

## **Ensayo Crítico: Soberanía Tecnológica**

### **El impacto de arquitecturas abiertas (RISC-V en ESP32) frente a sistemas cerrados**

En un mundo cada vez más digitalizado, la soberanía tecnológica se ha convertido en un concepto central para países, empresas e incluso desarrolladores individuales. Este término hace referencia a la capacidad de controlar, comprender y modificar las tecnologías que se utilizan, evitando dependencias críticas de terceros. En este contexto, el surgimiento de arquitecturas abiertas como RISC-V, especialmente en plataformas accesibles como los microcontroladores de Espressif Systems, plantea un contraste significativo frente a los tradicionales sistemas cerrados dominados por grandes corporaciones.

Las arquitecturas abiertas representan una ruptura con el modelo propietario que ha predominado durante décadas. En sistemas cerrados, como los basados en ARM Holdings o Intel, el acceso a los diseños, especificaciones y modificaciones está restringido por licencias y costos elevados. Esto limita la innovación independiente y genera una dependencia estructural: quienes utilizan estas tecnologías están sujetos a decisiones comerciales, geopolíticas y técnicas de sus propietarios. En cambio, RISC-V ofrece una especificación abierta y libre de regalías, permitiendo a cualquier actor diseñar, adaptar e implementar sus propios procesadores sin barreras legales significativas.

El caso del ESP32-C3 ilustra de forma concreta este cambio. A diferencia de versiones anteriores del ESP32 basadas en arquitecturas propietarias, esta variante incorpora un núcleo RISC-V, lo que permite mayor transparencia y flexibilidad. Para desarrolladores y comunidades, esto significa no solo poder utilizar el hardware, sino también comprenderlo a profundidad, auditarlo e incluso modificarlo. Desde la perspectiva de soberanía tecnológica, esto es clave: no se trata únicamente de usar tecnología, sino de tener control real sobre ella.

Sin embargo, el entusiasmo por las arquitecturas abiertas no debe ocultar sus desafíos. La apertura no garantiza automáticamente independencia total. En muchos casos, aunque el conjunto de instrucciones sea abierto, otros componentes del sistema —como firmware, herramientas de desarrollo o bloques específicos del hardware— pueden seguir siendo cerrados. Además, el ecosistema de soporte de arquitecturas abiertas aún está en desarrollo en comparación con alternativas consolidadas. Herramientas, documentación y compatibilidad pueden ser limitadas, lo que representa una barrera para adopciones masivas.

Por otro lado, los sistemas cerrados ofrecen ventajas que no deben ser ignoradas. Suelen contar con ecosistemas maduros, soporte técnico robusto y optimizaciones altamente eficientes. Empresas como Intel o ARM han invertido décadas en perfeccionar sus arquitecturas, lo que se traduce en rendimiento, estabilidad y confiabilidad. Desde una perspectiva pragmática, muchos proyectos optan por estas soluciones debido a su facilidad de implementación y menor riesgo inmediato, aunque esto implique sacrificar cierto grado de autonomía.

El debate, por tanto, no es simplemente técnico, sino también político y económico. La adopción de arquitecturas abiertas como RISC-V puede ser vista como una estrategia para reducir dependencias tecnológicas, especialmente en regiones que buscan fortalecer su independencia digital. Países y organizaciones pueden desarrollar sus propias soluciones sin estar sujetos a sanciones, restricciones o cambios de políticas externas. En este sentido, la soberanía tecnológica se convierte en un componente de la soberanía nacional.

En conclusión, las arquitecturas abiertas como RISC-V, ejemplificadas en dispositivos como el ESP32-C3, representan una oportunidad significativa para avanzar hacia una mayor soberanía tecnológica. No obstante, este camino implica desafíos técnicos y de madurez del ecosistema que no pueden ser ignorados. El futuro probablemente no estará dominado exclusivamente por sistemas abiertos o cerrados, sino por una coexistencia estratégica de ambos modelos. La clave estará en encontrar el equilibrio entre autonomía, eficiencia y viabilidad, entendiendo que la verdadera soberanía tecnológica no solo depende de las herramientas que se utilizan, sino del conocimiento y control que se tiene sobre ellas.