



Transformación de LMS a ALS mediante una Arquitectura de Referencia

Alejandro Sartorio Gustavo Rossi

Centro de Altos Estudios en Tecnología Informática (CAETI)
Universidad Abierta Interamericana (UAI), Argentina

alejandro.sartorio@uai.edu.ar gustavo.rossi@uai.edu.ar

Universidad Abierta Interamericana



Resumen

Los LMS contemporáneos presentan **arquitecturas monolíticas con elevada rigidez**, lo que limita la personalización dinámica propia de los Sistemas de Aprendizaje Adaptativo (ALS). Se propone un marco de modernización incremental basado en el patrón **Strangler Fig**, integrando lazos de control autónomo **MAPE-K** y la **Arquitectura de Referencia ARALS** para la transición gradual de LMS hacia ALS mediante propiedades PALS.

Contexto

Investigación en el marco de la línea de **Ingeniería de Software** del CAETI-UAI, articulando decisiones de arquitectura con requerimientos pedagógicos de personalización educativa.

Objetivo estratégico: proponer un método de transformación arquitectónica que integre el **Strangler Fig Pattern** y ciclos MAPE-K, sustentado en ARALS para operacionalizar el reemplazo controlado de componentes e incorporar propiedades PALS como atributos emergentes.

Motivación: rigidez del LMS monolítico

Los LMS tradicionales entrelazan lógica pedagógica, gestión transaccional e integración con herramientas externas, dificultando la adaptación dinámica. Los enfoques **big bang** introducen riesgo de interrupción del servicio. El **Strangler Fig Pattern** habilita la coexistencia controlada entre capacidades heredadas y nuevos servicios adaptativos.

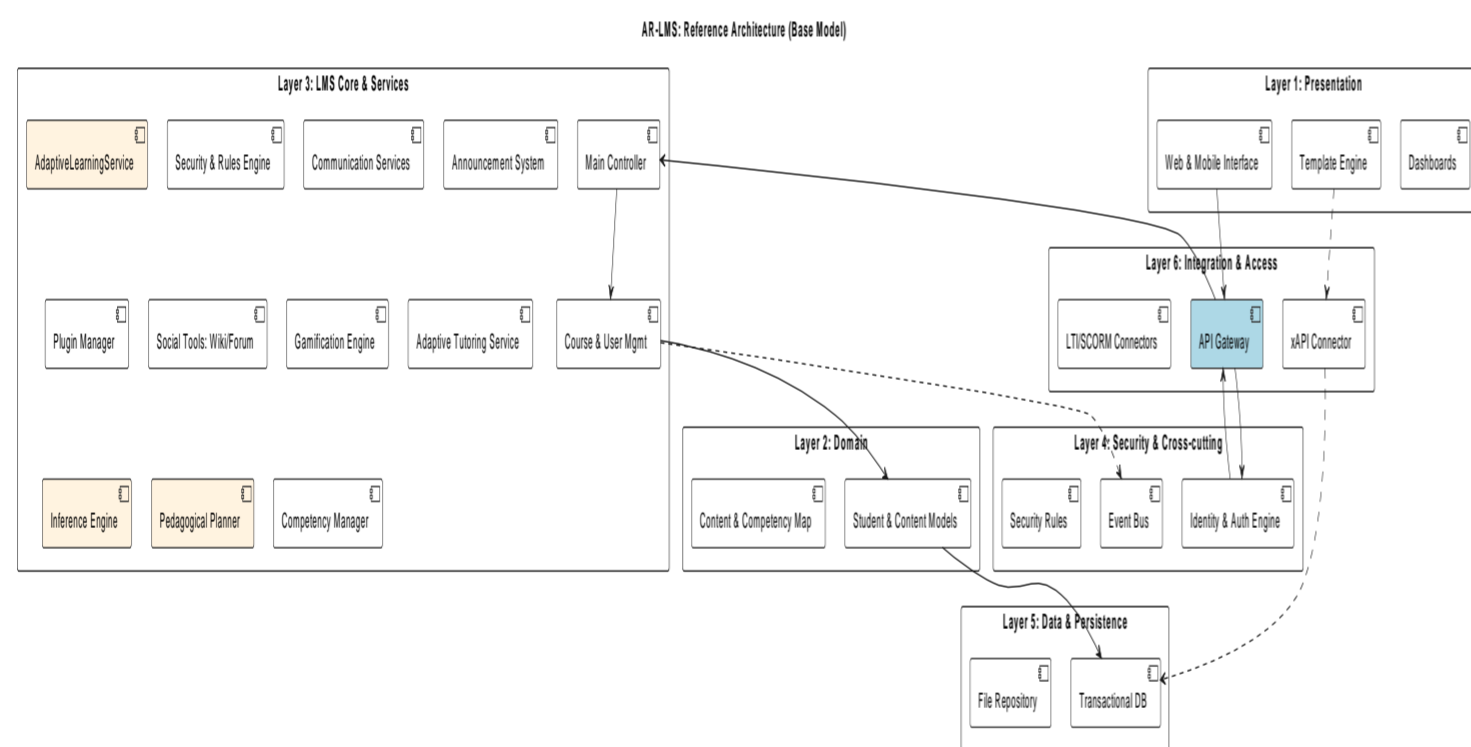


Figura 1. Arquitectura General de los Sistemas de Gestión de Aprendizajes

Acciones de estrangulamiento y propiedades PALS

Componente	Acción	Propiedad PALS
Interceptor / Hook	Sniffing (Monitoreo)	Awareness
Proxy / Redirector	Swapping (Sustitución)	Adaptability
Distributed Cache	Shared State	Memory
Circuit Breaker	Fail-safe (Resiliencia)	Responsiveness

Cuadro 1. Mapeo de acciones de estrangulamiento y propiedades PALS.

Resultados obtenidos

- Método de **contención arquitectónica** con Strangler Fig + MAPE-K completamente especificado.
- ARALS** definida con tres elementos estructurales: *Strangler Façade*, *Anti-Corruption Layer* y *Modelo de Dominio y Conocimiento*.
- Taxonomía de **primitivas de refactorización arquitectónica** en cuatro categorías: interceptación y control, sustitución funcional, composición estructural y sincronización de estado.
- Mapeo explícito entre acciones técnicas y propiedades PALS emergentes.

ARALS: Arquitectura de Referencia

ARALS opera como estructura de **contención e interoperabilidad**, organizando la transición en capas:

- Capa de Presentación:** *Strangler Façade* para interceptar y redirigir solicitudes; *Adaptive UI Engine* para ajustes de interfaz guiados por MAPE-K.
- Capa de Interoperabilidad:** *eyelets* (Gateway, LTI 1.3, xAPI/Caliper, QTI/SCORM) para instrumentación y ruteo no invasivos.
- Capa de Adaptación Cognitiva (The Laces):** ciclo MAPE-K como núcleo de control autónomo.
- Capa de Servicios:** microservicios reemplazables (*Personalization Service*, *Assessment Adaptation Service*) con estrategias *shadowing/canary*.
- Capa de Persistencia:** *Learner State Store* y *Analytics DB*; sincronización via CDC y Event Sourcing.
- Capa de Dominio:** *Student Model*, *Adaptation Knowledge Base* y *Anti-Corruption Layer*.

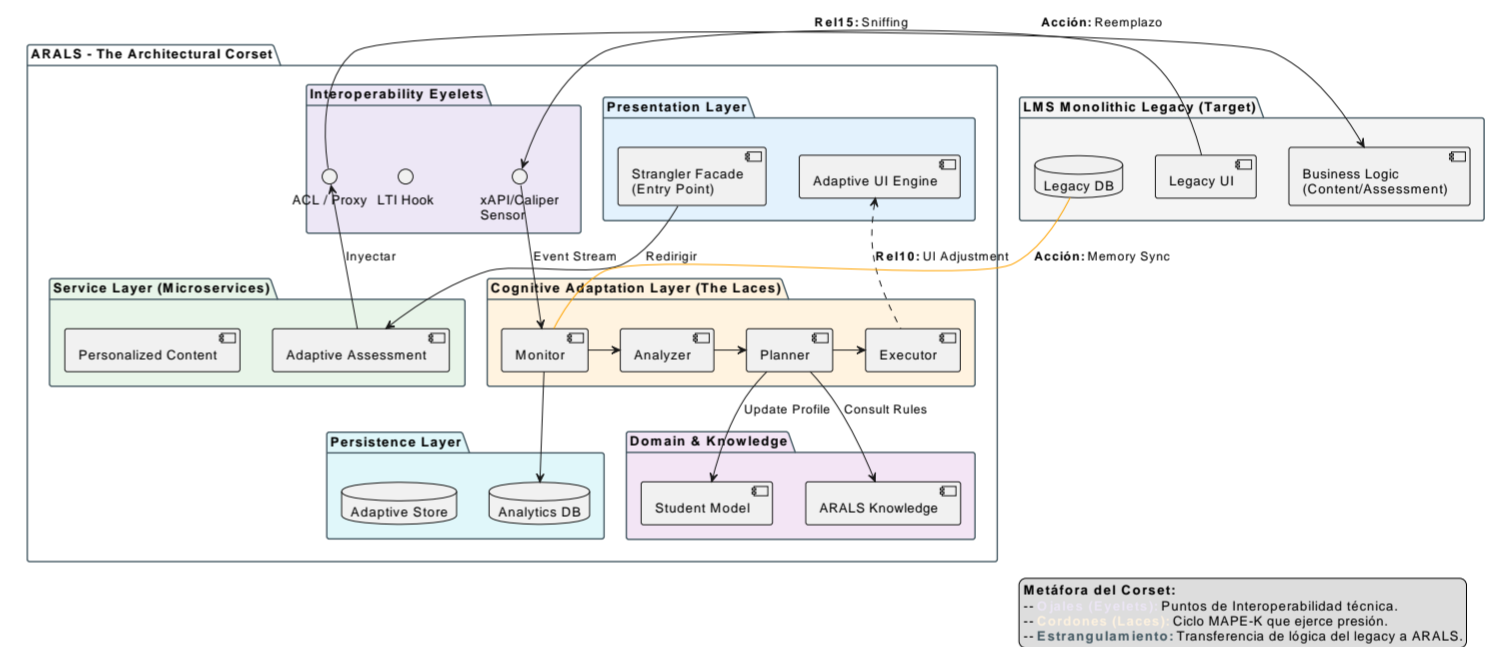


Figura 2. Arquitectura de Referencia para la creación de Sistemas de Aprendizaje Adaptativo

Objetivos en curso

- Orquestación de ciclos MAPE-K concurrentes y validación en plataformas educativas con IA.
- Aprendizaje continuo en el componente *Knowledge*.
- Framework* de evaluación que vincule decisiones de estrangulamiento con métricas empíricas de aprendizaje.

Formación de recursos humanos

La investigación integra el proceso de formación doctoral en el CAETI y genera temas de tesis de maestría, trabajos finales de grado y publicaciones en congresos y revistas. Se trabaja en forma interdisciplinaria con proyectos internos del CAETI y externos del CONICET.

Conclusiones

Se propone una estrategia de transformación incremental LMS → ALS organizada en tres dimensiones:

- ARALS** como estructura de contención y desacoplamiento.
- Primitivas MAPE-K** para incorporar propiedades PALS de forma controlada.
- Puntos de interoperabilidad** estandarizados (LTI, xAPI) para instrumentación y sustitución no invasiva.

El enfoque preserva la estabilidad operativa del núcleo transaccional *legacy* y reduce los riesgos de migraciones disruptivas.

Referencias seleccionadas

- Fowler, M. (2004). *StranglerFigApplication*. martinowler.com
- Kephart & Chess (2003). The Vision of Autonomic Computing. *Computer*, 36(1), 41-50.
- Ma et al. (2022). Microservices Migration Using Strangler Fig Pattern. *JISE*, 38(6).
- Newman, S. (2015). *Building Microservices*. O'Reilly.
- Ricci et al. (2024). RAMSES: A Microservice Reference Architecture. *IEEE Software*, 41(1).
- Sartorio et al. (2025). Diseño de aplicaciones e-learning adaptativas. *JAIIO*.