

---

**23.02.2022**

**Tecnologías del efectivo: El uso de nuevas herramientas  
automáticas en el control de la calidad de los billetes**

The Banknote and Currency Conference

Helena Tejero

Directora del Departamento de Emisión y Caja

---

Señoras y señores, muy buenos días.

Es un placer para mí compartir con ustedes cómo las técnicas de aprendizaje automático contribuyen muy favorablemente a mantener una calidad adecuada de los billetes en circulación y a evitar una destrucción innecesaria de billetes.

Uno de nuestros cometidos como banco central es mantener un nivel de calidad adecuado de los billetes en circulación al mínimo coste. Para ello, tenemos que comprobar periódicamente la clasificación por estado de uso que realizan nuestras máquinas selectoras para garantizar que los billetes clasificados como aptos para circular lo son realmente, así como para evitar que podamos estar destruyendo billetes aptos de forma prematura.

Ahora bien, ¿cómo podemos comprobar que nuestras máquinas selectoras están clasificando correctamente los billetes que son aptos para circular?

- Escogemos algunas muestras de billetes clasificados por nuestras máquinas selectoras como aptos y no aptos para circular.
- A continuación, un experto los examina visualmente para determinar:
  1. *el número de billetes no aptos que se encuentran en la muestra de billetes aptos, y*
  2. *el número de billetes aptos que se encuentran en la muestra de billetes no aptos.*

Un enfoque alternativo es realizar una inspección automática con nuestra Herramienta de Control de Aptitud. Esta herramienta ha sido entrenada mediante una colección de imágenes de billetes reales etiquetados como aptos o no aptos («Datos de entrenamiento») y se ha desarrollado con técnicas de aprendizaje automático (AA) supervisadas.

- |             |   |                      |
|-------------|---|----------------------|
| 1. Suciedad | 4 | Pérdida de impresión |
| 2. Mancha   | 5 | Arrugas              |
| 3. Escritos |   |                      |

La Herramienta de Control de Aptitud funciona de la siguiente manera:

- En primer lugar, obtenemos imágenes de los billetes utilizando un escáner de sobremesa.
- La herramienta mide varias características de las imágenes de los billetes.
- Los valores numéricos obtenidos se preprocesan y se introducen en los algoritmos de AA supervisados para su clasificación.
- Una vez clasificados como aptos o no aptos por los algoritmos de AA, podemos determinar cuántos billetes no aptos se encuentran en la muestra de billetes clasificados como aptos por la máquina de tratamiento (Tasa de falsos aptos), y cuántos billetes aptos se encuentran en la muestra de billetes clasificados como No aptos (Tasa de falsos no aptos).
- Unos valores demasiado elevados en las tasas de falsos aptos y de falsos no aptos podrían indicar la necesidad de revisar los umbrales de estado de uso establecidos que se utilizan en las máquinas selectoras con el fin de optimizar su eficiencia.

## **Conclusión**

- La Herramienta de Control de Aptitud presentada aquí es más precisa que las máquinas selectoras actualmente en uso: los valores de las tasas de falsos aptos y falsos no aptos son menores que en el caso de las selectoras.
- Los resultados son mucho más precisos que con la intervención del mejor experto, y el coste del proceso es insignificante.