



**UNIVERSIDAD
DE GRANADA**

De la catedral al bazar

Metodología de modernización de sistemas obsoletos en comunidades abiertas. Estudio de caso: eXeLearning

Ernesto Serrano

Granada, 2025

Escuela Internacional de Posgrado

Programa de Doctorado en TIC

- Línea: **Soft Computing**
- Enfoque: **Metodología para modernizar software heredado**
- Director: **Juan Julián Merelo Guervós**

Ernesto Serrano

Índice

0. Título y contexto
1. Introducción y estado del arte
2. Problema y marco teórico
3. Hipótesis y objetivos
4. Metodología y plan de trabajo
5. Impacto esperado
6. Conclusiones

1. Introducción y estado del arte

De la catedral al bazar

El reto: de la catedral al bazar en sistemas heredados

El fenómeno (Raymond, 1999; Capiluppi & Michlmayr, 2007)

Transición de modelos centralizados ("catedral") a modelos distribuidos y autoorganizados ("bazar") en proyectos de software libre.

Problema típico (Tsanas, 2024; Li et al., 2020; Ma et al., 2022)

Migrar sistemas heredados sin detener el servicio, usando patrones como *Strangler Fig*, manteniendo la coherencia funcional.

Perspectiva de sistemas complejos (Merelo et al., 2017; Merelo, 2015)

Repositorios y comunidades de desarrollo como sistemas autoorganizados.

Caso de estudio: eXeLearning

Proyecto educativo de código abierto en situación crítica de modernización, que se utilizará como laboratorio para aplicar y evaluar estas ideas.

¿Qué es eXeLearning ?

Herramienta de autor de código abierto para crear **Recursos Educativos Abiertos (REA)**

- **Origen:** Nueva Zelanda (2007), luego España (INTEF, CEDEC)
- **Usuarios:** Miles de docentes en administraciones educativas
- **Función:** Crear contenido interactivo sin conocimientos técnicos
- **Formatos:** SCORM, HTML5, ePub, **elp**

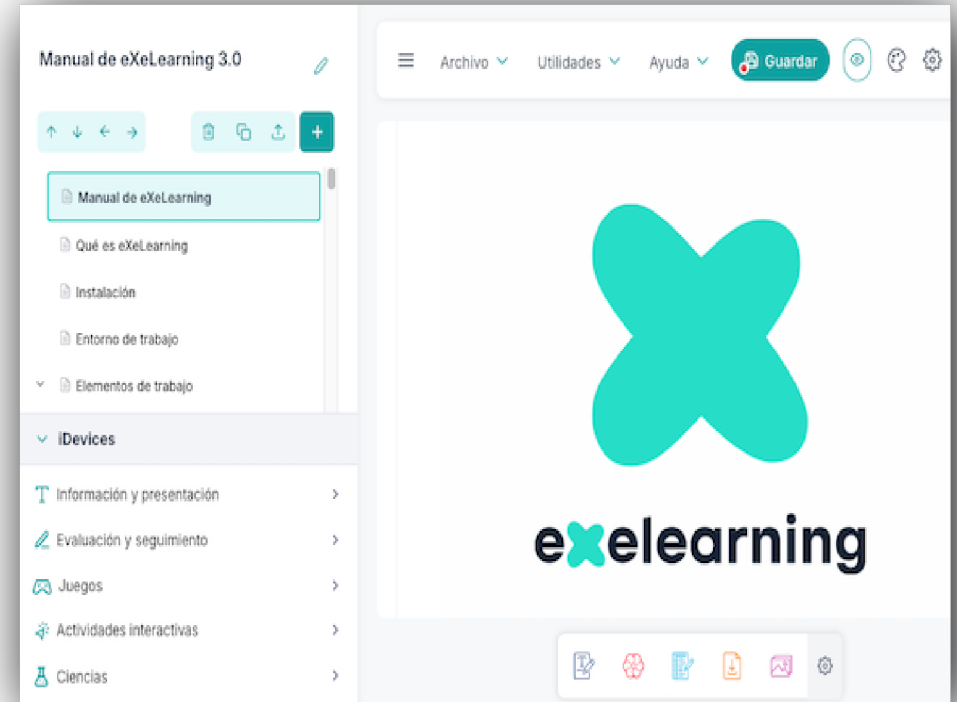


Fig. 6.1: Interfaz de eXeLearning: creación de REA.

De la **catedral** al **bazar**

Modelo "Catedral"

- Desarrollo centralizado
- Equipo reducido y estable
- Financiación institucional
- Control jerárquico

Modelo "Bazar"

- Desarrollo distribuido
- Comunidad de voluntarios
- Colaboración interadministrativa
- Autoorganización

Pregunta de fondo: ¿Cómo estructurar el “bazar” para garantizar la continuidad y calidad de proyectos *heredados*?

La doble crisis del proyecto

Crisis tecnológica

- Base de código en **Python 2** (fin de vida en 2020)
- Limitaciones para mantener y extender la herramienta
- Riesgo de abandono si no se moderniza

Crisis organizativa

- Licitación 2021 (MEFP + CCAA) → entrega fallida
- Código incompleto, errores graves, arquitectura poco clara
- Desvinculación de socios institucionales

2. Problema y marco teórico

Un caso de modernización en transición crítica

Formulación del problema

eXeLearning se encuentra en una transición desde un modelo institucional centralizado (catedral) a un modelo comunitario distribuido (bazar), en pleno proceso de modernización técnica.

- **Necesidad técnica:** migrar desde una base de código obsoleta a una plataforma mantenible y extensible.
- **Necesidad organizativa:** coordinar contribuciones de una comunidad distribuida, con diferentes niveles de experiencia.
- **Problema científico:** falta evidencia sobre cómo prácticas tipo DevOps influyen en la modernización de proyectos educativos en este tipo de transición.

Marco teórico

Paradoja de Teseo

Necesidad de pruebas de regresión que aseguren la **identidad funcional** durante la sustitución gradual de componentes.

Strangler Fig Pattern

Migración incremental: **rodear el legado** con componentes nuevos y sustituirlo de forma progresiva.

Soft Computing

Repositorios como **sistemas complejos autoorganizados**: patrones de actividad, criticidad y autoorganización.

DevOps como mecanismo de estabilización

Prácticas de integración continua y automatización como posible forma de organizar el "bazar".

3. Hipótesis y objetivos

DevOps como objeto de estudio

Hipótesis de trabajo

¿Se puede reducir el tiempo de desarrollo, aumentar la frecuencia de entregas y mitigar los problemas técnicos acumulados en un proyecto de código abierto adoptando una **metodología inspirada en prácticas DevOps**?

Hipótesis específicas

- **H1 – Proceso**

La implantación de un proceso de integración continua y entregas frecuentes reducirá el tiempo de ciclo y aumentará la regularidad de versiones estables.

- **H2 – Calidad**

El uso sistemático de pruebas automatizadas, revisión por pares y análisis de código reducirá defectos y facilitará el mantenimiento.

- **H3 – Evolución segura**

La refactorización guiada por pruebas permitirá sustituir componentes heredados con menor riesgo, favoreciendo una modernización progresiva.

Objetivo general

Desarrollar y validar una **metodología de modernización** aplicada al caso de eXeLearning, y cuantificar su impactacto en la reducción de la deuda técnica y la estabilidad del ciclo de vida del software.

Objetivos específicos

O1 – Diagnosticar

- Establecer métricas de proceso, producto y DX que describan el estado inicial del proyecto y su comunidad.

O2 – Proponer

- Diseñar e implantar en el caso de estudio una metodología de modernización basada en prácticas DevOps orientada a mejorar dichas métricas.

O3 – Evaluar

- Evaluar la evolución de las métricas y extraer pautas aplicables a proyectos con características similares.

4. Metodología y plan de trabajo

De la formulación al diseño experimental

Metodología

Enfoque mixto, con combinación de análisis cuantitativo de repositorios y evaluación cualitativa mediante entrevistas y encuestas.

1. **Revisión bibliográfica:** Estado del arte sobre modernización de software *legacy*, patrones como *Strangler Fig*, métricas de calidad, DevOps, DX.
2. **Diagnóstico inicial:** Análisis de código, commits, releases y problemas técnicos acumulados.
3. **Diseño e implantación de la metodología:** Arquitectura, procesos de integración continua, test, análisis estático y participación de la comunidad.
4. **Evaluación:** Comparativa de métricas pre/post intervención y análisis cualitativo (encuestas).
5. **Producción científica:** Resultados → artículos → transferencia

Planificación temporal (3 años)

Actividad	Año 1	Año 2	Año 3
Revisión y marco teórico	X	X	
Diagnóstico inicial	X		
Diseño de la metodología	X	X	
Implantación y ajuste		X	X
Evaluación y validación	Eval. inicial	Eval. intermedia	Validación final
Transferencia de resultados			X
Artículos y memoria de tesis	Art. 1	Art. 2	Art. 3 + memoria

Medios y financiación

Recursos disponibles

- Repositorio público de eXeLearning.
- Infraestructura para control de versiones e integración continua.
- Comunidad de desarrolladores y usuarios activos.

Financiación

- Recursos propios vinculados al rol profesional.
- Ausencia de costes adicionales significativos.
- Apoyo institucional al proyecto.

5. Impacto esperado

Más allá de eXeLearning

Resultados esperados

En el ámbito científico

- Caracterización de un caso real de modernización de software educativo.
- **Metodología de modernización validada** en un contexto de comunidad distribuida.
- Evidencia empírica sobre el impacto de prácticas DevOps en proceso y producto.

En el ámbito tecnológico

- Continuidad y mejora de eXeLearning como herramienta para creación de REA.
- Documentación y guías transferibles a otros proyectos de software educativo.

6. Conclusiones

De la catedral al bazar, con método

Conclusiones

Esta tesis propone **trascender la ingeniería para hacer ciencia:**

- Estudiar la modernización de eXeLearning como **caso de transición crítica** de un modelo "catedral" a un "bazar" comunitario.
- Formular y contrastar **hipótesis claras** sobre el papel de una metodología DevOps en esa transición.
- Desarrollar y validar una **metodología de modernización** que pueda reutilizarse en proyectos similares.



Muchas gracias

¿Preguntas o comentarios?

Ernesto Serrano

Bibliografía

1. **Raymond, E. S. (1999).** *The cathedral and the bazaar.* O'Reilly.
2. **Capiluppi, A. et al. (2007).** *The cathedral and the bazaar: A study of the open source development model.*
3. **Tsanas, J. P. S. (2024).** *Using the Strangler Fig Pattern on a monolithic game server.*
4. **Merelo, J. J. et al. (2017).** *Self-organized criticality in software repositories.*
5. **Li, J. et al. (2020).** *Microservice architecture: A case study of a legacy system.*
6. **Aguado-Moralejo, R. et al. (2021).** *eXeLearning, una herramienta de autor para la creación de Recursos Educativos Abiertos.*
7. **Ministerio de Educación y Formación Profesional (2021).** *Resolución de la Secretaría de Estado de Educación.*



UNIVERSIDAD DE GRANADA



UNIVERSIDAD
DE GRANADA