realicen sus propias pruebas. Para ello utiliza una guía de actividades y formula cuestiones a la clase guiando la experiencia sobre los resultados obtenidos tras cada ejecución de la demo.

RESULTADOS

En este apartado describimos brevemente cómo se puede explicar y mostrar resultados de manera inmediata utilizando la demo “*Simplest Color Balance*”. En la figura 2 se observa la demo online (b) y el flujo que siguen los alumnos ejecutando un experimento (c), (d). Tras escoger una imagen pasan a seleccionar los parámetros para la prueba acorde a las preguntas formuladas por el profesor. Una vez terminada la ejecución, el alumnado debe explicar que observa y aportar su propia interpretación en función de los conocimientos enseñados por el profesor, así como su propia experiencia a partir de los resultados observados. Cómo es de suponer, el docente corrige y profundiza en las explicaciones según las aportaciones de sus alumnos.

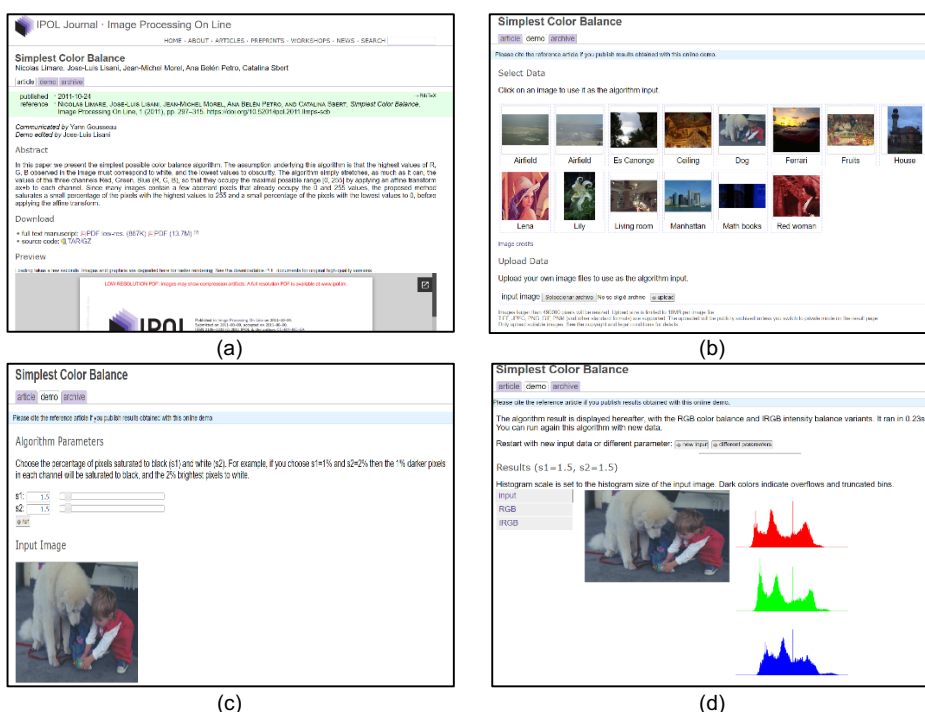


Figura 2: (a) Página principal de la publicación “*Simplest Color Balance*”. Se observa aquí el artículo publicado tanto para visualizar sus contenidos en línea como un enlace para descargar el documento. También es posible descargar el código fuente original, (b) El alumnado puede seleccionar entre imágenes estándar o propias para sus experimentos, (c) escogida la imagen, se explica el efecto de los parámetros y se indican valores para el experimento, (d) se muestran los resultados RGB e IRGB además de histogramas que reflejan el efecto en el color acorde a los parámetros seleccionados.

Terminada la práctica, el alumnado utiliza libremente el sistema de archivo (figura 4), con la ayuda del docente, comparando experiencias con sus compañeros de clase (u otros cursos) y, porque no, con toda la comunidad científica y educativa que esté usando IPOL.

⁴ http://demo.ipol.im/demo/lmps_simplest_color_balance/



Figura 4: Archivo de la demo. El sistema IPOL almacena aquellos experimentos que hayan usado el botón de subir imagen. Esto permite al profesor mostrar múltiples ejemplos con experimentos realizados por usuarios de todas partes del mundo. En esta figura se observa la enorme cantidad de ejemplos que se podrían explicar en clase.

CONCLUSIONES

En este trabajo, hemos propuesto la revista IPOL como recurso docente para preparar actividades que fomenten el pensamiento científico. Destacamos su valor pedagógico como sistema de experimentación online, compartido y orientado a la investigación reproducible. A su vez, proponemos a los docentes su uso mediante experimentación guiada. No olvidemos que *“Enseñar no es transmitir ideas a otro sino favorecer que el otro las descubra”* (Ortega y Gasset).

Es por todo ello que esperamos que sea un recurso útil que ayude a los docentes en su manera de trabajar y fomentar el pensamiento en los alumnos. Esto es, al fin y al cabo, uno de los principales cometidos de la educación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. Arévalo, M; Escobar, C; Monasse, P; Monzón, N; Colom, M; (2017). “The IPOL Demo System: A Scalable Architecture of Microservices for Reproducible Research”, Springer International Publishing, pages 3-16, DOI: 10.1007/978-3-319-56414-2_1
2. Bruner, J.S; (1961). “The act of discovery. Harvard Educational Review”, 31(1), 21- 32.
3. Buades, A; Coll, B; Morel, J-M; (2011). “Non-Local Means Denoising”. Image Processing Online, pp. 208-212.
4. Ennis, R; (1985). “A logical basis for measuring critical thinking skills”, en Educational Leadership, 43(2), pp. 44-48.
5. Ferreirós, J.M; Ordóñez, J; (2002). “Hacia una filosofía de la experimentación”. Crítica, Revista Hispanoamericana de Filosofía, 34 (102), 47-86.
6. Hodson, D; (1994). “Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio”. Enseñanza de las Ciencias, vol. 12, no.3. p. 299–313.
7. Jones, B, F., Idol, L. (1990). “Introduction”, en B. F. Jones y L. Idol (Eds.), Dimensions of thinking and cognitive instruction (pp. 1-13). Hillsdale, NJ, Erlbaum.
8. Limare, N; Lisani, J-L; Morel, J-M; Petro, A; and Sbert, C; (2011). “Simplest Color Balance”, Image Processing On Line, 1, pp. 297 - 315.
9. López, G; (2012). “Pensamiento crítico en el aula”. Docencia e Investigación, Año XXXVII Enero/Diciembre, 2012 ISSN: 1133-9926 / e-ISSN: 2340-2725, Número 22, pp. 41-60
10. Monzón, N; Salgado, A; and Sánchez, J; (2016). “Robust Discontinuity Preserving Optical Flow Methods”, Image Processing On Line, 6, pp. 165 - 182.
11. Oyallon, E; Rabin, J. (2015). “An Analysis of the SURF Method”, Image Processing On Line, 5 (2015), pp. 176–218.
12. Pickering, A., (1989). “Living in the Material World”, en D. Gooding, T.J. Pinch y S. Schaffer, pp. 275–297.
13. Stenhouse, L. (1987). “La investigación como base de la enseñanza”. Ediciones Morata. Colección Pedagogía. Madrid.
14. Vergnaud, G; (1987). “Las funciones de la acción y simbolización en la formación de conocimientos entre niños”. En: Piaget, J.; Mounoud, P. y Bronkard, J.P. (Eds.). Enciclopedia de la Pléyade Psicología Popular. Paris: 1987. p. 821-844.